

Etude stratégique solaire thermique & solaire thermique concentré

Rapport final

Février 2014



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

- **Introduction**

- Rappel du contexte et des objectifs
- Rappel du planning et de la méthodologie

- **Executive summary**

- **PARTIE A : Le solaire thermique basse température**

- A1 : Bilan des acquis
- A2 : Analyse bibliométrique
- A3 : Analyse marketing

- **PARTIE B : Le solaire thermique à concentration**

- B1 : Bilan des acquis
- B2 : Analyse bibliométrique
- B3 : Analyse marketing
- B4 : Synthèse et recommandations

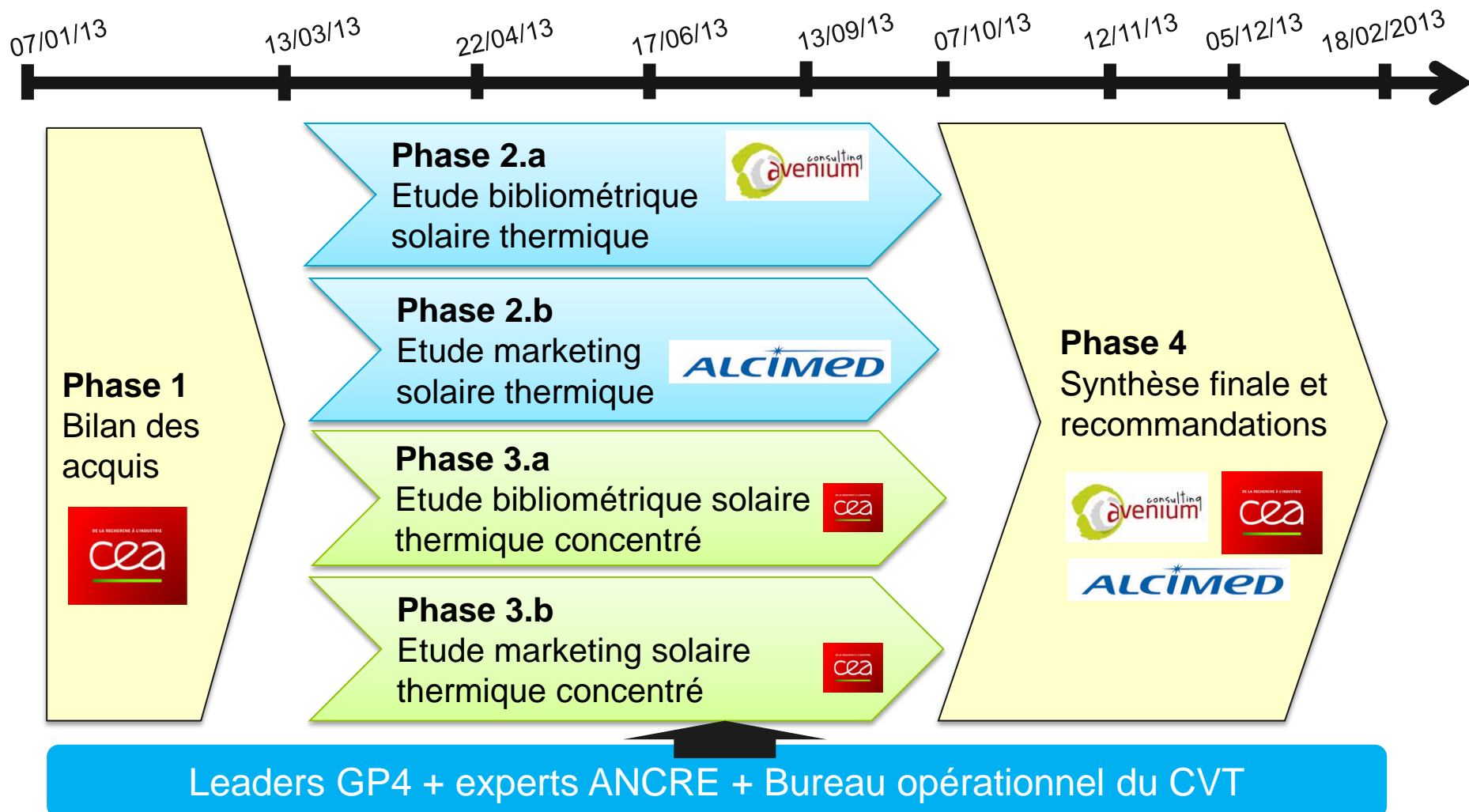
Le CVT a accompagné le GP4 par une analyse stratégique marketing et bibliométrique du solaire thermique et thermique concentré

- Dans le cadre du Consortium de Valorisation Thématique (CVT) de l'Ancre, le Comité de Coordination de l'Alliance a validé le 5 décembre 2012 le lancement d'une étude stratégique consacrée aux technologies solaires thermiques et thermique concentré.
- Les objectifs de cette étude sont de répondre aux besoins du GP4, animé par le CEA et le CNRS, en matière **d'analyse marketing et bibliométrique** dans le but de :
 - Benchmarker les moteurs et freins à la pénétration de ces technologies sur une sélection de zones géographiques à échelle mondiale ;
 - Evaluer les opportunités business pour les principales applications émergentes ;
 - Analyser les besoins des industriels et identifier les filières d'innovations prioritaires ;
 - Recenser les forces R&D en présence à travers les déposants de brevets et publications.

NB : Ce document présente les résultats finaux de la partie solaire thermique concentré (en complément aux livrables fournis par les cabinets Alcimed et Avenium sur la partie solaire thermique)

Rappel du planning et de la méthodologie

Une étude de un an réalisée par le Bureau d'Etude Marketing du CEA, les cabinets Alcimed et Avenium, les leaders du GP4, les experts de l'alliance et le BO du CVT



Partie A : Etude solaire thermique

Rapport final

Bilan des acquis

Etude bibliométrique

Etude marketing

Réalisation : CEA (Bureau d'Etude Marketing), Avenium, Alcimed



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

Partie A

Le solaire thermique basse température

A.1 Bilan des acquis

- Applications
- Technologies
- Acteurs et projets
- Le marché
- Synthèse
- Annexes

A.2 Analyse bibliométrique

- Principales tendances mondiales observées
- Principales tendances en Europe observées
- Principales tendances observées en France
- Focus sur les systèmes de refroidissement et de gestion du contrôle commande (GCC)
- Pistes de réflexion

A.3 Analyse marketing

- Analyse transversale du solaire thermique : usages actuels
- Analyse transversale du solaire thermique : usages émergents
- Synthèse et recommandations

Partie A : Etude solaire thermique

A.1 Bilan des acquis

Réalisation : CEA, Bureau d'Etude Marketing

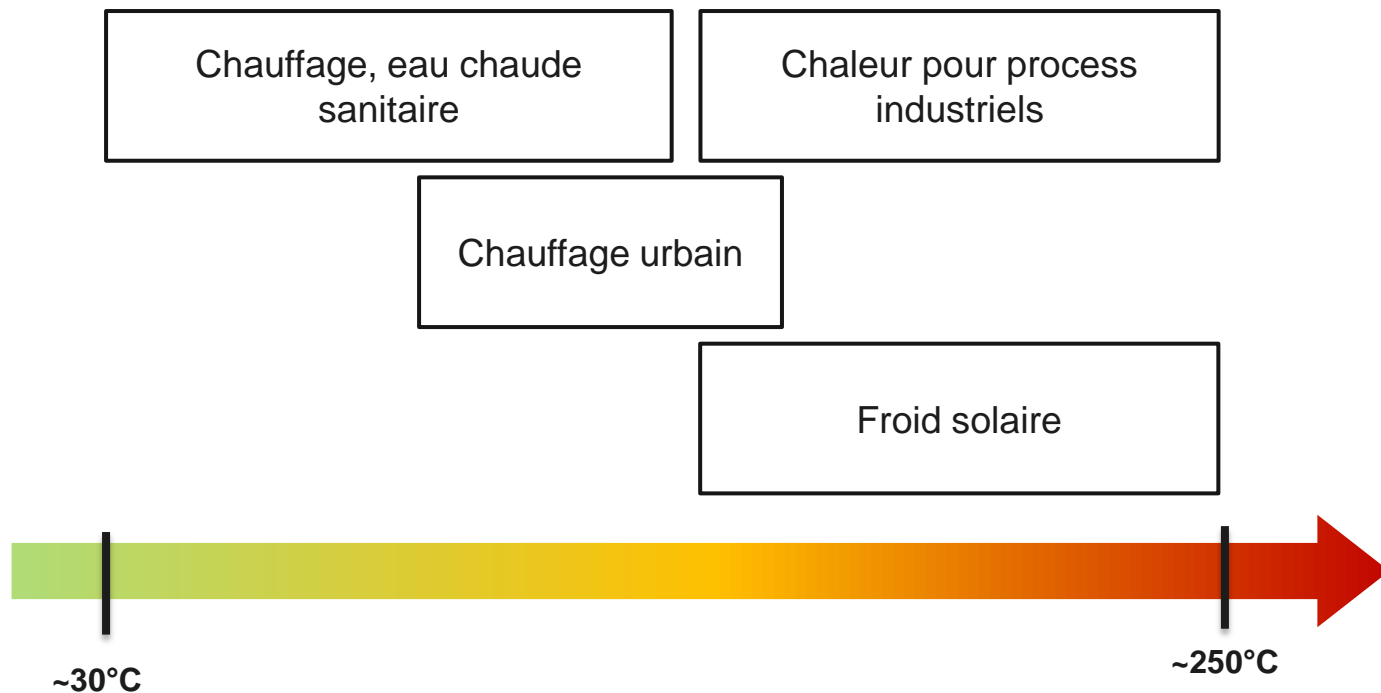


Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Solaire thermique
Production de chaleur **basse** et **moyenne** température



Applications

Technologies

Acteurs et projets

Marché

Synthèse

**Chauffe-eau solaire
individuel et collectif**

**Système solaire combiné
individuel et collectif**

Froid solaire

Chaleur industrielle

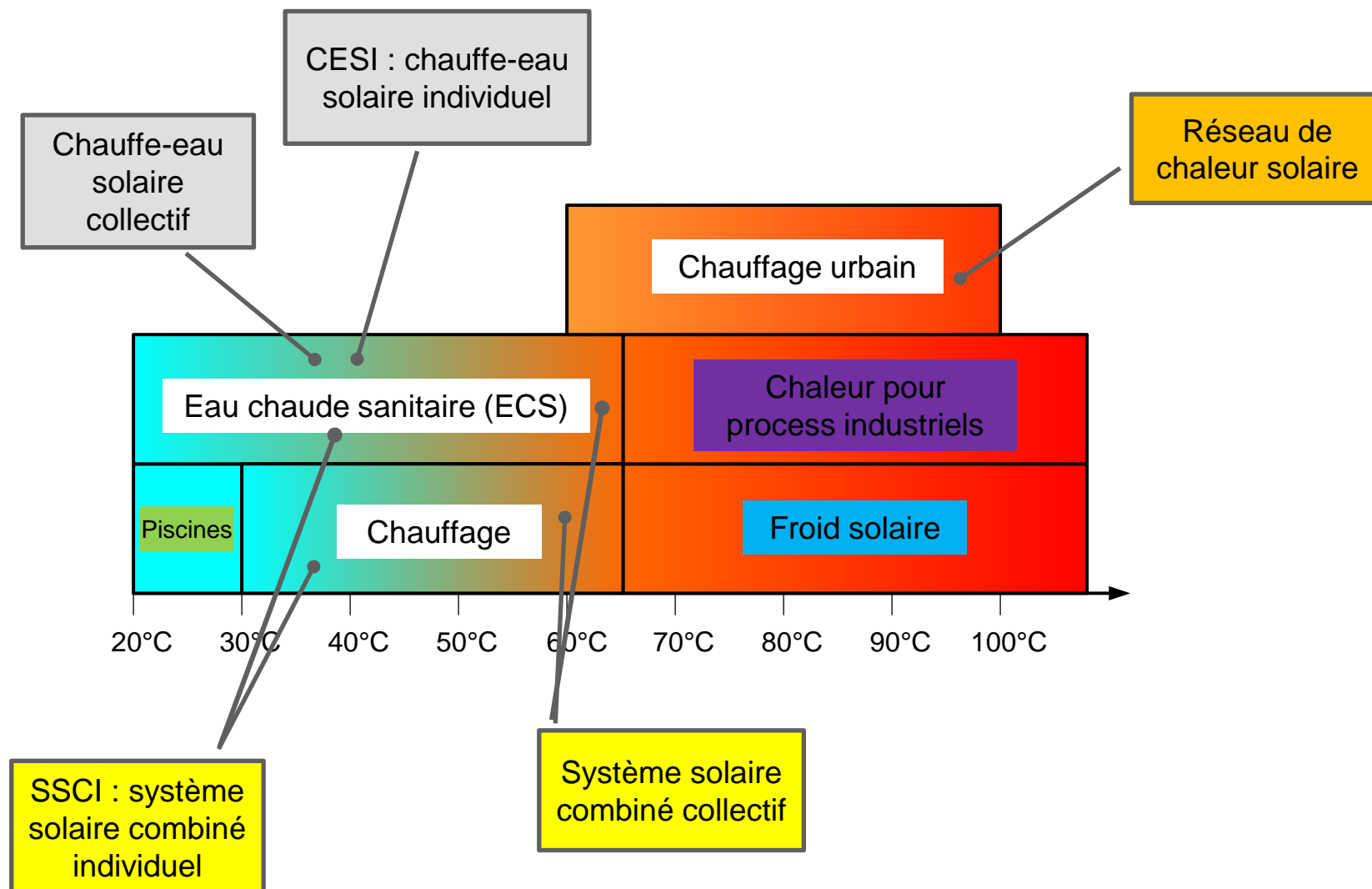
Réseau de chaleur solaire

Chauffage des piscines

Synthèse

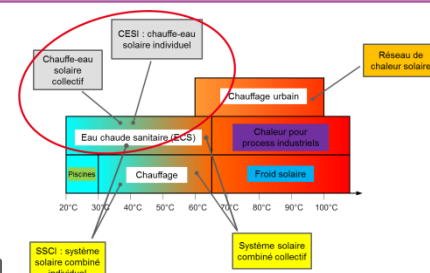
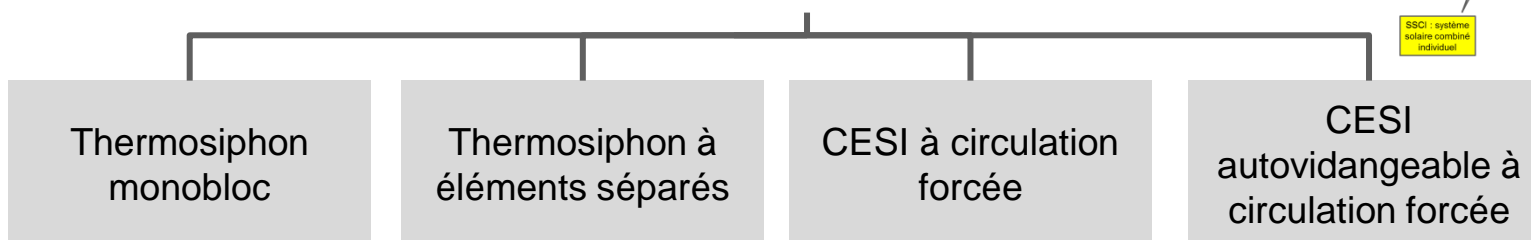
NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

Il existe différentes familles d'applications selon le besoin en température



4 types de chauffe-eaux solaires individuels

Les différents CESI



- Les CESI sont destinés à satisfaire les besoins annuels en eau chaude sanitaire d'une famille selon un taux de couverture compris entre 50 et 70%.

Les chiffres clés d'une installation ECS pour un foyer moyen de 4 personnes



	Nord de la France	Sud de la France
m ² de capteurs	5 1m ² =300kWh	3 1m ² =600kWh
Rendement moyen	60-75%	80-100%
Volume du ballon (L)	200-350	
Coût moyen (€/m ²)	1000-1800	

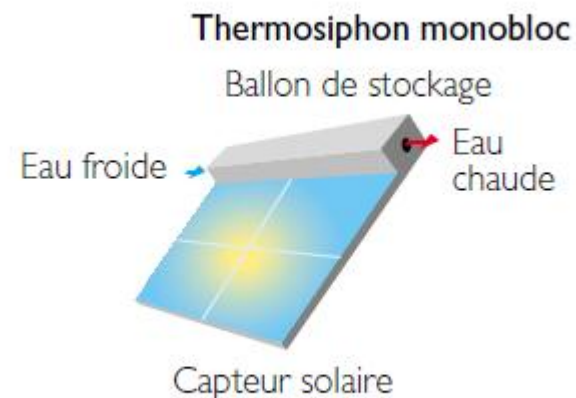
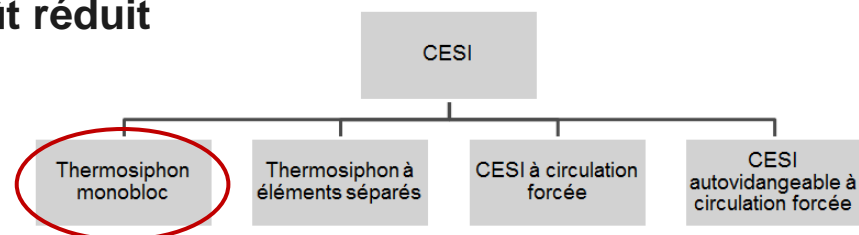
Source : <http://www.ddmagazine.com/20080227169/Guides-pratiques/Le-solaire-thermique-couts-et-fonctionnement.html>

Le chauffe-eau solaire individuel (CESI)

CESI thermosiphon monobloc

Un CESI adapté aux régions ensoleillées, au coût réduit

Principe	Chauffée par les capteurs, et donc moins dense, l'eau monte naturellement vers l'échangeur du ballon de stockage placé au dessus des capteurs.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ système monobloc (capteurs et ballon intégrés sur un même châssis rigide) ▪ pose facile, coût réduit ▪ système autorégulé ▪ continuité de la production d'ECS solaire en cas de coupure d'alimentation électrique ▪ Fiabilité
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Non adapté aux régions froides ▪ Stockage soumis directement aux conditions extérieures ▪ Poids important (ne convient pas à la pose en toiture) ▪ Limitation de la température de stockage ▪ Inesthétique





Source :

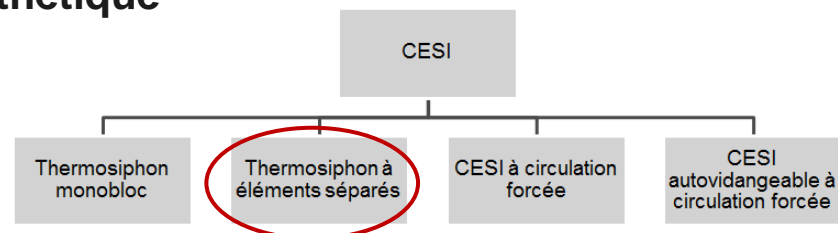
<http://www.agirpourenvironnement.org/pdf/AdemeficheChauffeEau.pdf>

Le chauffe-eau solaire individuel (CESI)

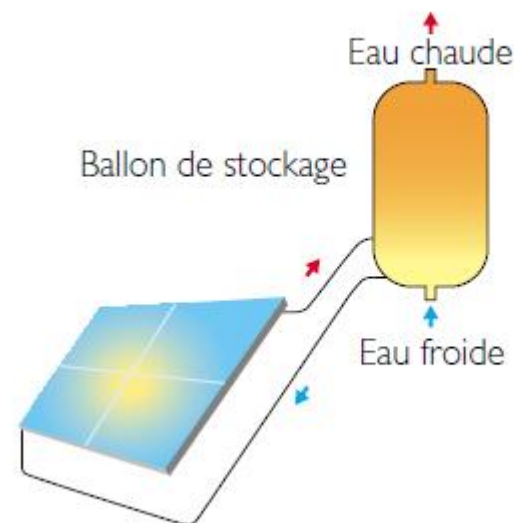
CESI thermosiphon à éléments séparés

Un CESI adapté aux régions ensoleillées, plus esthétique car le ballon est séparé

Principe	Ce chauffe-eau exploite aussi le principe du thermosiphon, mais les capteurs et le ballon (placé à l'intérieur du bâtiment) sont séparés
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Continuité de la production d'ECS solaire en cas de coupure d'alimentation électrique ▪ Système sans régulation ▪ Risque de pannes pratiquement exclu ▪ Plus esthétique
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plutôt adapté aux régions ensoleillées ▪ Mise en œuvre délicate : les préconisations des fabricants doivent être parfaitement respectées (diamètres des tubes minimums, pentes minimales, dénivelé capteurs / ballon) ▪ Limitation de la température dans le ballon de stockage



Thermosiphon à éléments séparés



Source :

<http://www.agirpourenvironnement.org/pdf/AdemeficheChauffeEau.pdf>

Le chauffe-eau solaire individuel (CESI)

CESI à circulation forcée

Un CESI pour tout type de région, qui a besoin d'une alimentation électrique pour son fonctionnement

Principe

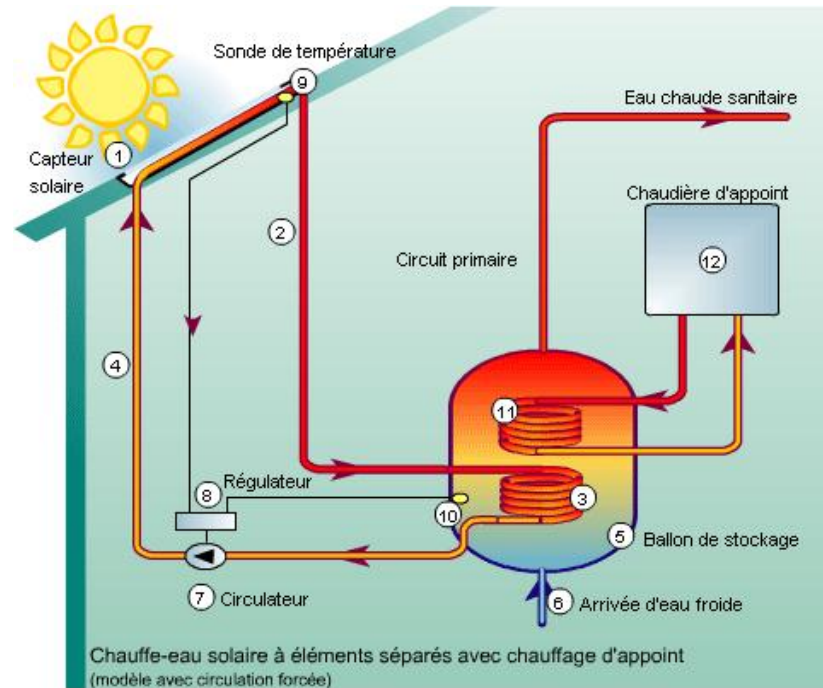
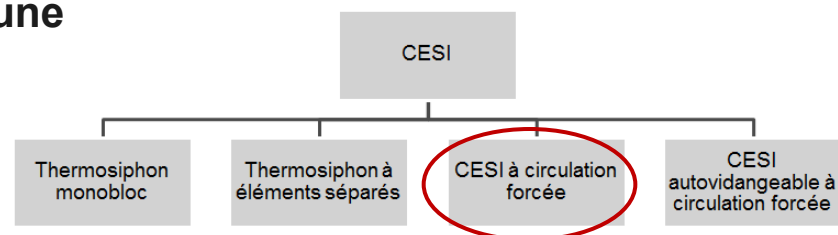
Le liquide caloporteur circulant entre les capteurs et le ballon de stockage est mis en mouvement par un circulateur piloté par une régulation. La circulation dans le circuit primaire a lieu dès lors que l'écart de température entre les capteurs et le bas du ballon de stockage est supérieur à un seuil,



- système performant
- système adapté à toute configuration d'habitat
- risque de pannes faible
- contrôle en température du ballon



- nécessité d'une régulation différentielle pilotant un circulateur
- besoin d'une alimentation électrique
- nécessité d'un liquide caloporteur antigel (de qualité alimentaire)

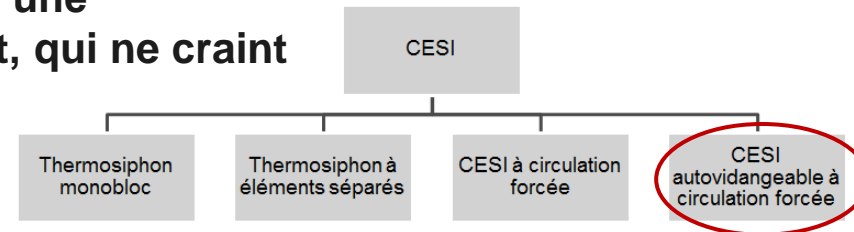


Source : ADEME

Le chauffe-eau solaire individuel (CESI)

CESI autovidangeable à circulation forcée

Un CESI pour tout type de région, qui a besoin d'une alimentation électrique pour son fonctionnement, qui ne craint pas le gel



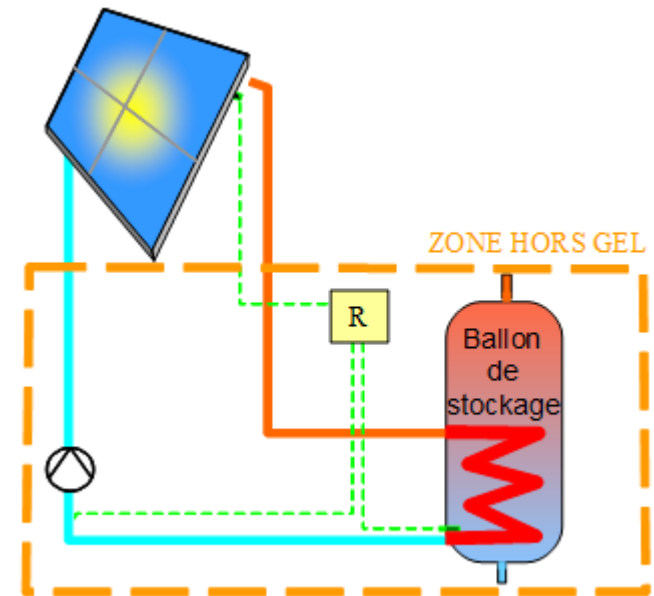
Principe Les capteurs et leurs canalisations se vident automatiquement à l'arrêt de la pompe dans une bouteille de récupération. Les équipements (sauf le capteur) sont situés dans une zone hors-gel,



- sécurité du système en cas de stagnation ou de gel
- système pouvant fonctionner sans antigel (l'installation n'est pas soumise aux inconvénients dus à la dégradation du liquide caloporteur)
- circuit hydraulique simplifié
- meilleur échange de chaleur (si absence d'antigel)



- régulation différentielle pilotant une pompe (nécessité de lutter contre des hauteurs manométriques importantes)
- besoin d'une alimentation électrique
- mise en œuvre délicate (respect d'une pente minimale pour les liaisons hydrauliques, absence de coude...)

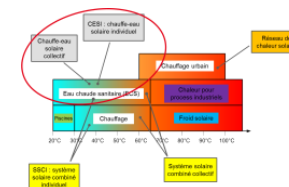


Source : http://solterre.net/index.php?p=1_8_Le-chauffe-eau-solaire

Le chauffe-eau solaire individuel (CESI)

Comparatif des 4 technologies

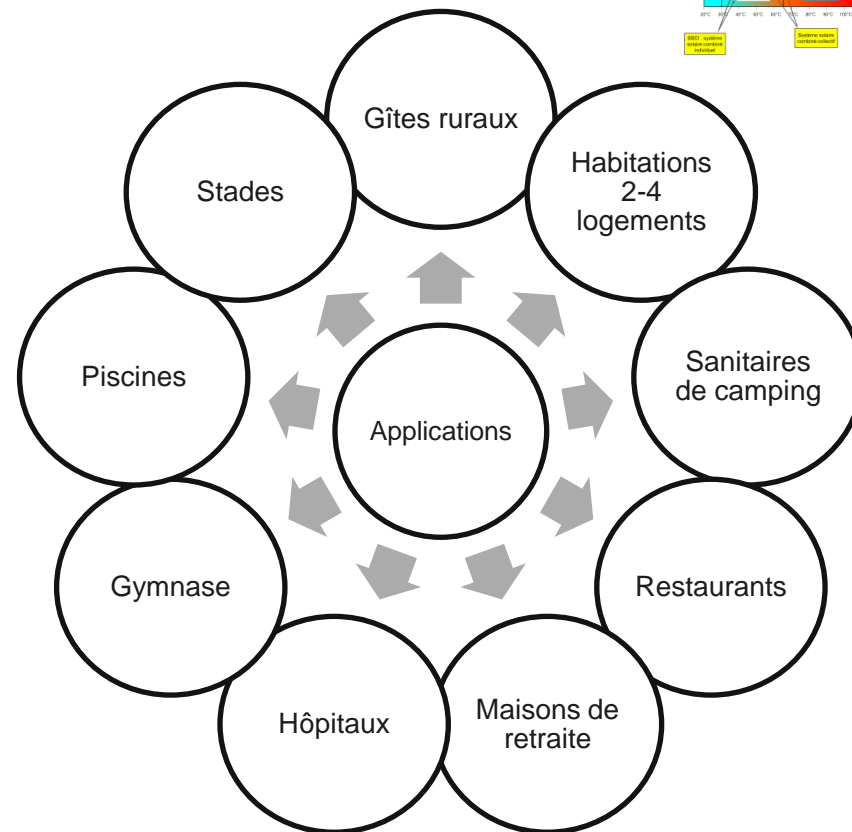
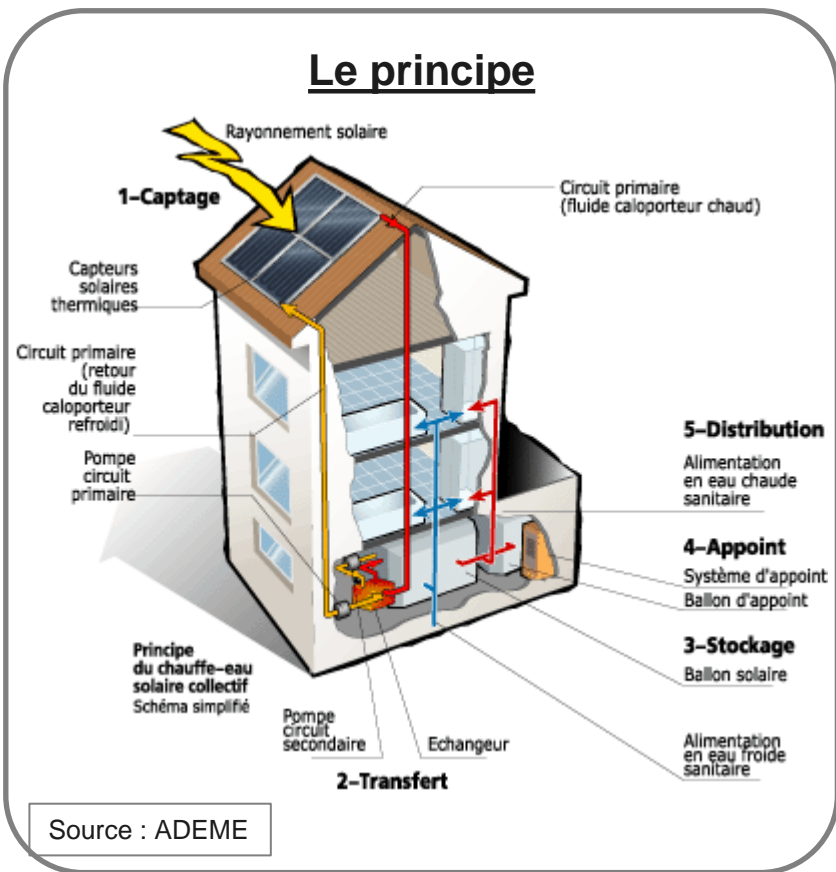
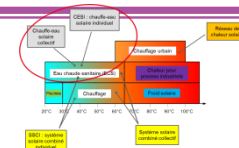
4 technologies de CESI qui diffèrent en termes de coût et d'usage



	Thermosiphon monobloc	Thermosiphon à éléments séparés	Circulation forcée	Autovidangeable à circulation forcée
Coût (k€)	4 - 5	5 - 7	5 - 10	5 - 10
Usages	Saisonnier ou quotidien selon l'ensoleillement	Saisonnier ou quotidien selon l'ensoleillement	Quotidien	Quotidien
Entretien	Peu d'entretien	Peu d'entretien	Nécessaire	Nécessaire
Implantation	Régions ensoleillées principalement	Régions ensoleillées principalement	Partout	Partout
Facilité d'installation	+	-	+	-
Alimentation électrique	Non	Non	Oui	Oui

Le chauffe-eau solaire collectif

Principe identique au CESI mais pour des habitats collectifs ou du tertiaire



- Technologies utilisées : à circulation forcée ou auto-vidangeable
- 3 configurations possibles

	Réservoir solaire ECS centralisé	Réservoir solaire ECS décentralisé
Réservoir/Système d'appoint centralisé	X	
Réservoir/Système d'appoint décentralisé	X	X

- Applications**
- Technologies
- Acteurs et projets
- Marché
- Synthèse

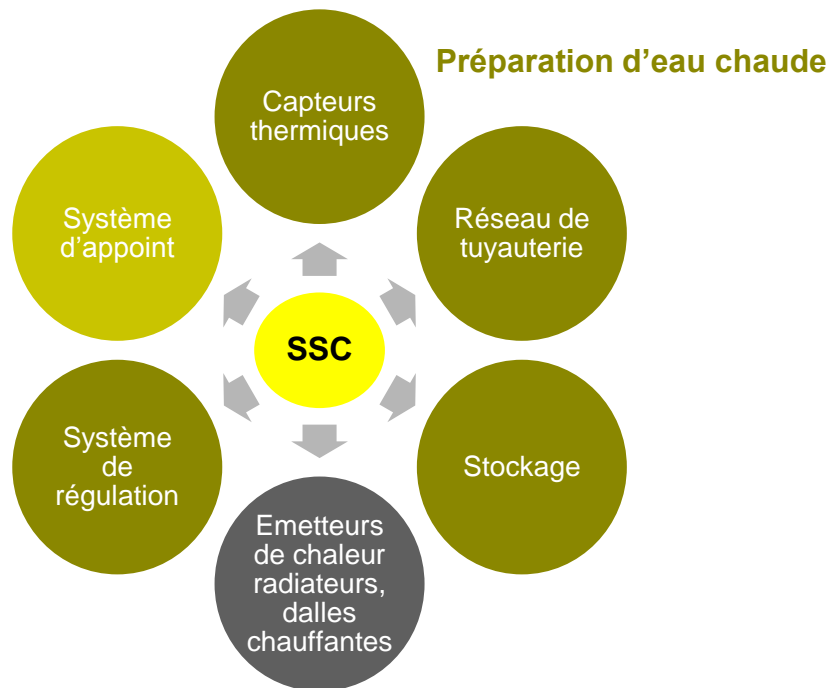
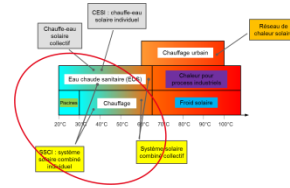
- Chauffe-eau solaire individuel et collectif
- Système solaire combiné individuel et collectif
- Froid solaire
- Chaleur industrielle
- Réseau de chaleur solaire
- Chauffage des piscines
- Synthèse

NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

Le système solaire combiné

Un SSC fournit de l'eau chaude sanitaire et du chauffage

- Principe : le SSC est une combinaison d'un système solaire et d'un chauffage traditionnel type fuel ou gaz, ou encore d'un système de chauffage type pompe à chaleur. Il permet de fournir l'énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.
- Ce système permet de couvrir **jusqu'à 80% des besoins en eau chaude sanitaire en été et en hiver de couvrir de 30 à 50 % des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire**, selon la région et la taille de l'installation
- Les différents éléments du SSC



Deux grandes familles de SSC

Le SSC avec stockage de chaleur

Le plancher solaire direct (PSD)

Le système solaire combiné

Le SSC avec stockage de chaleur

Plusieurs configurations de SSC sont possibles, en fonction du mode de chauffage d'appoint, et du système de préparation d'eau chaude

Système de chauffage d'appoint

Le chauffage d'appoint chauffe la partie supérieure du réservoir de stockage à la fois pour **l'eau chaude sanitaire et pour le chauffage des locaux**

Le chauffage d'appoint réchauffe la partie supérieure du réservoir d'eau chaude sanitaire et il est en **série avec l'énergie solaire pour le chauffage**

Système de préparation d'eau chaude

Système Tank-in-tank: l'eau chaude sanitaire est préparée dans un réservoir immergé dans un autre réservoir tampon

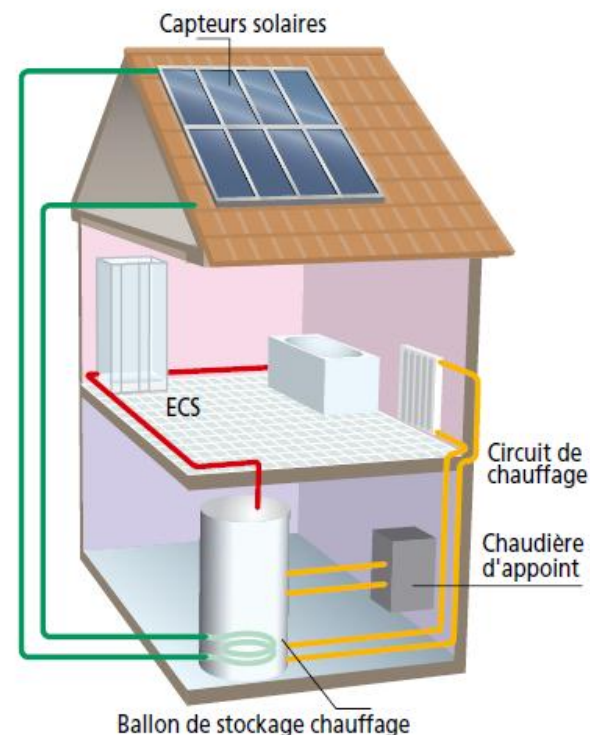
Echangeur de chaleur immergé : l'eau chaude sanitaire est préparée par un échangeur de chaleur immergé, généralement en acier inoxydable

Unité d'eau chaude sanitaire externe : L'eau chaude est préparée par échangeur de chaleur externe à plaques

Deux grandes familles de SSC

Le SSC avec stockage de chaleur

Le plancher solaire direct



Source : http://www.casa-infos.fr/sites/files/documents/pages/envinet/chauff_solaire.pdf

Le système solaire combiné

Le plancher solaire direct

Un SSC particulier où le stockage se fait dans la dalle du sol pour le chauffage

- Le plancher solaire direct (PSD) est un type de SSC développé par Clipsol, une société de GDF-Suez
- Principe : un fluide caloporteur est chauffé dans des capteurs solaires thermiques ; il circule directement dans des tuyaux d'un plancher chauffant ou réchauffe le ballon d'ECS par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. La dalle chauffante joue un double rôle de stockage et d'émetteur de chaleur. L'émission de chaleur est d'autant plus atténuée que la dalle est épaisse.

Deux grandes familles de SSC

Le SSC avec stockage de chaleur

Le plancher solaire direct

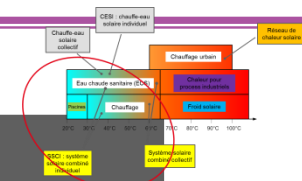




Source : <http://ines.solaire.free.fr/solth/page82.html>

Les systèmes solaires combinés

Comparaison

Deux technologies qui diffèrent par leur mise en œuvre plutôt que par le coût



	SSC classique	PSD
Surface des capteurs	1/10 ^{ème} de la surface habitable	
Volume du ballon de chauffage	Selon surface des capteurs solaires entre 500 et 1000 litres	Pas de ballon, chaleur stockée dans la dalle
Volume du ballon d'ECS	Compris dans le ballon d'accumulation du chauffage	Selon nombre d'habitants de 300 à 400L
Exemple de prix d'installation*	20 k€	16 k€
	<ul style="list-style-type: none"> - possibilité d'installer un plancher chauffant et/ou des radiateurs basses températures 	<ul style="list-style-type: none"> - Encombrement réduit - Bonne inertie thermique
	<ul style="list-style-type: none"> - Système plus complexe que le plancher solaire direct (régulation, ballon de stockage...). - Système plus encombrant 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'avoir un revêtement de sol adapté (carrelage, parquet) - Plus particulièrement réservé aux constructions neuves ou aux rénovations majeures

* Estimation pour une surface de capteurs installée de 16m²

Source : <http://www.les-energies-renouvelables.eu/energies-renouvelables/quel-modele-de-chauffage-solaire-faut-il-choisir-.html>

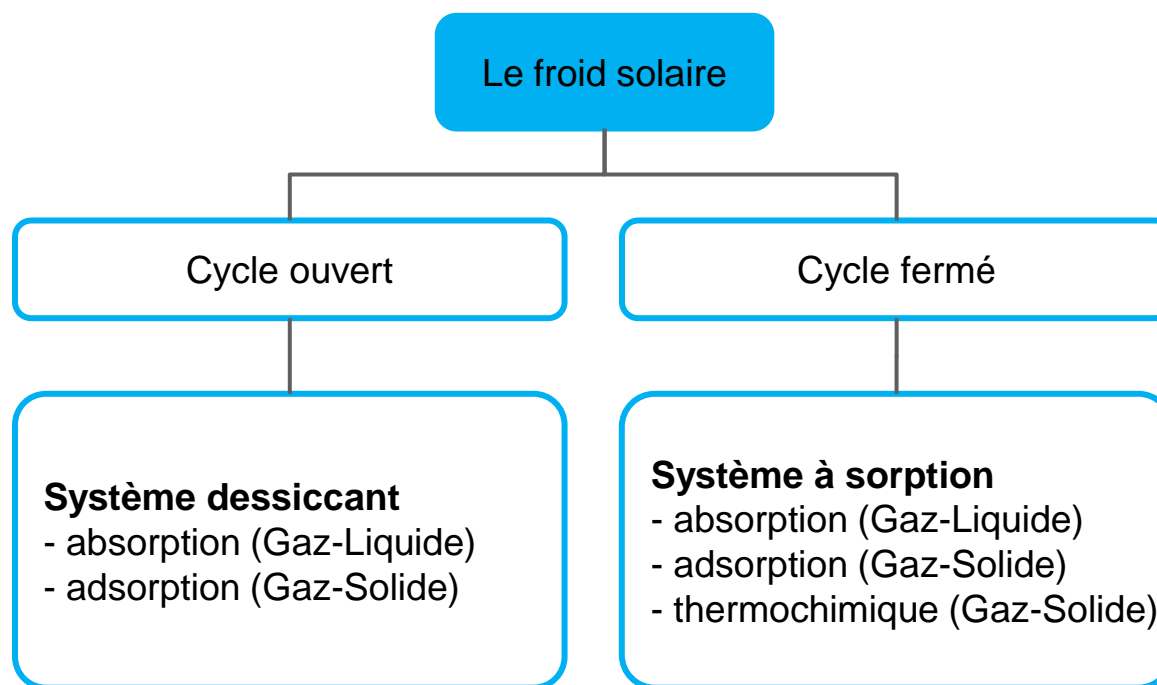
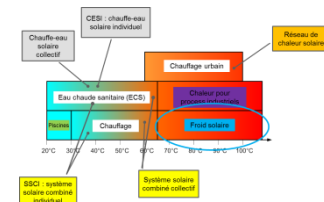
- Applications**
- Technologies
- Acteurs et projets
- Marché
- Synthèse

- Chauffe-eau solaire individuel et collectif
- Système solaire combiné individuel et collectif
- Froid solaire**
- Chaleur industrielle
- Réseau de chaleur solaire
- Chauffage des piscines
- Synthèse

NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

Une application qui permet d'utiliser la chaleur du rayonnement solaire pour refroidir

- Le froid solaire désigne l'ensemble des techniques de climatisation utilisant l'énergie solaire comme ressource énergétique primaire.
- Les différentes technologies :

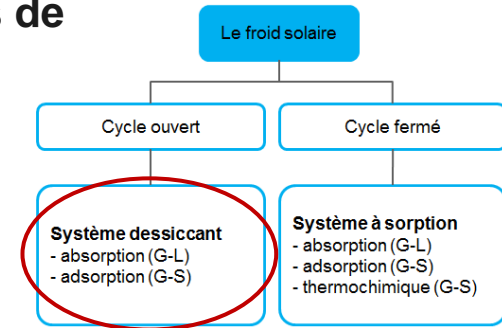


Le froid solaire

Systèmes dessiccants

Un système de refroidissement qui fonctionne avec des organes de dessiccation : système le moins utilisé

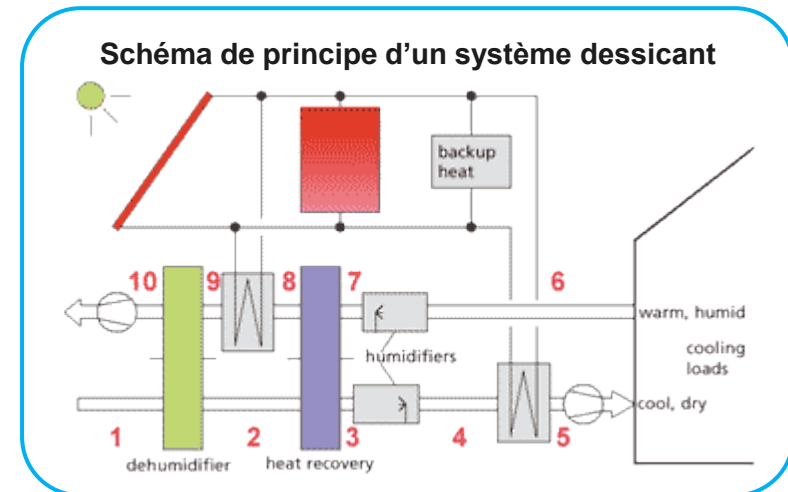
- Principe des systèmes dessiccants :
 - Refroidissement et déshumidification de l'eau par mise en contact avec le "réfrigérant" (l'eau) et les organes de dessiccation.
 - Systèmes de dessiccation solides (roue dessiccante) ou liquides
 - Température nécessaire pour régénérer les matériaux dessiccants et faire fonctionner le système : 45 - 95°C
- Les systèmes ouverts constituent actuellement une part relativement faible des installations existantes (de l'ordre de 10 à 15%).



Sources :

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25172>

<http://www.raee.org/climatisationsolaire/fr/techniques.php>



Le froid solaire

Systèmes à sorption

Production d'eau glacée utilisée pour le refroidissement : système le plus utilisé

- Principe des systèmes à sorption:
 - Ils produisent de l'eau glacée, utilisée ensuite pour le refroidissement ou la déshumidification de l'air. Les systèmes existant sur le marché et adaptés au solaire sont les machines à absorption et adsorption.
 - Température de fonctionnement : 60 - 110°C.
- Ces systèmes fermés représentent la **majorité des installations existantes** de rafraîchissement solaire, avec une part prépondérante pour les systèmes à absorption (60% environ des installations existantes).

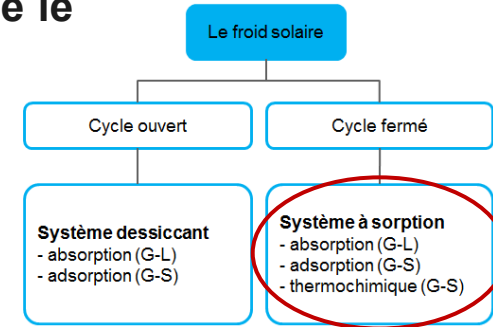


Schéma de principe d'une machine à absorption

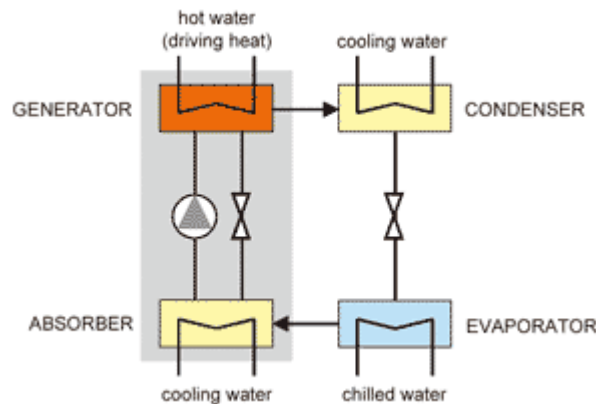
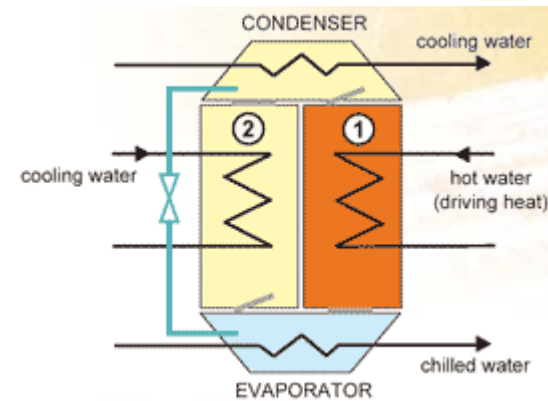


Schéma de principe d'une machine à adsorption



Sources :

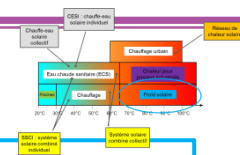
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25172>



<http://www.raee.org/climatisationsolaire/fr/techniques.php>

Le froid solaire

Comparaison des technologies

Une application qui présente de nombreux avantages par rapport aux techniques classiques de climatisation mais qui reste onéreuse



	Cycle ouvert		Cycle fermé		
	Dessiccation solide	Dessiccation liquide	Adsorption	Absorption	Thermochimique
Capacité de refroidissement (kW)	20 kW – 350 kW	?	7 – 580 kW	4,5 kW – 20 MW	n.d
Température de fonctionnement (°C)	45 – 95	45 – 70	45 – 95	65 – 180	n.d
Capteurs solaires	capteurs à air capteurs plans	capteurs à air	Tubes sous vide, capteurs plans	Tubes sous vide Capteurs plans	n.d
COP* thermique	0,5 – 1	> 1	0,4 – 0,7	0,6 – 0,8 (simple effet)	n.d
Applications	Tertiaire, industrie Usage domestique: prix encore trop élevés				
	<ul style="list-style-type: none"> Consommation électrique moindre Moins de nuisances sonores Fluides frigorigènes non nocifs pour l'environnement 				
	<ul style="list-style-type: none"> Coût d'investissement élevé du système solaire et des machines frigorifiques (de 2400 à 4000 €/kW) Retour sur investissement long Technologies pas encore tout à fait matures 				

*COP = Coefficient Of Performance = Puissance de froid de l'unité
Chaleur consommée par l'unité

Sources : <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25172>

<http://www.raee.org/climatisationsolaire/fr/techniques.php>

<http://www.actu-environnement.com/ae/news/tecsol-climatisation-solaire-installations-techniques-10729.php4>

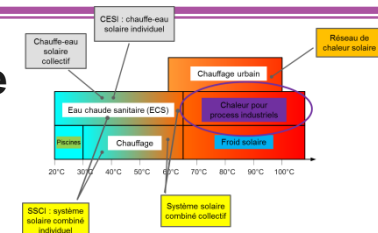
- Applications**
- Technologies
- Acteurs et projets
- Marché
- Synthèse

- Chauffe-eau solaire individuel et collectif
- Système solaire combiné individuel et collectif
- Froid solaire
- Chaleur industrielle**
- Réseau de chaleur solaire
- Chauffage des piscines
- Synthèse

NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

De nombreux procédés industriels ont des besoins en énergie thermique

- 50% de des besoins industriels en chaleur sont à basse température (<250°C).
- Exemples de procédés industriels à basse température



Secteur industriel	Procédé	Température (°C)
Aliments et boissons	Sécher	30 – 90
	Laver	40 – 80
	Pasteuriser	80 – 110
	Bouillir	95 – 105
	Stériliser	140 – 150
	Traitement à chaleur	40 – 60
Textile	Laver	40 – 80
	Blanchir	60 – 100
	Teindre	100 – 160
Chimie	Bouillir	95 – 105
	Distiller	110 – 300
	Procédés chimiques variés	120 – 180

Source : <http://marokko.ahk.de/uploads/media/Druecke.pdf>



NB : Peu d'information disponible sur cette application, à creuser lors de la phase terrain

La chaleur pour process industriels

Un exemple d'installation industrielle

Une installation solaire de production d'eau chaude en industrie permet non seulement des gains énergétiques, mais également des gains financiers à long terme

Mise en place d'une **installation solaire thermique avec un réservoir de 6000L** chez Melvita (producteur de cosmétiques biologiques) **pour produire de l'eau chaude à 50°C pour le lavage des cuves de production**

Gains énergétiques :

Économie d'énergie

21,8 MWh PCI par an de gaz propane (1 700 kg) et 8 MWh électrique (suppression de ballons d'eau chaude)

Gains financiers : 6 500 €/an (inclut les gains énergétiques et des gains financiers indirects sur l'entretien et le suivi des installations).

Temps de retour brut sur investissement : 7 ans.

Gains environnementaux :

Tonnes CO₂ évitées

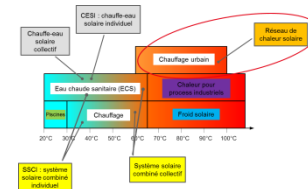
6 tonnes de CO₂ par an

- Applications**
- Technologies
- Acteurs et projets
- Marché
- Synthèse

- Chauffe-eau solaire individuel et collectif
- Système solaire combiné individuel et collectif
- Froid solaire
- Chaleur industrielle
- Réseau de chaleur**
- Chauffage des piscines
- Synthèse

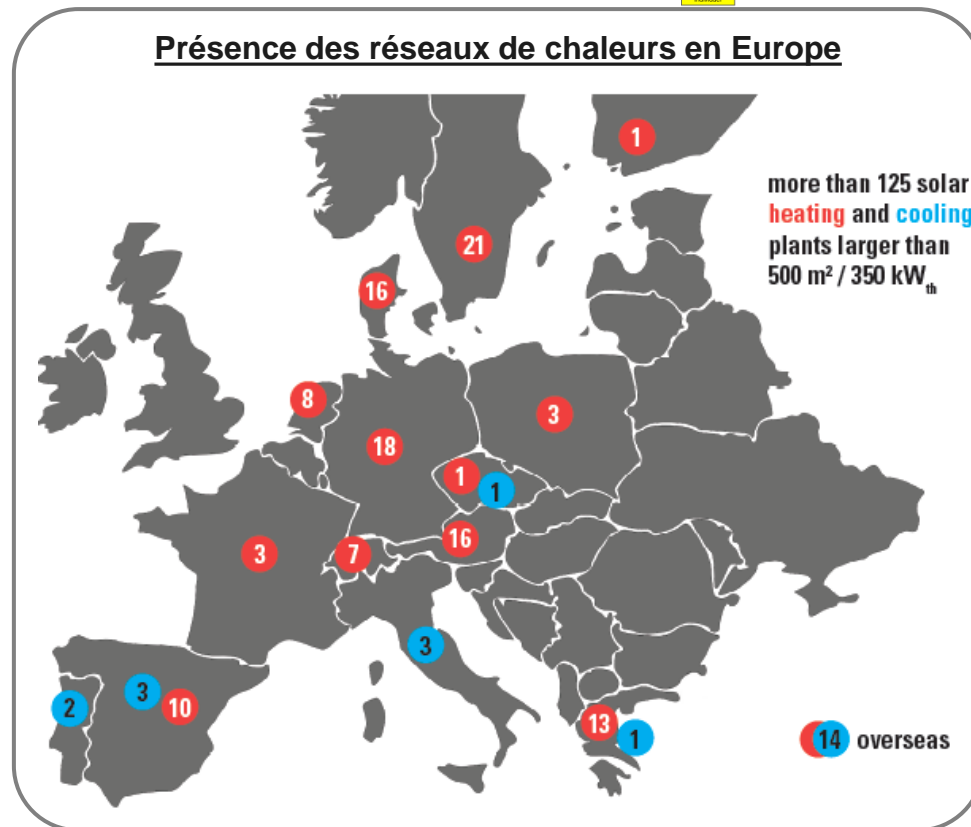
NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

Un système qui permet d'utiliser la chaleur du soleil à l'échelle d'un quartier, principalement développé dans le Nord de l'Europe



- Principalement présent dans les pays d'Europe du Nord (Allemagne, Suède, Danemark), le SDH* consiste en un large champ de capteurs, connecté à un stockage important, qui produit de l'énergie pour le réseau de chauffage urbain.
- Plus de 100 installations supérieures à 500m² en Europe depuis le début des années 90, dont 40 avec une puissance supérieure à 1MW (1300m²) avec une superficie totale installée (2010) : 285 000 m²
- En France, de nombreux projets d'éco-quartiers avec la mise en place de réseaux de chaleur alimentés par de la géothermie, de la chaleur de récupération, de la biomasse, rarement par solaire thermique

Présence des réseaux de chaleurs en Europe



*SDH = Solar District Heating

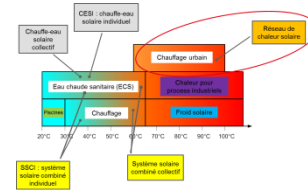
Sources :

www.solar-district-heating.eu/Portals/0/Publicdownloads/SDH_Brochure.pdf

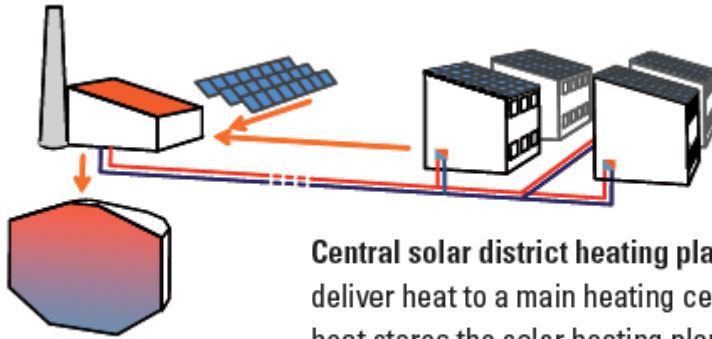
<http://www.actu-environnement.com/ae/news/solaire-thermique-reseau-chaleur-energie-stockage-cout-14158.php4>

Perspectives du solaire sur les réseaux de chaleurs - Conférence Derbi 2012

De nombreux avantages liés à l'utilisation de réseaux de chaleur (stockage inter saisonnier par exemple), qui peuvent se présenter sous différentes configurations

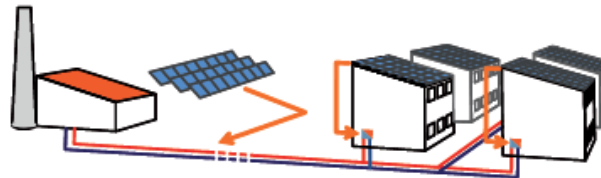


Différentes configurations de réseaux de chaleur



Central solar district heating plant: The solar collectors deliver heat to a main heating central. With large seasonal heat stores the solar heating plant can contribute more than 50 % to the total heat demand.

Distributed solar district heating plant: The solar collectors are placed at suitable locations and connected directly to the district heating primary circuit on site. Often these plants utilise the district heating network as a storage.



- Possibilité d'alimenter en thermique les bâtiments quelque soit leur orientation par rapport au soleil
- Possibilité de stocker l'énergie produite en été
- Optimisation des coûts en installant un réseau plutôt que plusieurs installations individuelles



- Nécessité d'avoir en place un réseau de chaleur basse température

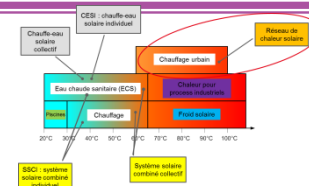
Réseau de chaleur solaire

Des projets identifiés

Une application qui intéresse les industriels du solaire thermique



- Au niveau français



Nom	Budget	Coordonnateur	Partenaires	Description	Statut
Smart Grid Solaire thermique	4,7M€	Clipsol	Cofely, CEA, INES, SAED, Tecsol, Inddigo	Le projet vise en premier lieu à développer une filière solaire sur les réseaux de chaleur au travers la réalisation d'un démonstrateur.	Durée : 66 mois Lancement : 1 ^{er} juin 2012 Accompagné par l'ADEME

Un réseau de chaleur à Balma (31) dans un éco-quartier (projet 2012) → pas encore réalisé

Mise en place d'un réseau de chaleur alimenté par une centrale de **production énergétique combinant des capteurs solaires haute température et de la biomasse**. Conçue et exploitée par Cofely, une filiale de GDF Suez, cette installation fournira 80 % des besoins énergétiques des 1.200 logements. La centrale solaire thermique de Balma comportera **800 m² de capteurs qui fourniront environ 15 % des besoins de chaleur, soit 50 % de l'eau chaude et 5 à 10 % du chauffage**. La puissance installée en solaire devrait être de l'ordre de 350 kWc pour une production thermique de 500 à 600 MWh par an. Ce projet est estimé à **3,7 millions d'euros**, en partie subventionné par l'Ademe.

Un réseau de chaleur à Juvignac (34) → début des travaux fin 2011 (pas encore réalisé)

Cofely, filiale de GDF SUEZ, va construire, financer et exploiter, pendant 20 ans et pour un chiffre d'affaires cumulé de 23 millions d'euros, le réseau de chaleur du futur quartier "Les Constellations" à Juvignac dans l'agglomération de Montpellier. Ce réseau sera alimenté par une centrale de production énergétique combinant des capteurs solaires haute température et du bois-énergie, pour répondre à 80% des besoins en ECS et chauffage du quartier. Les capteurs solaires sont fournis par SAED.

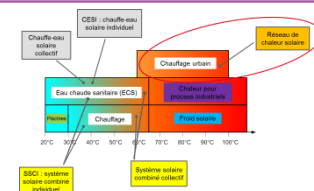
Réseau de chaleur solaire

Des projets identifiés

Une application qui intéresse les industriels du solaire thermique



- Au niveau européen



Nom	Partenaires	Description	Statut
SDHplus	Consortium de 18 partenaires européens de 13 pays européens : entreprises, associations et institutions des secteurs du réseau de chaleur et du solaire thermique. Acteurs français : CEA-INES, AMORCE, TECSOL	Des actions permettant d'aboutir à un développement du marché des réseaux de chaleur solaire en Europe	Financé par l'Intelligent Energy Europe Programme (1,88 M€) Durée 3 ans

Le réseau de chaleur de Braedstrup au Danemark

Superficie capteurs : 8 000m²

Energie totale réseau : 42 000MWh/an

Contribution solaire : 3400MWh/an, soit taux couverture de 8%

Stockage (Eau) : 2000m³, soit 110MWh



- Applications**
- Technologies
- Acteurs et projets
- Marché
- Synthèse

- Chauffe-eau solaire individuel et collectif
- Système solaire combiné individuel et collectif
- Froid solaire
- Chaleur industrielle
- Réseau de chaleur
- Chauffage des piscines**
- Synthèse

NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

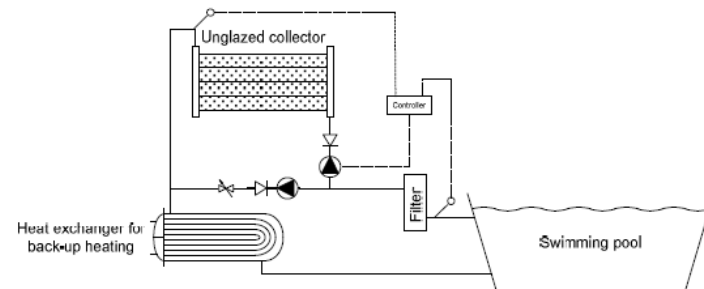
- Une des applications les plus simples et les plus répandues
- Deux possibilités

Piscine extérieure

- Utilisation de capteurs non-vitrés
- L'eau de la piscine est pompée jusqu'aux capteurs. En circulant dans les faisceaux de tubes, l'eau est chauffée, puis ramenée dans la piscine.
- Pas besoin d'appoint sauf pour les piscines municipales où une température minimum est requise
- En règle générale, la surface des capteurs doit être comprise entre 25% et 40% de celle de la piscine.

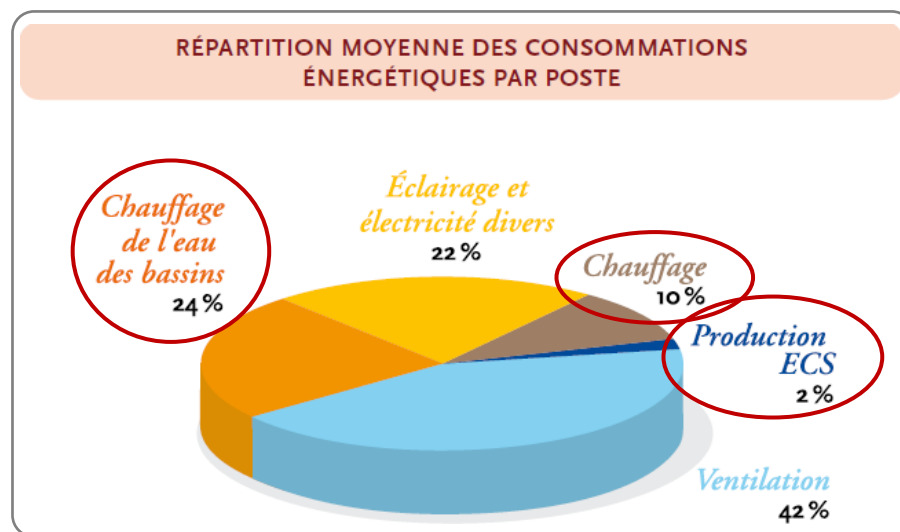
Piscine intérieure

- Utilisation de capteurs non-vitrés ou de capteurs plans selon le climat et donc les besoins de chauffage de l'eau
- Ajout d'un appoint dans le cas pour les périodes nuageuses ou pluvieuses



Besoins énergétiques des piscines municipales, des centres aquatiques

- Consommation énergétique d'une piscine :
 - Piscine existante : **2800 kWh/m² de plan d'eau** (chauffage, déshumidification par modulation du débit d'air neuf et production d'ECS des douches comprises)
 - Piscine neuve : environ **1850 kWh/m² de plan d'eau**
- En France (y compris outre-mer) : 1,6 millions de m² de bassins soit une consommation énergétique d'environ 3,68 TWh
- Les réglementations :
 - **Pas de réglementation thermique sur les piscines en France**, la RT 2012 n'est pas applicable. Par contre dans les autres pays européens, la réglementation thermique tertiaire couvre souvent les piscines.
 - **Une certification spécifique** depuis juin 2012 : « Référentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments - Equipements Sportifs - Piscine - version 1 » → ne s'applique qu'aux piscines neuves et n'oblige pas à respecter les indicateurs de performance spécifiques en énergie.



Les piscines municipales en France

Equipements	Nombre de piscines (y compris outre-mer)	4 135
	Nombre de bassins (y compris outre-mer)	6 343
	Surface moyenne des bassins de natation (y compris outre-mer)	250,6 m ²
	Surface moyenne disponible pour 10 000 habitants	260 m ²

Sources :

http://conseils.xpair.com/actualite_experts/plaidoyer-piscines-basse-conso.htm, http://www.ademe.fr/midi-pyrenees/documents/a_3/Guide_piscines.pdf, <http://www.sports.gouv.fr/index/communication/zoom-sur/etat-des-lieux-de-l-offre-des-2954>

- Applications**
- Technologies
- Acteurs et projets
- Marché
- Synthèse

- Chauffe-eau solaire individuel et collectif
- Système solaire combiné individuel et collectif
- Froid solaire
- Chaleur industrielle
- Réseau de chaleur
- Chauffage des piscines
- Synthèse**

NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique du GP4

Synthèse - Applications

Taux d'adoption actuel ↑	Chauffe-eaux solaires (CES)	<ul style="list-style-type: none">▪ Production d'eau chaude uniquement▪ 4 types de CESI qui diffèrent en termes de coût et d'usages▪ Utilisation possible des technologies à circulation forcée dans le cadre d'habitats collectifs ou du tertiaire
	Piscines	<ul style="list-style-type: none">▪ Application la plus simple et la plus répandue pour chauffer les piscines individuelles▪ Quid des centres aquatiques ou des piscines municipales? Un marché d'avenir?
	Systèmes solaires combinés (SSC)	<ul style="list-style-type: none">▪ Production d'eau chaude <u>et</u> de chauffage▪ Deux technologies qui diffèrent par la mise en œuvre : SSC classique avec deux ballons ou plancher solaire direct qui stocke la chaleur dans le sol
	Chaleur industrielle	<ul style="list-style-type: none">▪ De nombreux procédés industriels dans des domaines très différents ont besoin de chaleur▪ Une application beaucoup développée? En devenir? → à investiguer lors de la phase terrain
	Réseau de chaleur solaire	<ul style="list-style-type: none">▪ Production d'énergie pour le réseau de chauffage urbain à l'échelle d'un quartier▪ Une centaine d'installations dans le monde surtout dans les pays d'Europe du Nord▪ Quelques projets en France réalisés par Cofely
	Froid solaire	<ul style="list-style-type: none">▪ Plusieurs technologies existantes, pas tout à fait matures▪ Une application encore onéreuse malgré des avantages certains → quand est-il intéressant d'utiliser du froid solaire plutôt que les techniques traditionnelles?▪ Une application à investiguer lors de la phase terrain

Applications

Technologies

Acteurs et projets

Marché

Synthèse

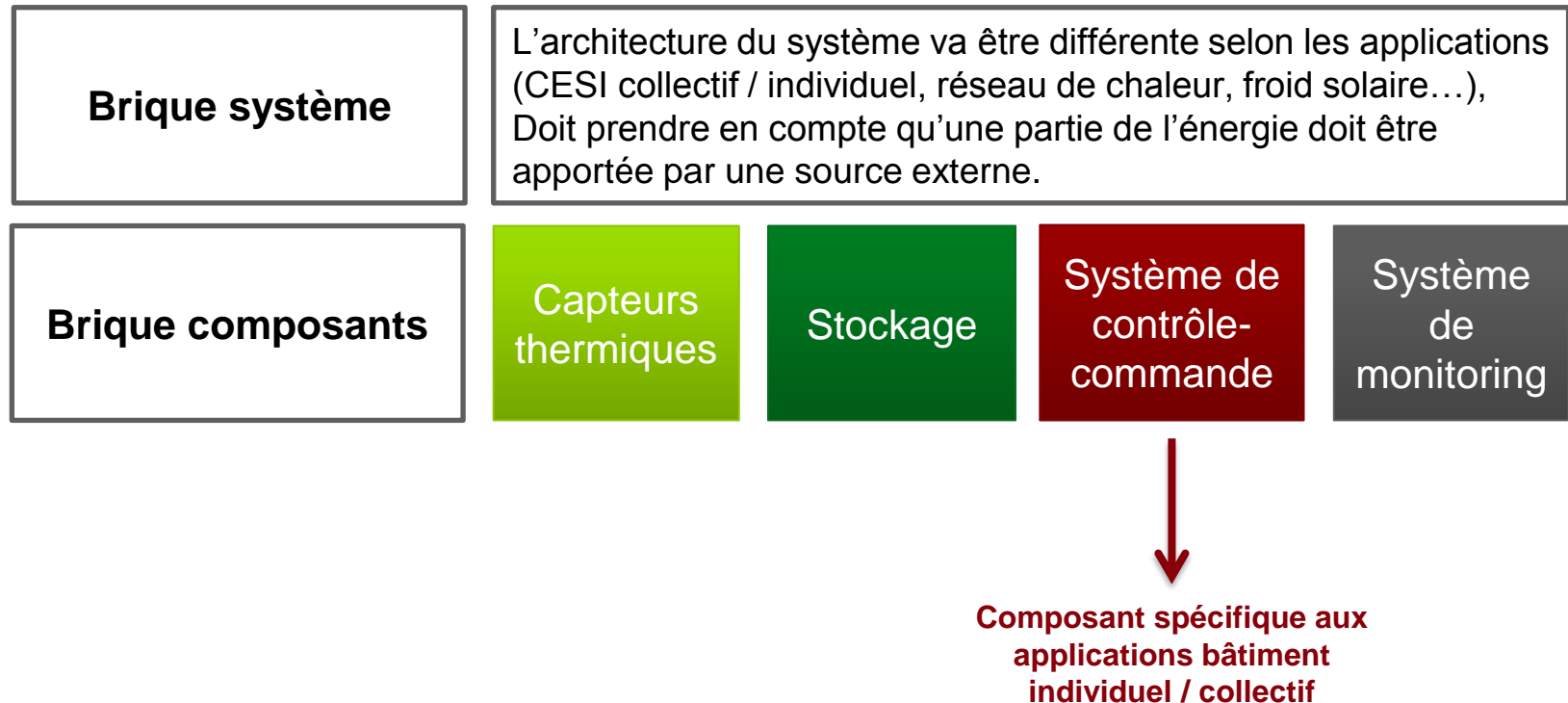
**Les briques
technologiques**

La brique système

La brique composants

Synthèse

2 briques technologiques pour le solaire thermique



Applications

Technologies

Acteurs et projets

Marché

Synthèse

Les briques
technologiques

La brique système

La brique composants

Synthèse

Axes de R&D orientés sur la diminution du coût du kWh, l'intégration des systèmes dans les bâtiments

Brique système

Brique composants

Applications

Axes de recherche

Chauffe-
eaux
solaires

Systèmes
solaires
combinés

- Améliorer la balance coût / bénéfice
- Favoriser l'intégration esthétique et technique des systèmes solaires thermiques au niveau de l'enveloppe du bâtiment,
- Développer la conception de systèmes combinés, adaptés aux bâtiments et aux zones climatiques d'implantation, permettant d'avoir des installations 100% solaires

Froid solaire

- Intégration des systèmes dans l'enveloppe du bâtiment
- Optimisation du ratio performances du système / coût du kWh froid
- Conception et design de solutions faciles à installer

Réseaux de chaleur

- Définition de solutions standardisées pour l'intégration du solaire dans les réseaux de chaleur
- Systèmes grande échelle pour l'alimentation de réseaux de chaleur
- Définition de solutions standardisées pour l'intégration du solaire dans les procédés industriels avec différenciation sur la production d'eau chaude ou de vapeur

Source : feuille de route Solaire Thermique 2012, ADEME

Applications

Technologies

Acteurs et projets

Marché

Synthèse

Les briques
technologiques

La brique système

La brique composants

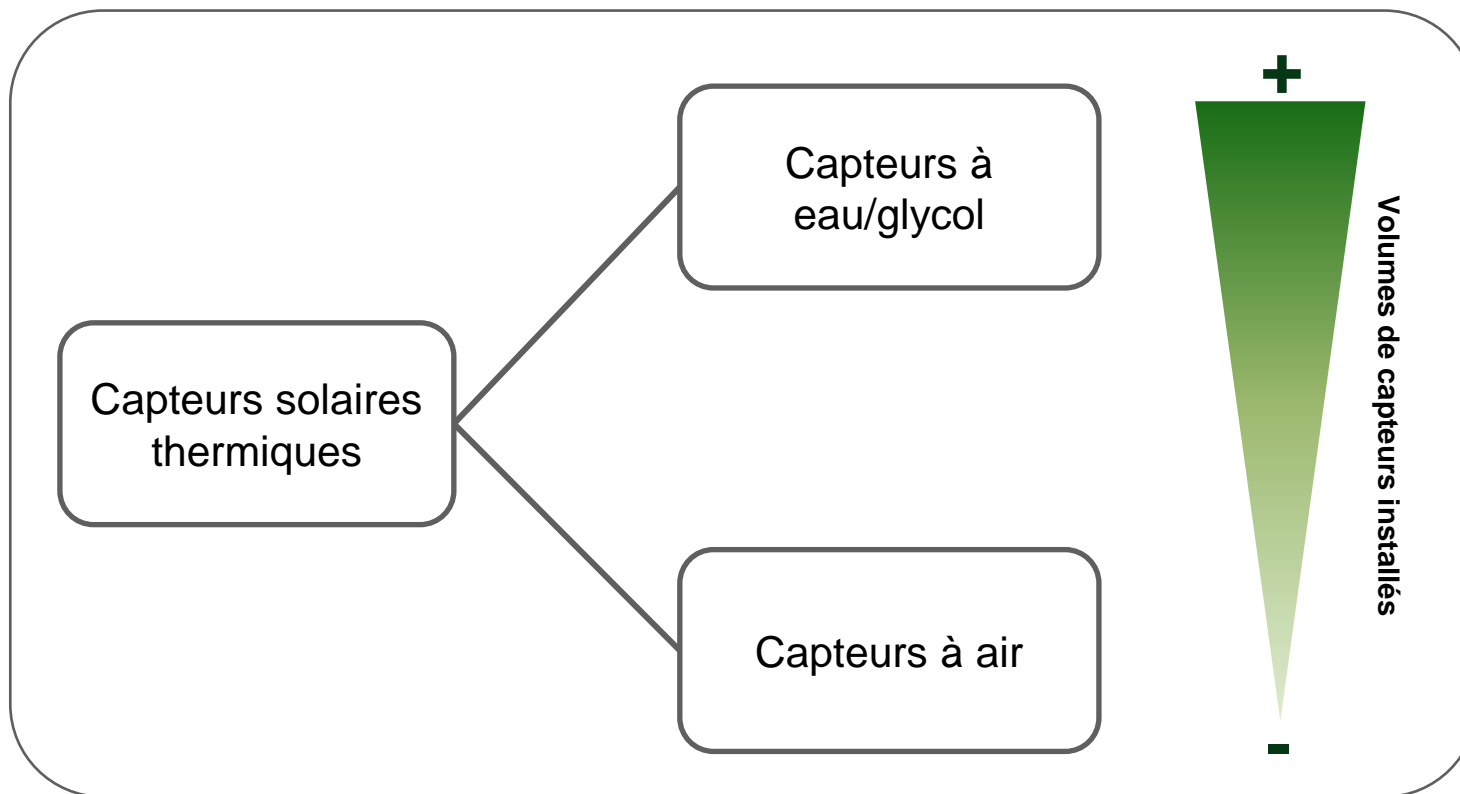
Synthèse

Les capteurs thermiques

Les différents types de capteurs

Parmi les deux types de capteurs, les capteurs à eau-glycol sont les plus courants

- Objectif : capter le rayonnement solaire pour récupérer la chaleur
- Deux types de capteurs



Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

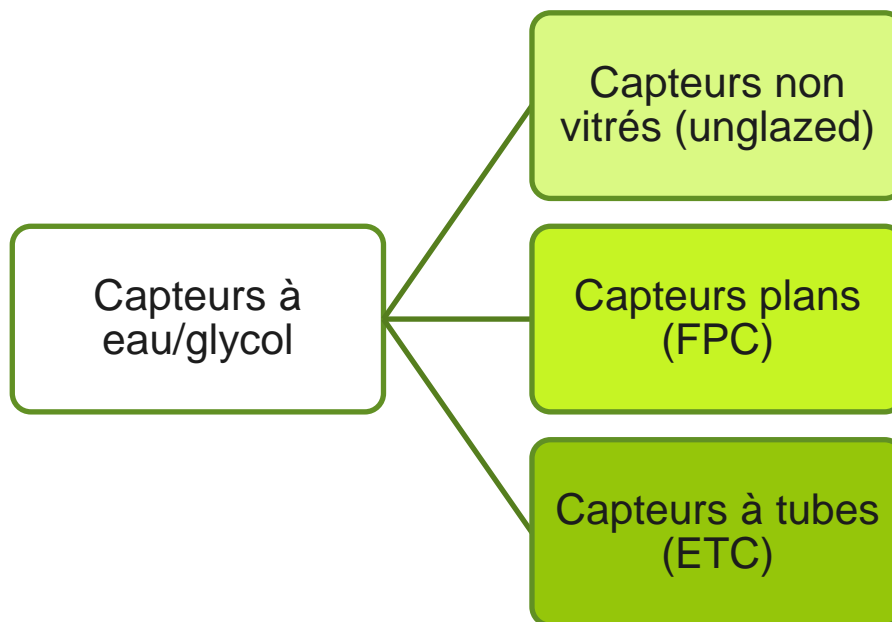
Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Les capteurs thermiques

Les capteurs à eau-glycol

Parmi les capteurs à eau/glycol, on distingue trois technologies différentes



Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

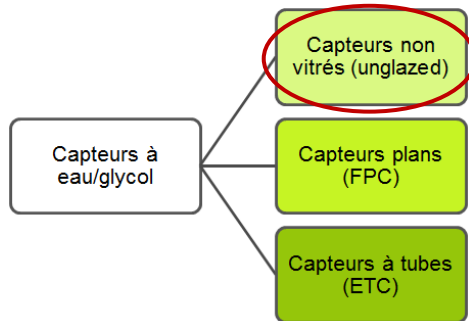
Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Les capteurs thermiques

Les capteurs non-vitrés

Le champ d'application des capteurs non-vitrés est limité du fait de la température produite



© ADENE / GUILLAUME FRANÇOISE

Principe

- Réseau de tubes noirs en matière plastique, accolés les uns aux autres, dans lesquels circule de l'eau
- Température produite de l'ordre de la température de l'air ambiant
- Applications : non utilisable pour la production d'eau chaude sanitaire sauf dans les pays chauds. Dans les climats tempérés, ils peuvent être associés à une pompe à chaleur eau/eau pour produire de l'eau chaude sanitaire.

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

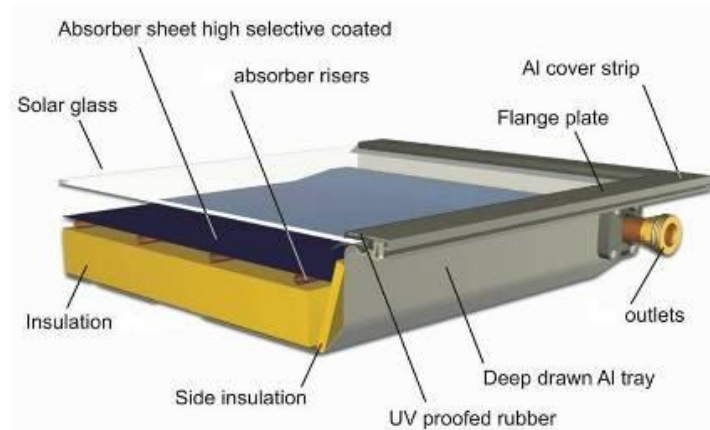
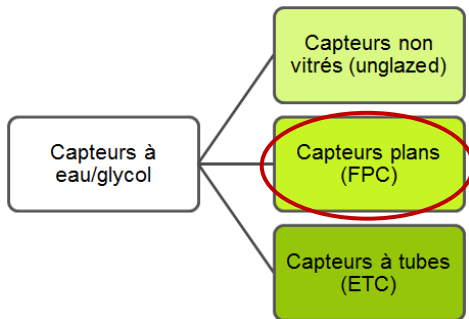
Système de monitoring

Source : http://www.enr.fr/docs/2009123002_SERKitCommunicationsolairethermiqueLDRGB04technologies.pdf

Les capteurs thermiques

Les capteurs plans

Une technologie plus complexe que les capteurs non-vitrés avec des températures produites plus élevées



source: GREENoneTEC

Principe

- Composé d'une **plaque et de tubes métalliques en cuivre ou en aluminium qui constituent l'absorbeur**. L'absorbeur reçoit le rayonnement solaire et s'échauffe.
- À l'intérieur des tubes métalliques, présence d'un **liquide caloporteur** (de l'eau ou un mélange de monopropylène glycol (antigel) et d'inhibiteurs de corrosion) qui s'échauffe et se dirige vers un **ballon de stockage**
- Température de chauffe : **50 à 80°C**
- Applications : eau chaude sanitaire, chauffage

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

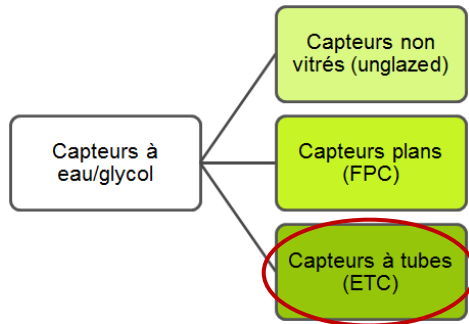
Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Les capteurs thermiques

Les capteurs à tubes sous vide

La technologie des capteurs à tubes permet d'atteindre une température de 100°C et peut donc répondre à un vaste champ d'applications



Principe

- Constitué **d'une série de tubes de verre** dans lesquels passe un tube collecteur de chaleur.
- La paroi des tubes est double, comme celle d'une bouteille thermos, et on y fait le vide. A l'intérieur, le tube est recouvert d'un traitement de surface qui absorbe les rayons du soleil (nitrure d'aluminium).
- Fluide utilisé : l'eau
- Température de chauffe : **100 à 120°C**
- Applications : eau chaude sanitaire, chauffage, froid solaire, chaleur industrielle

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Les capteurs thermiques

Comparaison des technologies

Les capteurs plans et à tubes se trouvent en concurrence sur les applications d'eau chaude sanitaire et de chauffage, les capteurs non vitrés sont destinés à d'autres applications, moins demandeuses en température.

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-
commandeSystème de
monitoring

	Capteurs non vitrés	Capteurs plans	Capteurs à tubes
Température (°C)	20-30	50-80	100-120
Applications	Chauffage des piscines	Chauffage, eau chaude	Chauffage, eau chaude, climatisation, chaleur industrielle
Coût	-	+	++
Rendement	-	+	++

Légende

- Le moins cher
++ Le plus cher

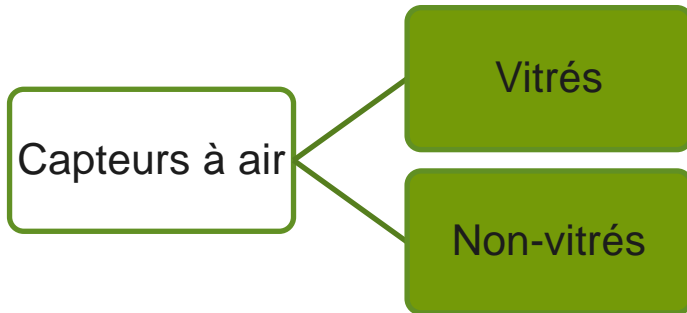
- Moins bon rendement
++ Meilleur rendement

Source : http://www.enr.fr/docs/2010154133_ST04Technologiesmai2010.pdf

Les capteurs thermiques

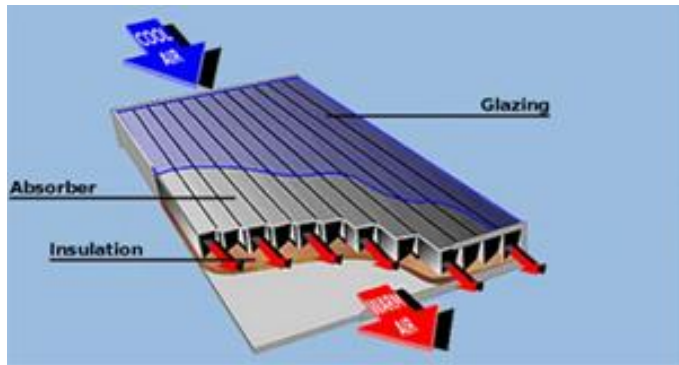
Les capteurs à air

Une technologie qui utilise l'air comme fluide



Principe

- Une boîte munie d'une entrée et d'une sortie d'air installée dans une zone ensoleillée, constituée d'une **face supérieure en verre**, avec l'intérieur recouvert d'une **surface absorbante** qui limite la réverbération des rayons du soleil. Sous l'absorbeur, **l'air serpente dans des tubes et s'y réchauffe**.
- Augmentation de la température de l'air **de 5 à 10°C**
- Applications : utilisation directe pour le **chauffage**, ou pour le séchage de produits agricoles.



Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Les capteurs thermiques

Les pistes de R&D

Les pistes de R&D : réduction des coûts, augmentation des performances, intégration de nouvelles fonctions

	Descriptif de la R&D	Finalité de la R&D
Optimisation des matériaux	Remplacement du cuivre de l'absorbeur par l'aluminium	Réduction des coûts
	Recours aux matériaux polymères et à leurs process (des verrous sérieux sur les aspects durabilité / coûts / performances)	Réduction des coûts Augmentation des performances
Traitement de surface	Traitements de surface des absorbeurs	Augmentation des performances Avoir des traitements dont les propriétés varient en fonction de la température pour limiter les phénomènes de surchauffe
	Traitements de surface des vitrages	Augmenter la transparence par tous temps
Intégration	L'intégration aux bâtiments, notamment au travers des façades multifonctionnelles	Intégrer en un seul produit plusieurs fonctions, comme la captation de l'énergie solaire et l'isolation des bâtiments

Brique composants

Capteurs thermiques

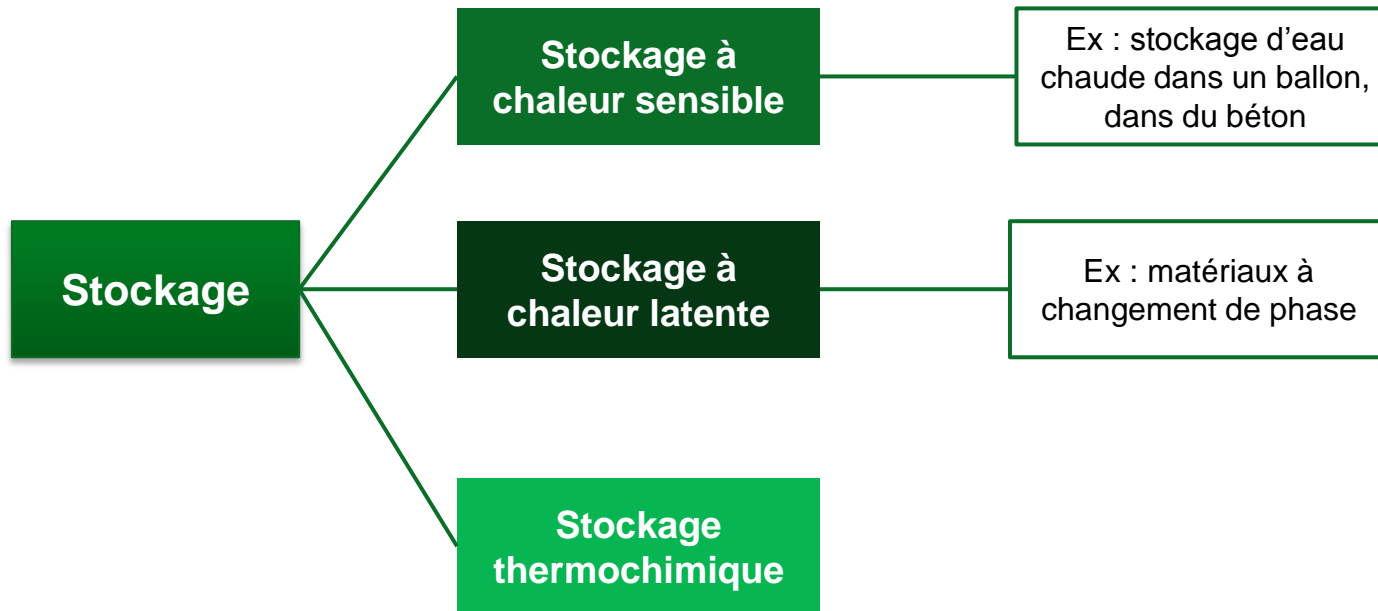
Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Le stockage d'eau chaude dans un ballon est la voie classique de stockage

- Objectif : assurer la disponibilité de l'énergie solaire à tout moment
- Les différents types de stockage



Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

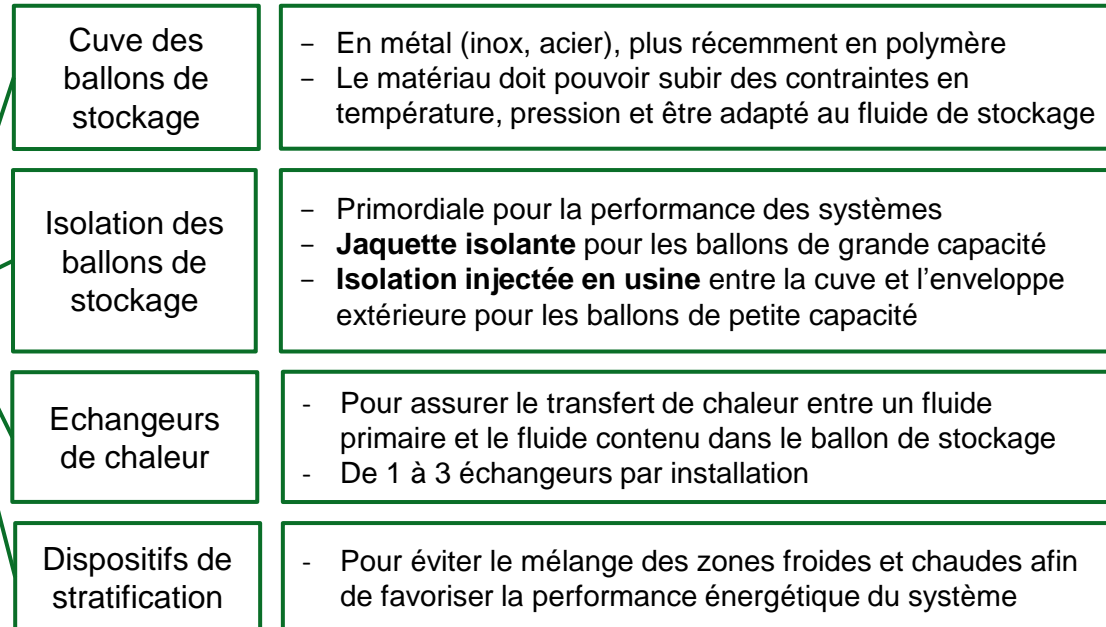
Système de monitoring

La voie classique : le stockage d'eau chaude dans un ballon

Le stockage d'eau chaude dans un ballon comprend de nombreux éléments qui peuvent être optimisés.

- Les différents éléments du stockage d'eau chaude dans un ballon (stockage classique)

Stockage d'eau chaude dans un ballon



Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Stockage

Stockage à chaleur sensible

Stockage à chaleur latente

Stockage thermochimique

Le stockage

Les pistes de R&D

Les pistes de R&D : réduction des coûts, augmentation des performances, réduction de l'encombrement

Descriptif de la R&D	Finalité de la R&D
Développement de matériaux et de systèmes de stockage thermique compact (notamment matériaux à changement de phase et thermochimiques) à bas coût et respectueux de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> – Réduire les coûts – Augmenter les performances (amélioration de la densité de stockage) – Réduire l'encombrement des systèmes
Améliorer les rendements énergétiques, réduire les déperditions thermiques	<ul style="list-style-type: none"> – Améliorer les performances des systèmes – Réduire les coûts
Conception de technologies de stockage long terme	<ul style="list-style-type: none"> – Réduire les coûts
Intégration de solutions de stockage thermique dans des éléments de construction (dont le développement de solutions de stockage distribuées)	<ul style="list-style-type: none"> – Réduire l'encombrement des systèmes
Intégration dans les stockages thermiques d'éléments permettant la compatibilité avec les réseaux intelligents (smart grid)	<ul style="list-style-type: none"> – Optimiser les consommations énergétiques – Favoriser l'intégration à plus grande échelle
Développement de kits standardisés de raccord et d'application (mitigeur ECS, échangeur de chaleur, pompes...), standardisation des symboles des raccords	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter les performances – Simplifier les installations

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Source : feuille de route de l'ADEME du solaire thermique - 2012

Le stockage

Zoom sur le stockage thermochimique

Le stockage thermochimique semble être plus efficace que le stockage d'eau chaude mais son coût est plus élevé

- C'est un procédé chimique qui permet de stocker avec une grande capacité thermique la chaleur dans des sels.
- En phase estivale, une évaporation s'effectue et le sel se régénère → réaction endothermique.
- En période hivernale, l'hydratation du sel avec de la simple vapeur d'eau permet une réaction exothermique qui dégage de la chaleur, qui est récupérée
- Avantage : amélioration considérable des capacités de stockage et de leur coût par rapport au simple et traditionnel stockage d'eau chaude.

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

 Une voie
 d'avenir ?

	Stockage d'eau chaude	Stockage thermochimique
Densité énergétique (kWh/m ³)	70	200-300
Pertes thermiques	50%	10%
Coût (€/kWh)	30	50-70

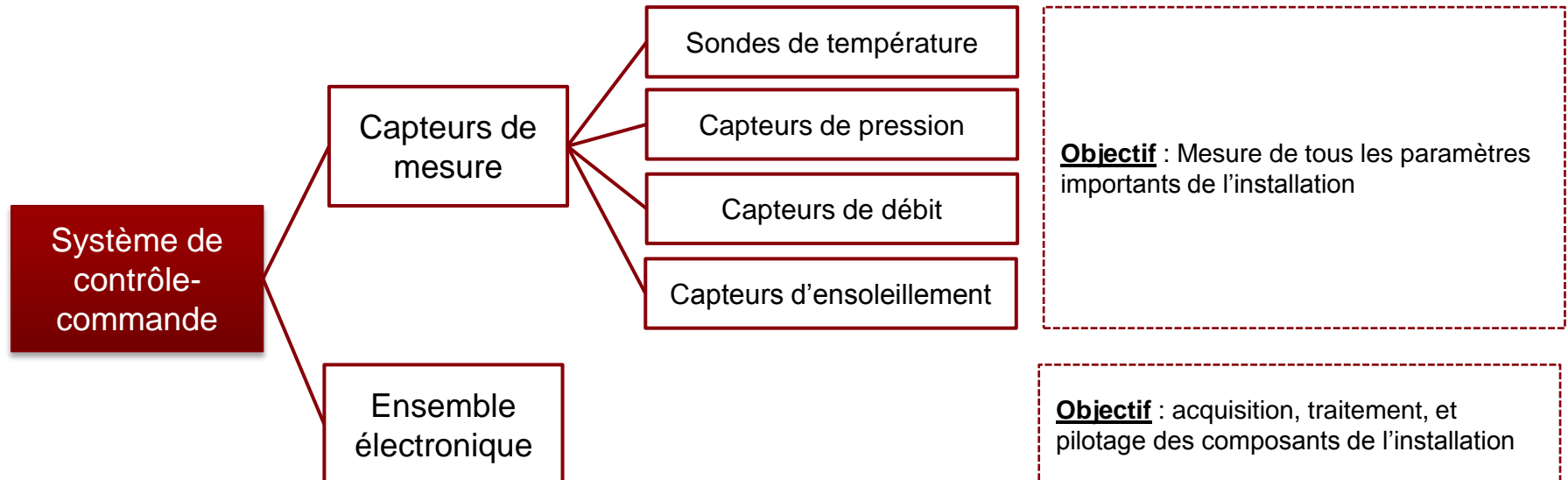
 Source : http://conseils.xpair.com/actualite_experts/enjeux-avancees-technologiques-solaire-thermique.htm

Une brique technologique intégrant de l'électronique, de la mesure et du logiciel, spécifique aux applications CESI, SSC pour l'individuel ou le collectif

• Objectifs

- Assurer la liaison avec tous les capteurs de mesure, et transformer le signal électrique de la mesure en une valeur physique
- Définir la stratégie de fonctionnement de l'installation en fonctions des mesures réalisées et des demandes de l'utilisateur
- Assurer la commande des différents actionneurs (circulateurs, vannes, brûleurs, ...),
- Gérer les potentiels défauts survenant à l'installation (par ex : défaut de pression) et en avertir l'utilisateur

• Éléments du contrôle-commande



Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

De nombreux critères à prendre en compte pour la mise au point d'un système de contrôle-commande

- La conception d'un système de contrôle-commande va dépendre :
 - de l'application (eau chaude, climatisation...)
 - du type et du nombre de capteurs
 - du type et du nombre d'actionneurs à piloter
- La brique logicielle est importante : elle permet de mettre au point un système intelligent qui répond aux exigences des utilisateurs tout en minimisant la consommation énergétique

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Critères importants pour les systèmes de contrôle commande

- Le coût
- La qualité de mesure (précision de la conversion, ...)
- La fiabilité (durabilité, risque de plantage informatique, ...)
- La facilité de raccordement
- Les possibilités d'extension
- L'adaptation aux différentes installations
- L'ouverture vers le monde extérieur (GSM, Interface Web embarquée, ...)

Le système de contrôle-commande

Les pistes de R&D

Des systèmes de plus en plus « intelligents »

Descriptif de la R&D	Finalité de la R&D
Intégration de nouvelles fonctions dans les équipements de contrôle/commande	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter l'information à l'utilisateur – Optimiser les performances des installations – Adapter le fonctionnement du système thermique au contexte – Gérer au mieux la consommation d'énergie – Gérer au mieux le confort des utilisateurs

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Exemples de fonctions « intelligentes »

- Prévission météorologique
- Fonctions d'apprentissage évoluées pour s'adapter de mieux en mieux, au fur et à mesure du temps, au bâtiment dans lequel le système est implanté, à l'utilisateur, au climat, ...
- Fonctions avancées d'automatisme (logique floue, réseau de neurones, ...)
- Supervision complète avec des interfaces homme / machine de plus en plus ergonomiques
- Fonctions de monitoring des performances embarquées



Le système de monitoring

Une brique technologique qui permet de vérifier les performances de l'installation

Objectif

- Fournir les indicateurs de performance des installations (taux d'économie, productivité, coefficient d'efficacité, ...) calculés à partir du réseau de capteurs de mesure (température, débit...)

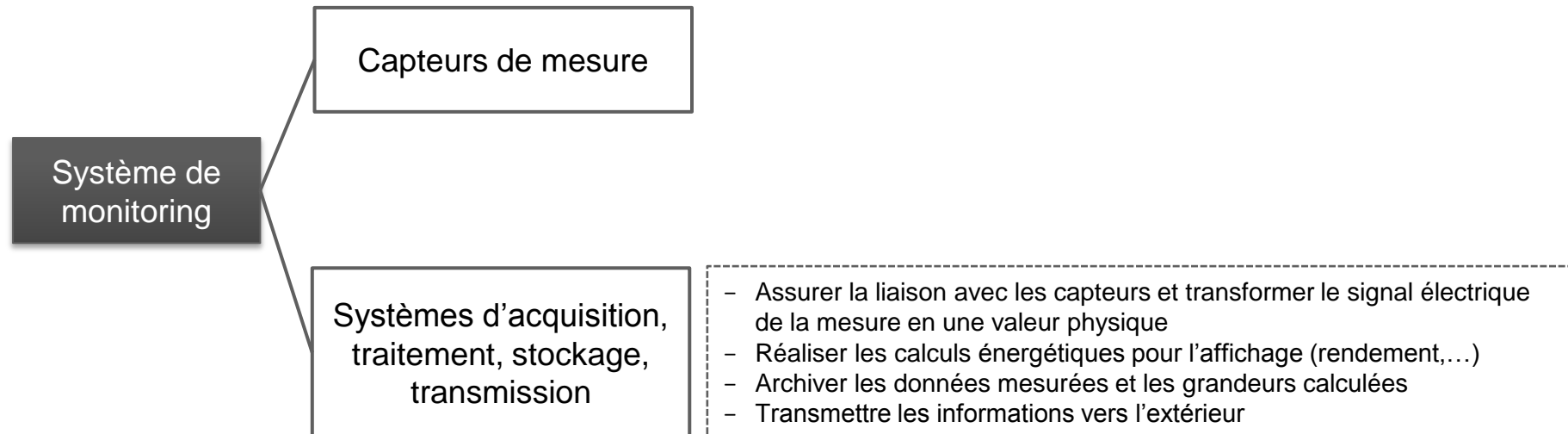
Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring



Le système de monitoring

Les pistes de R&D

Des axes de R&D visant à réduire les coûts, optimiser les installations et assurer la vérification et la garantie des performances dans la durée

Descriptif de la R&D	Finalité de la R&D
Développement de nouveaux capteurs de débits/volumes	<ul style="list-style-type: none"> – réduire les coûts – réduire les pertes de charges – augmenter la durabilité – Assurer une vérification et une garantie des performances dans la durée
Capteurs de mesure sans fil	<ul style="list-style-type: none"> – réduire les coûts de pose (suppression des liaisons filaires)
Intégration de nouvelles fonctions dans les équipements de supervision	<ul style="list-style-type: none"> – augmenter l'information à l'utilisateur – optimiser les performances des installations – Assurer une vérification et une garantie des performances dans la durée

Brique composants

Capteurs thermiques

Stockage

Système de contrôle-commande

Système de monitoring

Applications

Technologies

Acteurs et projets

Marché

Synthèse

Les briques
technologiques

La brique système

La brique composants

Synthèse

Synthèse

Technologies du solaire thermique

Brique système

- Des architectures de systèmes très différentes selon les applications visées (ECS et chauffage individuel ou collectif, réseau de chaleur, froid solaire, chaleur industrielle)
- Axes de R&D orientés sur la diminution du coût du kWh, l'intégration des systèmes dans les bâtiments

Brique composants

Les capteurs thermiques

- 2 technologies principales (capteurs plans et à tubes)
- Une R&D orientée sur la réduction des coûts des matériaux et l'amélioration des performances des capteurs

Le stockage

- Technologie principale à chaleur sensible : stockage d'eau chaude dans un ballon
- Axes de R&D : développement de nouveaux matériaux (à changement de phase, thermochimiques), amélioration du rendement énergétique, réduction de l'encombrement
- Le stockage thermochimique : une solution d'avenir?

Le système de contrôle-commande

- Une brique technologique intégrant électronique, capteurs de mesure et logiciel
- Axes de R&D : vers des systèmes intelligents combinant optimisation énergétique et interaction avec l'utilisateur,

Le système de monitoring

- Brique technologique qui couvre les besoins de mesure pour assurer le bon fonctionnement de l'installation, et qui fournit des indicateurs de performance
- Axes de R&D : réduire les coûts des capteurs, optimiser les performances des installations et assurer la vérification et la garantie des performances dans la durée

Applications

Technologies

Acteurs et projets

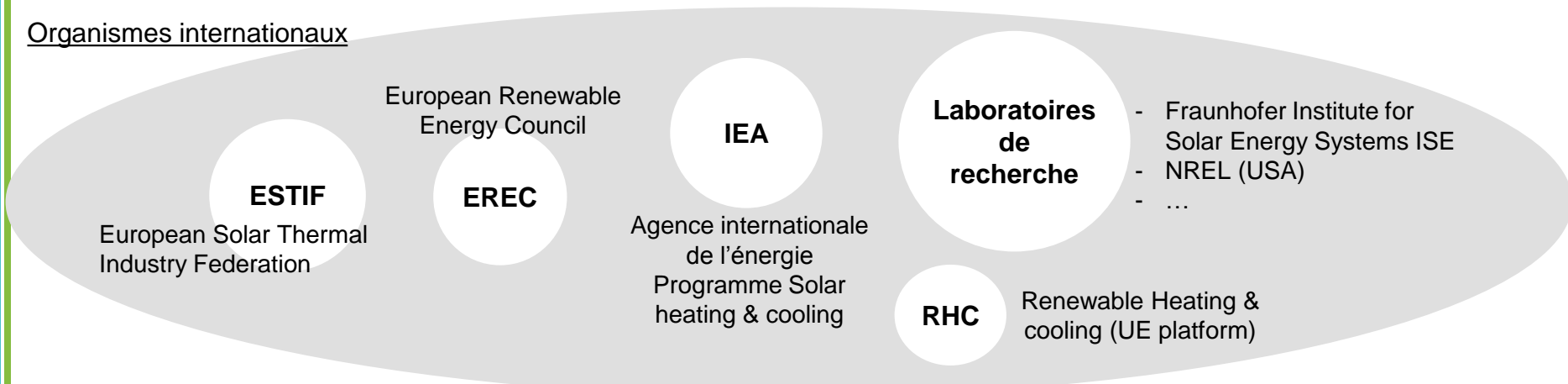
Marché

Synthèse

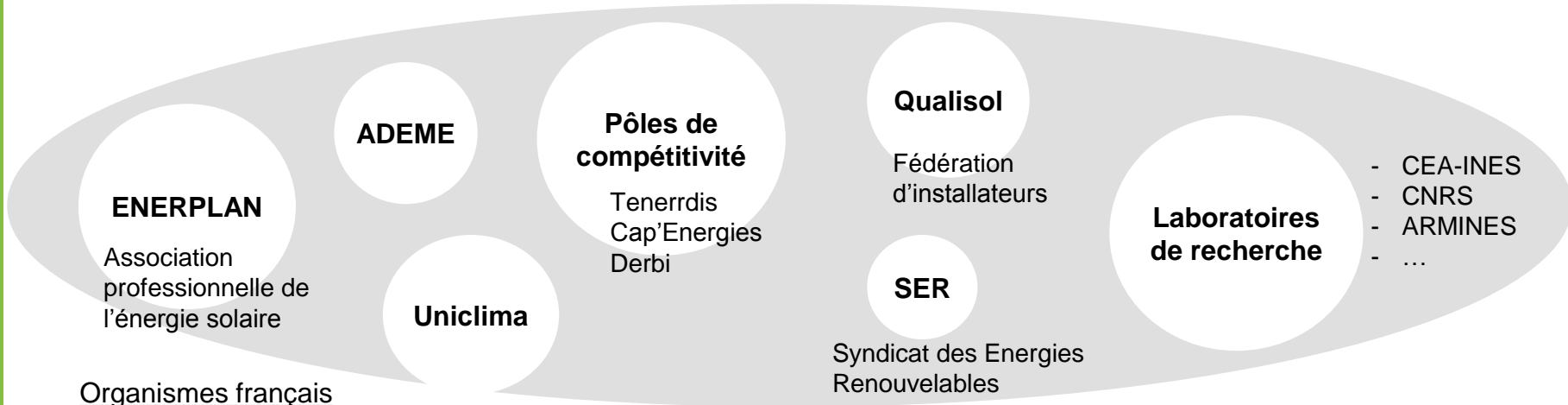
La chaîne de valeur du solaire thermique et son écosystème

De nombreux organismes dédiés à la promotion du solaire thermique

Organismes internationaux



Fabricants de composants



Organismes français

Les acteurs du marché

Fabricants de capteurs

Fabricants de composants

Capteurs

Éléments des capteurs

Stockage

Contrôle-
commande

Monitoring

Ensembleurs

Distributeurs/
Installateurs

Acteurs français

Acteurs internationaux

Capteurs plans



Capteurs à tubes



Capteurs à air



Les acteurs du marché

Fabricants d'éléments pour capteurs

Fabricants de composants

Capteurs

Éléments des capteurs

Stockage

Contrôle-
commande

Monitoring

Ensembleurs

Distributeurs/
Installateurs

Acteurs français



fluides



Vitrages

Acteurs internationaux



Absorbeurs



Les acteurs du marché

Stockage

Fabricants de composants

Capteurs

Éléments des capteurs

Stockage

Contrôle-
commande

Monitoring

Ensembleurs

Distributeurs/
Installateurs

Acteurs français



Acteurs internationaux



Les acteurs du marché

Contrôle-commande

Fabricants de composants

Capteurs

Éléments des capteurs

Stockage

Contrôle-commande

Monitoring

Ensembleurs

Distributeurs/
Installateurs

Acteurs français



Acteurs internationaux



Les acteurs du marché

Monitoring

Fabricants de composants



Acteurs français



Acteurs internationaux



Les acteurs du marché

Ensembleurs

Fabricants de composants



Acteurs français

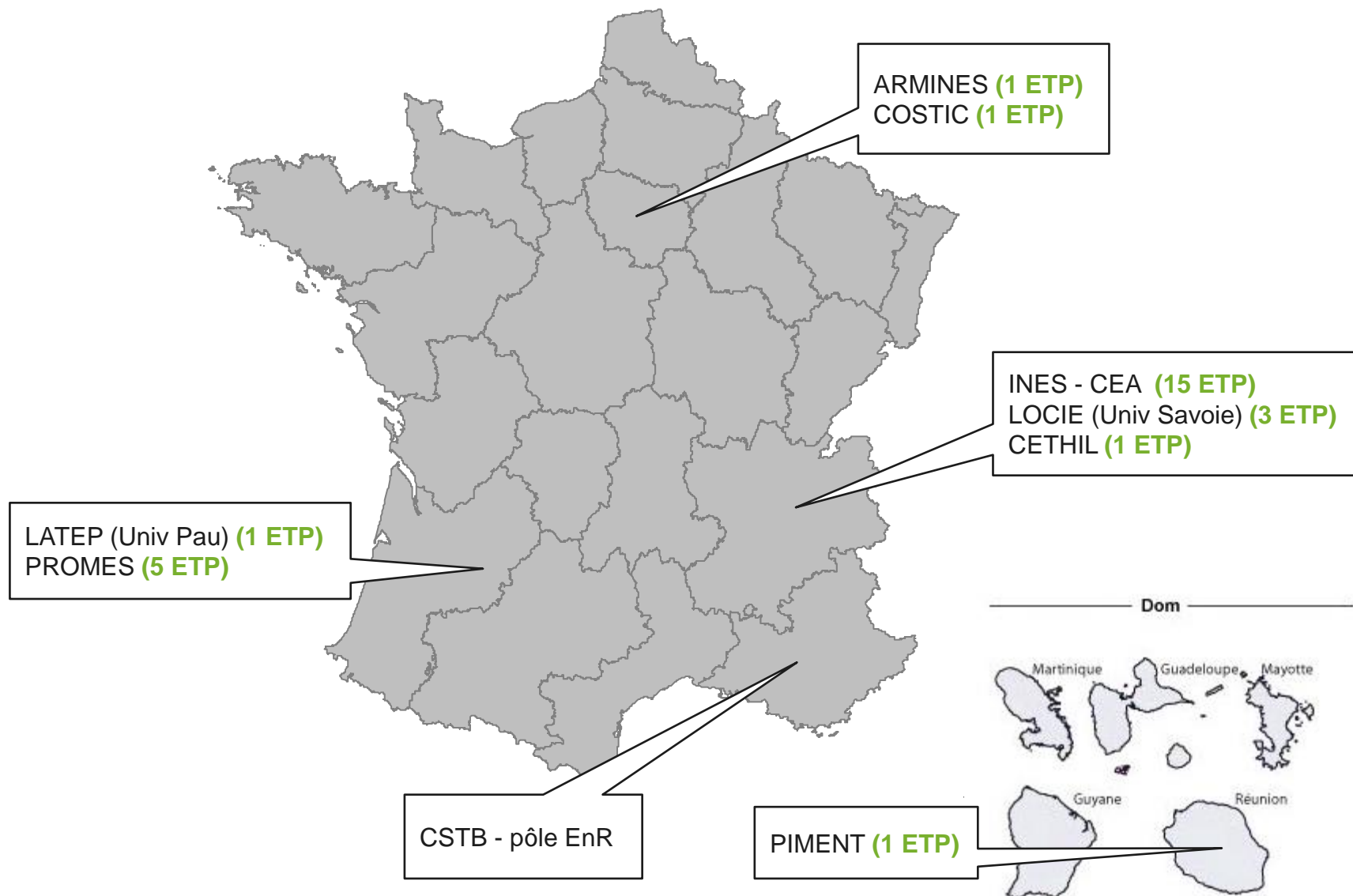


Acteurs internationaux

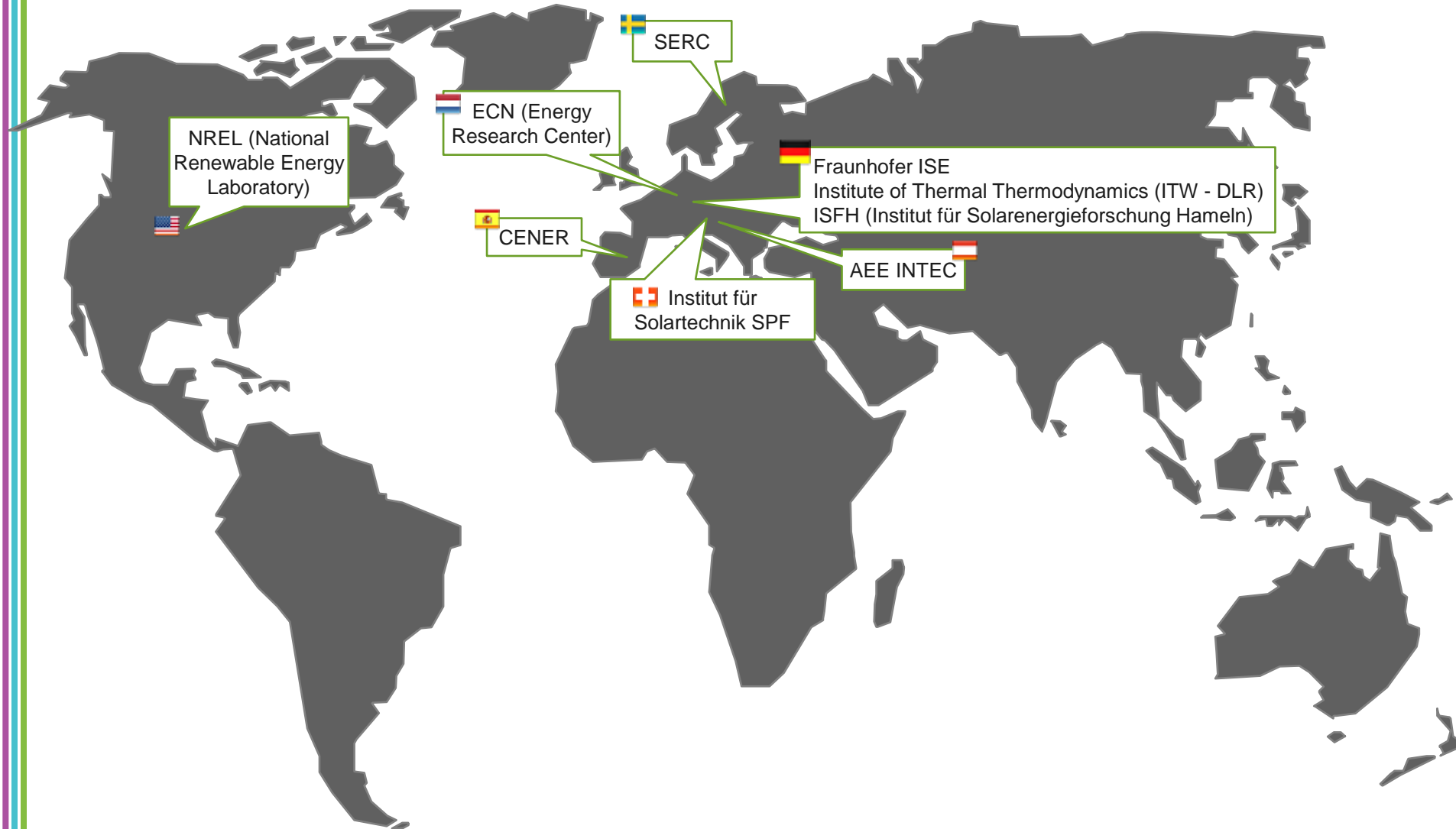




Positionnement des principaux acteurs académiques français



Positionnement des principaux acteurs académiques internationaux





Positionnement des acteurs sur la chaîne de valeur

Entreprises	Capteurs				Elem	Stoc kage	CC	Monit oring	Ensem bliers	Applications				Effectif 2011	CA 2011 (M€)	Spé	Géné
	FPC	EPC	Ung	air						CES	SSC	FS	RdC				
Alliantz									X				na	na	X		
Charot						X							185	33,5		X	
Clipsol	X					X			X	X			110	20,1	X		
Cofely											X	X	na	na	X		
Corrège Température								X					na	na		X	
Cristopia						X		X					11	1,8	X		
DeltaDore							X	X					448	80,0		X	
Eklor									X				5	6,0	X		
Ellios Industries									X	X			na	na	X		
Frisquet		X				X			X				na	na		X	
Giordano	X					X			X	X			300	33	X		
Groupe Atlantic						X			X	X			na	na		X	
Imhotep création							X						18	7,3	X		
Lacaze Energie	X					X			X	X			69	8,6		X	
MIQRO							X	X					na	na		X	
NKE électronique							X	X					na	na		X	
Produits Chimiques du Mont Blanc					X								4	2,3		X	
Prosensor								X					na	na		X	
SAED		X										X	11	na	X		
Saint Gobain Glass					X								927	407,3		X	
Schneider Electric								X					130 000	22400		X	
Socodif					X								35	7,0		X	
Solems								X					8	0,9	X		
Wilo Intec							X						366	95			

Ung : unglazed / Elem = éléments des capteurs / CC = contrôle-commande / FS = froid solaire / RdC = réseau de chaleur / Spé : spécialiste / Géné : généraliste

Positionnement des acteurs sur la chaîne de valeur

Entreprises	Capteurs				Elem	Stoc kage	CC	Monit oring	Ensem bliers	Applications				Effectif 2011	CA 2011 (M€)	Spé	Gén é
	FPC	EPC	Ung	air						CES	SSC	FS	RdC				
Alanod					X								460	165		X	
Almeco					X								59	23,5		X	
Bosch Thermotechnik	X												13400	31000		X	
Diehl Metering								X					20	2,4		X	
Grammer Solar				X									70	4	X		
Resol							X	X					105	18	X		
Ritter Solar		X											30	3,7	X		
Ritter XL Solar GmbH												X	na	na	X		
Thermosolar		X											na	na	X		
TiSUN	X					X	X						na	na	X		
Tyfo					X								na	na		X	
Vaillant Group	X								X	X	X		12166	na	X		
Viessmann	X	X							X	X		X	9600	1860	X		
Wagner Solar	X					X			X	X			458	260	X		
Solahart									X	X			na	na	X		
Geo Tec Solar	X								X				30	5	X		
GreenOneTec	X	X											265	54	X		
European Sopro Energies	X	X				X	X		X	X			10	0,078		X	
Enerworks									X	X	X	X	30	2,7	X		
MatrixAir				X									na	na	X		
Thermo Dynamics	X								X				12	1	X		

Ung : unglazed / Elem = éléments des capteurs / CC = contrôle-commande / FS = froid solaire / RdC = réseau de chaleur / Spé : spécialiste / Gén é : généraliste

Positionnement des acteurs sur la chaîne de valeur

Entreprises	Capteurs				Elem	Stoc kage	CC	Monit oring	Ensem bliers	Applications				Effectif 2011	CA 2011 (M€)	Spé	Géné
	FPC	EPC	Ung	air						CES	SSC	FS	RdC				
Five star solar	X								X					350	19	X	
Haier									X	X				na	na		X
Himin		X				X			X	X				6000	na	X	
Prosunpro	X													200	21	X	
SunRain		X							X	X				5000	na	X	
Grundfos							X							1000	900		X
SavoSolar					X									10	0,109	X	
Calpak	X					X			X	X				40	3,8	X	
Chromagen	X								X	X				230	38	X	
Pilkington (filiale NSG)					X									na	na		X
BDR Thermea Group	X								X	X	X			6300	1800	X	
Sensus							X							na	na		X
Energie est									X	X	X			na	na	X	
Climatewell											X			10	0,4	X	
Swiss Technologies Advanced							X							7	0,22		X
Ouraset	X					X			X	X				na	na	X	
Kingspan	X	X								X	X			na	na		X
AET Solar	X								X					62	11	X	
Itron							X	X						>9000	2200		X
Solar Skies	X					X			X	X				18	4,9	X	
Sun Earth	X								X					45	6,2	X	
TrendSetter Industries						X								na	na	X	

Ung : unglazed / Elem = éléments des capteurs / CC = contrôle-commande / FS = froid solaire / RdC = réseau de chaleur / Spé : spécialiste / Géné : généraliste

Des investissements de la part de grands groupes dans le solaire thermique

Action	Entreprises	Description	Date
Achat	Tecnisun	Rachat de Tecnisun (fabricant français de capteurs à tubes) par Lacaze Energies (filiale du groupe Cahors) pour développer une branche solaire thermique	2012
Achat	Heliotek	Rachat d'Heliotek (fabricant brésilien de capteurs et de réservoirs) par Bosch Thermotechnick	2012
Participation au capital	SAED Cofely	Cofely, filiale de GDF Suez, est actionnaire à 10% de SAED	2012



Les projets européens en cours

9 projets européens en cours, aussi bien orientés technologie qu'applications

	Nom	Intitulé	Coordinateur
Stockage	EINSTEIN	Effective integration of seasonal thermal energy storage systems in existing buildings http://cordis.europa.eu/projects/rcn/102067_en.html	TNO (Pays-Bas)
	COMTES	Combined development of compact thermal energy storage technologies http://cordis.europa.eu/projects/rcn/103641_en.html	AEE-INTEC (Autriche)
	SOTHERCO	Solar Thermochemical Compact Storage System	Université de Liège (Belgique)
Capteurs	SCOOP	Solar Collectors made of Polymers http://cordis.europa.eu/projects/rcn/101374_en.html	Fraunhofer (Allemagne)
	SOLEGLASS	All Glass Mid Temperature Direct Flow Thermal Solar Vacuum Tube http://cordis.europa.eu/projects/rcn/100221_en.html	Croatian Chamber of Economy
SSC	MACSHEEP	New Materials and Control for a next generation of compact combined Solar and heat pump systems with boosted energetic and exergetic performance http://cordis.europa.eu/projects/rcn/101598_en.html	Institut für Solartechnik SPF (Suisse)
Froid solaire	COOLSUN	Development of a tri-generation solar heating and COOLing System including the Use of the heat extracted from the adsorption chiller re-cooling circuit http://cordis.europa.eu/projects/rcn/101033_en.html	Enersun (France)
Chaleur industrielle	SOLARBREW	Solar Brewing the Future http://cordis.europa.eu/projects/rcn/103642_en.html	AEE-INTEC (Autriche)
	INSUN	Industrial Process Heat by Solar Collectors http://cordis.europa.eu/projects/rcn/103644_en.html	Hochschule für Technik Stuttgart (Allemagne)



Les projets français identifiés

Des projets français sur des thématiques applicatives

Projets financés par l'ANR

	Nom	Intitulé	Partenaires	Début et durée
Froid solaire	ECOSS	Evaporateur Compact pour Systèmes à Sorption http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/energie-durable/systemes-energetiques-efficaces-et-decarbones/fiche-projet-seed/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-11-SEED-0007	CARRIER, CNAM - LGP2ES, INSA DE LYON - CETHIL, LOCIE	Septembre 2011 48mois
	MEGAPICS	Développer une Méthode pour Garantir les Performances des Installations de Climatisation / Chauffage Solaire http://www.solaire-collectif.fr/index.php?pid=28	TECSOL, CEA-INES, EDF R&D, ENERPLAN, GDF SUEZ, PIMENT	Janvier 2010 36 mois
Stockage	PROSSIS2	Procédé pour le Stockage Solaire Inter Saisonnier http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/energie-durable/systemes-energetiques-efficaces-et-decarbones/fiche-projet-seed/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-11-SEED-0011	CIAT, CEA-LITEN, CNRS-IRCELYON, LAGEP, LTN - CNRS DR 17, LOCIE	mai 2012 48 mois
	ESSI	Evaluation comparée des Systèmes de Stockage Intersaisonnier http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-08-STKE-0004	Dominguez Energie, Univ Savoie, LATEP, CEA-INES	Décembre 2008 48 mois
Chaleur industrielle	SOLMED	Dessalement d'eau de mer par MED (distillation à multiple-effet) utilisant une source solaire à basse température http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/energie-durable/systemes-energetiques-efficaces-et-decarbones/fiche-projet-seed/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-11-SEED-0002	CEA-Liten, CRITT-MAT, EPTEAU, CCIG/GEM, LRGP - ENSIC, SAED	septembre 2011 36 mois

Projets financés par l'ADEME

SGST	Smart Grid solaire thermique http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25332	CLIPSOL, COFELY, INDIGGO, TECSOL, SAED, CEA-INES	Juillet 2012 66 mois
SYSTHEFF	Systèmes solaires thermiques à haute efficacité http://www2.ademe.fr/servlet/doc?id=82738&view=standard	VISSMANN, INES Education, Wilo, CEA-INES	Juillet 2012 48 mois

Applications

Technologies

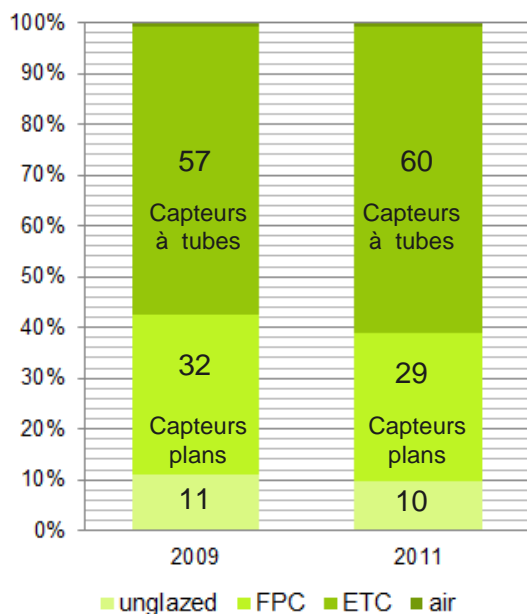
Acteurs et projets

Marché

Synthèse

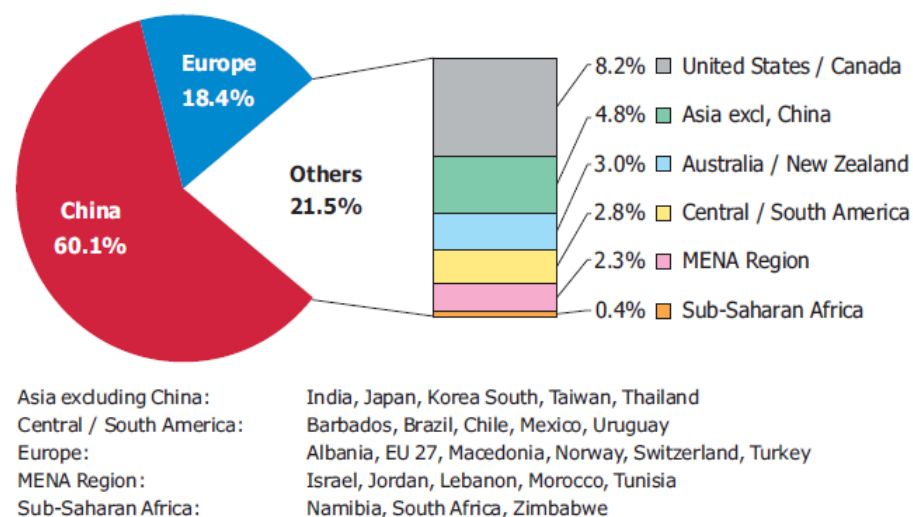
Le marché, dominé par la Chine, est couvert par les technologies de capteurs plans et à tubes.

Evolution de la répartition des capteurs par technologie dans le monde



Données Solar Heat Worldwide 2012

Répartition par région de la capacité totale installée en fonctionnement à la fin de 2010



Données Solar Heat Worldwide 2012

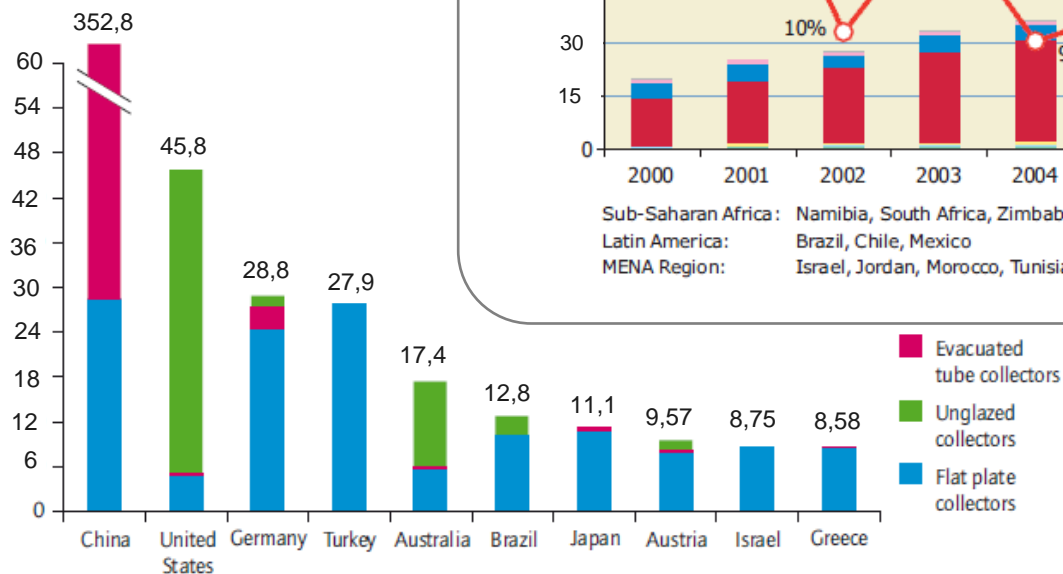
- Au niveau mondial, utilisation majoritaire de capteurs à tubes
- Légère augmentation entre 2009 et 2011 de l'utilisation de capteurs à tubes au détriment des capteurs plans
- Plus grande capacité installée en fonctionnement en Chine, largement devant l'Europe, puis les Etats-Unis

Le marché mondial du solaire thermique

Capacité installée en 2010

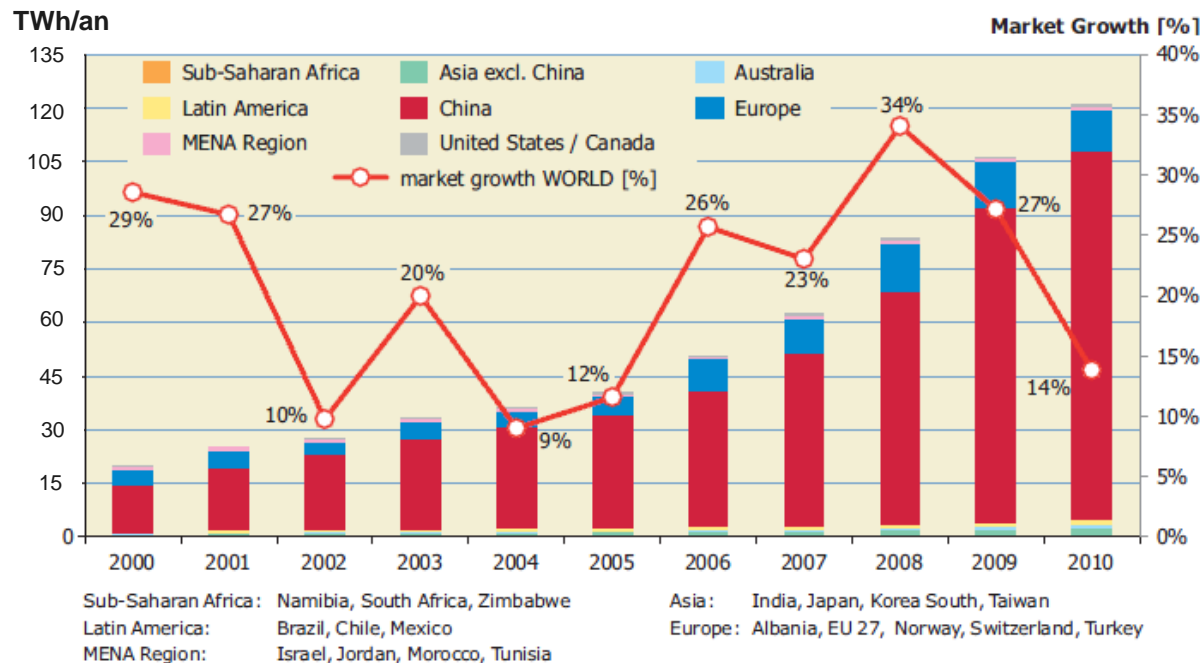
Un marché mondial en croissance, largement porté par la Chine. Deux acteurs européens majeurs : l'Allemagne et l'Autriche

Top 10 pays ayant les plus grandes capacités énergétiques installées en 2010 (TWh)



Source: Weiss and Mauthner, 2012.

Energie annuelle produite dans le monde de 2000 à 2010 (capteurs plans et à tubes)



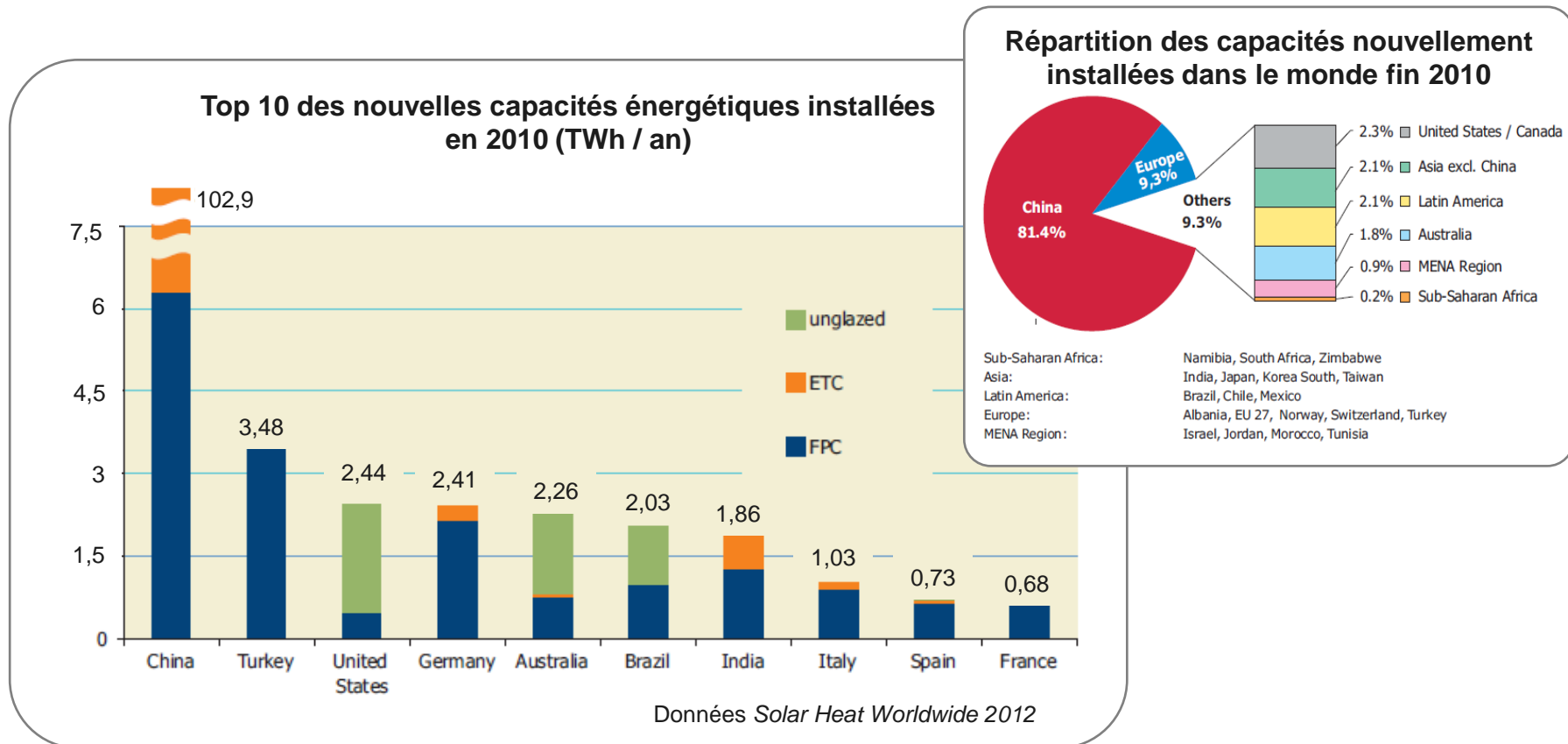
Sub-Saharan Africa: Namibia, South Africa, Zimbabwe
Latin America: Brazil, Chile, Mexico
MENA Region: Israel, Jordan, Morocco, Tunisia

Asia: India, Japan, Korea South, Taiwan
Europe: Albania, EU 27, Norway, Switzerland, Turkey

Données Solar Heat Worldwide 2012

Certains pays ont des conditions climatiques favorables au solaire thermique (Grèce, Turquie), et les marchés ont une logique différente.

La Chine s'affirme comme leader du marché, des pays font leur apparition sur le marché comme le Brésil ou l'Inde

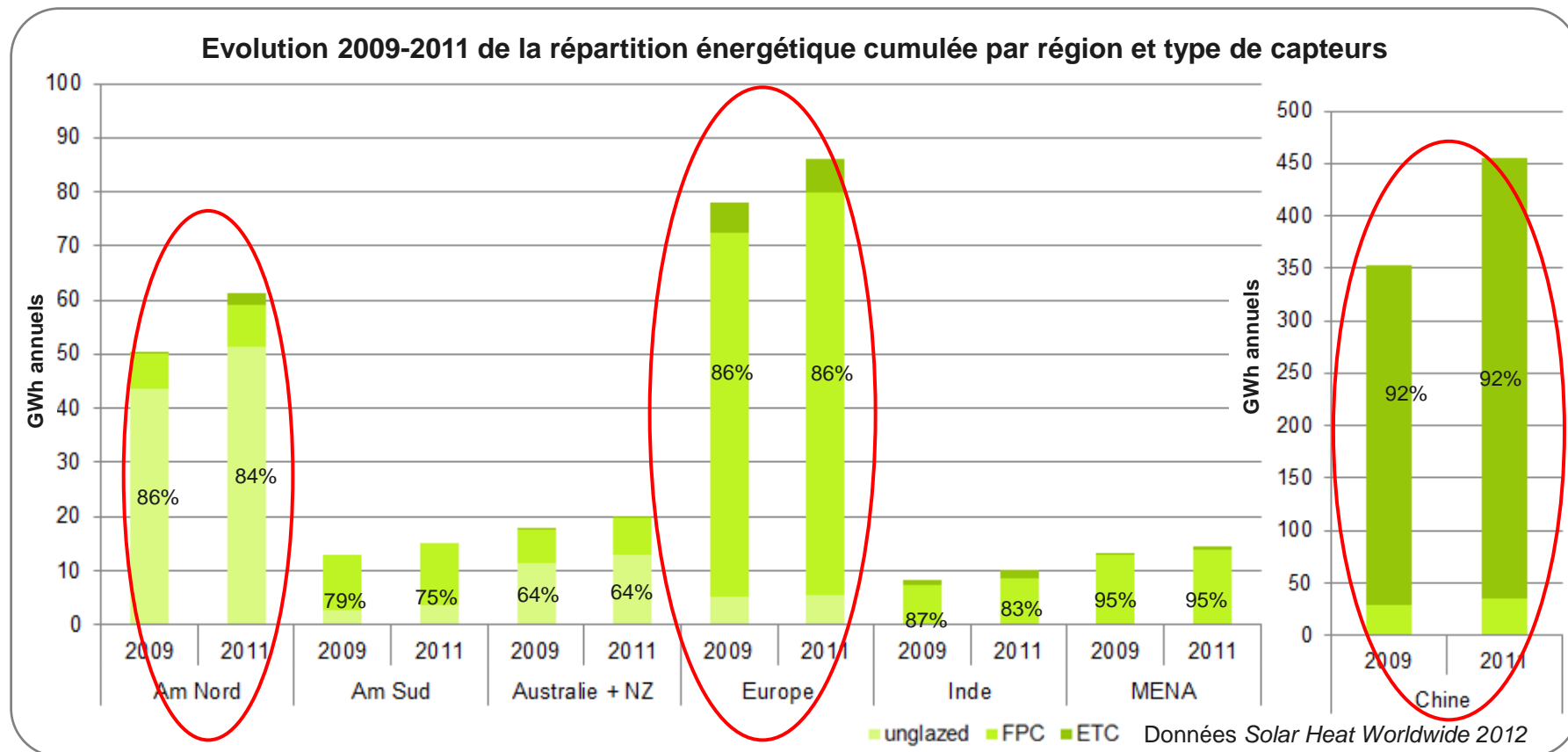


- La Chine, pays qui a le plus installé de capteurs en 2011 → un acteur majeur du marché
- L'Inde et le Brésil : des pays émergents sur le marché du solaire thermique

Le marché mondial du solaire thermique

Répartition géographique et technologique

Des technologies utilisées très différentes selon les zones géographiques



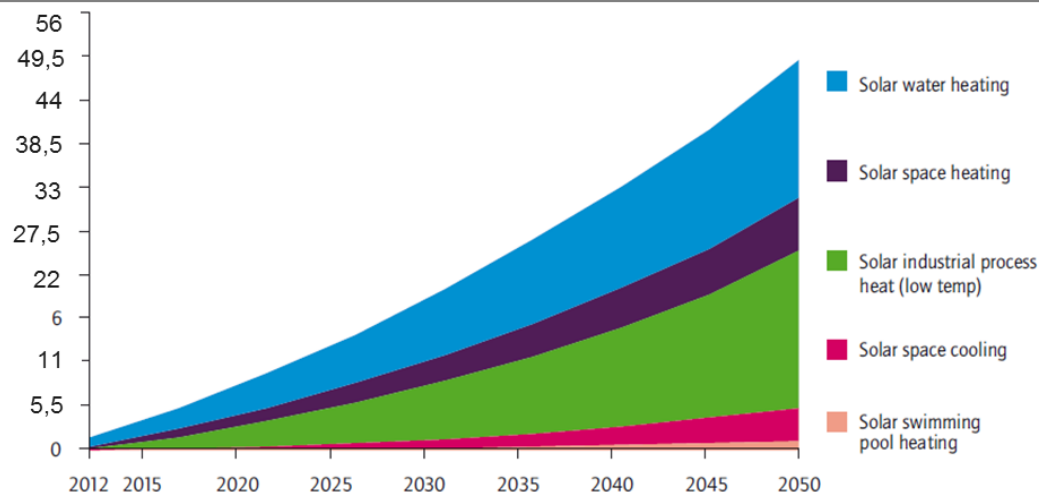
- La Chine est le seul pays à utiliser majoritairement les capteurs à tubes (un très grand nombre de fabricants chinois positionnés sur cette technologie)
- En Europe, utilisation majoritaire de capteurs plans (3 fabricants européens parmi les plus importants au niveau mondial)
- Aux Etats-Unis, utilisation principale de capteurs non-vitrés : application du solaire thermique pour des applications où cette technologie est suffisante (agriculture, piscines)

Le marché mondial du solaire thermique

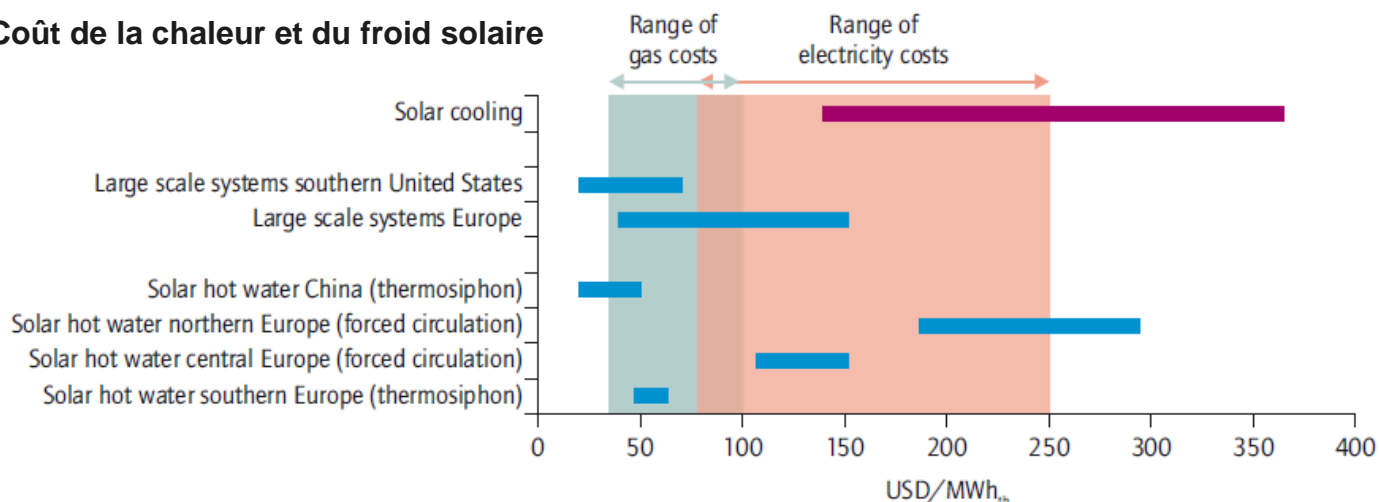
Potentiel de croissance par application et coûts

Fort développement des applications ECS et chaleur industrielle. Une croissance plus légère du froid solaire peut être liée aux coûts encore élevés par rapport aux procédés traditionnels

Vision de la roadmap de l'AIE pour les applications de chaleur et de froid solaire (TWh/an)



Coût de la chaleur et du froid solaire

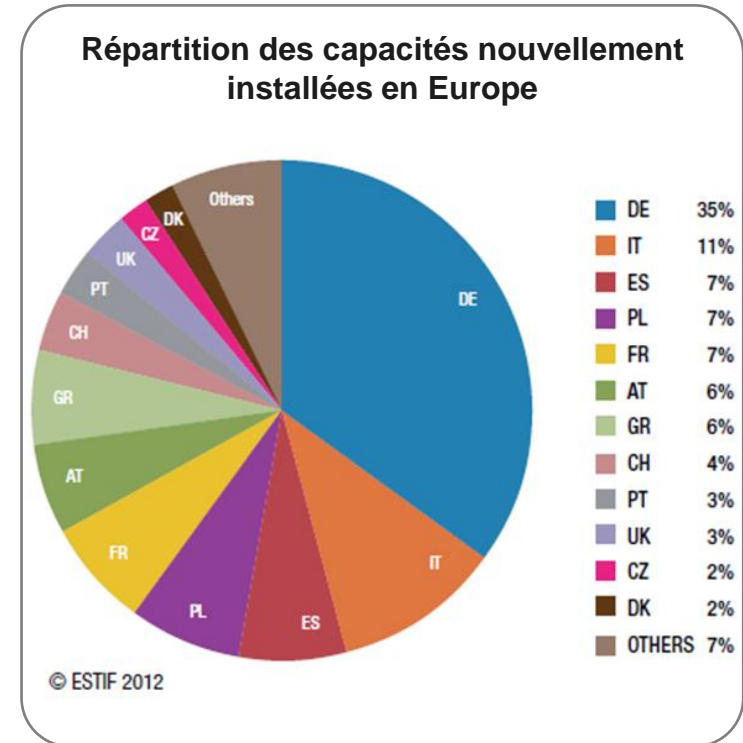
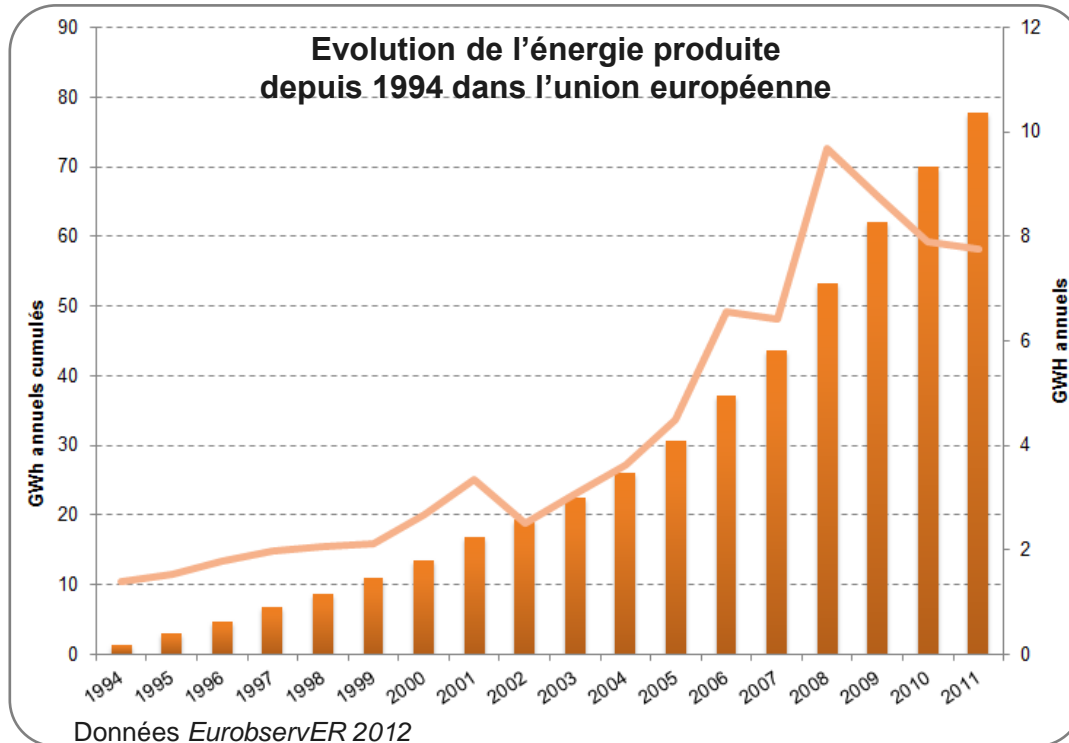


Source :
http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/EIA%20SolarHeatingCooling_Roadmap_2012_0.pdf



Le marché européen du solaire thermique

Un marché européen moins dynamique depuis 2008, porté principalement par l'Allemagne

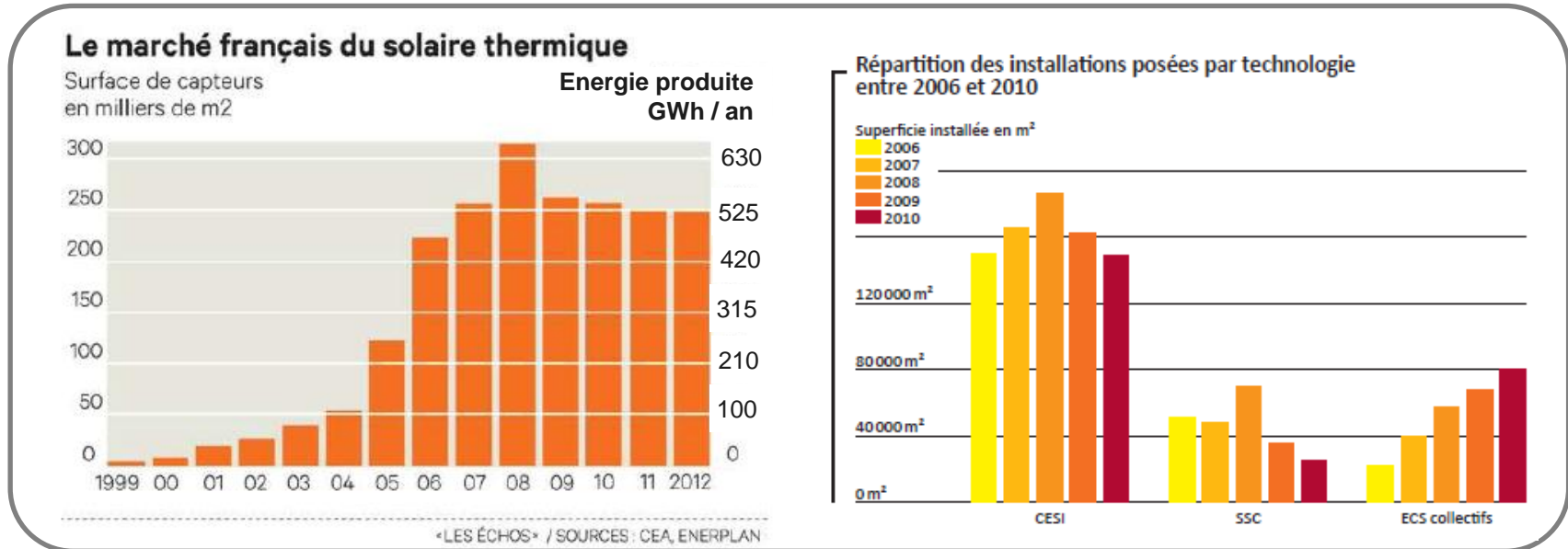


- Un marché en constante diminution depuis 2008, mais qui n'a baissé que de 1.9% en 2011
- A noter : le marché allemand a retrouvé de la croissance en 2012 par rapport à 2011, le marché polonais monte en puissance suite à une forte augmentation du prix du gaz, et le marché grec se maintient malgré la crise.
- Par contre, décroissance des marchés espagnol, italien, français, autrichien et tchèque → conséquence de la crise financière et économique de 2008
- Pas encore d'impact du renforcement des réglementations
- Diminution du montant des incitations dans la plupart des pays européens pour des raisons budgétaires.



Le marché français du solaire thermique

Un marché français qui stagne mais des opportunités sur le marché collectif



- Un marché du solaire thermique individuel en panne : en France, le coût d'une installation serait 20 à 25% plus élevé que chez nos voisins européens.
- Stagnation du marché français depuis 2008
- Diminution du marché individuel depuis 2008 mais augmentation constante du marché collectif depuis 2006

Sources :

Etude Enerplan Uniclimate - http://www.enr.fr/docs/2010145148_ST02DeveloppementFrancemai2010.pdf

Article des Echos - 14/01/2013 - *Le solaire thermique rebondit grâce aux aides et à la RT 2012*



Des réglementations qui devraient favoriser le marché dans les années à venir

Réglementation thermique 2012 (RT2012)

150 milliards de kilowattheures (kWh) économisés et 13 à 35 millions de tonnes de CO2 évitées sur la période 2013-2022

- Objectif : limiter les consommations énergétiques des bâtiments neufs qu'ils soient pour de l'habitation (résidentiel) ou pour tout autre usage (tertiaire), publics ou privés.
- Application à tous les permis de construire déposés à compter du 28 octobre 2011 pour les logements situés en zone de rénovation urbaine mais également pour les bureaux, les bâtiments d'enseignement et les établissements d'accueil de la petite enfance. Pour tous les autres logements, application à partir du 1^{er} janvier 2013

Directive Ecoconception

Étiquetage énergétique sur les systèmes de production d'eau chaude et les ballons de stockage. Le standard maximum A+++ ne pourra être atteint que par les systèmes solaires thermiques, ce qui donne au secteur un avantage compétitif.

Le Grenelle de l'environnement

- Objectifs à l'horizon 2020 pour le solaire thermique
 - Individuel : 817 ktep
 - Collectif : 110 ktep

A noter : en 2011, 260 ktep installées au total (individuel + collectif, métropole + DOM-TOM)

- Obstacles principaux à surmonter : diminution des coûts, amélioration des performances des systèmes installés, qualification des installateurs



- Fin 2010, capacité solaire thermique installée dans le monde : **195,8 GW soit 279,7M de m²** de capteurs
 - Un marché en croissance, largement porté par la Chine
 - Deux technologies phares : les capteurs à tubes et les capteurs plans
 - **La Chine** : 60% de la capacité installée dans le monde mais avec des systèmes très basiques qui ne correspondent pas aux standards européens pour des raisons sanitaires
 - **Des pays « nouveaux entrants »** : l'Inde et le Brésil
 - Les Etats-Unis : 3^{ème} acteur du marché, mais positionné sur la technologie des capteurs non-vitrés, pour des applications différentes



- **L'Europe : 2^{ème} acteur majeur du marché mondial**, mais avec une croissance négative depuis 2008,
 - Utilisation massive de capteurs plans
 - Les principaux acteurs européens : Allemagne et Autriche
 - Un marché porté principalement par l'Allemagne et des nouveaux entrants comme la Pologne



- **Un marché qui stagne depuis 2008** mais qui connaît un léger regain d'activité en 2012 grâce aux installations collectives
 - De **nombreuses réglementations** mises en place qui devraient pouvoir favoriser l'expansion du solaire thermique (Grenelle, RT2012)

Applications

Technologies

Acteurs et projets

Marché

Synthèse

Les applications / usages

- **L'eau chaude sanitaire et chauffage** : des applications matures avec une offre produit déjà bien complète malgré un challenge sur les coûts d'installation
- **Le développement d'applications émergentes** : les réseaux de chaleur pour le chauffage urbain, la chaleur industrielle et le froid solaire

Les technologies

- Une R&D challengée par la **réduction du coût du kWh** et le développement de systèmes intelligents, notamment par le contrôle-commande ou le monitoring

Les acteurs

- En France et en Europe, il existe déjà plusieurs **grands acteurs industriels** sur l'ensemble de la chaîne de valeur, comme Vaillant, Viessman ou Giordano
- Au niveau français, le CNRS et le CEA sont parmi les principaux acteurs académiques, notamment impliqués dans de nombreux projets ANR et ADEME

Le marché

- **La Chine est le premier marché** avec 60% de la capacité mondiale installée, mais adressant surtout des systèmes basiques avec des normes très différentes de celles exigées en Europe
- Au niveau européen, un marché dominé par l'Allemagne, mais globalement **stagnant voire en retrait**
- Des zones géographiques émergentes ensoleillées « naturelles » à analyser comme le Maghreb

Partie A : Etude solaire thermique

A.2 Etude bibliométrique

Réalisation : Avenium



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

1. Contexte et objectifs de l'étude
2. Déroulement et méthodologie de l'étude
3. Ce qu'il faut retenir
4. Principales tendances **MONDIALES** observées
5. Principales tendances en **EUROPE** observées
6. Principales tendances observées en **FRANCE**
7. Focus sur les **systèmes de refroidissement** et de **GCC**
8. Pistes de réflexion
9. Sélections de brevets les plus cités



Contexte et objectifs de l'étude

CONTEXTE & OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- Dans le cadre de sa mission, le CVT de l'ANCRE a identifié le segment du **solaire thermique** comme un domaine de valorisation stratégique à analyser :

Objectifs du CVT :

- ▶ comprendre les conditions d'acceptation des technologies du solaire thermique et les freins éventuels
- ▶ recenser les forces européennes et mondiales investies dans la recherche (publiques et privées) et le développement de ces filières
- ▶ évaluer les opportunités économiques et nationales portées par celles-ci

- Le CVT a demandé à Avenium de l'accompagner sur l'étude bibliographique afin de :

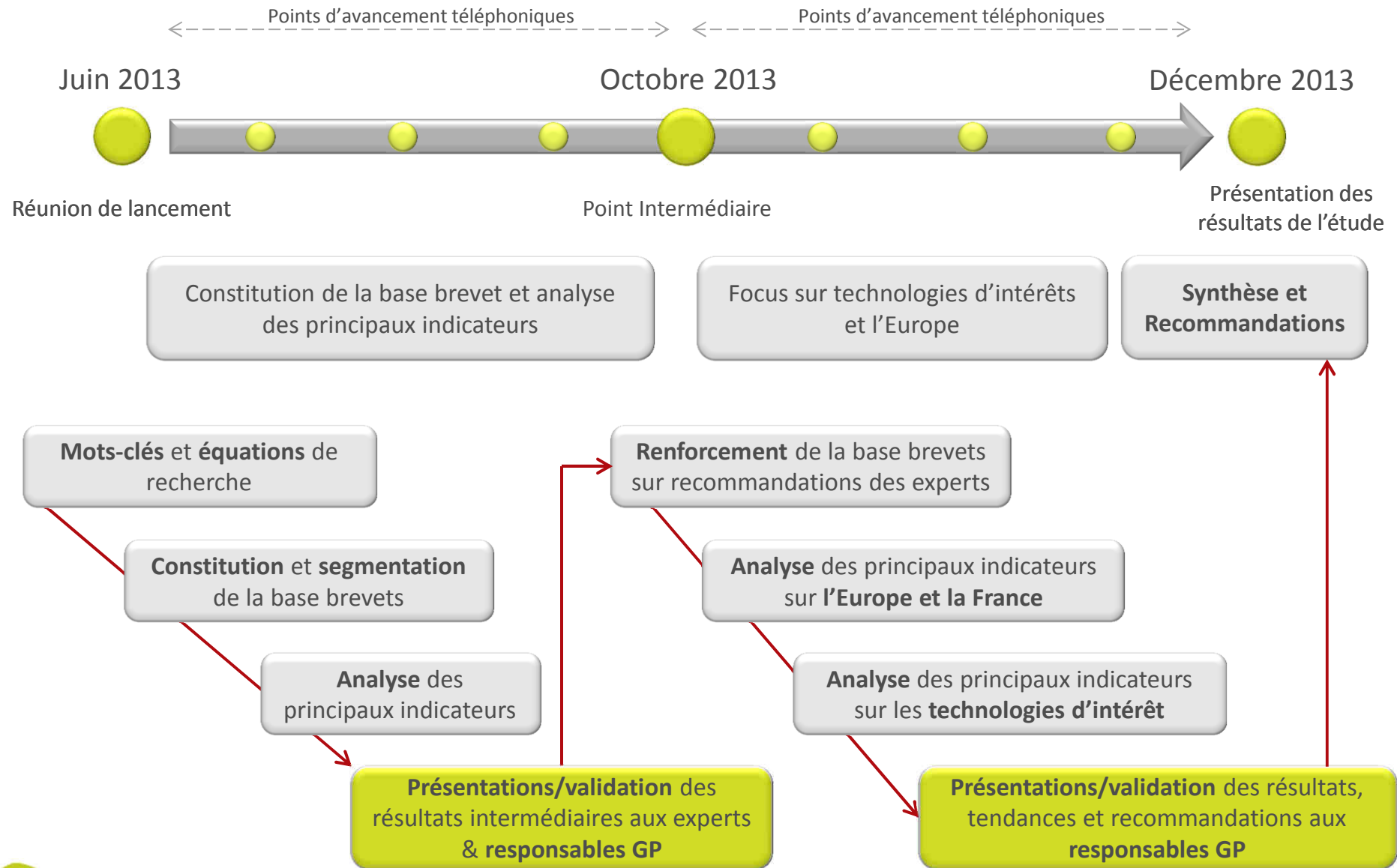
Objectifs d'Avenium :

- ▶ **Cartographier** les forces **françaises, européennes et mondiales**
- ▶ **Identifier** :
 - Les tendances technologiques
 - Les technologies clefs et les technologies émergentes
 - Les forces et faiblesses de l'offre nationale
 - Les opportunités et menaces dans l'environnement technologique
- ▶ Apporter des **recommandations** sur les segments à approfondir

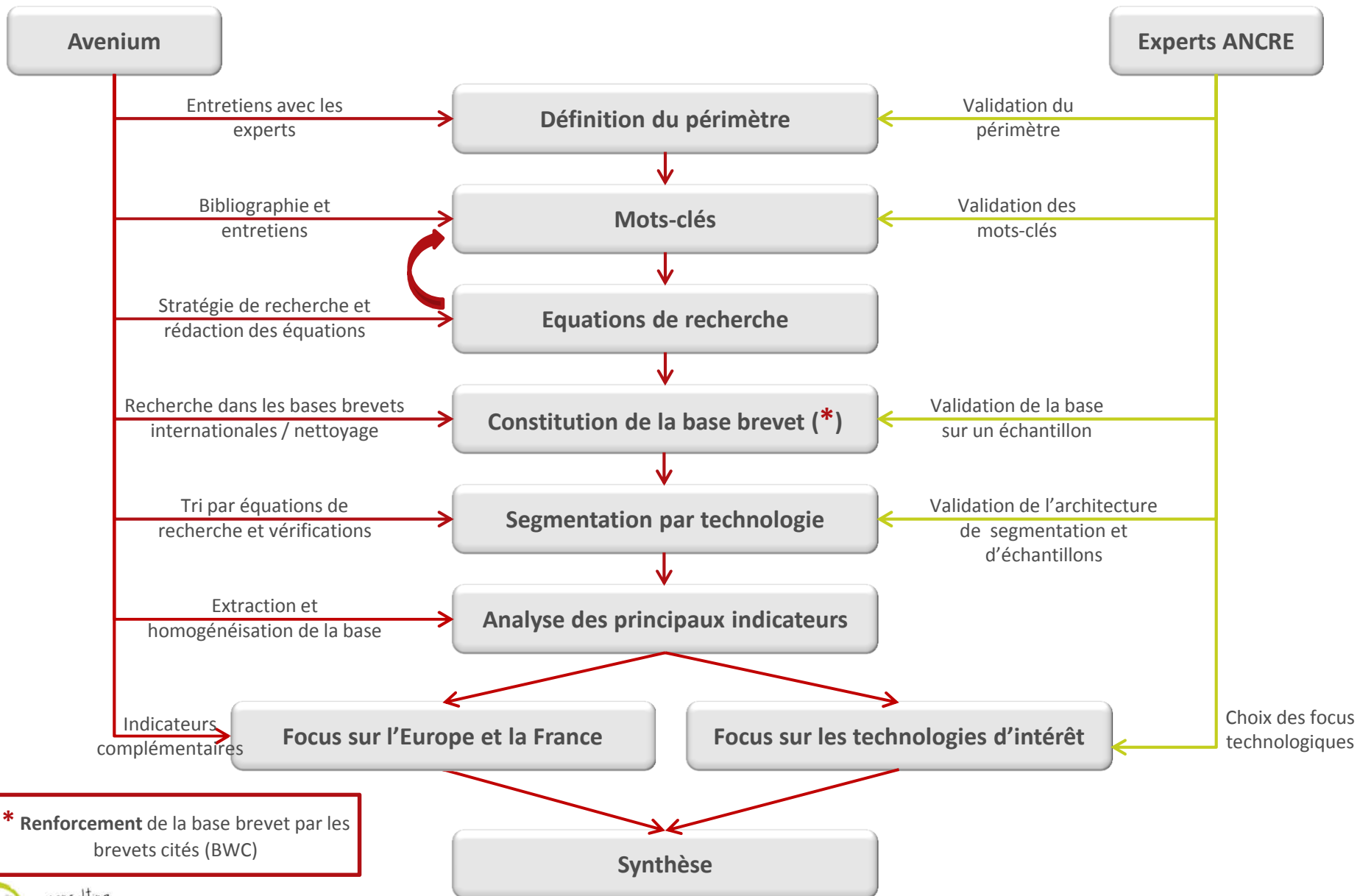


Déroulement et méthodologie de l'étude

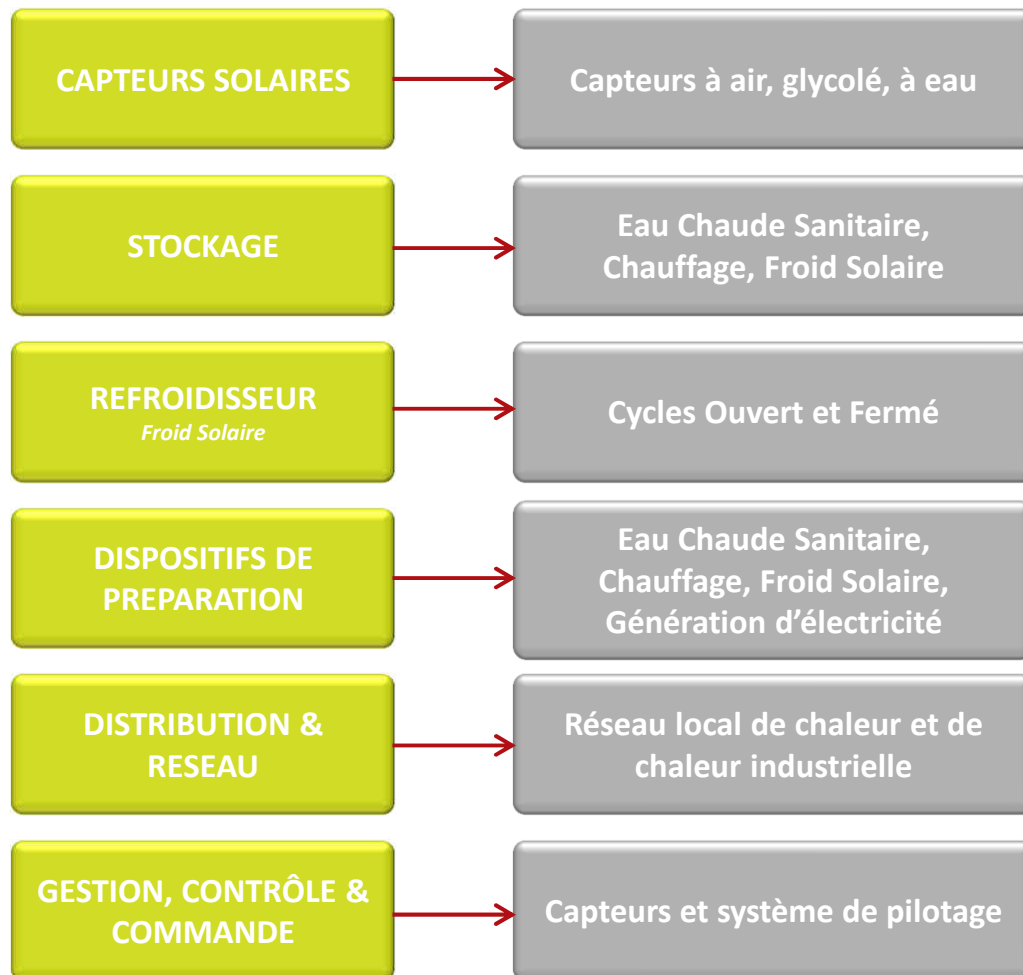
DÉROULEMENT DE LA MISSION



MÉTHODOLOGIE DE LA MISSION



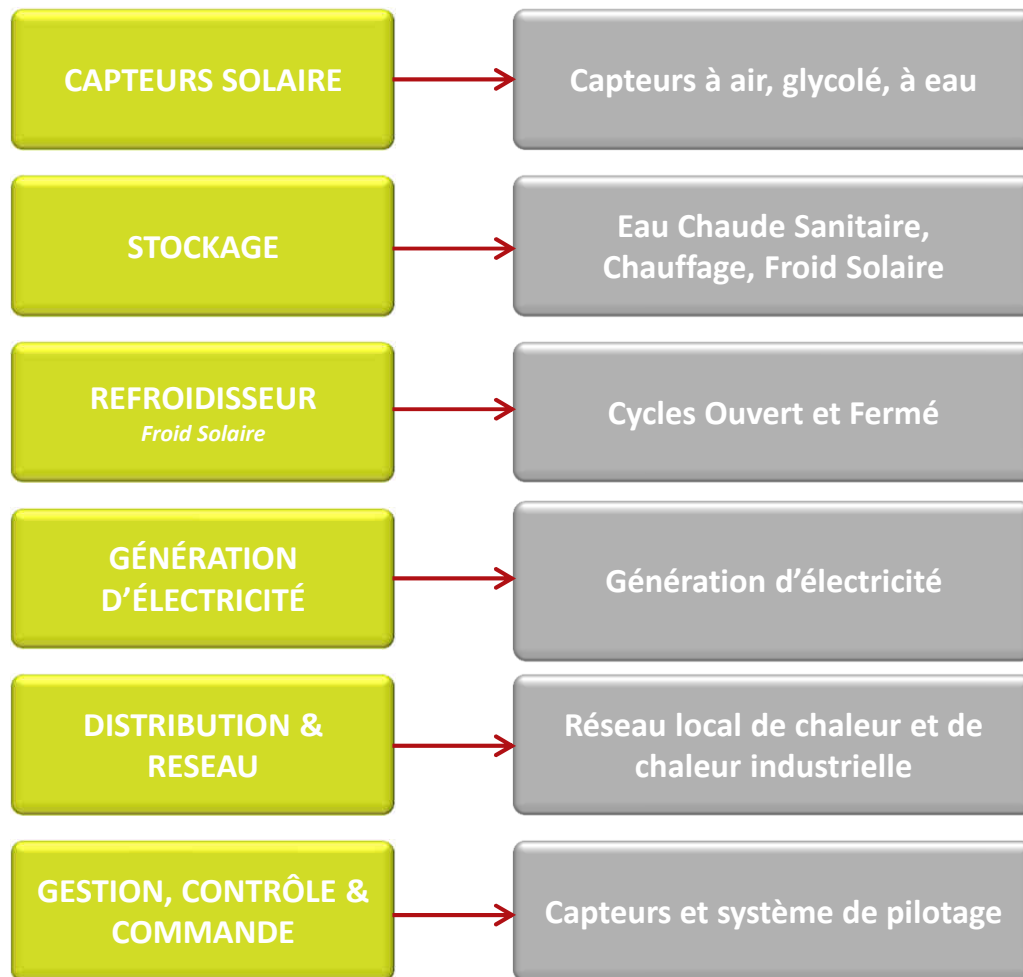
PÉRIMÈTRE ET SEGMENTATION - SOLAIRE THERMIQUE B&M TEMP.



Segmentation validée par les experts :

- ▶ Philippe PAPILLON, CEA-INES
- ▶ Sylvain MAURAN, CNRS-Perpignan

ADAPTATION DE LA SEGMENTATION



Lors de la constitution des bases brevets, **il n'a pas été possible de faire une distinction pertinente** entre le segment « dispositifs de préparation » et les segments « Capteurs Solaires », « Stockage » et « Refroidisseurs ».

Trop de doublons apparaissent entre les segments sans que cela apporte une information pertinente. En accord avec les experts, il a été choisi de restreindre le segment « dispositifs de préparation » aux technologies de « **Génération d'électricité** ».

Des brevets traitant de procédés de fabrication industrielle, et non de dispositifs de génération et réseaux de chaleur industrielle, apportent un **bruit important** dans ce segment. Actuellement les **dispositifs de génération et les réseaux de chaleur industrielle**, à travers des systèmes L&M Températures, sont essentiellement basés sur des technologies existantes et adaptées aux spécificités de l'industrie.

STRATÉGIE DE RECHERCHE – 1 : BREVETS SPÉCIFIQUES DU SOLAIRE THERMIQUE

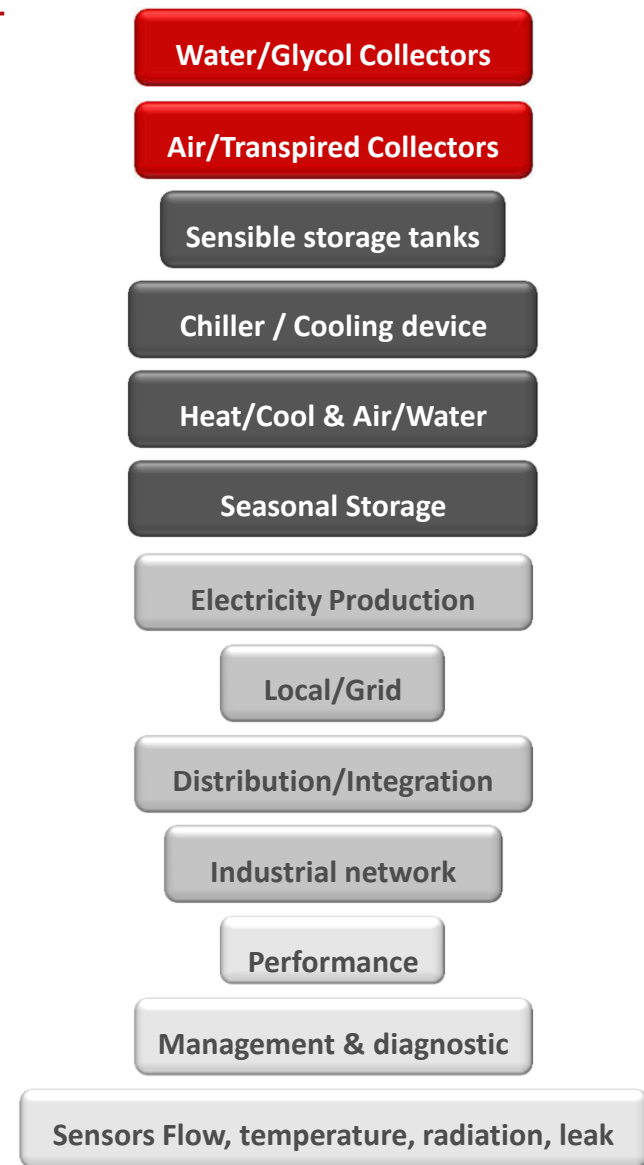
Equations de recherche :



AND

BREVETS

- ▶ Recherche effectuée sous le portail **Thomson Innovation**.
- ▶ Recherche effectuée de **1993 à aujourd'hui**.
- ▶ Une équation de recherche **pour chaque segment** à un niveau de segmentation assurant des données d'interprétation pertinente.
- ▶ Mots-clés de recherche **définis avec les experts ANCRE** et complétés par Avenium.
- ▶ **Utilities Models*** supprimés.



*: dans certains pays, « petits » brevets accordés sans examen et pour une durée inférieure à un brevet classique

STRATÉGIE DE RECHERCHE – 2 : BREVETS PLUS GÉNÉRAUX

Dans cette deuxième stratégie de recherche, l'objectif est d'identifier les brevets ne citant pas spécifiquement le solaire thermique mais couvrant des technologies plus larges et susceptibles de trouver une application dans le domaine du solaire thermique.

■ Equations de recherche :



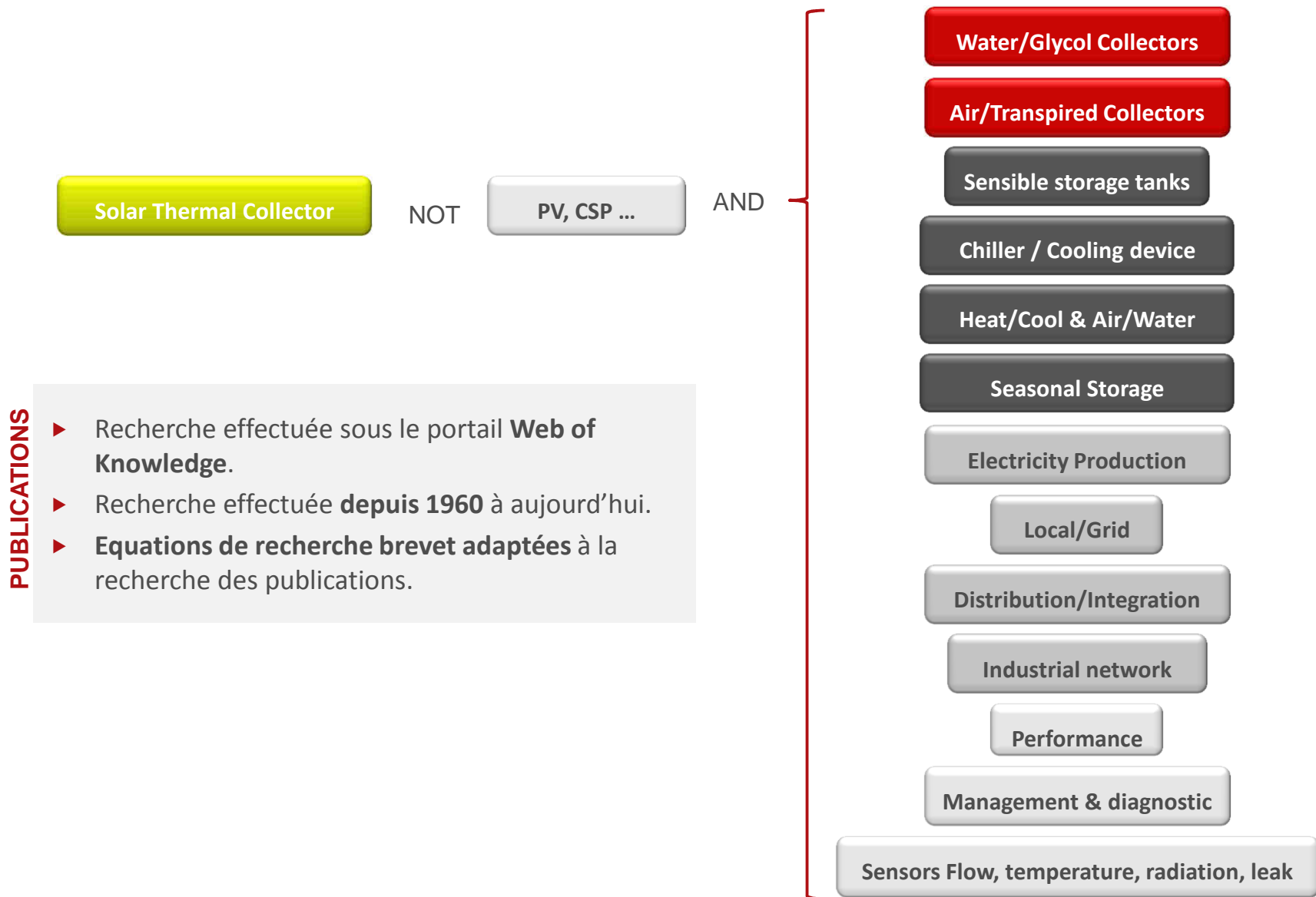
■ Backward citations :



BREVETS

- ▶ **La base brevets a été enrichie avec les brevets cités (BWC)** qui représentent l'état de l'art antérieur de la base construite avec les équations de la stratégie de recherche 1 : ils regroupent des **technologies transverses**.
- ▶ Le **nombre important de familles de brevets** sur lequel est basée cette étude (près de 18 000 familles) s'explique par cette stratégie d'approche proposée par Avenium et souhaitée par les experts de l'ANCRE.
- ▶ A travers cette **stratégie de recherche transverse**, il est donné **une vision plus étendue** du secteur à travers la propriété industrielle. Elle permet de rendre compte à la fois des technologies **spécifiques** (capteurs, stockage) et des technologies **transverses** (GCC, refroidisseurs) qui n'ont pas été spécifiquement développées pour le domaine solaire thermique basse et moyenne températures mais qui peuvent y trouver une application.

STRATÉGIE DE RECHERCHE — RÉALISATION DE LA BASE PUBLICATIONS





Ce qu'il faut retenir

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES MONDIALES

- Le domaine du solaire thermique basses et moyennes températures est un secteur innovant où le dynamisme des **dépôts de brevets** et des **publications scientifiques** reflètent les forts **enjeux marché** et **verrous technologiques** à franchir.
 - ▶ Energie **solaire thermique B&M températures** : CAGR de 18 % (2000/2010) (comparables : Energies **éolienne** et solaire **photovoltaïque** sur la même période : CAGR compris entre 18 et 20 %)
- Les **industriels japonais** et **académiques chinois** sont les plus gros déposants de brevets.
- En Europe, les **industriels allemands** sont les plus gros déposants (Viessman, Vaillant, Bosch...)
- Les acteurs **nord-américains** sont **peu visibles** à travers leurs dépôts de brevets.
- Les **acteurs académiques** sont **peu visibles** en termes de dépôts de brevets avec seulement 11% des dépôts prioritaires
 - ▶ Les acteurs **académiques** se positionnent essentiellement sur les **capteurs** solaires.
 - ▶ Alors que le **froid solaire**, la **génération d'électricité** par récupération de chaleur et les **réseaux de chaleur** semblent être des segments d'avenir à forts enjeux, les acteurs académiques ne semblent s'y positionner que très faiblement.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES MONDIALES

- Ce domaine technologique est prolifique en termes de **publications scientifiques** :
 - ▶ La publication d'articles scientifiques suit le dynamisme des dépôts de brevets.
 - ▶ Contrairement aux brevets, la thématique qui concentre le plus de publications scientifiques est le segment « **Gestion, Contrôle Commande** ».
- Le **nombre d'extensions moyen** des familles de brevets montre que les déposants sont essentiellement **tournés vers leurs marchés domestiques** :
 - ▶ La base brevets est très peu étendue : **1,7** extensions par famille.
 - ▶ Comme à leur habitude, les **acteurs asiatiques étendent extrêmement peu** leurs brevets.
 - ▶ Seulement **25 %** des brevets déposés en Europe sont **protégés hors d'Europe**.
- Le continent africain et les **pays du Maghreb** ne font pas l'objet d'une attention particulière concernant les extensions malgré de forts enjeux marchés
 - ▶ Les pays du Maghreb importent en très grande majorité des produits développés et fabriqués en Europe, notamment d'Allemagne. Cette origine véhicule un gage de qualité.
 - ▶ **L'absence de production et de forte concurrence** sur le marché nord-africain explique que les industriels préfèrent étendre leur monopole d'exploitation sur leurs inventions dans les pays de production plutôt que dans les pays nord-africains.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES EN EUROPE

- **La part et le nombre de brevets ciblant l'Europe diminuent** depuis 2010, alors que l'activité inventive mondiale croît depuis le début des années 2000.
 - ▶ Moins nombreux, les brevets déposés ou protégeant l'Europe sont cependant plus étendus que les brevets déposés dans le reste du monde.
 - ▶ Les **portefeuilles** brevets des principaux déposants continuent cependant de **croître**.

- **L'effort d'innovation** est majoritairement soutenu par les acteurs allemands.
 - ▶ Tant au niveau académique qu'industriel, les déposants allemands détiennent les portefeuilles brevets les plus importants, essentiellement centrés sur les **capteurs** et les **systèmes de stockage** : Bosch, Siemens, DLR, Vaillant, Fraunhofer ...
 - ▶ Après les déposants allemands, ce sont les déposants américains qui détiennent le plus grand nombre de brevets dont la protection couvre le territoire européen.

- Les brevets protégés en Europe qui suscitent **le plus d'intérêt** sont des brevets originaires d'**Amérique du Nord**, ils traitent majoritairement de technologies liées au **Smart Grid** et **GCC**.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES EN EUROPE

- Seulement **une innovation mondiale sur quatre** est protégée sur le territoire européen.
 - ▶ Un grand nombre d'inventions peuvent donc être utilisées librement en Europe
 - ▶ L'observation des technologies déposées hors Europe pourrait dynamiser l'activité inventive européenne sans pour autant menacer la liberté d'exploitation, à condition que les contraintes technologiques soient les mêmes
- Pour les acteurs européens, **la concurrence en termes de développement technologique** se trouve essentiellement en Europe.
 - ▶ 76 % des inventions protégées en Europe font l'objet d'un dépôt prioritaire européen.
- **Les acteurs asiatiques protègent peu leurs technologies en Europe** : ces acteurs restent menaçants car leurs produits sont issus d'une très forte innovation technologique, en revanche ils le sont beaucoup moins en raison de l'absence de recherche de monopole d'exploitation sur ces mêmes innovations en Europe .

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES EN FRANCE

- En **France**, le nombre de brevets déposés sur chaque segment est **peu important**
 - ▶ Les brevets déposés par les acteurs français se concentrent sur les **capteurs** et les dispositifs de **stockage thermique**
 - ▶ Hormis quelques principaux acteurs industriels (**Saint-Gobain, Somfy et Clipsol**) le **portefeuille brevets est très fragmenté** : un grand nombre d'acteurs (entreprises et inventeurs) se partagent le reste du portefeuille brevets (75%)
 - ▶ Au niveau de la recherche publique, depuis 2008, le **CEA** se rend visible avec des **dépôts de brevets réguliers**. Son portefeuille brevets reste néanmoins limité.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES TECHNOLOGIQUES

- En Europe et dans le reste du monde, les **capteurs solaires** et les **dispositifs de stockage** concentrent la plus grande part de l'effort d'innovation :
 - ▶ Bien que les technologies de **capteurs solaires** soient considérées comme matures, ce segment concentre **45 %** des dépôts de brevets de ce secteur.

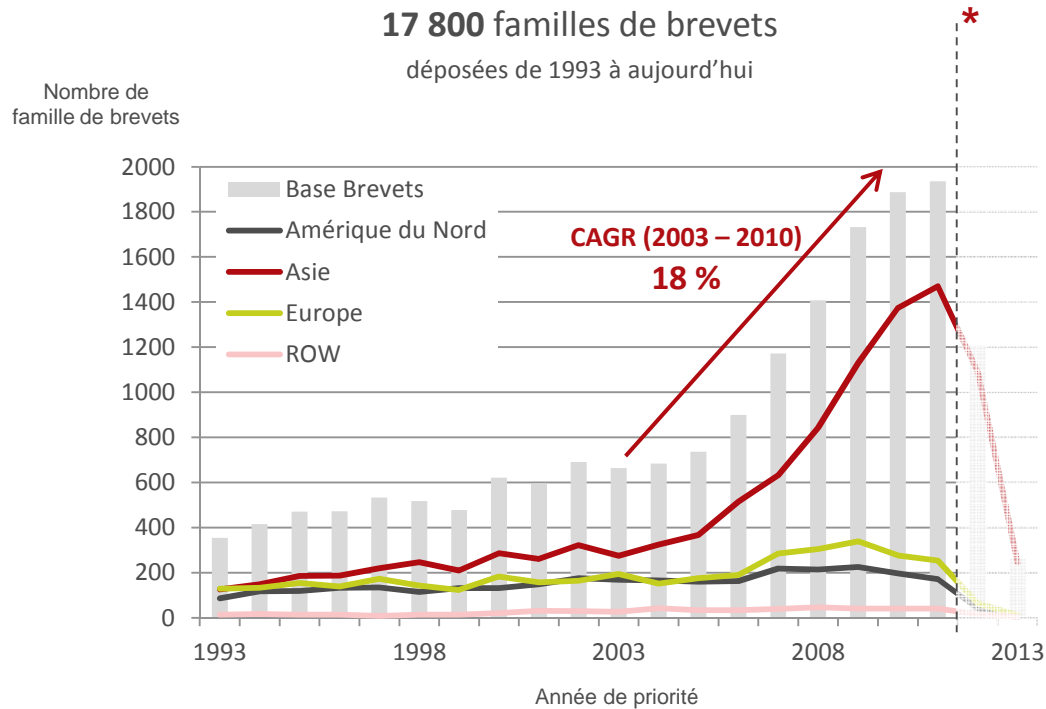
- Depuis 2004, on observe une augmentation du nombre de dépôts de brevets traitant des **systèmes de refroidissement** pour le froid solaire :
 - ▶ Les **acteurs asiatiques** sont les plus présents sur ce segment.
 - ▶ En **Europe**, la tendance en termes de dépôt de brevets est inversée depuis 2009.

- Le segment **Gestion Contrôle Commande**, où se concentrent de nombreuses **technologies transverses** à plusieurs secteurs technologiques, est encombré :
 - ▶ Le secteur technologique est **encombré** et très **maillé** : les acteurs publient davantage d'articles scientifiques que de brevets.
 - ▶ L'importante place du **software** dans ce segment explique également le nombre important d'articles scientifiques par rapport au nombre de brevets.

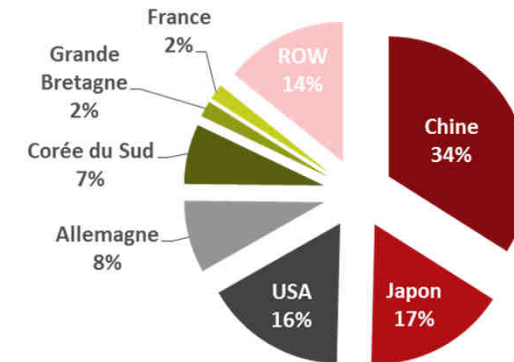


Principales tendances MONDIALES observées

UN DOMAINE TRÈS INNOVANT OÙ LES ACTEURS ASIATIQUES SONT LES PLUS ACTIFS



Répartition par pays de dépôts prioritaires de 1993 à aujourd'hui



Données de **comparaison de CAGR** entre 2000 et 2010 dans le secteur de l'énergie au niveau mondial

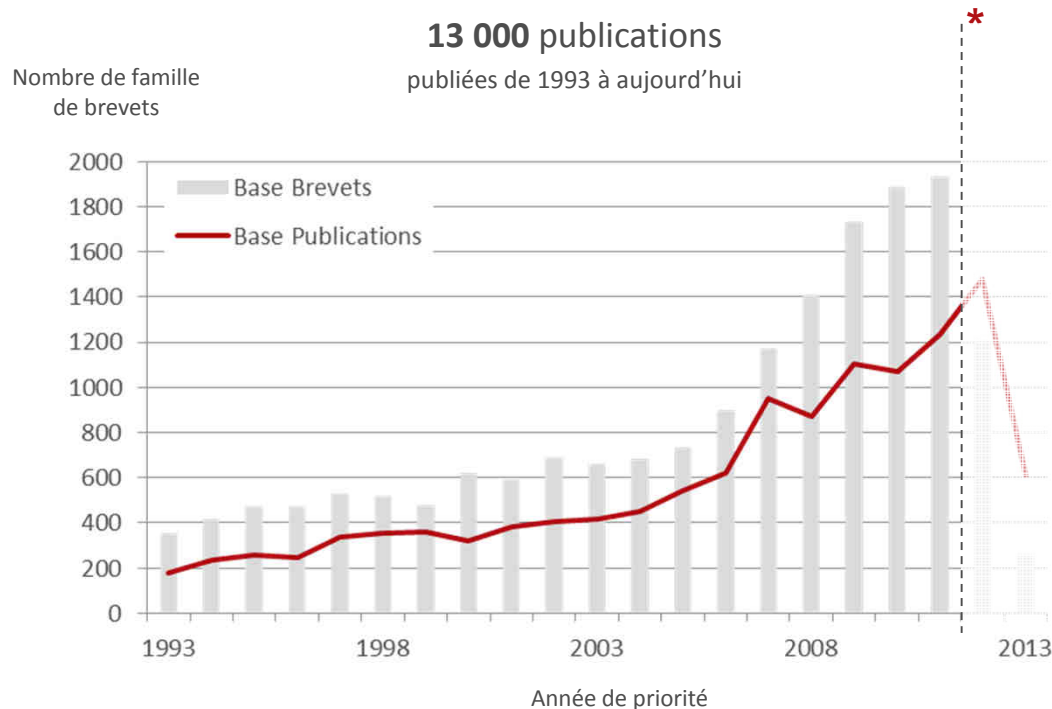
Comparables :

- ▶ Energie **éolienne** : entre 18 et 20 %
- ▶ Energie **solaire photovoltaïque** : entre 17 et 20 %
- ▶ Energie **géothermique** : entre 11 et 13 %
- ▶ Energie **marine** : entre 11 et 13 %

Source Avenium

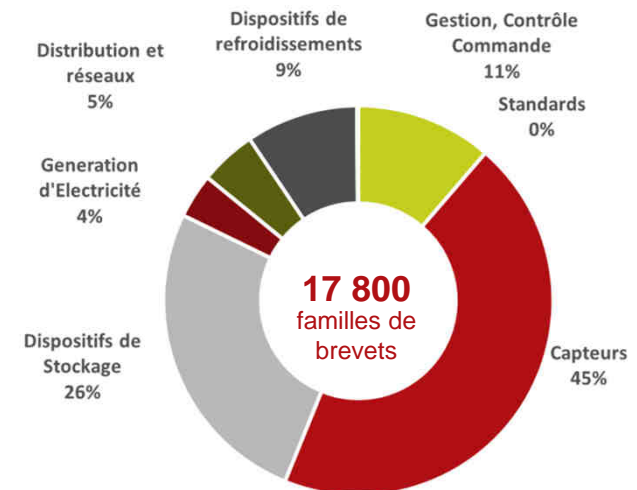
- ▶ Depuis **1993**, près de **18 000 familles** de brevets ont été déposées : ce nombre important de familles de brevets résulte d'une **stratégie de recherche transverse** incluant les technologies propres au domaine du solaire thermique mais aussi des technologies pouvant y être appliquées.
- ▶ L'activité inventive, longtemps tirée par le Japon, l'est depuis **2000** essentiellement par la **Chine**.
- ▶ L'**Allemagne**, la **Grande Bretagne** et la **France** sont les trois principaux contributeurs européens
- ▶ **20 %** des brevets de la base sont d'origine européenne.

LE DOMAINE EST UNE SOURCE DE PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES IMPORTANTE

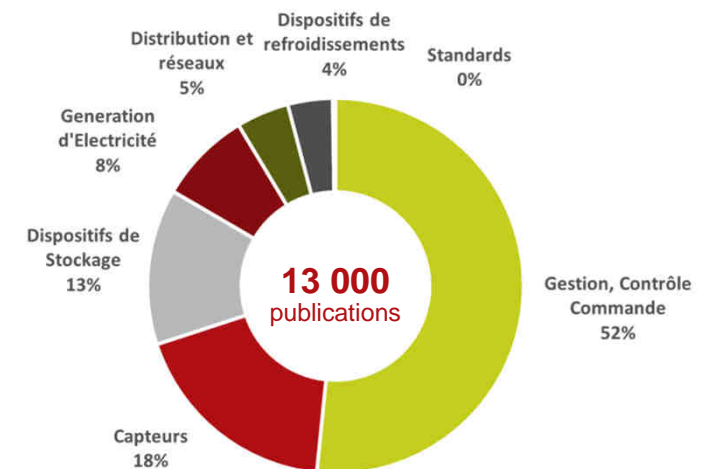


- ▶ Les publications traitent majoritairement des **systèmes GCC** (Capteurs de mesure et Système de traitement et de pilotage) alors que ce segment ne concentre que **7% des dépôts de brevets**. Ce faible taux de brevets peut trouver une explication dans la place importante des **logiciels** dans ces segments qui sont difficilement brevetables. Il semble également que les technologies employées dans ces segments soient **transverses et adaptables à plusieurs secteurs** et non pas propres au solaire B&M température : **la place pour de nouvelles innovations est moins importante.**
- ▶ A l'inverse, les **capteurs solaires** et **dispositifs de stockage** font l'objet de plus de dépôts de brevets que de publications.

Répartition des **brevets** par segments technologiques



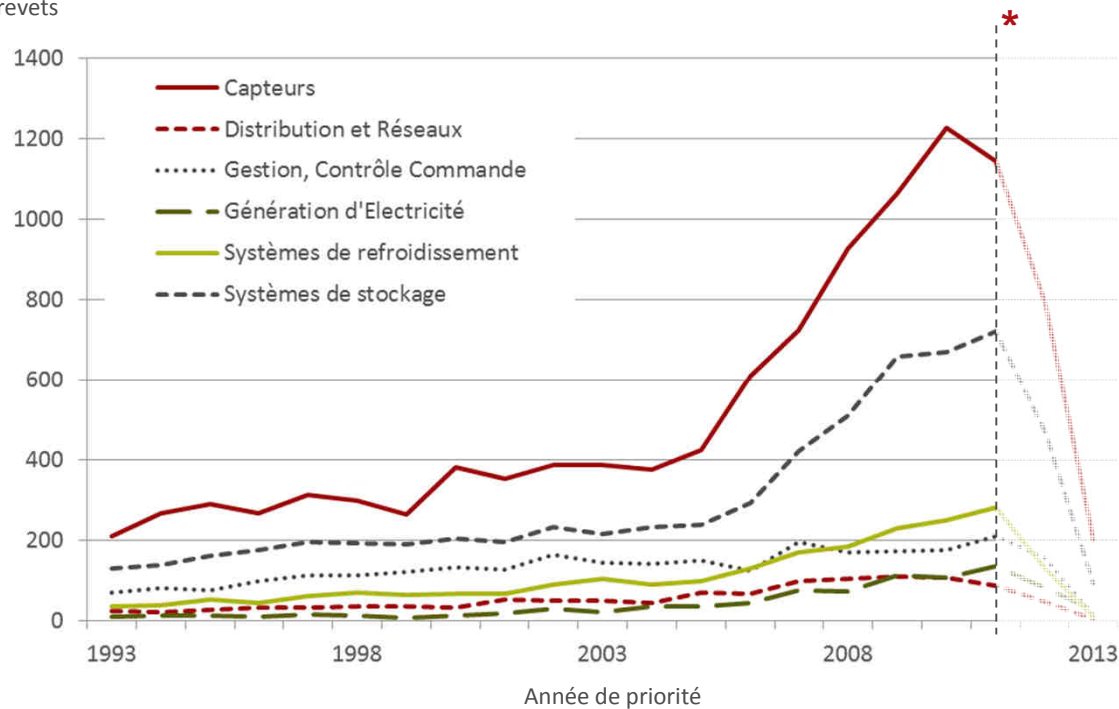
Répartition des **publications** par segments technologiques



* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

LES CAPTEURS ET LE STOCKAGE STIMULENT L'EFFORT D'INNOVATION

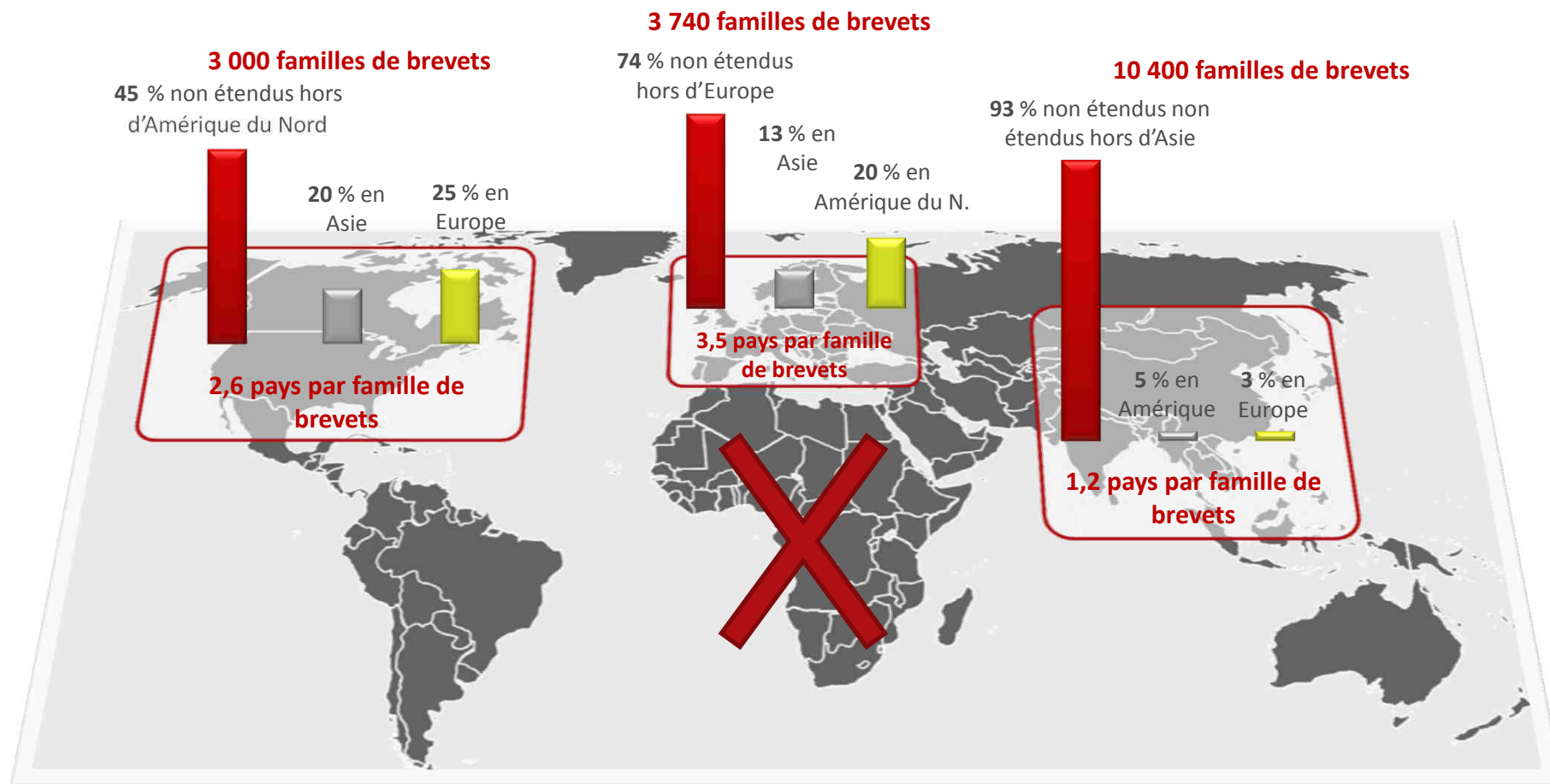
Nombre de famille de brevets



17 800 familles de brevets
déposées de 1993 à 2013

- ▶ **71 %** des brevets traitent des **capteurs solaires** et des **systèmes de stockage**, toutes technologies confondues.
- ▶ Le dynamisme de ces deux segments est lié au **fort dynamisme des pays asiatiques** sur ce domaine technologique, notamment la Chine et le Japon qui concentrent près de 51 % des dépôts de brevets.
- ▶ La forte croissance constatée **depuis 2005** est observée dans de nombreux domaines et trouve, en partie, une explication dans la **politique d'innovation de la Chine** qui incite fortement au dépôt de brevets depuis cette époque.
- ▶ Les **standards** sont très rarement cités dans les brevets.

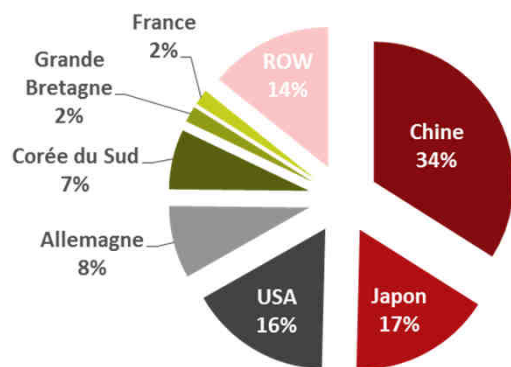
LE MAGHREB NE FAIT PAS L'OBJET D'UNE ATTENTION PARTICULIÈRE



- ▶ Globalement la base est **faiblement étendue**, en moyenne la protection est recherchée dans **1,7 pays**.
- ▶ Les pays du **Maghreb** ciblés (Algérie, Maroc, Tunisie) ne font pas l'objet d'une attention particulière des déposants de brevets dans leur stratégie d'extension.
- ▶ La procédure **PCT** concerne **moins de 10%** des familles d'invention.

UN SECTEUR STIMULÉ PAR LES INDUSTRIELS MAJORITAIREMENT ASIATIQUES

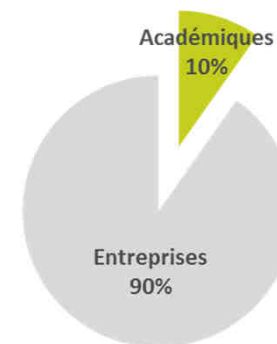
Répartition par pays de dépôts prioritaires de 1993 à aujourd'hui



Principaux déposants de brevets

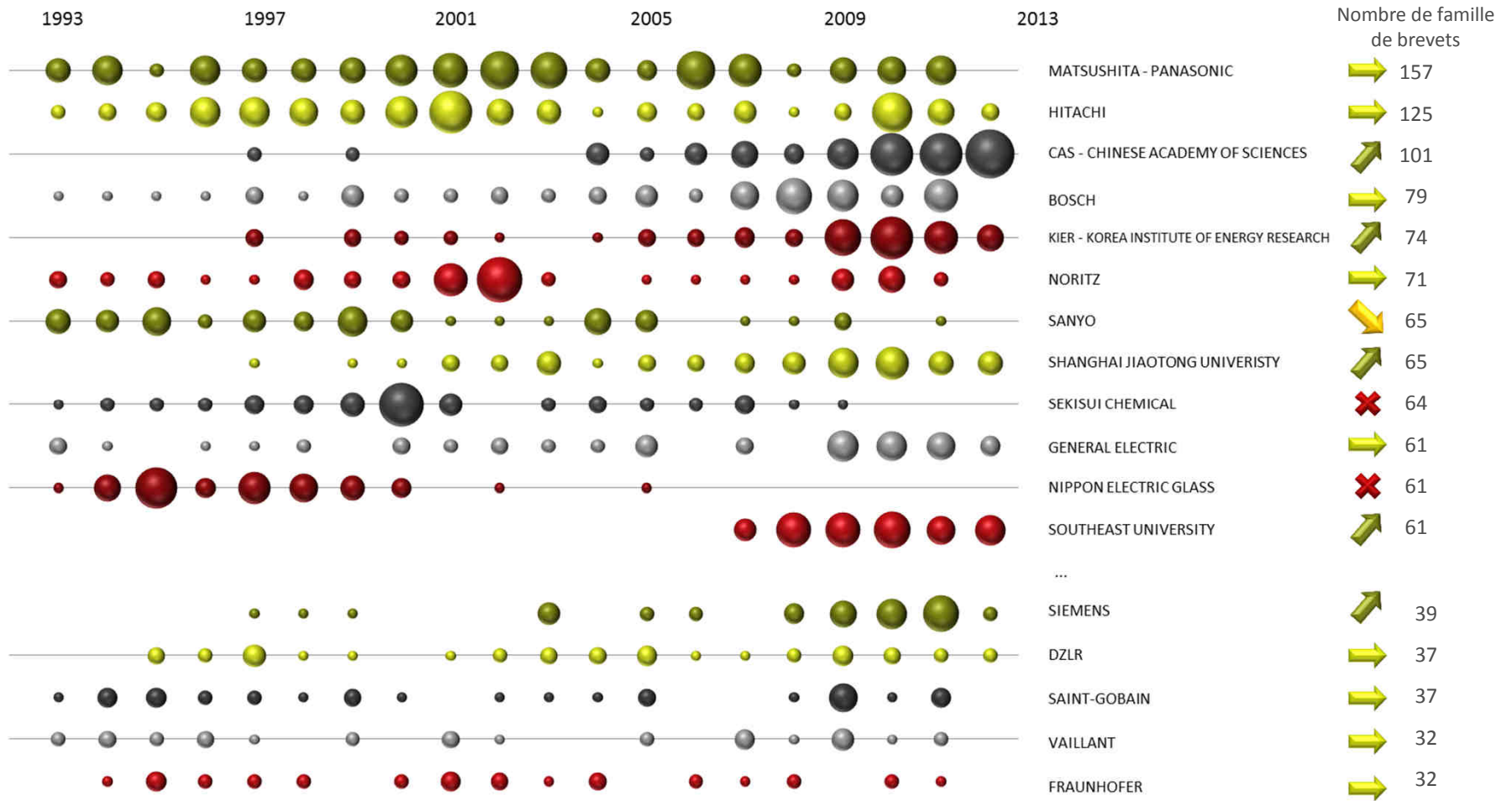
Déposant	Pays	Nbre de brevets
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	157
HITACHI	Japon	125
CAS - CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	Chine	101
BOSCH	Allemagne	79
KIER - KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	Corée du Sud	74
NORITZ	Japon	71
SANYO	Japon	65
SHANGHAI JIAOTONG UNIVERISTY	Chine	65
SEKISUI CHEMICAL	Japon	64
SOUTHEAST UNIVERSITY	Chine	61

Répartition des brevets par type de déposants



- ▶ Les portefeuilles brevets ne sont pas très denses : **la base brevet est très fragmentée.**
 - ▶ **MATSUSHITA – PANASONIC** est le principal déposant dans le secteur des systèmes solaires B&M températures
 - ▶ Les acteurs **nord-américains ne sont pas visibles.**
 - ▶ **Bosch**, premier déposant européen, détient 34 familles de brevets.
- ▶ Les acteurs académiques comptent seulement **10 % des dépôts prioritaires** (plutôt autour de 15-20% dans les autres secteurs de l'énergie renouvelable – *source Avenium*)

LES ACTEURS ACADÉMIQUES ASIATIQUES RENFORCENT LEUR PORTEFEUILLE



- ▶ Les principaux déposants **ont construit leur portefeuille et leur savoir-faire dans la durée.**
- ▶ Depuis 2005, les **académiques chinois** se positionnent et accélèrent les dépôts de brevets.
- ▶ **Nippon Electric Glass** et **Sekisui Chemical** ont stoppé leur activité inventive dans le domaine.

- ↗ Activité Inventive croissante
- ▬ Activité Inventive ponctuelle
- ↘ Activité Inventive décroissante
- ✗ Activité Inventive abandonnée
- Activité Inventive constante

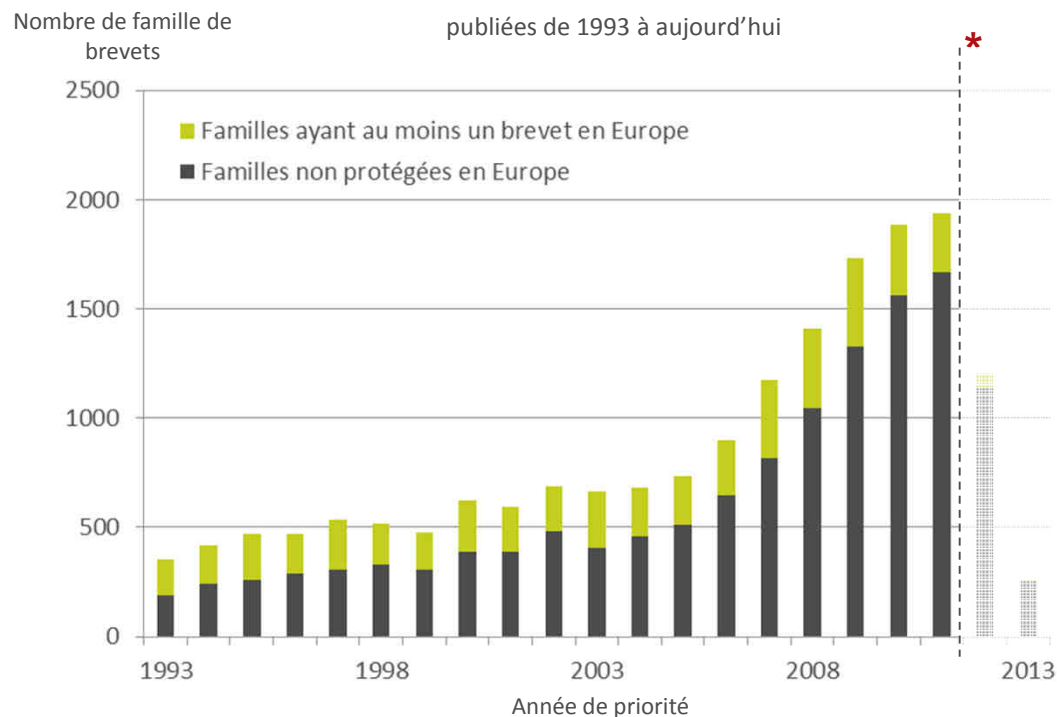


Principales tendances en EUROPE observées

UNE INVENTION SUR QUATRE EST PROTÉGÉE SUR LE TERRITOIRE EUROPÉEN

4 800 familles de brevets

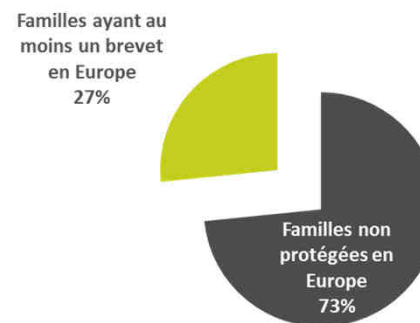
publiées de 1993 à aujourd'hui



CAGR (2000 – 2010) : 14,3 %

CAGR des familles de brevets protégées en Europe

Répartition des familles de brevets ayant au moins un brevet en Europe

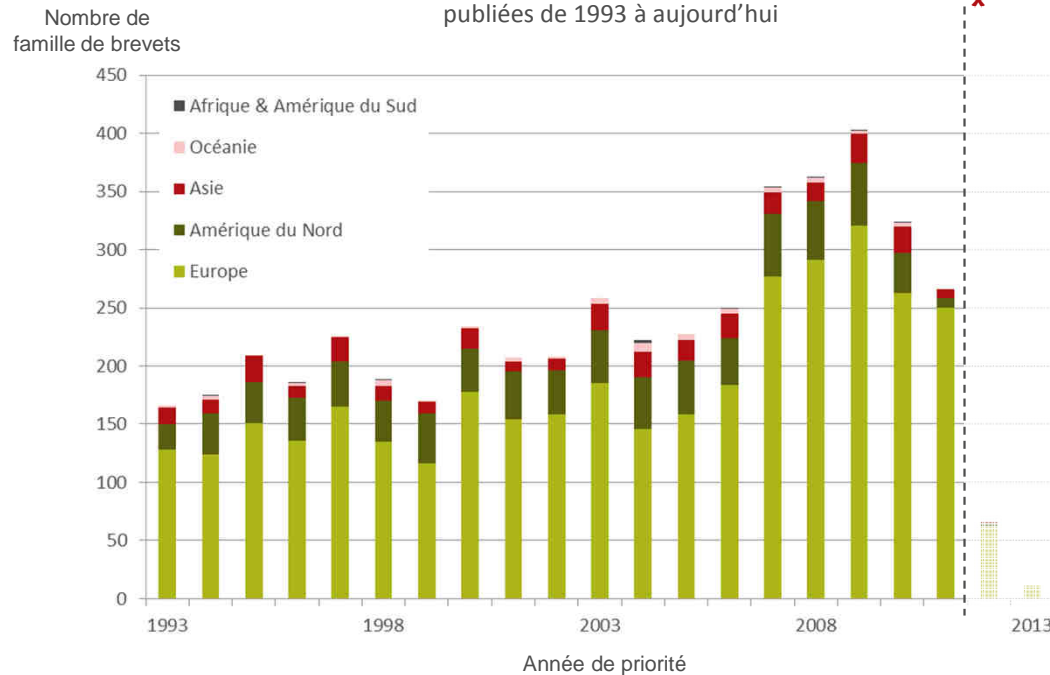


- ▶ **4 800 familles de brevets ont au moins un brevet en Europe** (brevet Européen et/ou brevet national), 76 % d'entre eux font l'objet d'un dépôt prioritaire en Europe.
- ▶ Au niveau du portefeuille brevet mondial, seulement **une invention sur quatre** est protégée sur le territoire européen.
- ▶ Le nombre de brevets protégés en Europe augmente d'année en année, cependant depuis le début des années 2000, et l'accélération de l'activité inventive chinoise, **la part des technologies protégées en Europe diminue** par rapport au nombre de brevets déposés dans le monde.

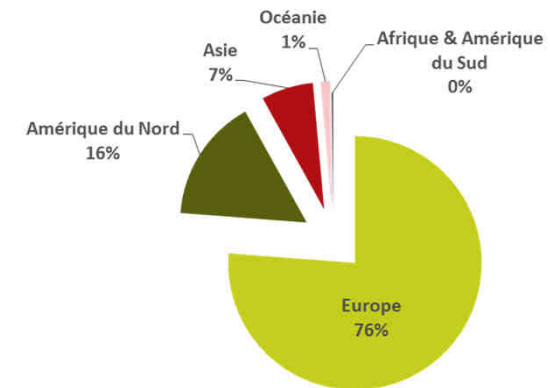
LES USA SONT LE DEUXIÈME DÉTENTEUR DE BREVETS EN EUROPE

4 800 familles de brevets

publiées de 1993 à aujourd'hui



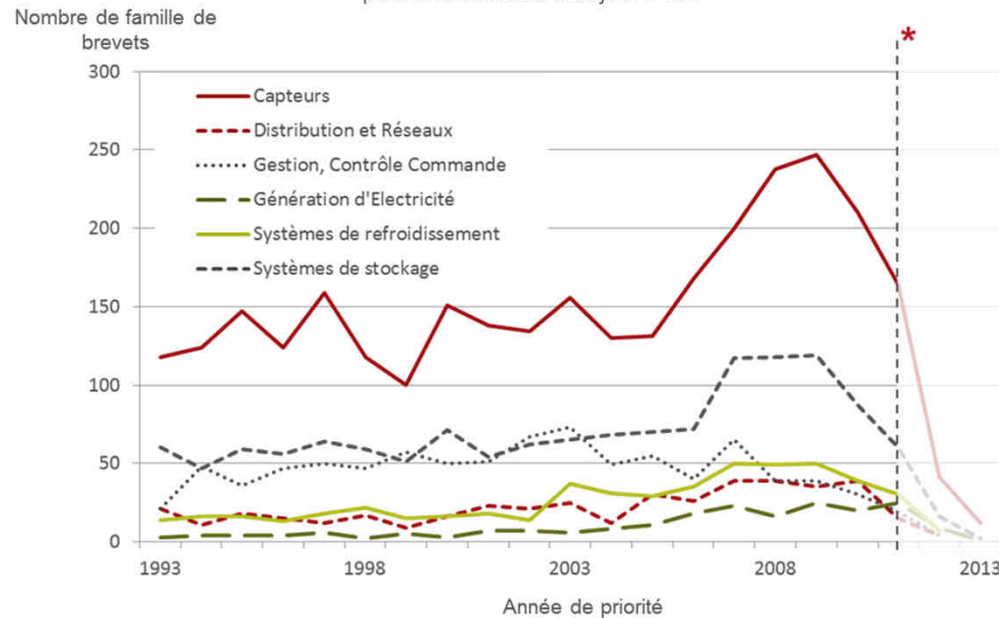
Répartition par **pays de priorité** des familles de brevets ayant **au moins un brevet en Europe**



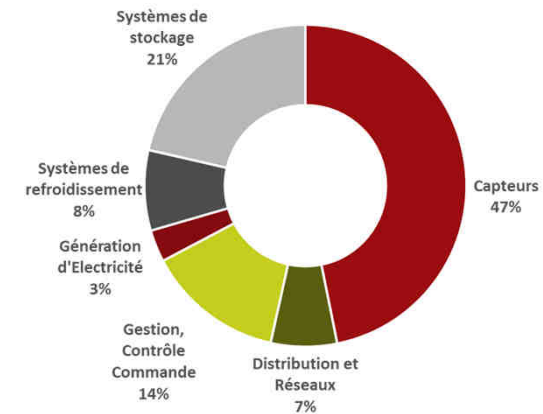
- ▶ Près d'un quart des inventions protégées en Europe sont **inventées hors du territoire européen**.
- ▶ Le nombre de brevets ciblant l'Europe par les déposants **nord-américains** est constant d'année en année, cependant depuis le début des années 2000, **leur part diminue** par rapport au nombre de familles de brevets protégées en Europe.
- ▶ **Malgré une activité inventive mondiale croissante**, on observe une diminution du nombre des brevets ciblant l'Europe depuis 2010.

LES CAPTEURS ET LE STOCKAGE CONCENTRENT L'EFFORT D'INNOVATION

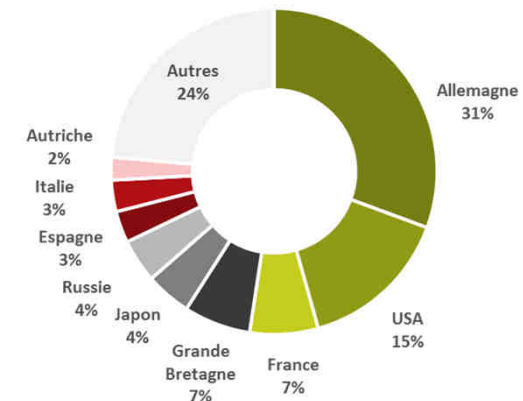
4 800 familles de brevets
publiées de 1993 à aujourd'hui



Répartition des brevets par segments technologiques



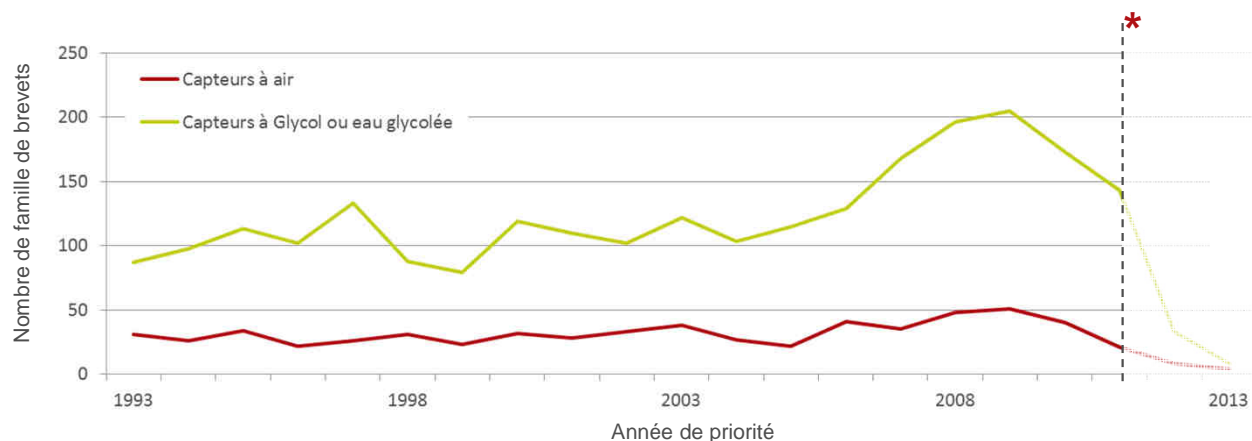
Répartition des familles de brevets par pays de priorité ayant au moins un brevet en Europe



- ▶ A l'image des observations faites sur la base mondiale, les inventions protégées en Europe traitent essentiellement des **capteurs solaires** et des **systèmes de stockage**, toutes technologies confondues : ces familles représentent **68 % de la base**.
- ▶ Le dynamisme de ces deux segments est lié à celui de **l'Allemagne** d'une façon générale dans le domaine de l'énergie, qui regroupe **31 %** des dépôts prioritaires sur ce domaine technologique.
- ▶ Les brevets **nord-américains** représentent **15 %** des brevets protégés en Europe, plus que les brevets déposés en **France** et en **Grande Bretagne** réunies.

LE CAPTEUR À GLYCOL ET LE STOCKAGE À CHALEUR SENSIBLE SONT LES PRINCIPALES SOURCES D'INNOVATION

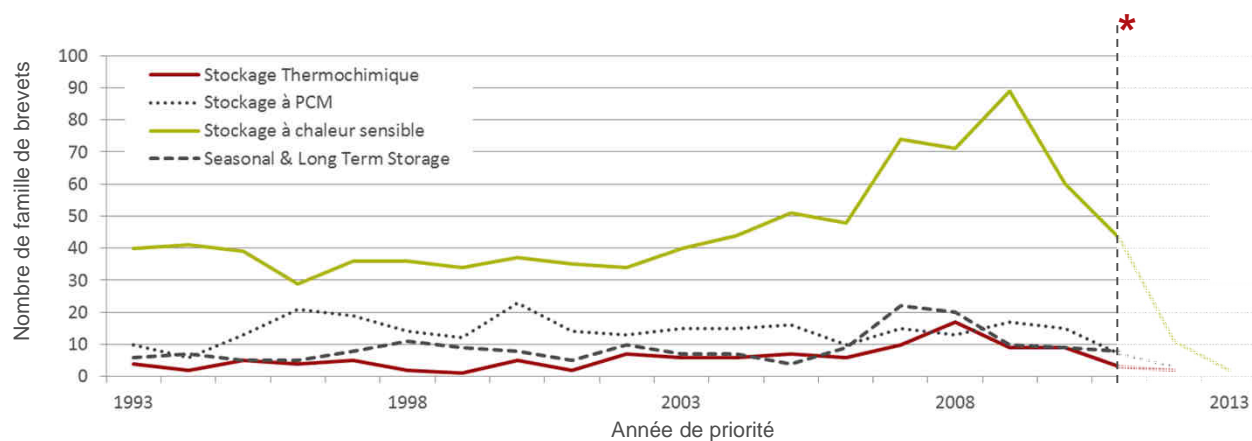
Activité inventive de 1993 à aujourd'hui des segments traitant des **capteurs solaires** – familles de brevets ciblant l'Europe



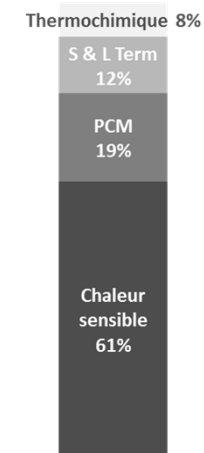
10 900 familles de brevets publiées de 1993 à aujourd'hui



Activité inventive de 1993 à aujourd'hui des segments traitant des **dispositifs de stockage** – familles de brevets ciblant l'Europe

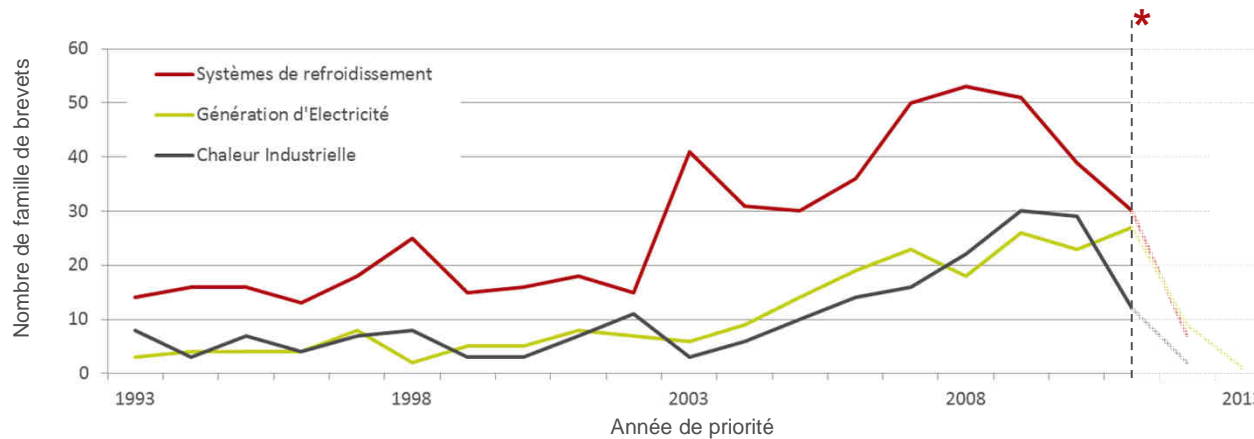


6 300 familles de brevets publiées de 1993 à aujourd'hui



MALGRÉ LES ENJEUX, LES REFROIDISSEURS GÉNÈRENT MOINS D'INNOVATION

Activité inventive de 1993 à aujourd'hui des segments traitant des **systèmes de refroidissement, de génération d'électricité et chaleur industrielle**
– familles de brevets ciblant l'Europe

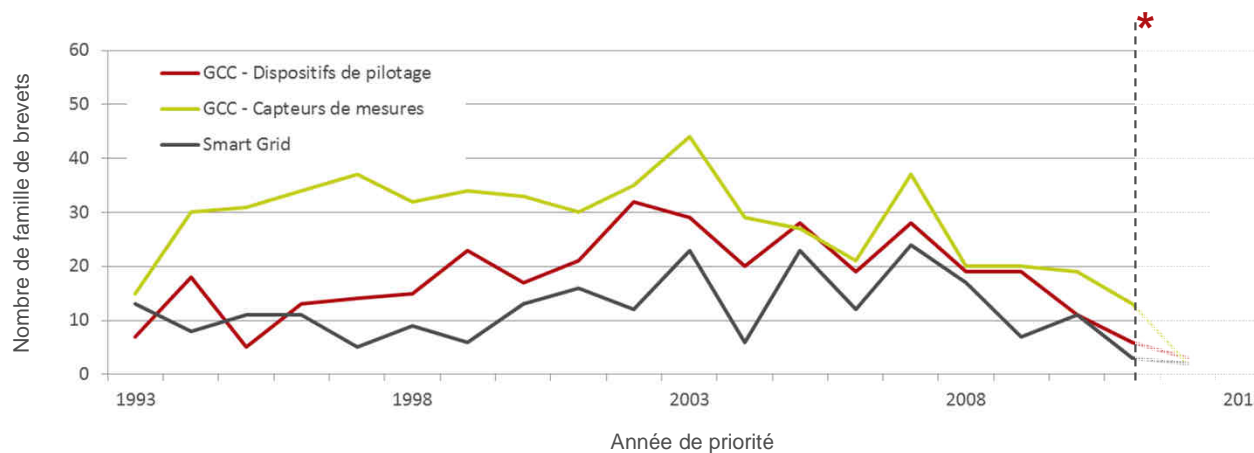


3 600 familles de brevets publiées de 1993 à aujourd'hui

Smart Grid
54%

Chaleur Industrielle
46%

Activité inventive de 1993 à aujourd'hui des segments traitant des **dispositifs de pilotage, capteurs GCC et Smart Grid**
– familles de brevets ciblant l'Europe



3 400 familles de brevets publiées de 1993 à aujourd'hui

Pilotage
GCC
39%

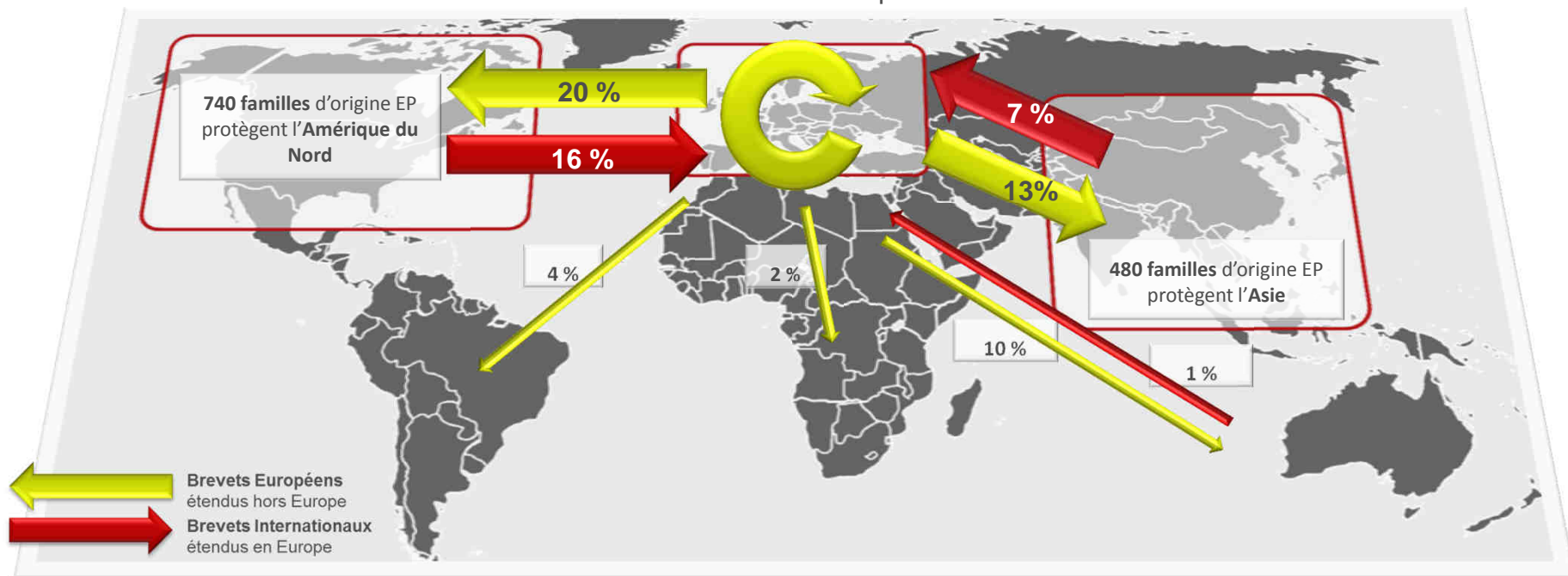
Capteurs
GCC
61%

DES FAMILLES DE BREVETS GLOBALEMENT PEU ÉTENDUES DANS LE MONDE

3740 familles de brevets font l'objet d'un dépôt prioritaire en Europe

74 % non étendus hors d'Europe

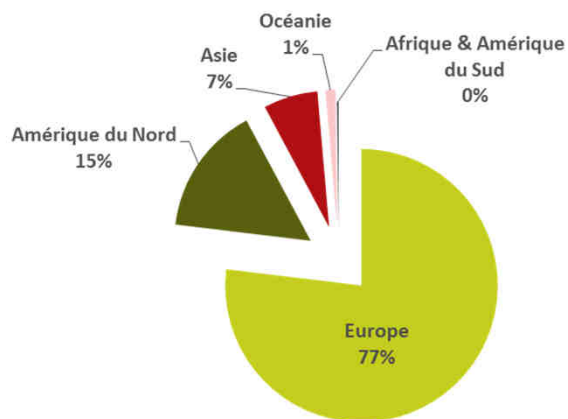
4860 familles de brevets ont au moins un brevet en Europe



- ▶ Les brevets ayant fait l'objet d'un dépôt prioritaire dans un pays européen sont globalement peu étendus hors d'Europe : **seulement 26 % de ces familles brevets sont étendues**. Ces extensions couvrent majoritairement l'**Amérique du Nord** et l'**Asie**. De façon plus confidentielle, certaines familles sont étendues en Amérique du Sud, en Afrique et en Océanie.
- ▶ Les brevets ciblant l'Europe sont mieux étendus que les brevets de l'ensemble de la base avec en moyenne **3,5 pays d'extension par famille** (au niveau mondial, une famille de brevets est étendue en moyenne dans 1,7 pays par famille).
- ▶ **2 %** des extensions des familles de brevets européennes ciblent l'**Afrique** (95 familles) : majoritairement l'**Afrique du Sud** (50 fam.) et le **Maroc** (25 fam.).

LES DÉPOSANTS ACADÉMIQUES ET INDUSTRIELS ALLEMANDS SONT LES PLUS VISIBLES

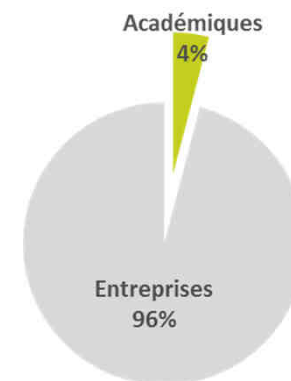
Répartition par **pays de priorité** des familles de brevets ayant **au moins un brevet en Europe** déposées de 1993 à aujourd'hui



Principaux déposants de brevets

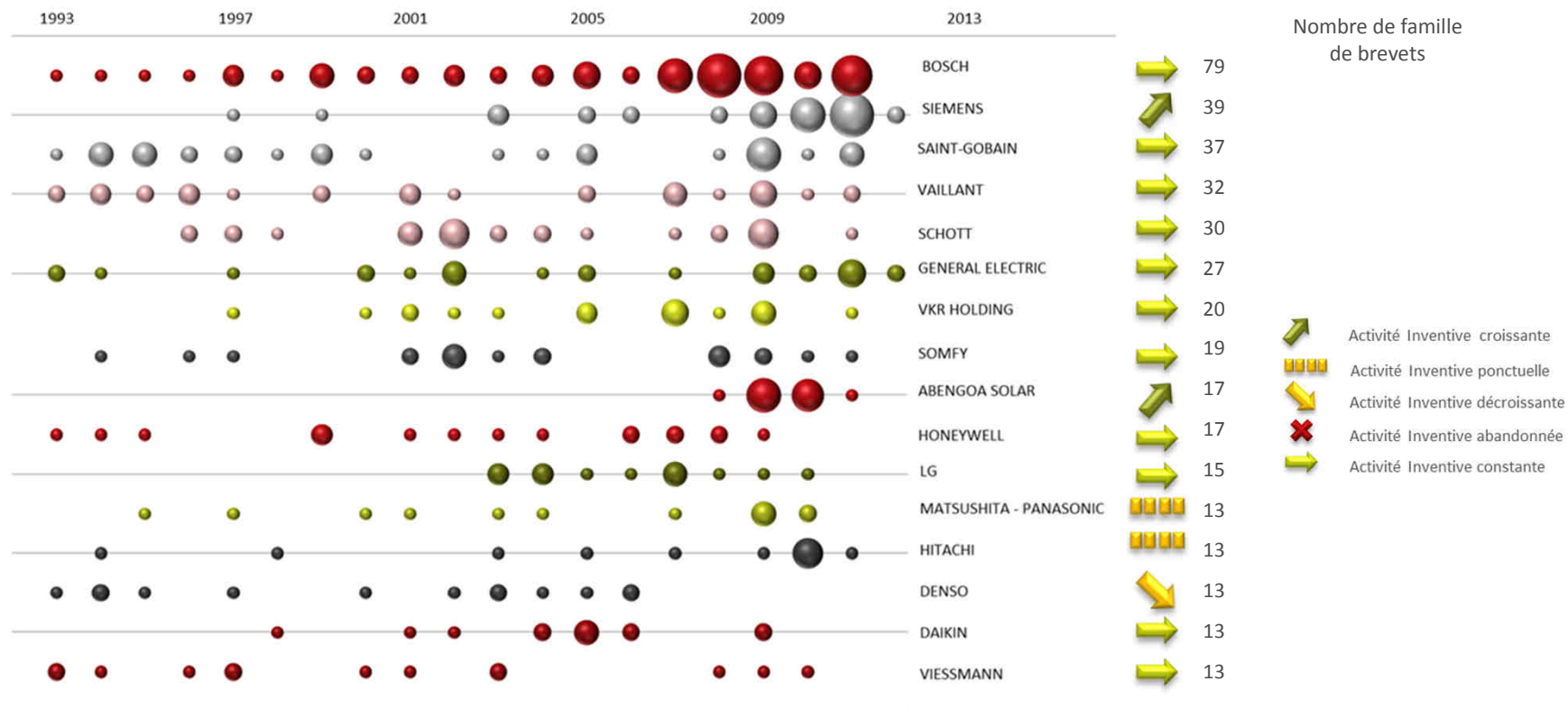
Déposant	Pays	Nbre de brevets
BOSCH	Allemagne	79
SIEMENS	Allemagne	39
SAINT-GOBAIN	France	37
DLR	Allemagne	37
VAILLANT	Allemagne	32
FRAUNHOFER	Allemagne	32
SCHOTT	Allemagne	30
GENERAL ELECTRIC	USA	27
VKR HOLDING	Danemark	20

Répartition des brevets **par type de déposants**



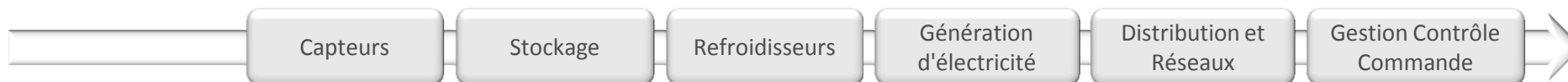
- ▶ Les portefeuilles brevets ne sont pas très denses : **la base brevet est très fragmentée.**
 - ▶ Les déposants **industriels et académiques allemands**, qui concentrent 31 % des dépôts prioritaires, sont les plus visibles.
 - ▶ Le premier acteur français visible est **Saint-Gobain**.
 - ▶ **General Electric**, déposant d'origine américaine, apparaît dans les principaux détenteurs de familles de brevets protégeant l'Europe.
- ▶ Les acteurs académiques comptent seulement **4 % des dépôts prioritaires.**
- ▶ **10 %** des brevets de la base sont en **co-dépôt** :
 - ▶ A travers ces brevets co-déposés, **aucune collaboration significative** entre industriels ou industriels et académiques n'a été détectée.

LA RECHERCHE SEMBLE SE CONCENTRER SUR LES PRINCIPAUX ACTEURS



- ▶ A l'image de **Bosch** et **Siemens**, malgré une activité inventive en baisse en Europe depuis 2010, les plus gros détenteurs de familles de brevets protégées en Europe, sont aussi les plus actifs en termes de dépôts sur ces 5 dernières années.
- ▶ **General Electric**, **Matsushita – Panasonic**, **Hitachi**, **LG** et **Denso** sont les principaux acteurs asiatiques visibles qui protègent leur inventions en Europe, une stratégie qui s'inscrit dans le temps.
- ▶ Le portefeuille des acteurs majeurs continue de croître bien que le nombre de familles de brevets ciblant l'Europe diminue.

TENDANCES EUROPE – 1993 à 2013 – PRINCIPAUX DÉPOSANTS

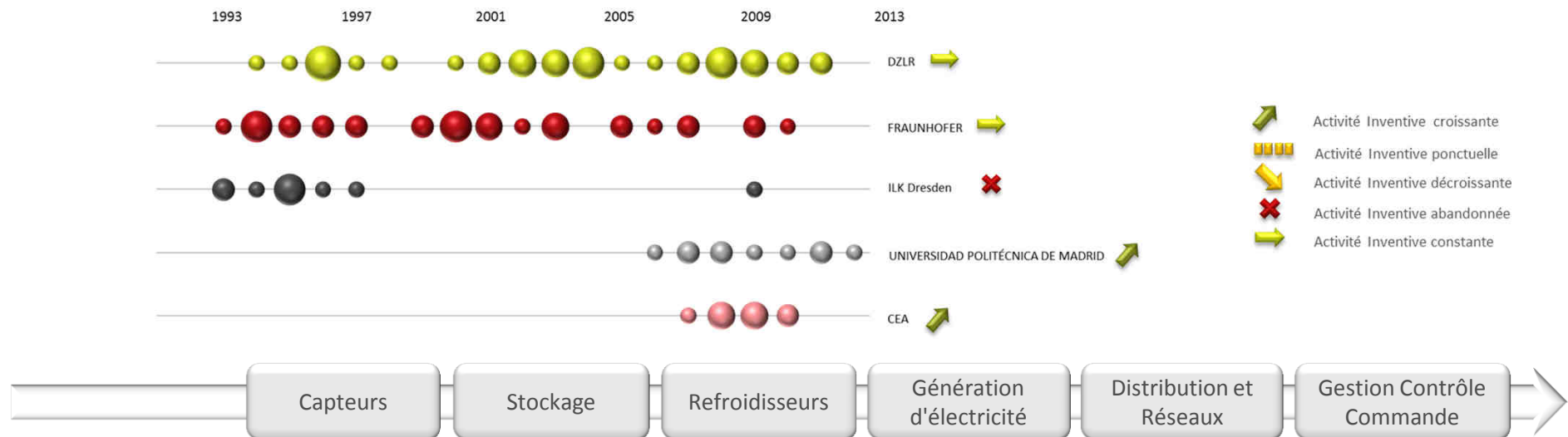


XX% : Pourcentage de brevets du portefeuille traitant de ce segment

BOSCH	41%	33%	7%		9%	11%	79
SIEMENS	48%	11%	5%	7%	18%	11%	39
SAINT-GOBAIN	100%						37
VAILLANT	49%	40%			2%	9%	32
SCHOTT	89%	3%	3%		3%	3%	30
GENERAL ELECTRIC	36%	12%	15%	18%	6%	12%	27
VKR HOLDING	52%	22%	7%		4%	15%	20
SOMFY						100%	19
ABENGOA SOLAR	71%	19%			5%	5%	17
HONEYWELL	11%	11%	22%	5%	11%	41%	17
LG	16%	12%	32%		8%	32%	15
MATSUSHITA - PANASONIC	16%	53%	21%			11%	13
HITACHI	24%	45%	9%		9%	12%	13
DENSO	21%	16%	47%			16%	13
DAIKIN	17%	37%	23%	3%		20%	13
VISSMANN	81%	19%					13

- ▶ Parmi les principaux déposants, les segments qui focalisent le plus d'attention sont les **capteurs** et **dispositifs de stockage** associés.
- ▶ Les segments « **Génération d'électricité** » et « **Distribution et Réseaux** » suscitent peu d'intérêt chez les acteurs majeurs européens.

LES ACTEURS ACADÉMIQUES SE SPÉCIALISENT SUR LES CAPTEURS SOLAIRES



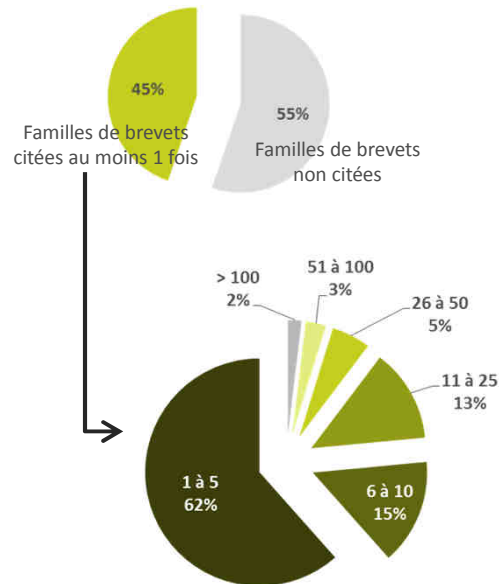
XX% : Pourcentage de brevets du portefeuille traitant de ce segment

Acteur	Capteurs	Stockage	Refroidisseurs	Génération d'électricité	Distribution et Réseaux	Gestion Contrôle Commande	Total
DLR	60%	17%	4%		13%	6%	37
FRAUNHOFER	55%	24%	5%		5%	12%	32
ILK DRESDEN	50%	25%	25%				10
UNIV. POLITÉCNICA MADRID	100%						10
CEA	89 %	11 %		11 %		11 %	9

- ▶ Les acteurs académiques comptent seulement **4 % des dépôts prioritaires**.
- ▶ Les déposants **académiques allemands** sont les plus visibles avec des portefeuilles brevets bâtis dans le temps.
- ▶ Parmi les principaux déposants académiques, le segment « **Génération d'électricité** » associé à la thématique solaire thermique B&M température n'est pour l'instant pas à l'origine d'une forte activité inventive.
- ▶ Depuis 2009, le **CEA** gagne en visibilité à travers de nouveaux brevets dans le domaine, notamment sur les capteurs.

LE SEGMENT GCC FOCALISE L'ATTENTION DU DOMAINE ET EST LE PLUS CITÉ

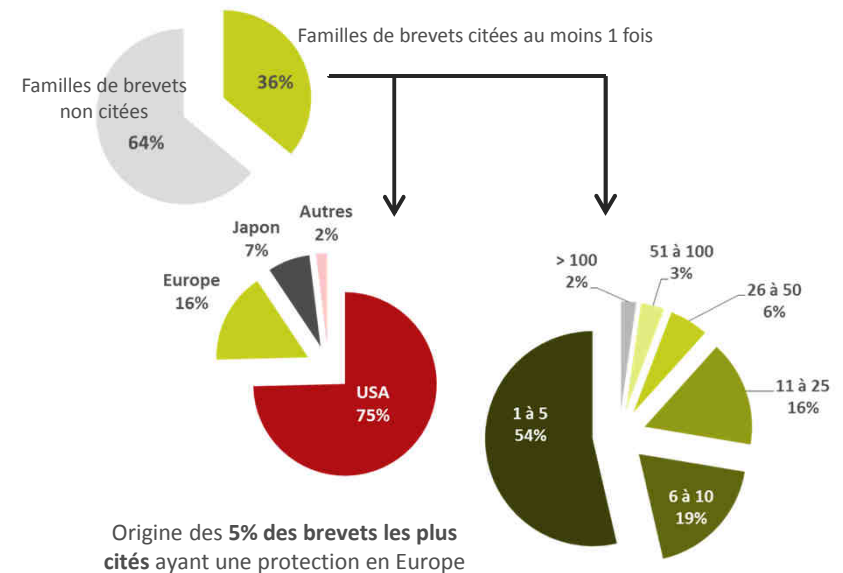
Répartition des FWC - Monde



Taux de citation par segment

Segment	Moyenne FWC
Pilotage GCC	37,6
Smart Grid	36,0
Capteurs de mesure GCC	23,5
Génération Electricité	9,6
Stockage par PCM	9,6
Systèmes de refroidissement	6,6
Stockage Thermo-chimique	6,3
Capteurs à Glycol	6,3
Capteurs à Air	5,3
Stockage à S & L Terms	5,0
Stockage à Chaleur Sensible	4,3
Chaleur Industrielle	1,6
Base Totale	5,6

Répartition des FWC - Europe



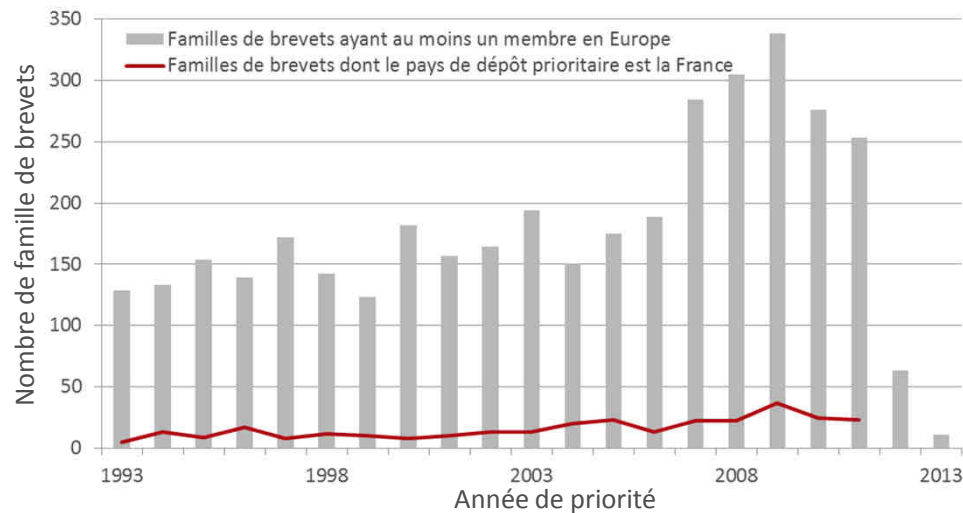
- ▶ Près de la moitié de la base mondiale est au moins citée une fois par un autre brevet. Le taux de citation moyen du portefeuille est relativement élevé avec en moyenne **5,6 citations par famille**. Bien que ce niveau moyen de citation soit important, une **forte disparité** est observée entre les technologies propres aux capteurs et les technologies transverses à plusieurs domaines technologiques et énergétiques.
- ▶ Ce sont les technologies traitant du **GCC** des capteurs solaires et des **Smart-Grid** qui suscitent le plus d'intérêt. La transversalité de ces technologies à plusieurs domaines technologiques peut expliquer en partie ce fort taux de citation, alors que les autres segments sont davantage spécifiques au solaire thermique B&M Températures.
- ▶ **Parmi les 5 % des brevets les plus cités ayant une protection en Europe**, trois quarts d'entre eux sont d'origine américaine et **seulement 16 % font l'objet d'un dépôt prioritaire en Europe**.



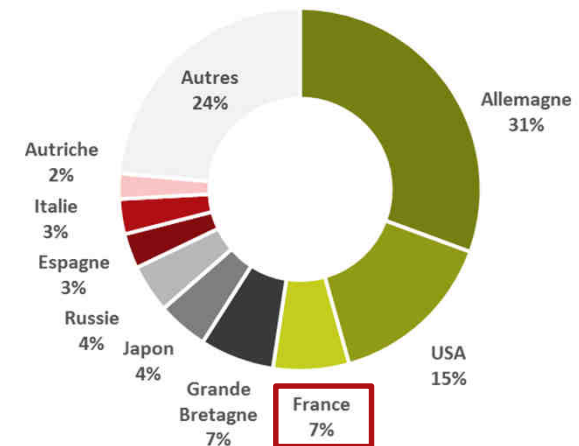
Principales tendances observées en FRANCE

FOCUS SUR LES FAMILLES DE BREVETS DÉPOSÉS EN PRIORITÉ EN FRANCE

300 familles de brevets
publiées de 1993 à aujourd'hui

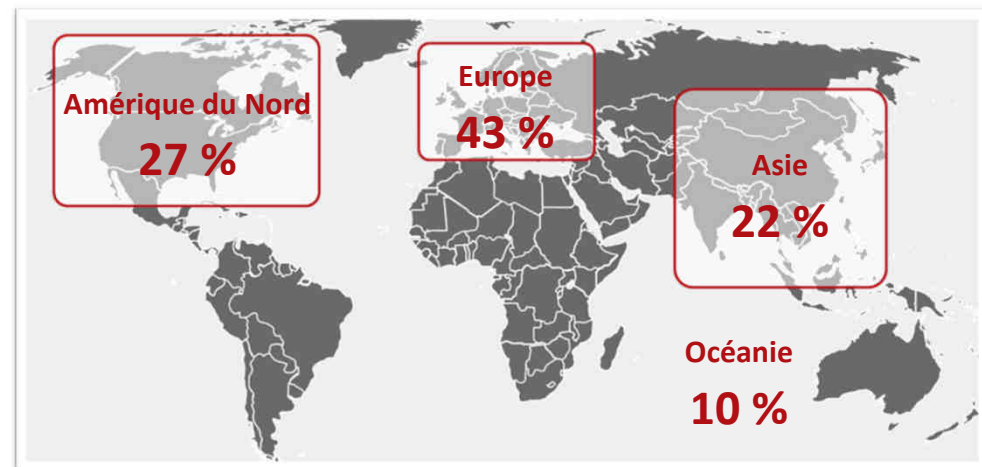


Répartition des familles de brevets par pays de priorité ayant au moins un brevet en Europe

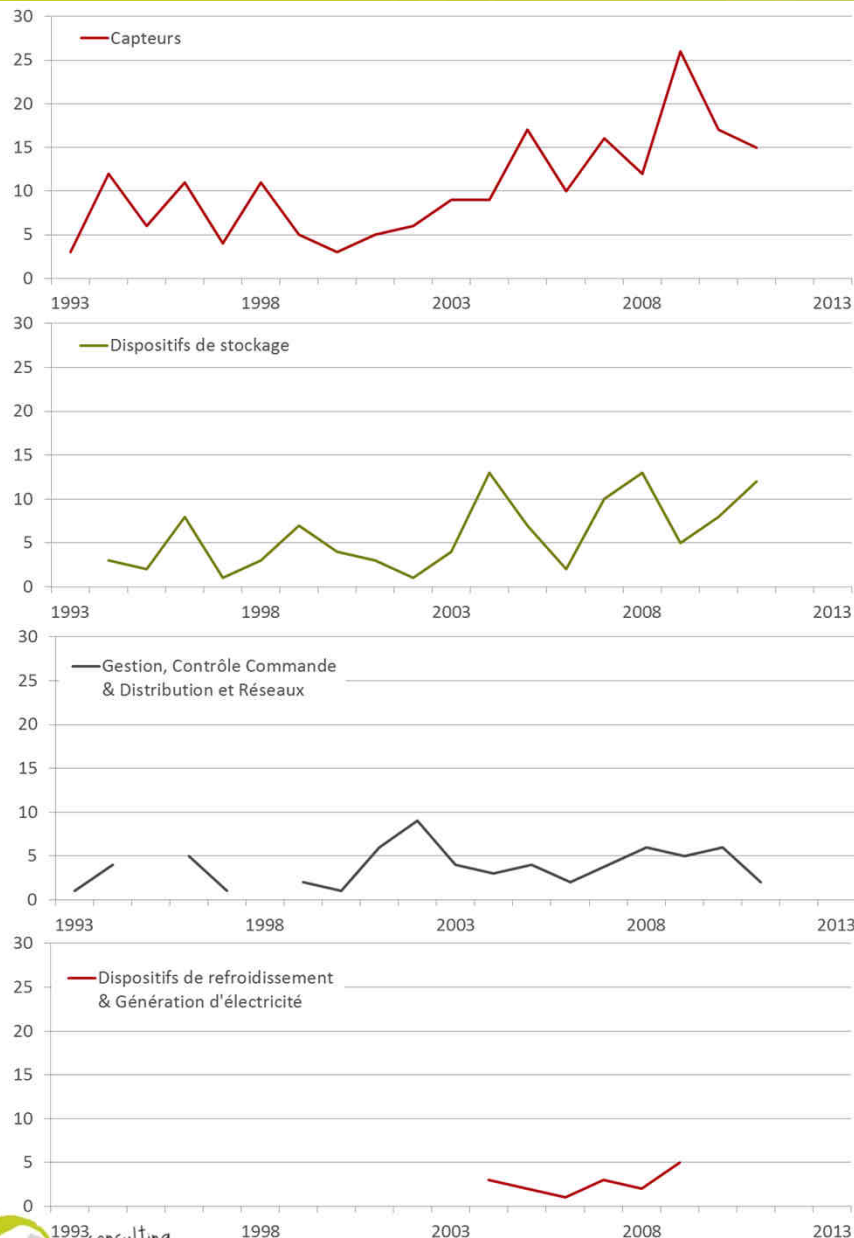


- ▶ Malgré un dynamisme européen observé entre 2000 et 2009, l'activité inventive en France est restée constante et **faible depuis 1993**.
- ▶ Les dépôts en France ne représentent en effet que **7% des dépôts en Europe**.
- ▶ **40 %** des brevets déposés en France **ne sont pas étendus** hors du territoire.
- ▶ Une famille de brevets faisant l'objet d'un dépôt prioritaire en France n'est en moyenne étendue que dans **1,4 pays**. Une couverture très faible qui semble indiquer que les déposants se concentrent essentiellement sur le marché national et dans une moindre mesure européen.

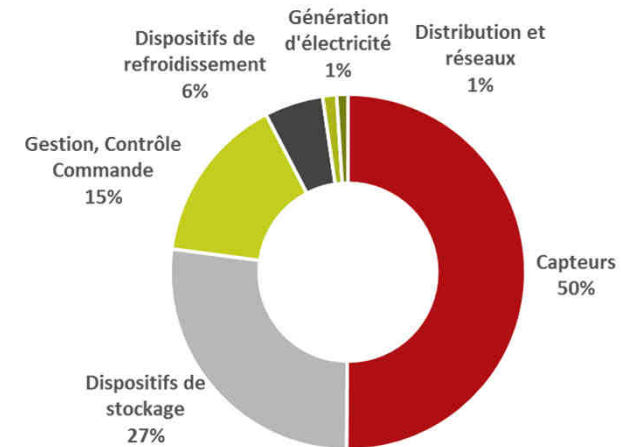
Couverture géographique des brevets faisant l'objet d'un dépôt prioritaire en France



DES OPPORTUNITÉS D'INNOVATION SUR DES MARCHÉS A FORTS ENJEUX



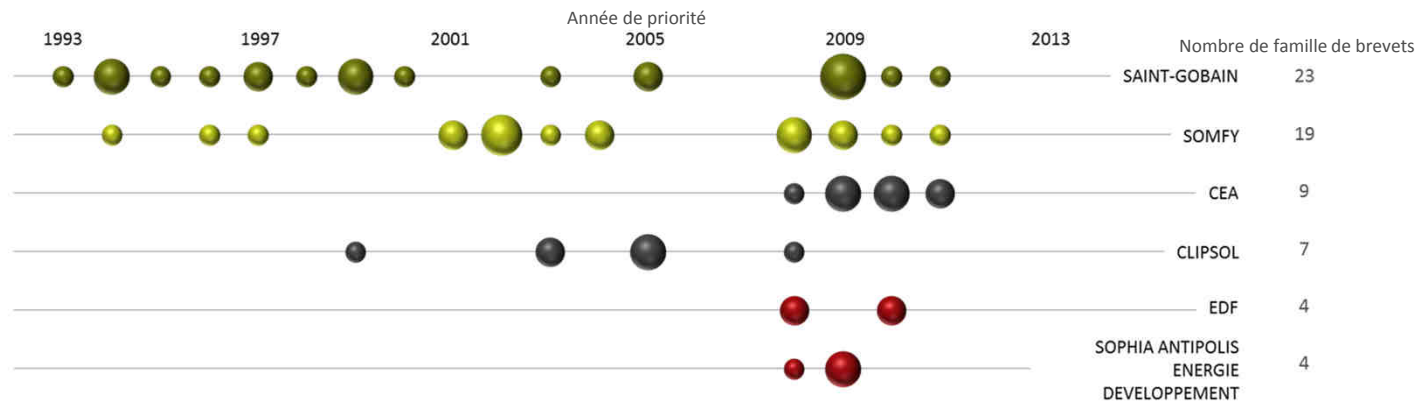
Répartition des brevets par segments technologiques



- ▶ A l'exception du segment concernant les capteurs, où la tendance des dépôts augmente sensiblement depuis 2000, les **dépôts de brevets sont irréguliers** : aucune tendance ne se dégage.
- ▶ A l'image du portefeuille brevets mondial et européen, l'effort d'innovation en **France** est centré sur les **capteurs** et les **dispositifs de stockage**.
- ▶ Comme en Europe, les acteurs de la R&D déposent **peu de brevets dans les domaines à forts potentiels** de développement et de marché (Système de refroidissement et GCC).
- ▶ Depuis **2011**, aucun nouveau dépôt de brevets n'apparaît dans la base.

UN PORTEFEUILLE BREVETS NATIONAL TRÈS FRAGMENTÉ ET DES DÉPOSANTS SPÉCIALISÉS

Cinétique des **principaux déposants** de brevets en **France** de 1993 à aujourd'hui



- ▶ Bien que le nombre de brevets déposés sur chaque segment soit peu important, on constate que les déposants, comme **Saint-Gobain**, **Somfy** et **Clipsol**, concentrent leur effort d'innovation sur des **segments technologiques représentatifs de leur cœur de métier**.
- ▶ Hormis ces six principaux acteurs, **le portefeuille brevets est très fragmenté** : un grand nombre d'acteurs (entreprises et inventeurs) se partagent le reste du portefeuille brevets (75%)
- ▶ Depuis 2008, **le CEA se rend visible avec des dépôts réguliers** : un signe positif pour les acteurs industriels de la filière qui pourrait trouver un support technique important.
- ▶ La société **Sophia Antipolis Energie Développement** a co-déposé 2 brevets avec le **CEA** sur la thématique des capteurs.

UN PORTEFEUILLE BREVETS NATIONAL TRÈS FRAGMENTÉ ET DES DÉPOSANTS SPÉCIALISÉS

Positionnement des principaux déposants de brevets en France sur la chaîne de la valeur

XX% : Pourcentage de brevets du portefeuille traitant de ce segment



- ▶ Les acteurs français se concentrent sur les capteurs et les dispositifs de stockage thermique, **cependant** :
 - ▶ Bien qu'il ne soit pas un acteur du solaire thermique, **Somfy** apparaît dans la base brevets à travers des technologies de GCC développées pour le secteur de la **domotique**.
 - ▶ **Cofely**, acteur majeur des réseaux de chaleur au savoir faire reconnu, n'apparaît pas dans la base constituée.
- ▶ Les principaux déposants français forment **un noyau d'acteurs industriels et académiques spécialisés** dans le domaine de l'énergie : un **terreau favorable** à la **structuration** et à la **consolidation** d'une filière en agrégeant les compétences au niveau national.
 - ▶ Le regroupement de ces principaux acteurs doit permettre le renforcement de leurs offres et le développement de systèmes clé-en-main pouvant être exportés en valorisant le savoir-faire national.
 - ▶ La consolidation du secteur industriel existant autour des principaux acteurs du domaine (Saint-Gobain, CEA, EDF, Groupe GDF (Cofely, Clipsol)) doit permettre la détection d'**opportunités et la diffusion du savoir-faire** sur **l'ensemble de la chaîne de la valeur**



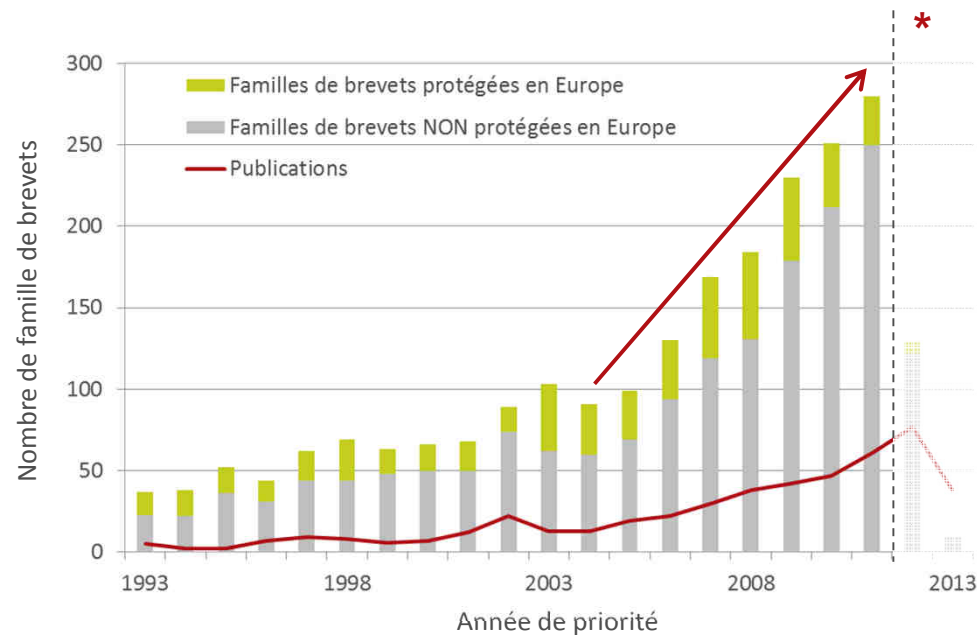
Focus sur les systèmes de refroidissement et de GCC

(Segments sélectionnés avec le support des experts CEA/CNRS et de l'étude de marché réalisée par le cabinet Alcimed)

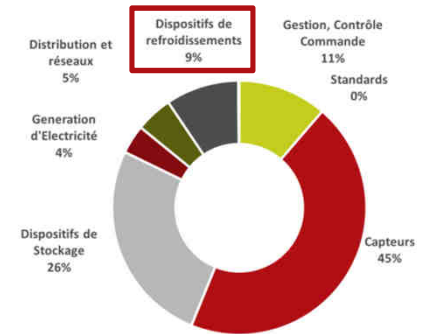
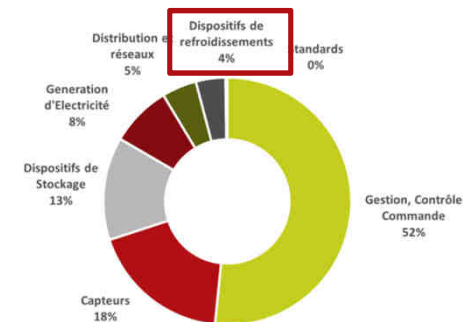
FOCUS SUR LES SEGMENTS D'INTÉRÊT : SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT

2 200 familles de brevet
déposées de 1993 à aujourd'hui

500 publications
publiées de 1993 à aujourd'hui



Répartition des brevets
par segments
technologiques

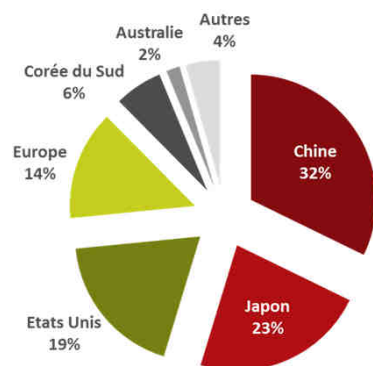


Répartition des
publications par
segments
technologiques

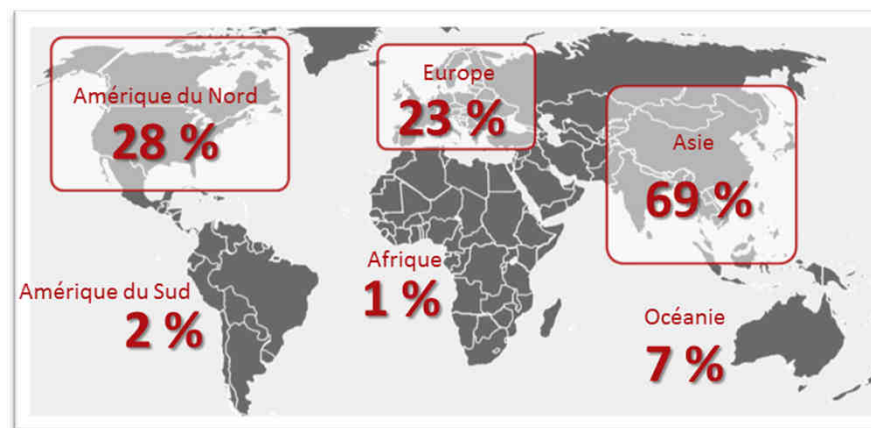
- ▶ **Depuis 2004**, ce segment technologique connaît une très forte croissance : **20 % de CAGR (2004 – 2010)**
- ▶ Bien que la croissance ne soit pas aussi marquée que pour les brevets, le nombre de **publications scientifiques** suit cette même dynamique.
- ▶ En termes de brevets et de publications, les systèmes de refroidissement dédiés aux dispositifs solaire thermique B&M Températures représentent encore une **faible part de la base globale**, moins de 10%, une tendance qui devrait changer dans les prochaines années grâce à un marché en forte croissance et demandeur d'innovation.
- ▶ Contrairement à la tendance mondiale observée, la part et le nombre de brevets protégeant une invention **en Europe diminuent depuis 2008** : une tendance marquée malgré les enjeux marchés importants.

FOCUS SUR LES SEGMENTS D'INTÉRÊT : SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT

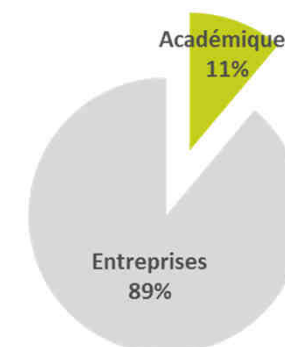
Répartition des brevets par **pays de priorité** déposés de 1993 à 2013



Couverture géographique du portefeuille « Systèmes de refroidissement »

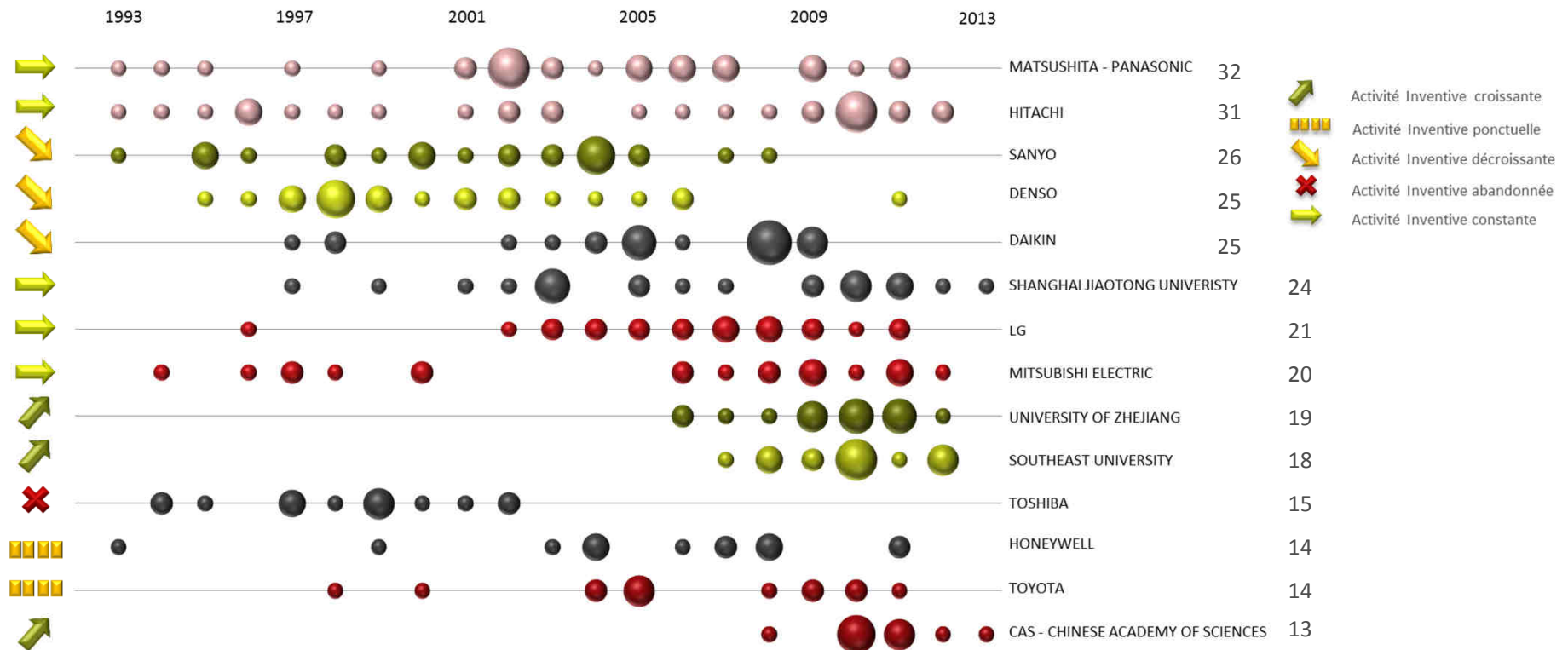


Répartition des brevets par **type de déposants**



- ▶ Les déposants **chinois** et **japonais** sont à l'origine de 55 % des dépôts prioritaires des brevets du segment, ce qui explique en partie le très faible taux d'extension des familles de brevets : **1,4 pays par famille**.
- ▶ **Moins d'une innovation sur quatre est protégée sur le territoire européen** et seulement 14 % des inventions ont fait l'objet d'un dépôt prioritaire en Europe. Des chiffres faibles alors que la tendance inventive décroît depuis 2008.
- ▶ A l'image de la thématique générale, les acteurs **académiques** déposent relativement peu de brevets dans ce domaine, avec seulement **11 % des dépôts**.

FOCUS SUR LES SEGMENTS D'INTÉRÊT : SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT



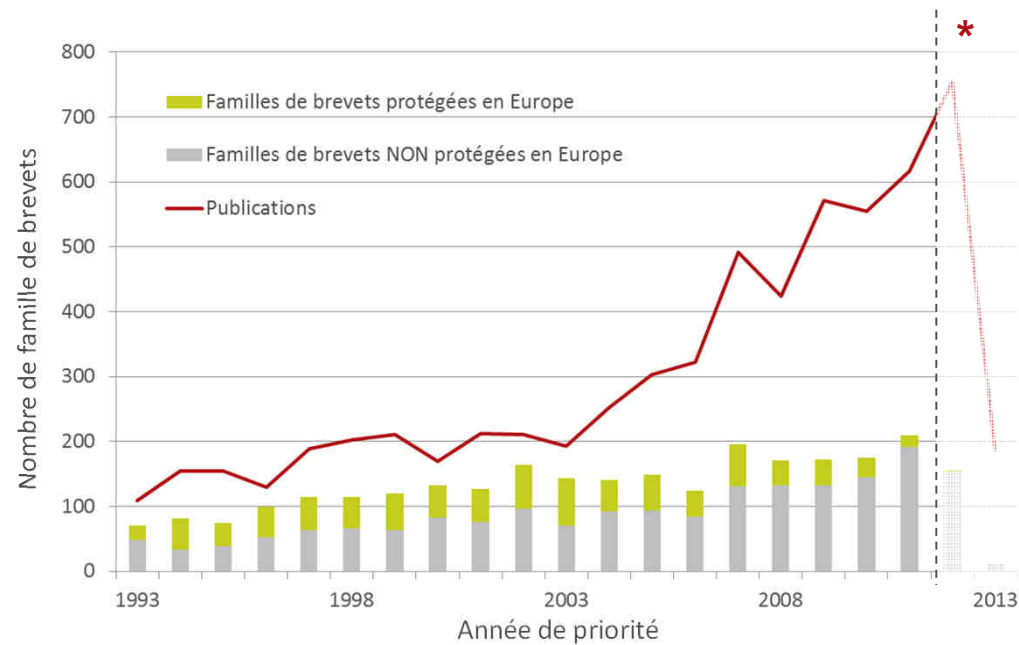
- ▶ Les portefeuilles brevets des déposants sont **peu importants**, la répartition des brevets du segment est **très fragmentée** avec des dynamiques diverses.
- ▶ Parmi les acteurs **industriels**, aucun ne se distingue par un portefeuille dense ou un dynamisme inventif plus important. Les acteurs asiatiques sont les plus dynamiques du segment.
- ▶ Bien que les dépôts d'origine académique soient peu nombreux, les **acteurs académiques chinois** se positionnent sur ce segment technologique en bâtissant leur portefeuille depuis 2005. Le CAS est plus actif depuis 2009 : un acteur à surveiller vu sa forte capacité de R&D.
- ▶ Parmi les principaux déposants protégeant leur inventions en Europe, seulement 2 acteurs européens se distinguent : 2 sociétés allemandes - **Behr** et **Bosch**.
- ▶ Bien que 20 % des dépôts prioritaires soient originaires des Etats-Unis, **les déposants américains sont peu visibles**.

Principaux Déposants protégeant en Europe	Nbre de brevets
LG	8
HONEYWELL	8
BEHR GMBH & CO.	8
DAIKIN	7
BOSCH	7
DENSO	6

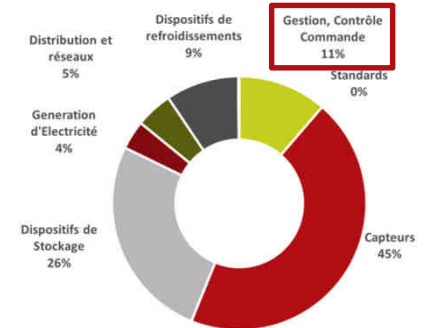
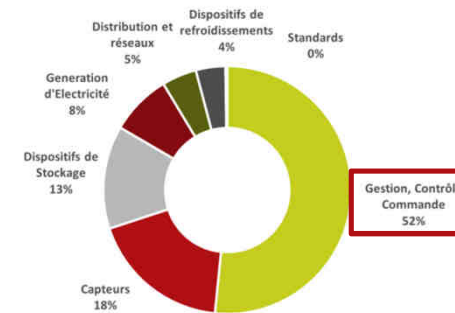
FOCUS SUR LES SEGMENTS D'INTÉRÊT : SYSTÈMES DE GESTION CONTRÔLE COMMANDE

2 700 familles de brevet
déposées de 1993 à aujourd'hui

7 400 publications
publiées de 1993 à aujourd'hui



Répartition des brevets
par segments
technologiques

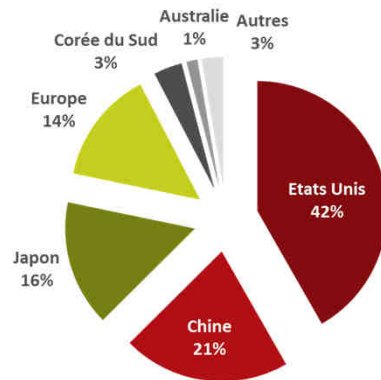


Répartition des
publications par
segments
technologiques

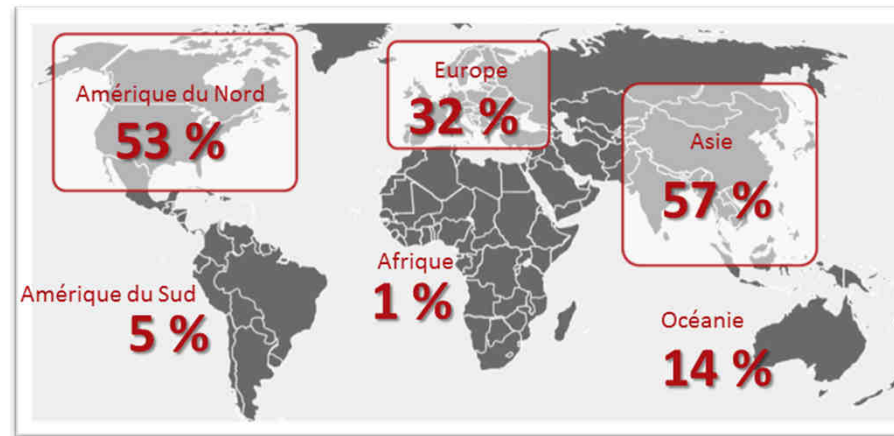
- ▶ Le segment **Gestion Contrôle Commande**, concentrant de nombreuses **technologies transverses** à plusieurs secteurs technologiques, semble peu favorable pour le dépôt de nouveaux brevets : l'activité inventive est particulièrement constante sur les 20 dernières années.
- ▶ Le secteur technologique est **encombré et très maillé** : ce segment technologique se distingue essentiellement par son nombre de **publications scientifiques** qui augmente de façon continue depuis 2003.
- ▶ L'importante place du **software** explique en partie le nombre important d'articles scientifiques par rapport au nombre de brevets.
- ▶ Sur cette thématique technologique, la part et le nombre de **brevets protégeant une invention en Europe est très faible** : une tendance d'autant plus remarquable que l'activité inventive mondiale est peu dynamique malgré les enjeux marchés importants.

FOCUS SUR LES SEGMENTS D'INTÉRÊT : SYSTÈMES DE GESTION CONTRÔLE COMMANDE

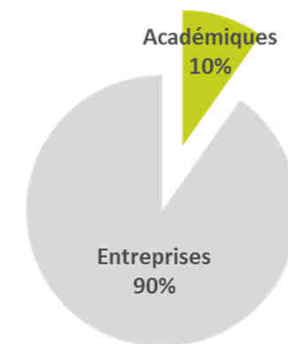
Répartition des brevets par **pays de priorité** déposés de 1993 à 2013



Couverture géographique du portefeuille « Systèmes de refroidissement »

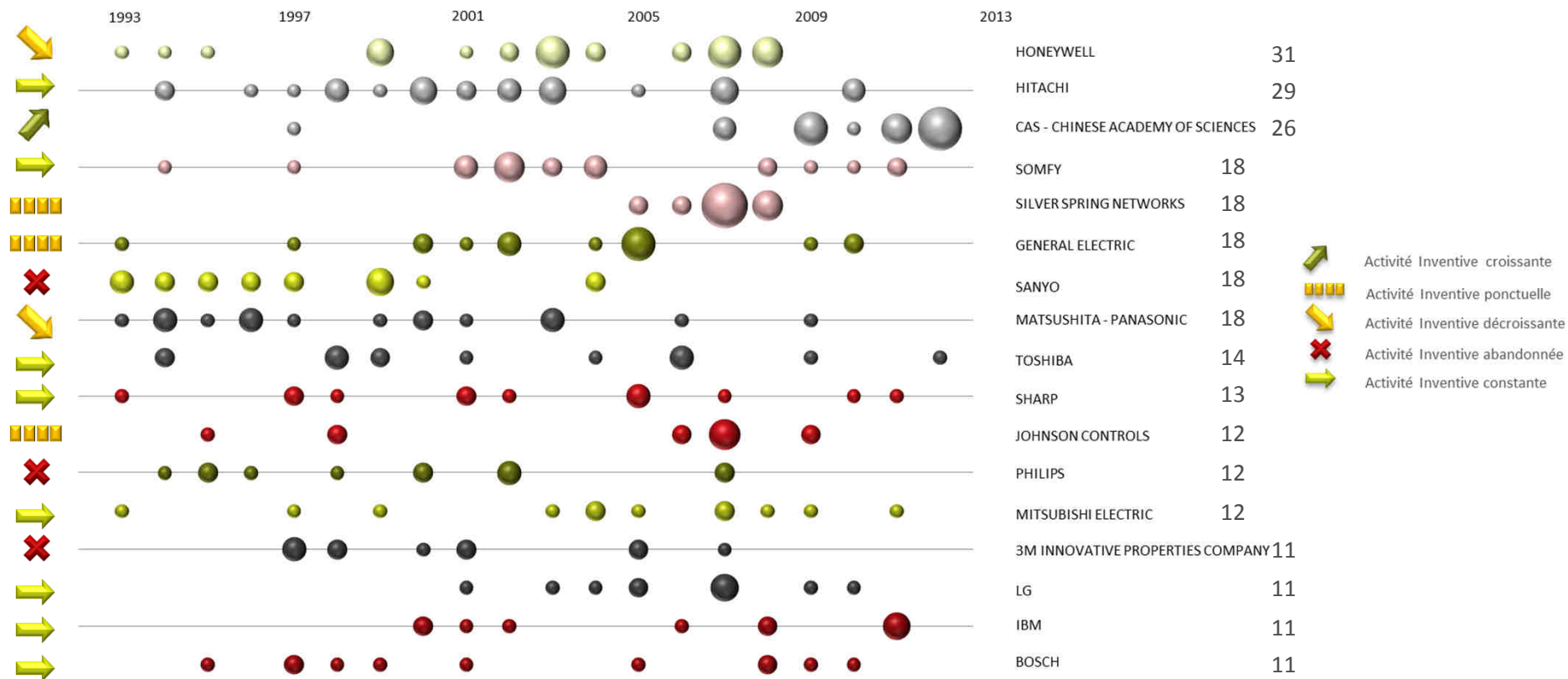


Répartition des brevets par **type de déposants**



- ▶ Les déposants **américains** concentrent **42 %** des dépôts prioritaires des brevets du segment, un pourcentage particulièrement important, alors que la Chine, le Japon et l'Europe se répartissent 41 % de cette même base.
- ▶ Bien que l'activité inventive de ce segment soit faible, les inventions sont en moyenne **mieux protégées** que le reste de la base : **2,6 pays par familles**.
- ▶ Alors que plus d'une innovation sur deux sont protégées en Asie et en Amérique du Nord, le taux d'innovation protégées sur le territoire européen reste toujours aussi faible (en moyenne une innovation sur trois).
- ▶ Seulement 14 % des inventions ont fait l'objet d'un dépôt prioritaire en Europe.
- ▶ A l'image de cette étude, les acteurs **académiques** déposent relativement peu de brevets dans ce domaine, avec seulement **10 % des dépôts**.

FOCUS SUR LES SEGMENTS D'INTÉRÊT : SYSTÈMES DE GESTION CONTRÔLE COMMANDE



- ▶ Le profil des principaux déposants est très divers et ne se limite pas aux acteurs du solaire/énergie.
- ▶ Hormis le CAS, dont le dynamisme est marqué, aucun acteur académique n'est visible parmi les principaux déposants.
- ▶ Les acteurs **industriels** ne se distinguent pas par un portefeuille dense ou un dynamisme inventif plus important. Les acteurs doivent chercher à développer des technologies transverses mais qui ne permettent pas de se démarquer et s'imposer dans le domaine du solaire thermique.
- ▶ Les déposants **américains** et **européens** sont plus visibles que sur d'autres segments technologiques
- ▶ **SOMFY**, premier déposant européen se différencie par des technologies spécifiques aux énergies solaires

Principaux Déposants protégés en Europe	Nbre de brevets
SOMFY	18
HONEYWELL	15
SILVER SPRING NETWORKS	12
BOSCH	11
PHILIPS	10
3M	10



Pistes de réflexion

PISTES DE RÉFLEXION – PROTECTION DE L'INNOVATION

- La forte croissance du nombre de dépôt de brevets dans le domaine du solaire thermique est fortement liée à la contribution des acteurs chinois.

- En Europe,
 - ▶ la croissance des dépôts est plus limitée et le taux d'extension est faible.
 - ▶ Les acteurs européens ne semblent pas considérer la propriété industrielle comme un actif clé sur le marché du solaire thermique B&M Températures.

- Cependant c'est au moment où le marché se tend (regroupement des acteurs : VKR Holding, Ariston Thermo Group, groupe Bosch Thermotechnik, groupe Vaillant...), réduction de la croissance (décroissance de 1,5% à 18% entre 2008 et 2012 du marché du solaire thermique en France, en Allemagne et en Autriche)) que la propriété industrielle prend toute son importance et que les acteurs en place l'utilisent pour conserver voire gagner des parts de marché :
 - ▶ Sur le marché européen, encombré en termes d'acteurs et de technologies, mais où peu d'acteurs asiatiques sont présents pour le moment, les brevets sont des atouts majeurs pour se protéger de leur arrivée en érigeant une forte barrière à l'entrée
 - ▶ En dehors du marché européen, la mise en place d'une stratégie d'extension davantage en phase avec les marchés à conquérir (notamment Maroc et Tunisie) permettrait de favoriser la renommée de la R&D européenne

PISTES DE RÉFLEXION – PROTECTION DE L'INNOVATION AU MAGHREB

- Malgré un marché à fort potentiel, notamment au Maroc, les acteurs du solaire thermique protègent très peu leurs innovations en Afrique et notamment au Maghreb :
 - ▶ Les acteurs protègent les lieux de production (Europe, Chine , US ...) où se situe la concurrence. Ils écartent la protection au Maghreb, peu efficace du fait d'un système brevet très peu développé, peu propice pour faire valoir ses droits.
 - ▶ Au Maghreb, le tissu industriel local est peu développé ; il est constitué essentiellement d'acteurs situés en aval de la filière (ensembliers et installateurs) donc peu enclins à réaliser des développements technologiques brevetables.
- A court et moyen termes, cette stratégie peut présenter deux faiblesses :
 - ▶ En cas de délocalisation au Maghreb de la production, la protection brevet ne permet plus de bloquer la concurrence.
 - ▶ Si le système de brevets se développe, comme au Maroc où le gouvernement a récemment lancé un plan visant à augmenter le nombre de dépôts de brevets, la possibilité de faire valoir ses droits en cas de contrefaçon devrait être améliorée concomitamment (comme cela a été le cas en Chine à partir de 2008).
- Les acteurs français peuvent exploiter ces deux faiblesses :
 - ▶ En profitant de la position de premier partenaire économique du Maroc pour s'implanter localement dans le domaine du solaire thermique et en exploitant librement des technologies protégées par des concurrents sur d'autres territoires
 - ▶ En envisageant la protection marocaine pour les innovations de rupture

PISTES DE RÉFLEXION – UNE FILIÈRE À CRÉER

- A travers le prisme de la propriété industrielle, on observe que le tissu industriel français est peu important
 - ▶ Contrairement à l'Allemagne, l'environnement fiscal et législatif peu incitatif en France n'a pas contribué au développement d'une véritable filière avec des acteurs positionnés sur l'ensemble de la chaîne de valeur et des PME qui exportent.
 - ▶ L'étude comparative des panoramas brevet français et allemand est un bon outil pour communiquer sur la nécessité d'un cadre fiscal favorable pour le développement de la filière solaire thermique.
- En France, il existe néanmoins quelques acteurs qui développent des technologies applicables au solaire thermique :
 - ▶ Saint-Gobain, le CEA, EDF, le Groupe GDF (Cofely, Clipsol).
 - ▶ Ces acteurs sont positionnés en amont et en aval de la chaîne de valeur : capteur/stockage et Gestion – Contrôle – Commande. Ces technologies ne sont pas spécifiques au solaire thermique.
- Ces acteurs doivent constituer un noyau dur autour desquels d'autres acteurs pourront venir s'associer.
- La mise à disposition auprès de ces acteurs du portefeuille de brevets constitué au cours de cette étude doit permettre de définir une feuille de route technologique visant à constituer une véritable filière avec pour objectif le développement de systèmes clé-en-main pouvant être exportés.
- Pour les académiques, le nombre limité d'acteurs vers lesquels transférer les technologies constitue un défi et oriente le transfert vers la création de start-up positionnées au bon niveau de la chaîne de valeur pour développer la filière.

PISTES DE RÉFLEXION – LES FORCES FRANÇAISES

- Le bon positionnement sur les technologies liées à l'intégration réseau et au Gestion – Contrôle – Commande est un atout fort :
 - ▶ Le marché est demandeur de solutions favorisant à la fois l'intégration des capteurs solaires thermiques aux réseaux de chaleur urbain et industriel et de solutions permettant une efficacité constante et durable des systèmes solaires thermiques.
 - ▶ A l'image de ce qui peut être observé dans le domaine de l'énergie électrique et des Smart Grids, l'intégration réseau et le GCC sont des **thématiques encombrées** en termes de brevets où de nombreux acteurs se positionnent grâce à des **technologies transverses**.
 - ▶ La recherche **de technologies spécifiques, et donc plus adaptées, au solaire thermique basses et moyennes températures** permettrait de se démarquer de l'art antérieur tout en offrant des produits plus efficaces.
 - ▶ Par ailleurs, des positions brevets sont à prendre, notamment en diversifiant le type de protection, par exemple par des **brevets logiciels** encore trop peu utilisés, souvent par méconnaissance de ce qu'il est possible de breveter.

- Le CEA, EDF et Somfy sont les acteurs français de référence sur ce segment.

PISTES DE RÉFLEXION – LES AXES D'INNOVATION SUR LESQUELS INVESTIR

- Les acteurs français sont très peu présents sur le segment technologique des dispositifs de refroidissement pour la génération de froid solaire à partir de capteurs ou dispositifs de récupération de thermies basses et moyennes températures.
 - ▶ L'activité inventive mondiale est en hausse sur cette thématique mais l'espace brevet reste peu encombré.
 - ▶ Il paraît opportun d'accentuer l'effort de R&D pour inverser le déséquilibre d'innovations entre l'Europe et l'Asie sur ce segment à fort potentiel économique.
 - ▶ Le renforcement des **partenariats** avec les industriels et académiques **allemands**, leaders sur ce segment (Bosch, Siemens, VKR Holding, Behr GmbH, ILK Dresden, DLR, Fraunhofer...), permettrait aux acteurs français d'accélérer leur accès à ce segment.

ACCOMPAGNEMENT POSSIBLE D'AVENIUM POUR ALLER PLUS LOIN

- Présenter aux acteurs français le panorama brevets constitué au cours de cette étude
- Mettre à disposition des acteurs français un outil permettant d'accéder à ce panorama brevets et à chaque invention séparément
- Prévoir une mise à jour annuelle pour le suivi de l'évolution de cette filière
- Affiner la stratégie de propriété industrielle applicable au Maghreb
- Rechercher des inventions très pertinentes et protégées sur d'autres territoires que ceux ciblés par les acteurs français (Europe et Maghreb notamment), afin de s'en inspirer sans risque d'être contrefacteur

- Faire un focus sur le **froid solaire** :
 - ▶ Identifier les acteurs susceptibles de se positionner
 - ▶ Rechercher des financements disponibles en France et en Europe pour le froid solaire

- Faire un focus sur le segment **Gestion Contrôle –Commande**
 - ▶ Aider les acteurs français à déposer des brevets logiciels
 - ▶ Identifier des espaces libres pour des technologies spécifiques au solaire thermique



Sélections de brevets les plus cités

FOCUS SUR LES BREVETS PROTÉGÉS EN EP LES PLUS CITÉS CES 5 DERNIÈRES ANNÉES

TOUS SEGMENTS CONFONDUS

Brevet	Segment	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC	Nombre de FWC sur les 5 dernières années
<u>US6105317A</u>	Capteurs	Mounting system for installing an array of solar modules of A panel-like configuration on A roof	1997	MATSUSHITA - JP	86	31
<u>US20080253327A1</u>	GCC	Energy efficient wireless sensor network	2004	INVENTEUR - JP	50	15
<u>US6263260B1</u>	GCC	Home and building automation system		HIGH TECHNOLOGY SYSTEMS - CH	89	14
<u>HK1094245A1</u>	Capteurs	A glass vacuum heat pipe type solar heat collection pipe	2005	TSINGHUA SOLAR - CN	14	13
<u>DE102007000697A1</u>	Capteurs	Carrier for solar collector	2007	TEC COMPOSITES - DE	15	12
<u>DE102006042092A1</u>	Capteurs	Mounting unit for solar module	2006	K2 SYSTEMS - DE	15	12
<u>WO2007036687A1</u>	GCC	Communication in dual protocol environments	2005	CAMBRIDGE SILICON RADIO - GB	32	12
<u>US6145311A</u>	Stockage	Pneumo-hydraulic converter for energy storage	1995	UNITECH - CH	56	12
<u>EP1930587A2</u>	Stockage	Supercritical CO2 turbine for use in solar power plants	2006	UNITED TECHNOLOGIES - US	13	11
<u>DE10159860A1</u>	Capteurs	Heat exchange surface with galvanized microstructures with protrusions	2001	SDK TECHNIK - DE	14	11
<u>US5983593A</u>	Capteurs	Insulating glass units containing intermediate plastic film and method of manufacture	1996	DOW CORNING - US	33	10
<u>US6220339B1</u>	GCC	Energy system for buildings	1995	INVENTEUR - DE	26	10
<u>EP653596A2</u>	Capteurs et Stockage	Method for filling and draining of a solar collector and corresponding hydraulic system for carrying out the method	1993	SANDLER ENERGIETECHNIK - DE	16	10

FOCUS SUR LES BREVETS PROTÉGÉS EN EP LES PLUS CITÉS CES 5 DERNIÈRES ANNÉES

SEGMENT CAPTEURS À GLYCOL ET EAU GLYCOLÉE

Brevet	Thématique	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC	Nombre de FWC sur les 5 dernières années
US6105317A	Assemblage	Mounting system for installing an array of solar modules of A panel-like configuration on A roof	1997	MATSUSHITA - JP	86	31
DE102007000697A1	Assemblage	Carrier for solar collector	2007	TEC COMPOSITES - DE	15	12
DE102006042092A1	Assemblage	Mounting unit for solar module	2006	K2 SYSTEMS - DE	15	12
DE10159860A1	Transfert thermique	Heat exchange surface with galvanized microstructures with protrusions	2001	SDK TECHNIK - DE	14	11
US5983593A	Verre	Insulating glass units containing intermediate plastic film and method of manufacture	1996	DOW CORNING - US	33	10
EP653596A2	Système de préparation & stockage	Method for filling and draining of A solar collector and corresponding hydraulic system for carrying out the method	1993	SANDLER ENERGIETECHNIK - DE	16	10
WO2004111550A1	Assemblage	Solar collector		VKR HOLDING - DK	20	8
DE102005024516A1	Système de préparation & stockage	Central heating system hot water storage tank has upwards vertical incoming feed pipe made in interlocking sections with flush-fit faces	2002	SOLVIS - DE	11	8
DE102007058926A1	Verre	Solar glass in solar module housings	2007	SCHOTT - DE	12	7
WO2005068918A1	Collecteur	Solar heat collector panel	2003	DYNAX - JP	11	7
DE10028093A1	Nettoyage du collecteur	Solar collector with surface cleaning system has water supply with spray impinging on collector surface or onto cover on its surface made of light transparent material	2000	INVENTEUR - DE	19	7
EP718250A2	Verre	Glass substrates coated with A stack of thin layers having reflective properties for solar radiation	1994	SAINT GOBAIN - FR	168	7

FOCUS SUR LES BREVETS LES PLUS CITÉS PAR SEGMENTS TECHNOLOGIQUES

■ Systèmes de refroidissement :

Brevet	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC
US5394324	Auction-based control system for energy resource management in a building	1993	US - XEROX	285
US6453687	Refrigeration monitor unit	2000	US - ROBERTSHAW CONTROLS	249
US5395042	Apparatus and method for automatic climate control	1995	US - SMART SYSTEMS INTERNAT.	130
US6385510	HVAC remote monitoring system	1997	US - Inventeurs	94
US5553661	Solar position correction for climate control system	1995	US - DELCO ELECTRONICS	83
US7567844	Building management system	2006	US - HONEYWELL	63

■ Systèmes de stockage :

Brevet	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC
US5504306A	Microprocessor controlled tankless water heater system	1994	US - CHRONOMITE LAB	84
US6026349A	Energy storage and distribution system	1997	US - Inventeurs	72
US20060055175	Hybrid thermodynamic cycle and hybrid energy system	2004	US - Inventeurs	59
US20090093916	Utility managed virtual power plant utilizing aggregated thermal energy storage	2003	US - ICE ENERGY	56
US20100205960	Systems and methods for combined thermal and compressed gas energy conversion systems	2009	US - SUSTAINX	54
US20050126170	Solar power system and method for power generation	2003	US - BOEING	49
US20080211230	Hybrid power generation and energy storage system	2005	US - REXORCE THERMIONICS	45
DE19608405	Solar heating system with a hot water storage vessel with frost protection	1995	DE - Inventeurs	24

FOCUS SUR LES BREVETS LES PLUS CITÉS PAR SEGMENTS TECHNOLOGIQUES

■ GCC

Brevet	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC
US5880677	Electrical power consumption monitoring and control method	1996	US - POWERWEB	190
US20040078153	System and method for monitoring and controlling energy usage	2000	US - INVENTEURS	180
US6798341	Network based multiple sensor and control device with temperature sensing and control	1998	US - LEVITON MANUFACTURING	171
WO1998010922	Glass article having a solar control coating	1996	US - INVENTEURS	68
US20120123596	Topologies, systems and methods for control of solar energy supply systems	2006	US - INVENTEURS	54
US20070045429	Time of day zoning climate control system and method	2005	US - RANCO	38
US6134511	Method and apparatus for improving building energy simulations	1998	US - INVENTEURS	38

■ Distribution – Smart Grid

Brevet	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC
US6088659	Automated meter reading system	1997	US - ABB	304
US20040078153	System and method for monitoring and controlling energy usage	2000	US - NXEGEN	180
US7343226	System and method of controlling an HVAC system	2002	US - ROBERTSHAW CONTROLS	158
US5528507	System for utility demand monitoring and control using a distribution network	1996	US - FIRST PACIFIC NETWORKS	140
US6311105	Multi-utility energy control system	1998	US - POWERWEB	139
US20030050737	Energy-smart home system	2001	US - STRATEGIC DESIGN FEDERATION	139
US20080177678	Method of communicating between a utility and its customer locations	2007	US - SOUTHERN CALIFORNIA EDISON	124

FOCUS SUR LES BREVETS LES PLUS CITÉS PAR SEGMENTS TECHNOLOGIQUES

■ Capteurs :

Brevet	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC
US6105317	Mounting system for installing an array of solar modules of a panel-like configuration on a roof	1997	JP - MATSUSHITA	86
US5891556	Transparent substrate with antireflection coating	1995	FR - SAINT GOBAIN	76
WO2000021748	Thermochromic devices	1998	US - PLEOTINT	68
US6691701	Modular solar radiation collection and distribution system	2001	US - INVENTEURS	37
WO2009139786	Solar energy collector system	1996	AU – SOLAR SUSPENSION SYSTEMS	34
US5798517	Sun tracker system for a solar assembly	1994	US – INVENTEURS	29
CA2279423	Flat plate solar collector	1996	US - ENERGY LAB	29
US6142216	Indirect water heater	1994	US - WHITE BRADFORD	28
AU200015371	Assembly for solar panels	1998	AU - SOLAR ENERGY SYSTEMS	28
US20020066473	Solar collector washing system	2000	US - INVENTEURS	26
DE19533475	Energy installation for building uses solar absorbers	1995	DE - INVENTEUR	26
CA2286440	Transparent substrate stacked with thin layers	1998	FR - SAINT GOBAIN	25
AU2003223103	Energy efficient adsorption system	2002	IN - INDIAN INST. TECHN. BOMBAY	24
CA2534753	Evacuable flat panel solar collector	2004	EP – CERN (CH)	22
US8132409	Solar collection and conversion system and methods and apparatus for control thereof	2007	US - SOLAR TURBINE GROUP	22
IL156806	Absorber pipe for solar heating applications	2002	DE – SCHOTT SOLAR	21
US5660165	Back-up heater	1994	US - WHITE BRADFORD	21
DE19821137	Solar energy tube collector	1998	DE - SCHOTT SOLAR	21

FOCUS SUR LES BREVETS LES PLUS CITÉS PAR SEGMENTS TECHNOLOGIQUES

■ Systèmes de génération d'électricité :

Brevet	Titre	EPY	Déposant & Pays de priorité	Nombre total de FWC
US7124584B1	System and method for heat recovery	2005	US – GENERAL ELECTRIC	67
US5444972	Solar-gas combined cycle electrical generating system	1994	US - ROCKWELL	64
US20030213246	Process and device for controlling the thermal and electrical output of integrated micro combined heat and power generation systems	2002	US - INERGIA	44
US20080046387	System and method for policy based control of local electrical energy generation and use	2006	US - INVENTEURS	43
US20060010872	Working fluids for thermal energy conversion of waste heat from fuel cells using rankine cycle systems	2004	US - HONEYWELL	37
US6360535	System and method for recovering energy	2000	US - INGERSOLL	33
US20090000290	Energy recovery system	2007	US - CATERPILLAR	31
US20100071368	Multi-level organic rankine cycle power system	2007	US - ORMAT TECHNOLOGIES	31

Grégoire MICHEL, Cyril MAVRE, Guillaume FERRE

Tel. 04 38 78 19 58

gregoire.michel@avenium-consulting

cyril.mavre@avenium-consulting

guillaume.ferre@avenium-consulting

Patents in Motion



www.avenium-consulting.com

Avenium Consulting - 3 Parvis Louis Néel, 38054 Grenoble

Partie A : Etude solaire thermique

A.3 Etude marketing

Réalisation : Alcimed



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADEREE	Agence Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
ANCRE	Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Energie
ANME	Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie
APRUE	Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
CES	Chauffe-Eau Solaire
CVT	Consortium de valorisation technologique
ENR	Energies renouvelables
PV	Photovoltaïque
ROI	Retour sur investissements
SSC	Système Solaire Combiné
ST	Solaire thermique



Contexte, objectifs et méthodologie	5
Analyse transversale du solaire thermique	14
Synthèse et recommandations	49
Annexes	59



Contexte, objectifs et méthodologie



Analyse transversale du solaire thermique



Synthèse et recommandations



Annexes – Détail par pays



Contexte, objectifs et méthodologie



Analyse transversale du solaire thermique



Synthèse et recommandations



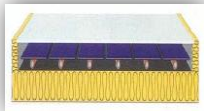
Annexes – Détail par pays

Le solaire thermique comprend des technologies permettant de produire de l'eau chaude sanitaire, du chauffage, du froid et de la vapeur, pour des usages résidentiels ou industriels.

Principales technologies



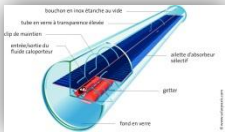
Capteurs non vitrés
(unglazed collectors)



Capteurs plans vitrés
(glazed flat plate collectors)



Tubes à vide
(evacuated tube collectors)



Capteurs à air

Principales applications

Eau chaude
sanitaire

Chauffage

Froid

Vapeur

Principaux usages

CES (Chauffe-
eau solaire)

SSC (Systèmes
solaires
combinés)

Réseaux de
chaleur

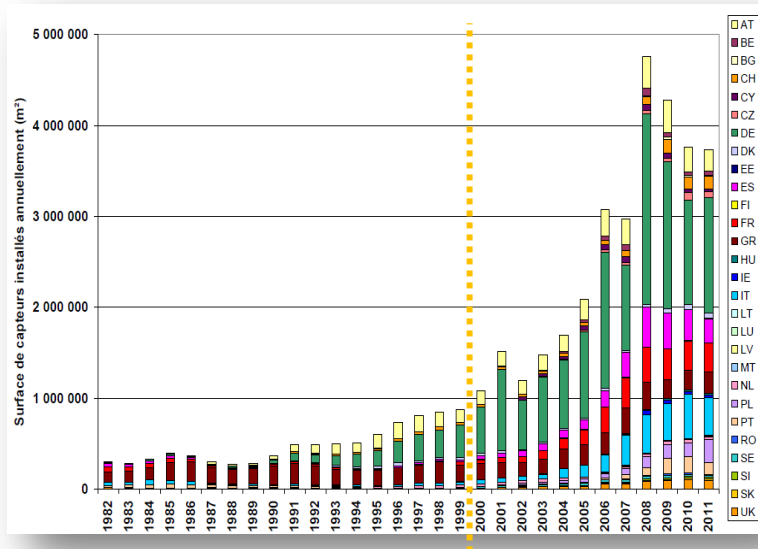
Froid solaire

Chaleur
industrielle

Aujourd'hui, le solaire thermique trouve la plupart de ses débouchés dans le résidentiel collectif et individuel, tandis que les applications industrielles reposent essentiellement sur le solaire thermique concentré.

Cette énergie a connu un fort développement en Europe depuis le début des années 2000, grâce à ses atouts écologiques et économiques.

Surface annuelle de capteurs installés UE et Suisse, 1992 - 2011



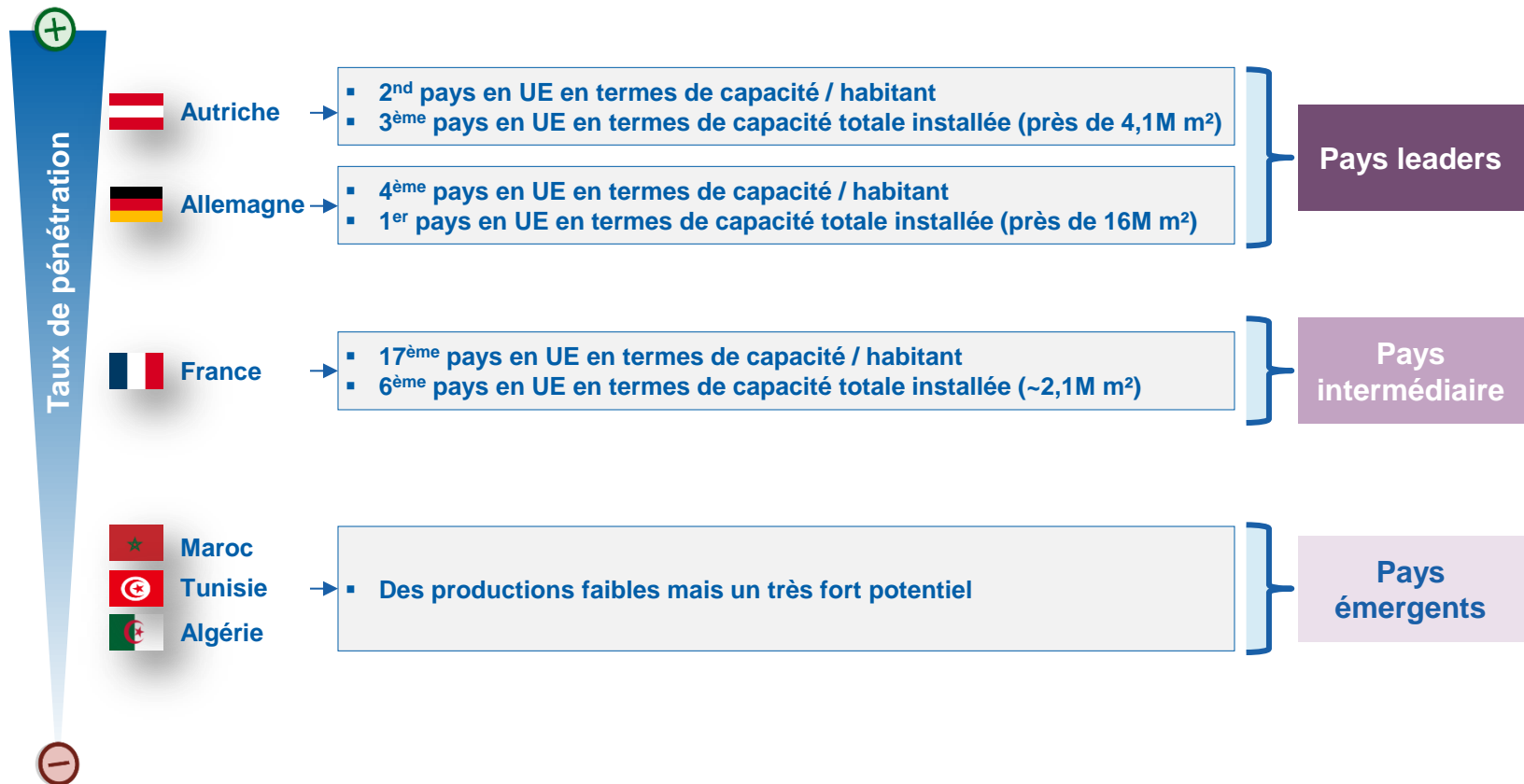
Atouts écologiques

- Il permet une **réduction de l'utilisation d'énergies fossiles**
- Il permet des **rendements énergétiques** importants
- Son **ACV très avantageux** permet de **réduire les impacts environnementaux** des bâtiments

Atouts économiques

- Possible utilisation presque partout**, grâce aux développements R&D qui en ont fait une technologie à large potentiel de diffusion (même dans des zones de faible ensoleillement)
- Prix stables** car non indexés sur les énergies fossiles ou les autres matières premières (notamment agro-ressources de 1^{ère} génération pour la cogénération)

- Aujourd'hui, trois groupes se distinguent en termes de taux de pénétration du solaire thermique : les pays leaders, les pays intermédiaires et les pays émergents.



➤ Dans ce contexte, le CVT de l'ANCRE fédère les acteurs publics de la recherche en énergie et se mobilise pour le développement du solaire thermique.



- Le CVT de l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (ANCRE) a un **double objectif** :
 - **Valorisation des technologies** développées par ses membres. A ce titre, il se doit d'être **attentif aux besoins et évolutions du marché**.
 - **Conseil et sensibilisation des acteurs publics** sur les énergies.
- Dans ce cadre, l'ANCRE a constitué 8 Huit Groupes Programmatiques thématiques, **dont un traitant spécifiquement de la thématique des énergies solaires (GP4)**.
- Le **GP4 a pour objectif d'identifier les verrous scientifiques ou technologiques et les axes de R&D qui permettront de les lever sur le thème du solaire (photovoltaïque, thermique basse température et thermique concentré) et de promouvoir les usages du solaire**.
- Les problématiques du solaire ont d'ailleurs été au cœur des échanges de la 5^{ème} assemblée générale de l'Alliance ANCRE de juillet 2012, et **font aujourd'hui l'objet d'une étude stratégique** dont les objectifs sont de comprendre les conditions d'acceptation des technologiques et les freins éventuels, recenser les forces européennes et mondiales investies dans la R&D et évaluer les opportunités économiques et nationales portées par celles-ci.



- Le **CEA (membre fondateur du CVT ANCRE et expert des problématiques du solaire thermique) est aujourd'hui chargé de piloter les travaux d'études stratégiques sur le sujet**.

Membres fondateurs : CEA, CNRS, CPU, IFPEN

Membres associés : ANDRA, BRGM, CDEFI, CEMAGREF, CIRAD, CSTB, IFREMER, INERIS, INRA, IFSTTAR, INRIA, IRD, IRSN, LNE, ONERA



L'objectif est d'apporter au Groupe Programmatique 4 (Energies solaires) de l'ANCRE une vision claire sur les opportunités de développement du solaire thermique en comprenant les moteurs et freins du marché sur la base d'une analyse comparative avec deux groupes de pays : les pays leaders et les pays émergents.



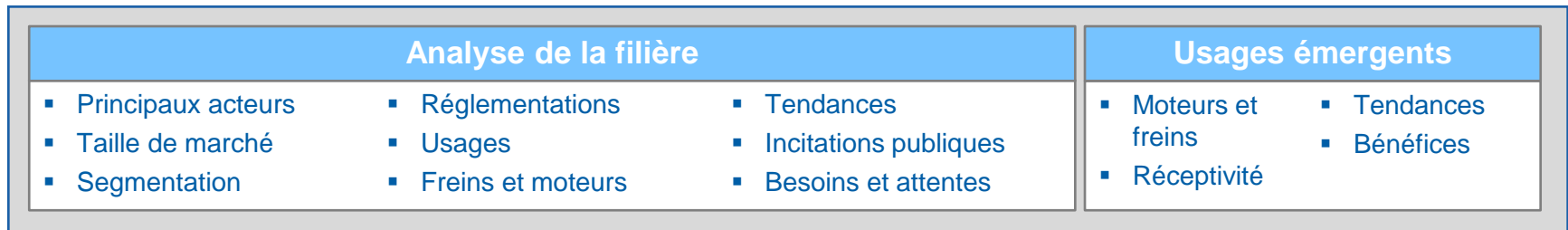
L'objectif d'ALCIMED est d'accompagner le GP4 dans cette tâche en :

- Analysant les moteurs et freins du marché sur ces zones géographiques
- Analysant spécifiquement les applications émergentes
- Proposant des recommandations sur les axes de développement technologiques et marketing prioritaires, ainsi que le positionnement stratégique dans le cadre du Groupe Programmatique 4

Scope :



L'analyse des filières nationales et des usages émergents permettront d'identifier des bonnes pratiques et des opportunités de développement pour alimenter les réflexions du GP4.



Impact pour le GP4 de l'ANCRE

- Axes de développement technologiques et marketing prioritaires
- Positionnement stratégique



➤ L'étude repose sur la réalisation de 38 entretiens complétés par une analyse bibliographique et l'expertise des adhérents du CVT ANCRE.

Durée de la mission : 34 jours de consultant

Analyse bibliographique



- Sites internet et communications d'associations professionnelles (Enerplan, BSW Solar, etc.) et d'industriels
- Autres publications, dont :
 - Analyse de la compétitivité et du développement de la filière solaire thermique en France, ADEME, 2013
 - Market, Policy and Industry trends in Germany, BSW Solar
 - Solar thermal markets in Europe, Trends and Market Statistics 2012, 2013
 - Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012
 - La promotion du solaire thermique et de l'efficacité énergétique, ANME, 2012

Entretiens



- 38 entretiens téléphoniques auprès de :
 - 21 industriels de la filière solaire thermique
 - 3 agences nationales de l'énergie
 - 6 industriels utilisateurs (agroalimentaire et cosmétique)
 - 4 exploitants de réseaux de chaleur
 - 2 sociétés de froid solaire
 - 2 associations nationales de l'énergie solaire

Expertise CVT ANCRE

- INES
- Laboratoire PROMES

Déroulement de l'étude



- La mission s'est déroulée en 3 étapes principales, d'analyse de la filière par pays, d'étude des usages émergents et de recommandations.





Contexte, objectifs et méthodologie



Analyse transversale du solaire thermique



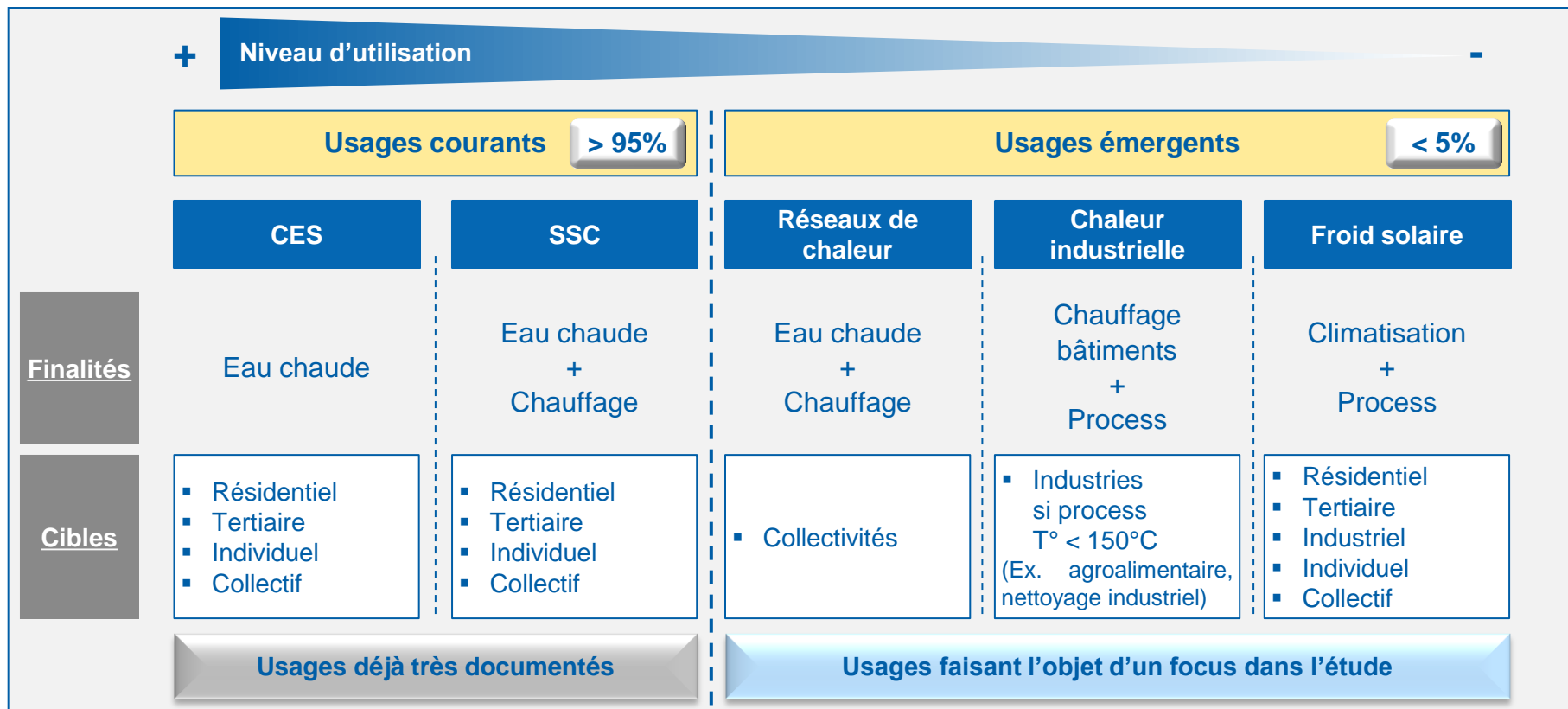
Synthèse et recommandations



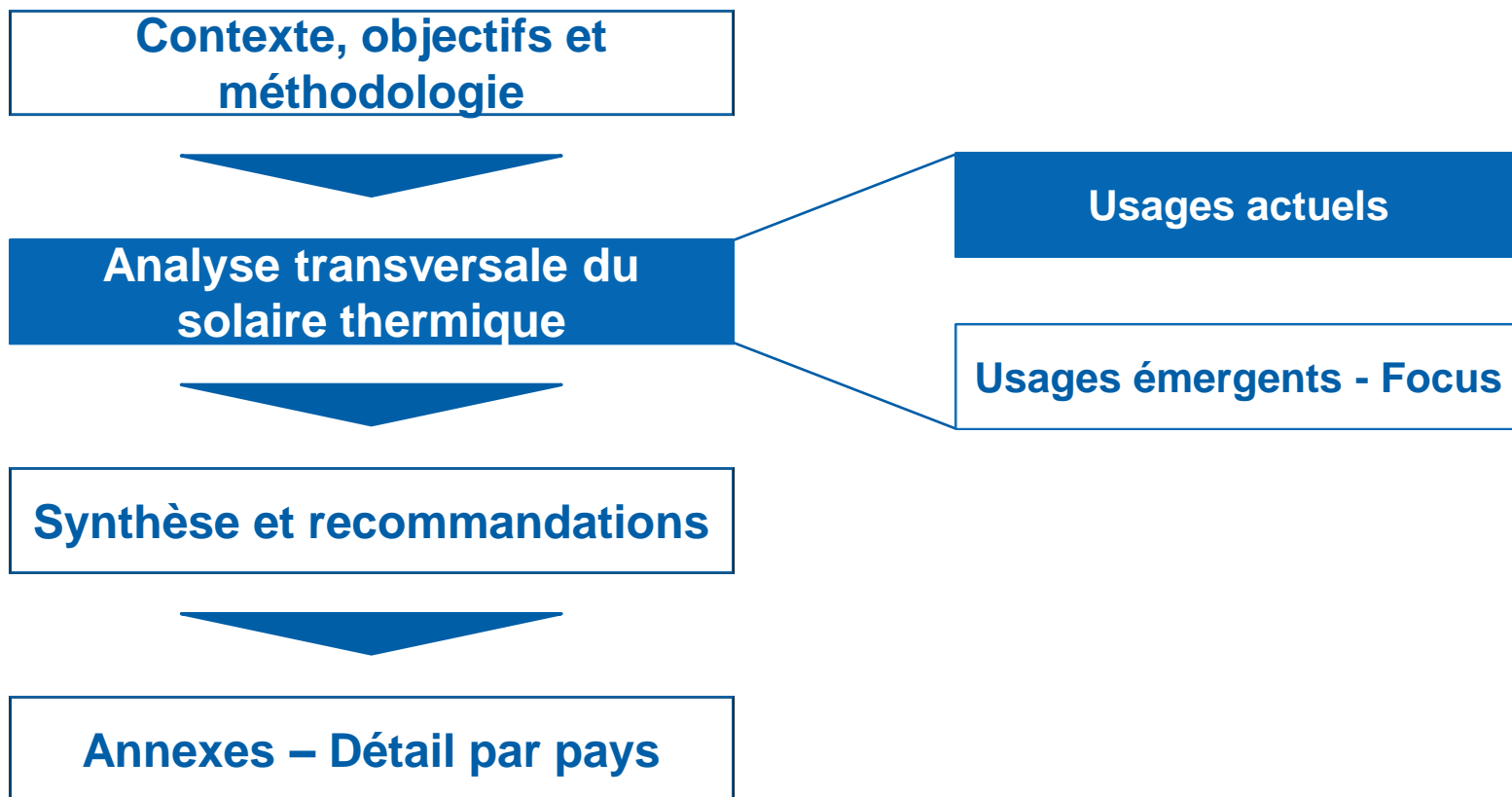
Annexes – Détail par pays



➤ Les usages actuels du solaire thermique se répartissent entre usages courants et usages émergents.



Source : Entretiens Alcimed

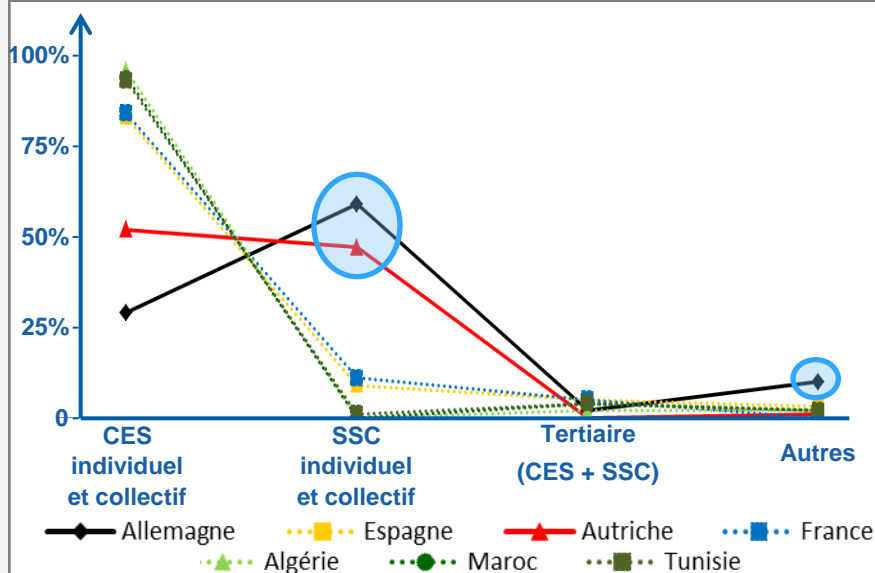




- La répartition des applications du solaire thermique varie fortement selon les pays, leurs climats et leur degré de maturité, le froid solaire et les applications industrielles restant marginales.

Un potentiel différemment exploité selon les pays

Répartition des usages du solaire thermique par pays



Des usages différents entre les pays leaders et les autres

- L'Allemagne et l'Autriche privilégient l'installation de SSC en raison de besoins plus importants en chauffage et d'une meilleure connaissance des systèmes.
- La France et l'Espagne installent majoritairement des CES individuels et collectifs.
- Les pays du Maghreb utilisent uniquement des CES en raison de besoins très faibles en chauffage.
- Les installations sont très peu développées dans le tertiaire dans l'ensemble des pays.
- Les autres applications (industries, réseaux de chaleur et froid solaire) restent marginales sauf en Allemagne où les réseaux de chaleur constituent 9% des nouvelles installations en 2012.

Sources : Solar thermal markets in Europe, Trends and Market Statistics 2012, 2013 ; Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012 ; La promotion du solaire thermique et de l'efficacité énergétique, ANME, 2012



La plupart des marchés étudiés marque le pas depuis 2008, pour différentes raisons, alors que le marché marocain possède une forte dynamique depuis 10 ans.

Niveau de maturité

	<u>Nouvelles installations</u> (m ² x1000)	<u>2003-2008</u> (évolution annuelle)	<u>2008-2012</u> (évolution annuelle)	<u>Commentaires</u>
Autriche 	200	+ 13%	- 17%	<ul style="list-style-type: none"> Marchés matures qui s'approchent d'un niveau de marché de base Difficulté à recruter de nouveaux clients
Allemagne 	1 150	+ 23%	- 14%	
France 	250	+ 55%	- 5%	<ul style="list-style-type: none"> Effort public avant 2006 qui s'est reporté sur d'autres ENR à partir de 2007 Structuration insuffisante du tissu industriel Marché maintenu grâce au collectif
Maroc 	50	+ 17%	+ 4%	<ul style="list-style-type: none"> Rôle important de l'Etat Marché très dynamique, tiré par les installations résidentielles et tertiaires, en particulier les hôtels
Tunisie 	45	+ 63%	- 13%	<ul style="list-style-type: none"> Forte implication politique mais impact de la situation politique depuis 2011
Algérie 	3	+ 2%	+ 2%	<ul style="list-style-type: none"> Photovoltaïque fortement privilégié par rapport au thermique

Sources : Solar thermal markets in Europe, Trends and Market Statistics 2012, 2013 ; Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012 ; La promotion du solaire thermique et de l'efficacité énergétique, ANME, 2012

- Les incitations publiques et réglementaires ont été et sont encore l'un des moteurs du secteur en Allemagne et en Autriche.



Subvention à l'installation

Objectif

Favoriser l'installation du solaire thermique et atteindre les objectifs d'ENR du pays

- Incitation de 90€/m² de panneaux ST installés soit 10-15% du montant total
- Montant variable selon les années : en baisse par rapport à 2011 où il était à 120€/m²



Incitation claire et efficace depuis plus de 10 ans



Obligation réglementaire

Objectif

Généraliser les ENR pour le chauffage et l'eau chaude pour les bâtiments neufs et la rénovation

- Obligation d'installer des ENR pour les besoins en eau et en chauffage pour tous les nouveaux bâtiments ou une rénovation



Favorise le solaire thermique déjà bien implanté en Autriche

Subvention à l'installation

Objectif

Financer des travaux d'économies d'énergie et l'installation d'ENR

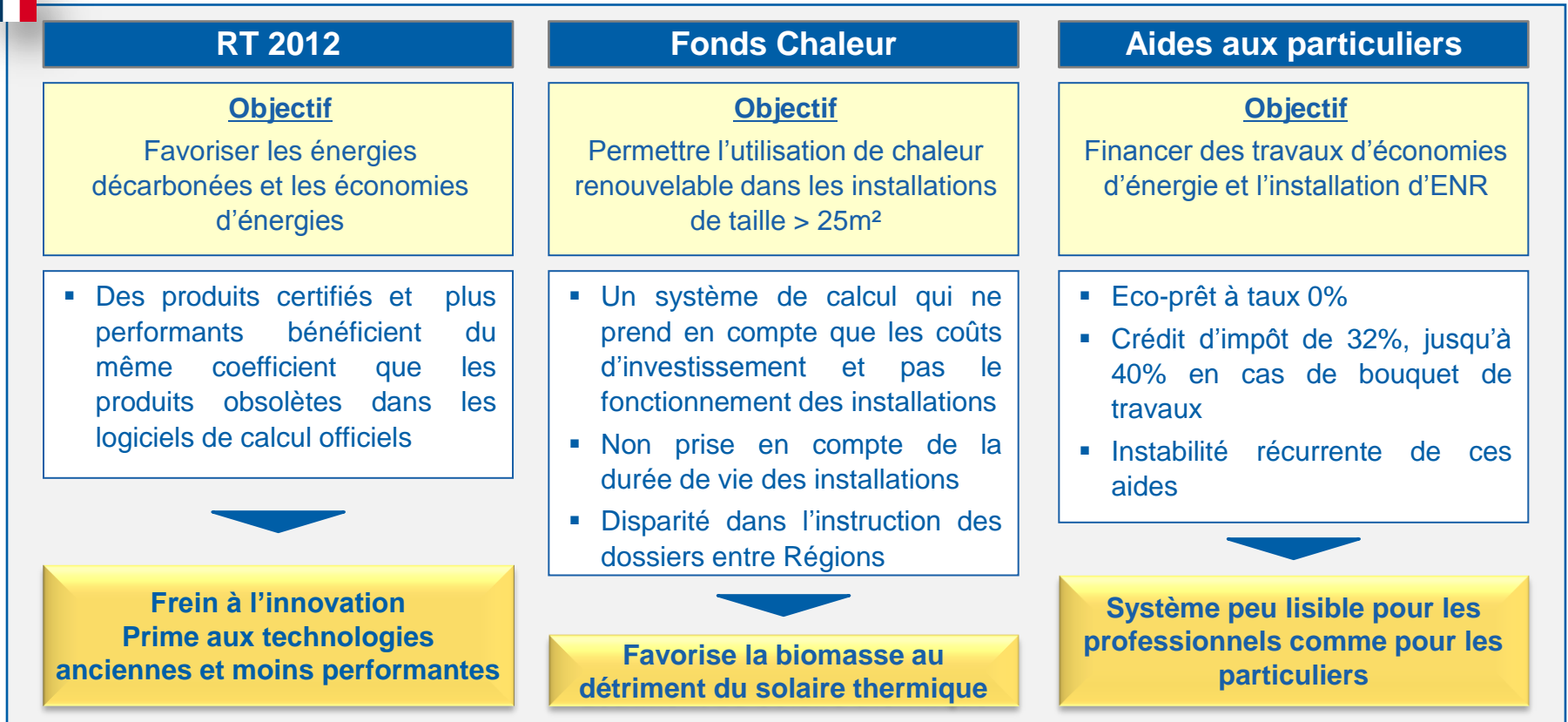
- Subvention minimale de 20-30% de l'installation par l'Etat et les Régions
- Une incitation particulière de 200€/m² (soit 30% du total) pour le résidentiel



**Incitation claire et efficace
Maintien l'investissement sur le solaire thermique**



- Le système d'aide français est particulièrement complexe et ne remplit pas ses objectifs initiaux.



Sources : Enerplan ; ADEME ; Entretiens Alcimed



➤ La volonté publique a été le levier majeur de croissance du marché tunisien depuis le début des années 2000.



Programme Prosol puis Prosol 2



Certification des CES

Objectif

Disposer d'installations de bonne qualité

- 250 CES certifiés CSTbat (agrément français) ou Solar Keymark (agrément européen)
- Seuls les CES certifiés peuvent être installés et bénéficier des aides du programme Prosol

Augmentation de la qualité des installations



Labellisation des installateurs

Objectif

Obtenir des installations durables

- Installateurs formés par l'Etat et/ou par les industriels locaux
- 400 installateurs disposent du label Qualisol

Meilleure durabilité des installations



Aide à l'installation

Objectif

Réduire au maximum le coût d'une installation

- Subvention de 70% du coût de l'étude de faisabilité pour les grands projets
- Prime de 20% de l'investissement initial
- Subvention de la maintenance
- Prêt bonifié

Coût fortement réduit pour les utilisateurs

Comme la Tunisie, le Maroc a mis en place des programmes de soutien au solaire thermique depuis 10 ans.

Programme Promasol puis Promasol 2



Certification des CES

Objectif

Disposer d'installations de bonne qualité

- 9 CES certifiés CEDER
- Seuls les CES certifiés peuvent être installés et bénéficier des aides

Augmentation de la qualité des installations



Labellisation des installateurs

Objectif

Obtenir des installations durables

- Installateurs formés par l'Etat et/ou par les industriels locaux
- > 100 installateurs agréés

Meilleure durabilité des installations



Actions directes

Objectif

Réduire au maximum le coût d'une installation

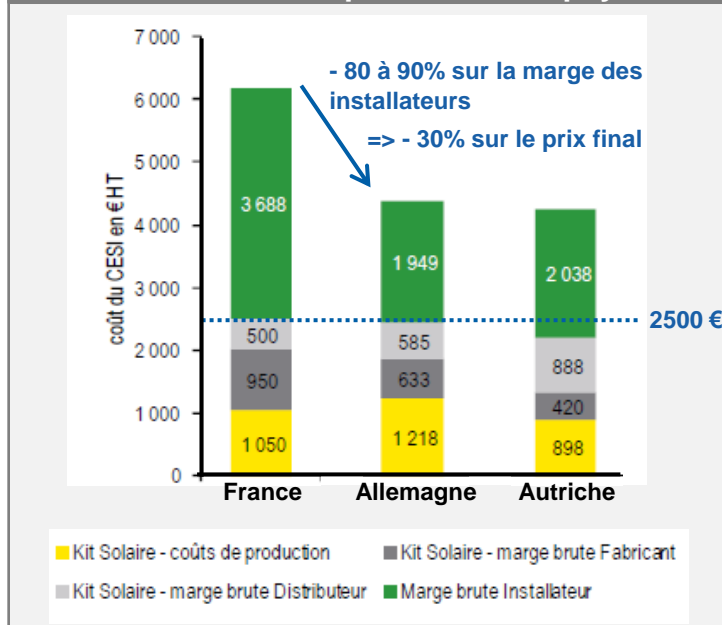
- Baisse de la TVA de 20 à 14%
- Droits de douanes réduit à 2,5%
- Subvention de 30 à 40%
- Prêt bonifié
- Communication
- Equipement de bâtiments publics

**Coût fortement réduit
Diffusion de la technologie**

Le coût des installations solaires thermiques est 30% plus élevé en France que dans les pays leaders, uniquement en raison d'une marge des installateurs de 80 à 90% supérieure.

Un prix de base similaire mais une forte disparité dans le coût de l'installation

Décomposition du prix des installations solaires thermiques selon les pays



Facteurs d'impact sur le prix des installations

Degré d'importance



Compétences des installateurs

- Maîtrise des technologies = gain de temps et de qualité

Taille du marché

- Diminution de prix avec des volumes de vente élevés

Volonté publique

- Soutien aux industriels
- Aide à l'achat

Structuration du tissu local

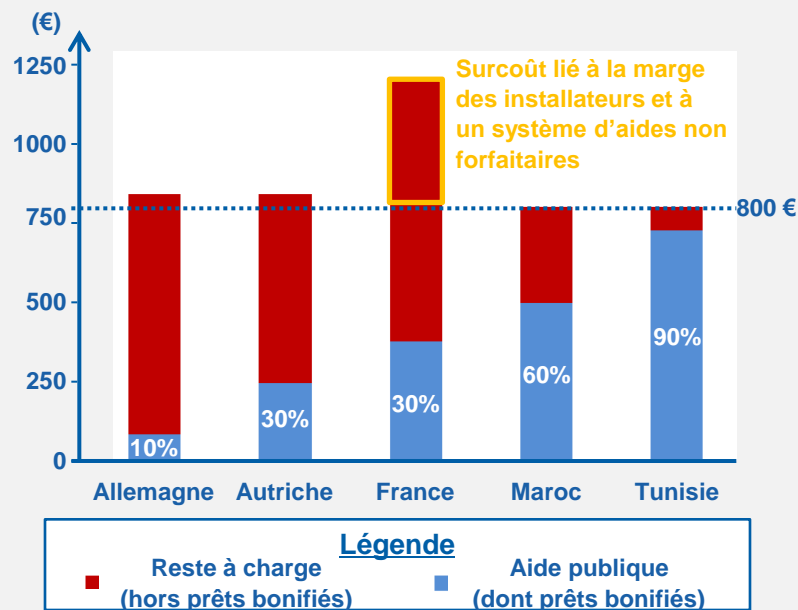
- Qualité des acteurs
- Concurrence locale
- Interactions entre acteurs

Sources : Analyse de la compétitivité et du développement de la filière solaire thermique en France, Ernst & Young pour ADEME, 2013 ; BSW Solar ; Austria Solar ; Entretien et analyse Alcimed

- L'efficacité des aides publiques varie fortement selon les pays alors que le taux d'aide public est corrélé avec la maturité du marché.

Une efficacité et un impact variables des dispositifs d'aide

Part de l'aide publique dans le prix au m² d'une installation ST selon les pays



Une faible efficacité de l'aide publique française comparativement aux autres pays

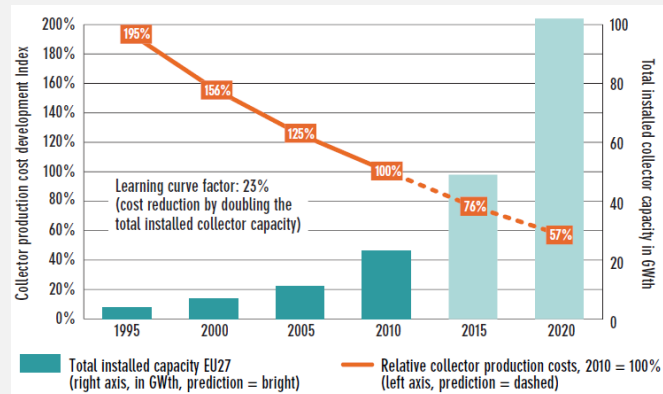
- Selon le pays, les subventions ou prêts bonifiés représentent de 10 à 90% du coût d'un m² d'une installation solaire thermique.
- Les aides sont lisibles et forfaitaires dans l'ensemble des pays, sauf en France.
- Les aides permettent de réduire le coût final de l'installation pour le client, sauf en France où le prix est 30% plus élevé au m² malgré un taux d'aides similaire à l'Autriche
- Le système d'aides français, basé sur un % du prix final et pas un forfait au m², favorise une inflation des coûts d'installations et donc du prix final du solaire thermique.

Sources : ANME ; ADEREE ; BSW Solar ; Austria Solar ; Entretien et analyse Alcimed

➤ Le coût de la chaleur solaire est actuellement compétitif par rapport aux énergies concurrentes et une baisse de 40% du coût des installations est attendue d'ici 2020.

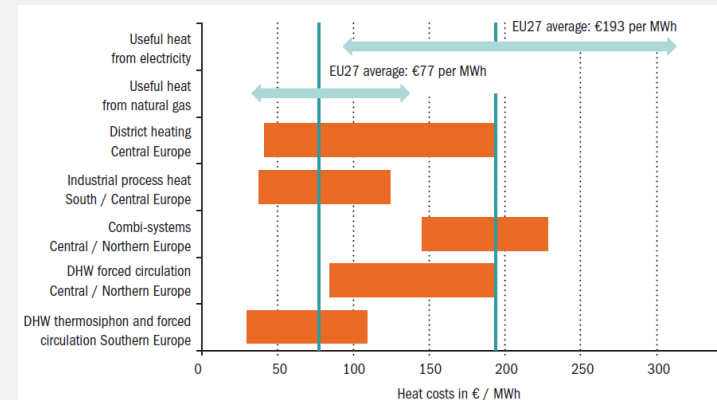
Un prix en baisse pour une énergie compétitive

Evolution attendue du prix des installations d'ici 2020



- Meilleure intégration des composants et développement de produits prêt à poser
- Gains sur les composants limités car déjà à la limite

Comparaison du prix de production de chaleur pour différentes applications



- Des solutions compétitives par rapport au gaz et à l'électricité même au Nord de l'Europe
- Un prix plus attractif dans le Sud de l'Europe
- Une baisse attendue pour les réseaux de chaleur et les installations industrielles

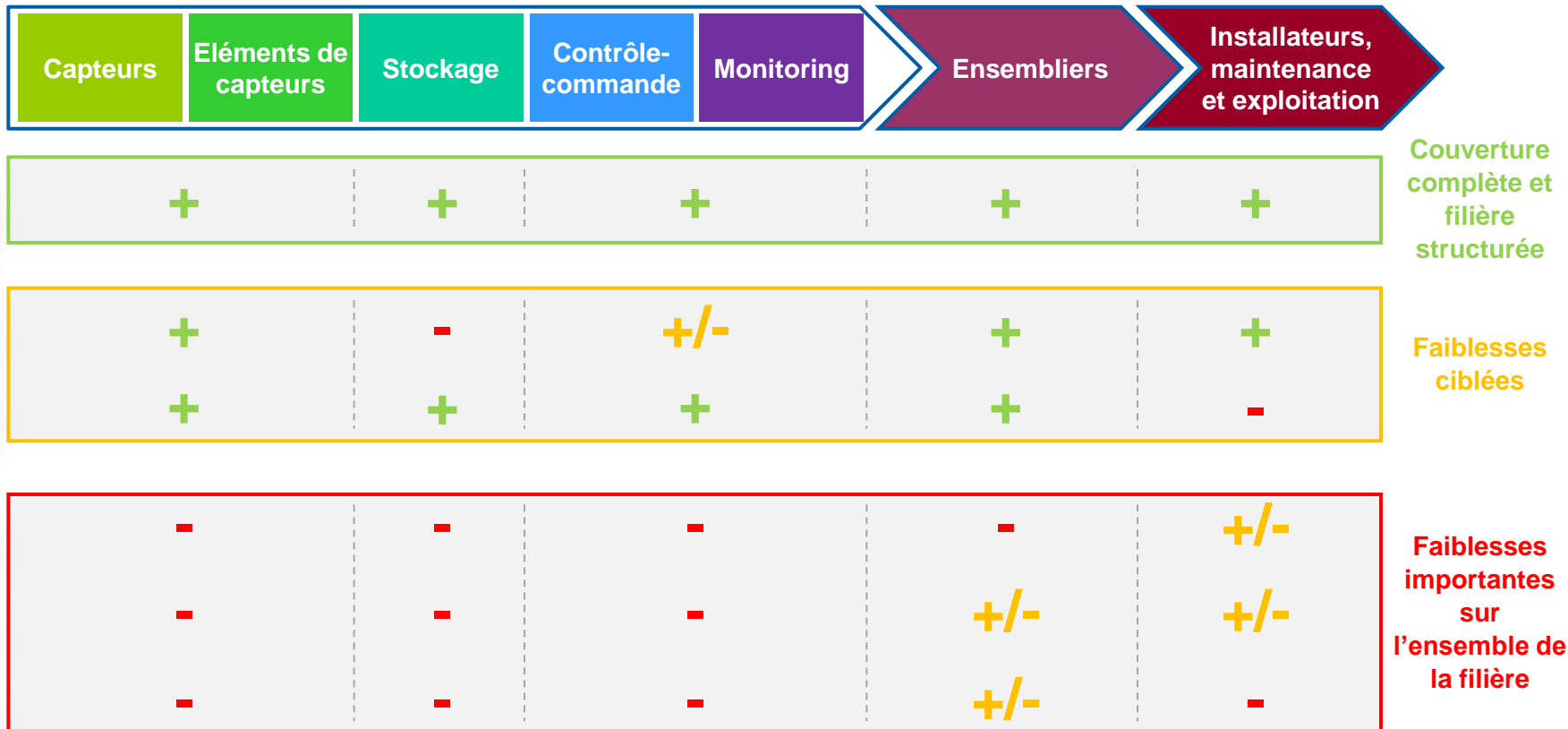
Sources : Solar thermal markets in Europe, Trends and Market Statistics 2012, 2013



- ✓ Les pays leaders possèdent un marché équilibré entre CES et SSC alors que le France et le Maghreb installent quasi-exclusivement des CES pour des raisons économiques et de besoins.
- ✓ Le marché marocain est le seul a maintenir une croissance élevée depuis 10 ans, alors que la France et les pays leaders ont atteint un palier.
- ✓ L'environnement politique et fiscal est le principal moteur des marchés matures comme émergents.
- ✓ L'ensemble des pays étudiés a mis en place des dispositifs d'aides forfaitaires clairs à destination du solaire thermique, hormis la France qui a inséré cette énergie dans des dispositifs plus larges.
- ✓ Le coût des produits solaires thermiques est 30% plus élevé en France qu'en Allemagne ou en Autriche en raison de coûts d'installation deux fois plus élevés.

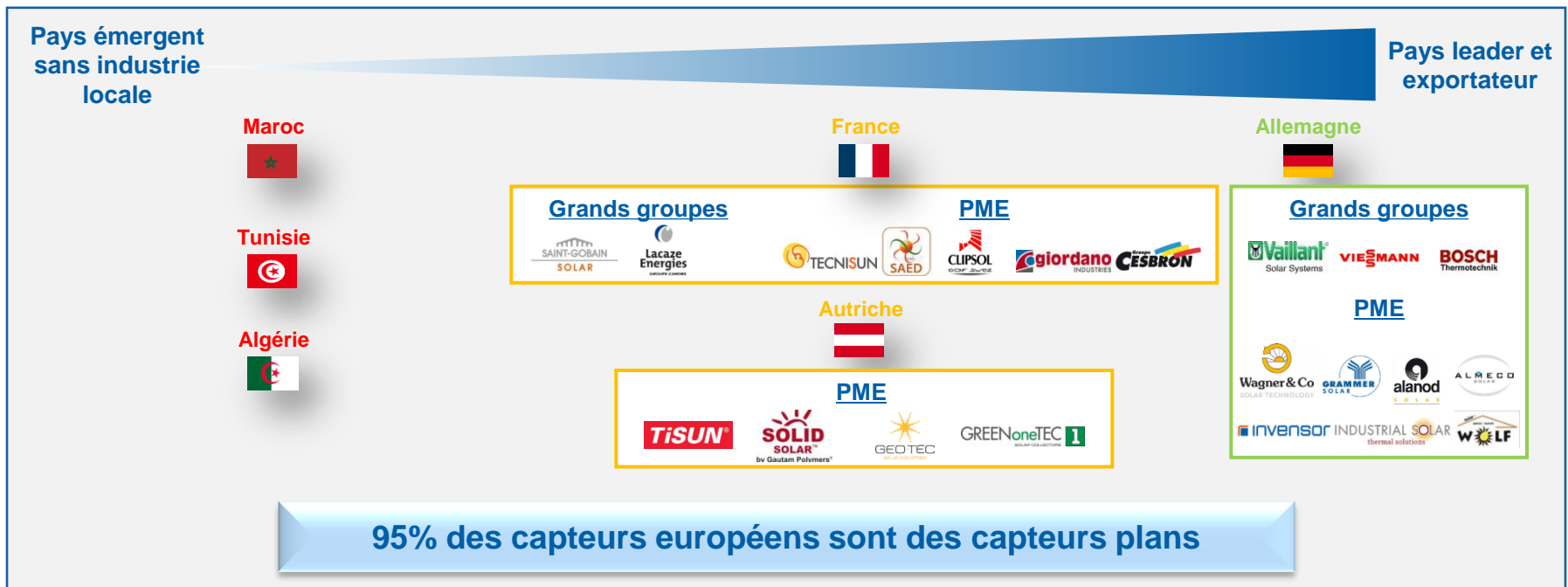


L'Allemagne a su structurer une filière forte alors les autres pays étudiés, en particulier au Maghreb, connaissent des difficultés au niveau de certains maillons de la chaîne de valeur.



Sources : BSW Solar ; Austria Solar ; Enerplan ; ANME ; APRUE ; Entretiens Alcimed

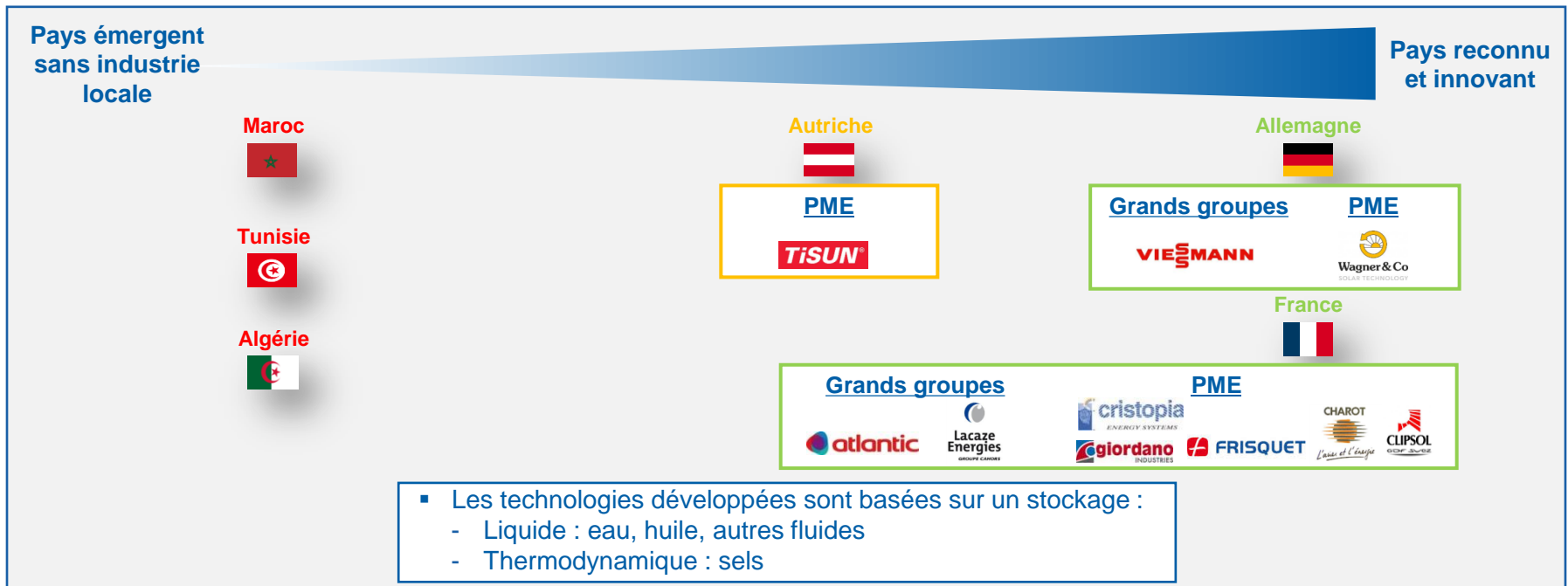
La force de l'Allemagne repose sur des locomotives de taille mondiale qui ont permis de tirer le marché intérieur et de développer des PME innovantes, système que les autres pays n'ont pas su imiter.



Sources : BSW Solar ; Austria Solar ; Enerplan ; ANME ; APRUE ; Entretiens Alcimed

* Exemple de sociétés leaders par pays

La France et l'Allemagne sont les pays étudiés les mieux positionnés sur le stockage de la chaleur solaire où les développements sont nombreux.



Sources : BSW Solar ; Austria Solar ; Enerplan ; ANME ; APRUE ; Entretiens Alcimed

* Exemple de sociétés leaders par pays



- Peu d'acteurs sont positionnés sur le contrôle et le monitoring spécifique au solaire thermique malgré les particularités de cette énergie.



2 fonctions principales clés pour le fonctionnement de l'installation

- Régulation des étapes de stockage/relargage de la chaleur
- Contrôle de la température optimale de fonctionnement

MAIS

Peu d'acteurs spécialisés

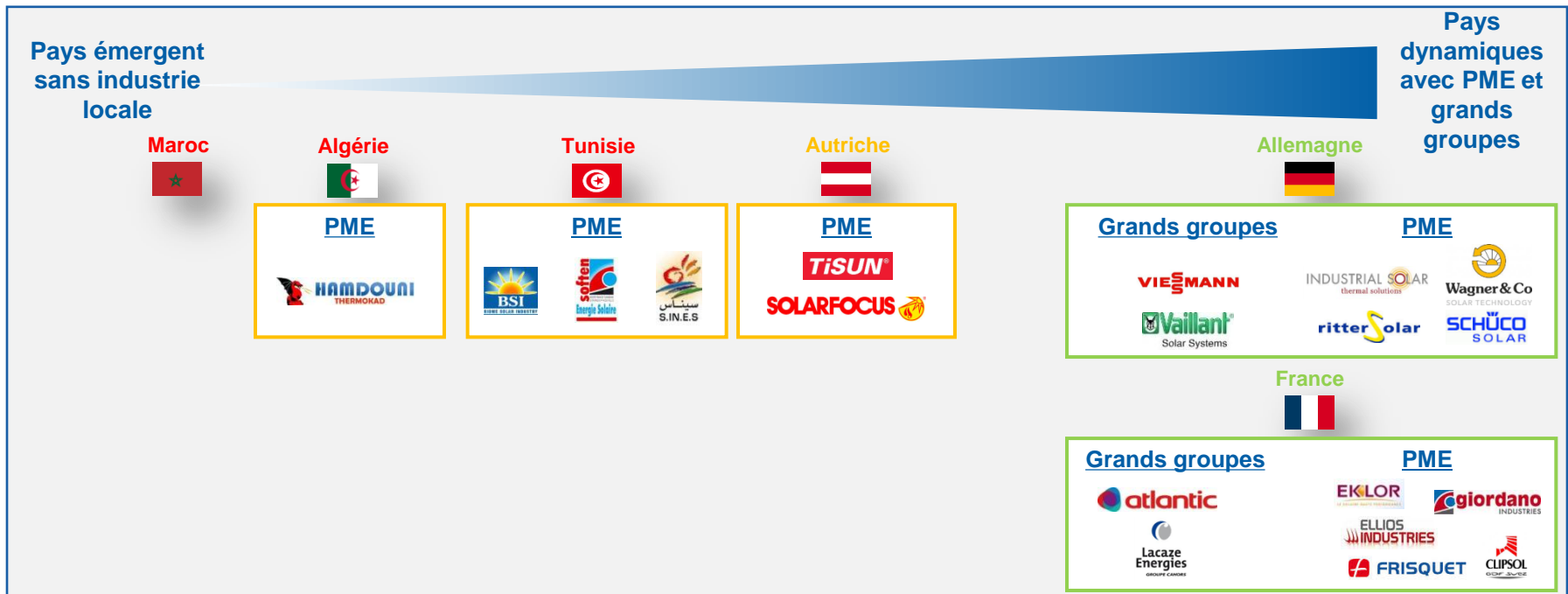


Sources : BSW Solar ; Austria Solar ; Enerplan ; ANME ; APRUE ; Entretien Alciméd

* Exemple de sociétés leaders par pays



➤ Les ensembleurs sont des entreprises de taille variée, majoritairement implantées en France et en Allemagne.



Sources : BSW Solar ; Austria Solar ; Enerplan ; ANME ; APRUE ; Entretiens Alcimed

* Exemple de sociétés leaders par pays

➤ Les pays leaders disposent de nombreux installateurs bien formés et les pays émergent mettent en place des actions de formation alors que la France connaît un vrai déficit de compétences à ce niveau.



Allemagne



- Une implication forte des industriels dans la formation des installateurs depuis de nombreuses années

Autriche



- Des installateurs bien formés, avec les compétences suffisantes pour le choix des composants et le montage en kit

Maroc



- Une réglementation qui impose une certification aux installateurs

Tunisie



- Une formation dispensée par des industriels ou directement par les pouvoirs publics

Algérie



- Peu d'installateurs et peu d'action en cours pour améliorer les compétences

France



- Des installateurs spécialisés peu nombreux
- Une formation limitée en raison d'une taille de marché limitée et d'une implication faible des industriels
- Une implication grandissante des fabricants afin de remédier à ce problème récurrent

Un niveau de compétences et des actions très inégales



- Dans les pays leaders, la formation a été historiquement prise en charge par les industriels alors que les pays émergents s'appuient fortement sur l'Etat.

+++

Niveau de formation

+/-



Prise en charge par les industriels

Prise de conscience dès les années 90 avec l'essor important du solaire thermique

- **Formation dispensées directement par les professionnels tels que Wagner :**
 - Conception
 - Installation
 - Mise en route
 - Maintenance



Implication des pouvoirs publics et des industriels

Dans le cadre des programmes Prosol et Promasol

- **Formations dispensées directement par les autorités publiques** à l'ensemble des acteurs de la filière.
- **Délégation aux industriels** si besoin.
- Soutien des acteurs étrangers, notamment allemands.



Implication des industriels et centres de recherche

Prise en charge récente de la part des industriels

- 3 principaux acteurs de la formation :
 - Les centres de recherche tels que l'INES
 - Les bureaux d'études comme TECSOL
 - Les universités et écoles

Source : Entretiens Alcimed



➤ La simplification, passant par une meilleure intégration des composants dans les solutions techniques, est une attente forte des intervenants de la filière.

Une tendance forte à la simplification des produits

Meilleure intégration
→ Simplification

Innovations incrémentales sur
les composants

- **Les solutions techniques sont jugées trop complexes** à mettre en œuvre et donc à diffuser largement :
 - Pré-montage en usine pour standardiser les solutions.
 - Préréglages disponibles pour faciliter le choix des installateurs et obtenir une meilleure efficacité de l'installation.
- Un **travail sur l'intégration des solutions ST** devrait :
 - Faciliter son installation par des installateurs généralistes.
 - Améliorer son coût final pour l'utilisateur.
 - Améliorer ses performances et réduire les malfaçons et contre-références.

« Nous développons des produits clés en mains ce qui permet de réduire le temps d'installation, les difficultés inhérentes au solaire thermique et donc le coût final pour le client. » Directeur général, Ensemblier

« Nos clients et installateurs réclament régulièrement des produits plus simples à installer, utiliser et maintenir, c'est pour cela que nous cherchons à intégrer au mieux l'ensemble des composants de l'installation et à la simplifier sans réduire les performances. » Directeur, Ensemblier



- Plus que des sauts technologiques sur l'ensemble des composants, une amélioration ciblée de certaines caractéristiques est attendue.

Une amélioration continue des systèmes

Meilleure intégration
→ Simplification

Innovations incrémentales sur
les composants

- **Les technologies du solaire thermique sont anciennes** et ont peu évoluées depuis les années 1980.
- En dehors du stockage, les acteurs attendent **des innovations plus limitée mais constantes sur les composants** :
 - Amélioration des matériaux (enveloppe, fluides caloporteurs, etc.) : performance thermique, légèreté, durabilité.
 - Standardisation des composants et produits.

« Même si, hormis le stockage, les performances sont déjà bonnes, nous continuons à travailler fortement sur l'amélioration de l'ensemble des composants afin d'obtenir une performance globale des produits toujours plus attractive. » Chef de projets, Fabricant

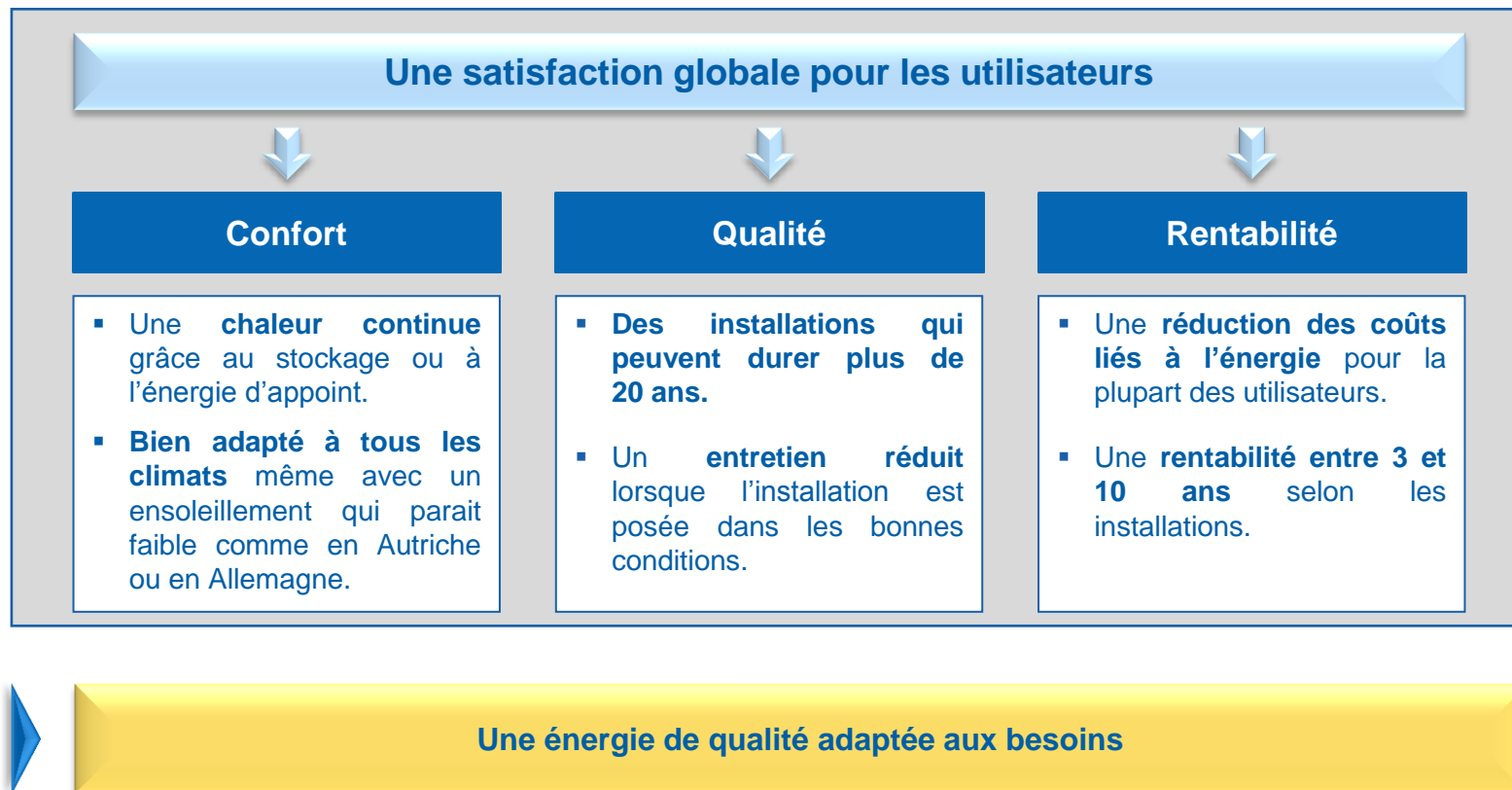
➤ En réponse au souci de simplification des installations solaire thermique, les solutions « clé en main » se développent rapidement.

Deux types de produits avec des caractéristiques différentes

	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Montage en kit	<ul style="list-style-type: none">▪ Choix des composants▪ Possibilité de prix plus bas si compétences fortes de l'installateur▪ Installation totalement adaptable	<ul style="list-style-type: none">▪ Compétences fortes pour maîtriser l'ensemble des composants▪ Effort de formation de formation pour améliorer la qualité des installations sur le long terme▪ Contre-références plus nombreuses	<ul style="list-style-type: none">▪ Installation majoritairement réalisée par des chauffagistes généralistes en France▪ Une offre qui évolue vers une offre de produits prêts à installer pour simplifier le travail d'installation, en particulier en France▪ Exclusivement des produits clés en main au Maghreb
Solutions pré-montées	<ul style="list-style-type: none">▪ Simplicité d'installation▪ Standardisation des produits▪ Possibilité de prix plus bas grâce à des gains sur le temps de pose	<ul style="list-style-type: none">▪ Pas de contrôle sur le choix des composants	

Source : Entretien Alcimed

Les utilisateurs et connaisseurs du solaire thermique sont globalement satisfaits de la technologie au quotidien.



Source : Entretiens Alcimed

Le grand public et les industriels méconnaissent largement le potentiel du solaire thermique et réalisent un amalgame préjudiciable avec le photovoltaïque.

Une méconnaissance préjudiciable au solaire thermique

Amalgame avec le PV

- Confusion entre solaire en général et photovoltaïque.
- La baisse des tarifs de rachat de l'électricité PV est une des raisons de la baisse du ST en Allemagne depuis 2 ans.

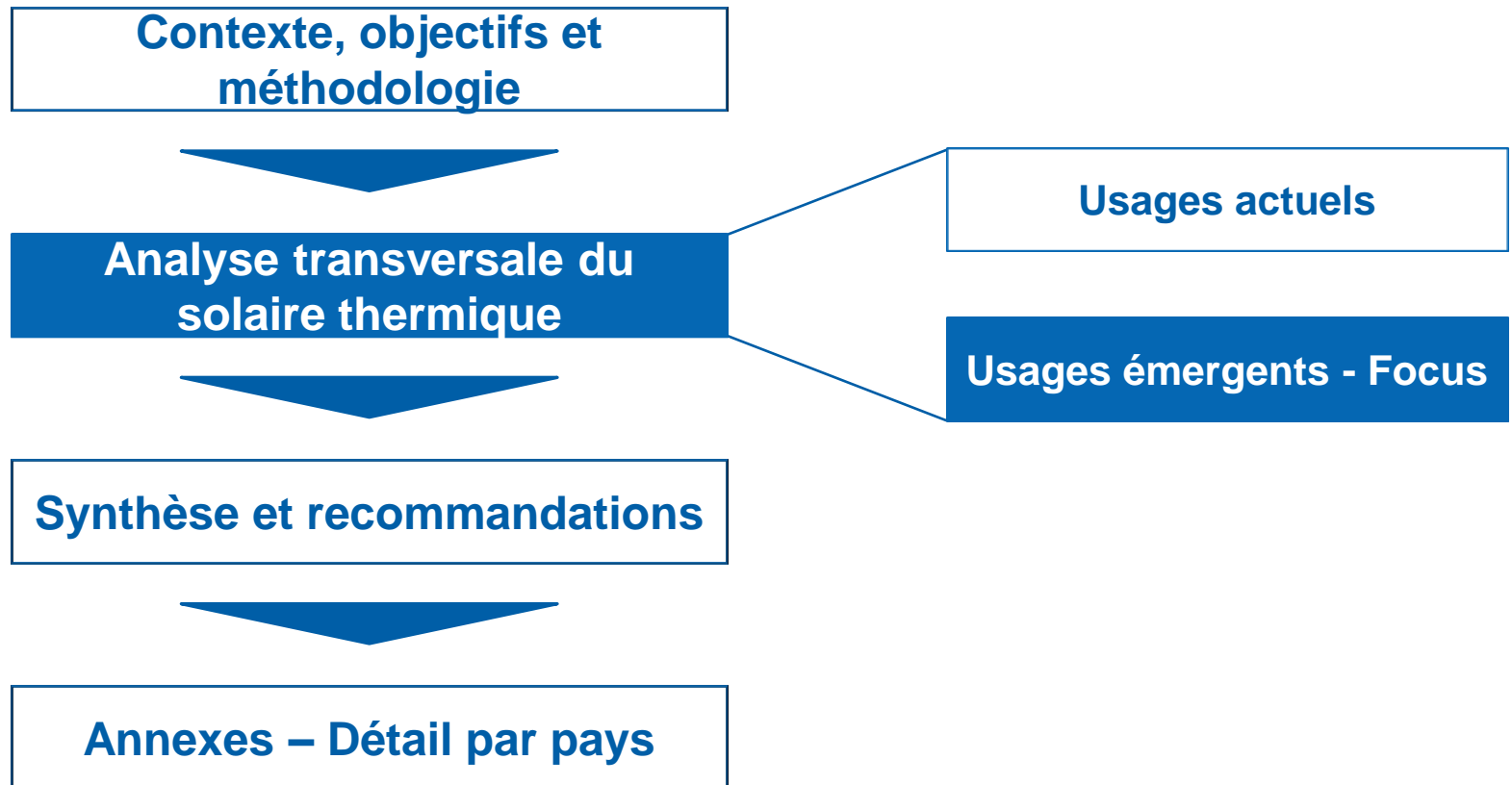
Connaissance limitée

- Une grande partie des acteurs connaît peu ou pas le solaire thermique et son potentiel :
 - Grand public
 - Industriel
 - Collectivités
 - Installateurs généralistes
- Le ST est rarement demandé par les clients ou proposé par les installateurs.

Un frein important au développement du solaire thermique pour tous les usages

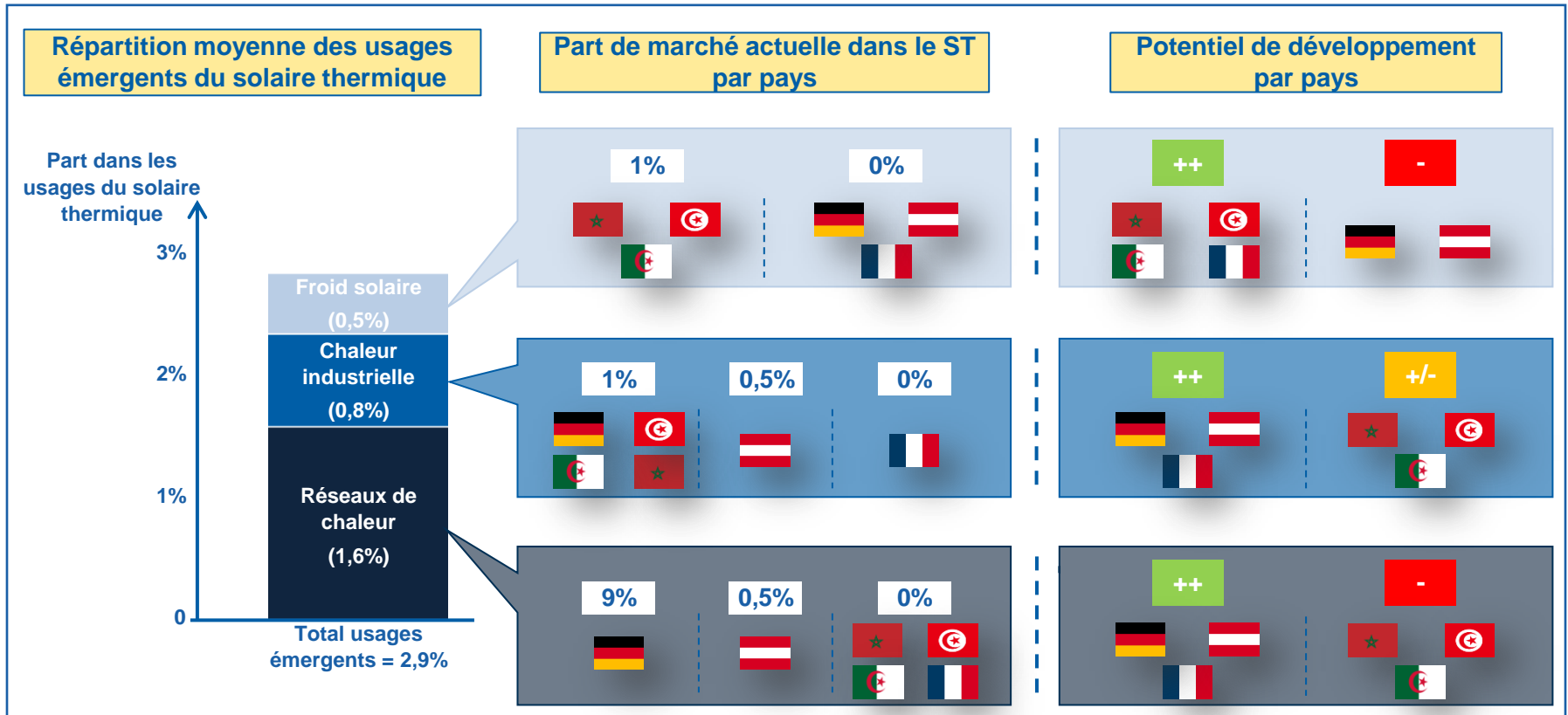


- ✓ **L'Allemagne est le seul pays disposant d'un tissu industriel fort sur l'ensemble de la chaîne de valeur.**
- ✓ **La principale difficulté du tissu français réside dans la faiblesse de ses installateurs, maillon essentiel de la filière.**
- ✓ **Le solaire thermique est particulièrement bien perçu par les utilisateurs actuels alors que les utilisateurs potentiels possèdent des difficultés à identifier son intérêt.**
- ✓ **Les besoins sur les usages courants visent une meilleure diffusion de ces usages :**
 - **Simplification des solutions.**
 - **Innovation incrémentale sur les composants.**
- ✓ **La pose de solutions solaires thermiques en kits est une évolution récente qui répond aux attentes des acteurs du marché et permet de réduire le coût final pour le client.**





- Les usages émergents représentent en moyenne moins de 3% des usages du solaire thermique mais leur utilisation et leur potentiel de développement varient fortement selon le pays étudié.



Sources : Solar thermal markets in Europe, Trends and Market Statistics 2012, 2013 ; Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012 ; La promotion du solaire thermique et de l'efficacité énergétique, ANME, 2012 ; Analyse Alcimed



➤ Le développement des réseaux de chaleur se heurte au manque de compétences au niveau de la conception et de l'exploitation des installations.

Un manque de compétences comme principal frein

Conception et dimensionnement des installations

- Le dimensionnement des installations de grande taille nécessite une expérience peu développée en France. L'Allemagne ou le Danemark possède une avance significative dans ce domaine.
- La conception est cruciale afin de permettre une parfaite intégration de la chaleur solaire dans les réseaux de chaleur existant :
 - Nécessité de respecter la température de fonctionnement optimale du réseau existant.
 - Balance dans la part de solaire dans le mix énergétique pour assurer une chaleur constante.

Exploitation et maintenance

- L'exploitation fait face à des spécificités pas toujours maîtrisées par les acteurs généralistes :
 - Température optimale de fonctionnement des capteurs et du réseau alimenté par de la chaleur solaire.
 - Gestion du relargage de la chaleur solaire dans le réseau tout en conservant une performance globale satisfaisante.
- Une maintenance particulière des installations qui diffère d'un réseau alimenté par géothermie ou des énergies fossiles.

Source : Entretiens Alcimed



- Certains pays, à l'image du Danemark, ont toutefois réussi à diffuser largement le solaire thermique comme source d'énergie crédible pour cet usage.

Le Danemark : un pays pionnier

- Premier réseaux de chaleur solaire en 1988.
- Seuls les projets aux technologies innovantes sont subventionnés.
- **41 réseaux de chaleur** alimentés par la chaleur solaire **en 2012 pour un total de 325 000 m²** de panneaux.
- **16 nouveaux projets prévus en 2013** avec 200 000 m² de panneaux.
- Des objectifs très ambitieux pour la part de la chaleur solaire dans la chaleur totale des réseaux :
 - 10% en 2030
 - 40% en 2050

Des facteurs favorisant l'adoption du solaire thermique

- La **pose des panneaux solaires sur de grandes surfaces au sol plutôt qu'une intégration sur les toits** des bâtiments.
 - ⇒ Réduction des coûts
 - ⇒ Facilité de pose et besoin réduit en compétences
- Une **combinaison du solaire avec la biomasse** et la production d'électricité.
- Une conception particulière qui minimise la maintenance et donc les coûts.
- Un **prix élevé du gaz et des énergies fossiles** en général.



Le solaire thermique comme réelle alternative
Un coût compétitif à certaines conditions



➤ Les applications industrielles souffrent de difficultés liées à leur financement, à leur retour sur investissement et à la perception de leur potentiel.

Investissement important

- L'**investissement initial** pour installer du solaire thermique est plus **élevé** que l'installation d'autres énergies telles que le gaz.
- Les industriels sont réticents à installer une technologie dont les coûts initiaux sont élevés, même si **le coût d'exploitation est réduit**.

ROI trop long ou incertain

- Le **retour sur investissement** estimé par les fabricants et installateurs est **de 5 à 10 ans selon les cas**.
- La **méconnaissance de la technologie** et sa faible diffusion rendent la crédibilité faible du ROI.

Potentiel méconnu

- Les industriels utilisateurs potentiels connaissent rarement le solaire thermique et ses applications.

« Dans notre démarche de développement durable, nous n'avons jamais pensé au solaire thermique car pour nous, le solaire c'est le photovoltaïque. » Responsable de production, Industrie agroalimentaire

Très faible usage actuel
Croissance très faible



- **Pourtant, il existe plusieurs exemples réussis et une réceptivité positive à la technologie, en particulier dans l'agroalimentaire.**

L'agroalimentaire est la cible industrielle clé en raison de besoins en chaleur inférieurs à 130°C

Une preuve de concept : Heineken

- **Heineken** a installé des capteurs solaires thermiques sur 3 de ses usines européennes pour **générer une partie de la chaleur de ses process industriels de chauffage de liquides ou de déshydratation** :
 - 1 470 m² de panneaux en Autriche pour 18% de la chaleur requise pour les process.
 - 3 220 m² au Portugal pour 18% de la chaleur totale.
 - 2 580 m² en Espagne pour 24% de la chaleur requise.
- Un **investissement avec 50% d'aides dans le cadre de programmes européens.**

Des retours positifs après discussion sur le ST

- Après discussion sur la technologie du ST, les industriels :
 - Reconnaittent l'**intérêt du ST pour certaines applications, en particulier en agroalimentaire** où les températures de chauffage sont souvent sous les 100°C.
 - Sont intéressés par connaître le coût de la technologie et des exemples d'applications réussies.

Des exemples réussis pour des sociétés aux capacités d'investissements suffisantes

Des projets fortement capitalistiques facilités par les aides publiques

Une réceptivité positive après échange autour de la technologie et de ses applications

Source : Entretiens Alcimed



- Principalement porté par des acteurs allemands et asiatiques, le développement du froid solaire est limité par sa maturité technologique et la faible communication sur les technologies.

Un essor limité malgré des besoins résidentiels et industriels

4 technologies principales

- Des technologies différentes selon les fabricants :

- NH₃ / H₂O 
- H₂O / LiBr 
- H₂O / Silica gel 
- H₂O / Zéolite 

Une maturité limitée

- Des technologies qui peinent à faire leurs preuves sur la durée malgré quelques installations au niveau particulier ou industriel.

Des besoins importants

- Climatisation dans les zones chaudes, en particulier au Maghreb et dans le sud de l'Europe.
- Refroidissement dans l'industrie agroalimentaire.

Une faible communication

- Une **méconnaissance de cette application** du solaire thermique.
- Des clients potentiels dubitatifs sur la capacité à refroidir grâce à une énergie solaire.

Source : Entretiens Alcimed



➤ Le stockage de la chaleur constitue le besoin technologique majeur des acteurs du solaire thermique.

Un besoin clé pour l'essor des usages émergents

Stockage de la chaleur

Services associés au ST

- Cette étape est un **facteur limitant** dans la cadre d'applications où il est indispensable de gérer la diffusion de la chaleur :
 - **Réseaux de chaleur** (maîtrise de la température du réseau et de l'afflux de chaleur issue de bâtiments reliés au réseau)
 - **Industrie** (maîtrise des procédés et de la performance)
- La question du stockage est clé afin de **disposer d'une source constante de chaleur en dehors des heures d'ensoleillement**. Les limites actuelles concernent principalement:
 - **Le moyen terme, soit quelques semaines** : pour l'industrie et les réseaux de chaleur.
 - **Le long terme, pour le stockage inter-saisonnier** : principalement pour les réseaux de chaleur.

« Le stockage reste le dernier maillon où des innovations importantes sont attendues, en particulier pour des applications encore émergentes comme les réseaux de chaleur ou l'usage industriel du solaire thermique. » Responsable R&D, Fabricant



➤ L'amélioration des services associés au solaire thermique permettrait de renforcer l'attractivité du solaire thermique.

Une nouvelle étape pour favoriser l'adoption du solaire thermique

Stockage de la chaleur

Services associés au ST

- L'ensemble des services associés au solaire thermique sont peu développés ou requièrent une amélioration significative :
 - La **maintenance** est réalisée par des sociétés généralistes qui maîtrisent peu les spécificités de la technologie.
 - Le **dimensionnement** des installations individuelles comme collectives doit être amélioré afin d'optimiser les performances finales. La capitalisation sur l'expertise de certains acteurs (bureau d'études spécialisés, centres de recherche) est un besoin important.
 - L'**exploitation** des installations de grande taille est réalisée par des sociétés généralistes qui appréhendent difficilement les subtilités du solaire thermique, dégradant ainsi les performances globales de l'installation. Leur sensibilisation au ST doit être renforcée dans le cadre des premiers réseaux alimentés par ST en France en 2014.

« L'ensemble des étapes de service, maintenance et exploitation en particulier, sont aujourd'hui très limitées et l'ensemble des acteurs de la filière attendent des améliorations sur ce point. » Chef de projets, Exploitant



- ✓ Les usages émergents représentent moins de 3% des usages actuels du solaire thermique.
- ✓ Le potentiel de développement des usages émergents varie fortement selon le pays étudié.
- ✓ Le manque de compétences est le principale frein au développement de réseaux de chaleur dans les pays étudiés.
- ✓ En raison de températures de process inférieures à 150°C, l'agroalimentaire est la principale cible de la chaleur industrielle qui peine à se développer à cause d'un manque de visibilité et d'un retour sur investissement difficile à cerner.
- ✓ Le froid solaire souffre d'une faible maturité technologique et d'un manque de communication, malgré un potentiel important.



Contexte, objectifs et méthodologie



Analyse transversale du solaire thermique



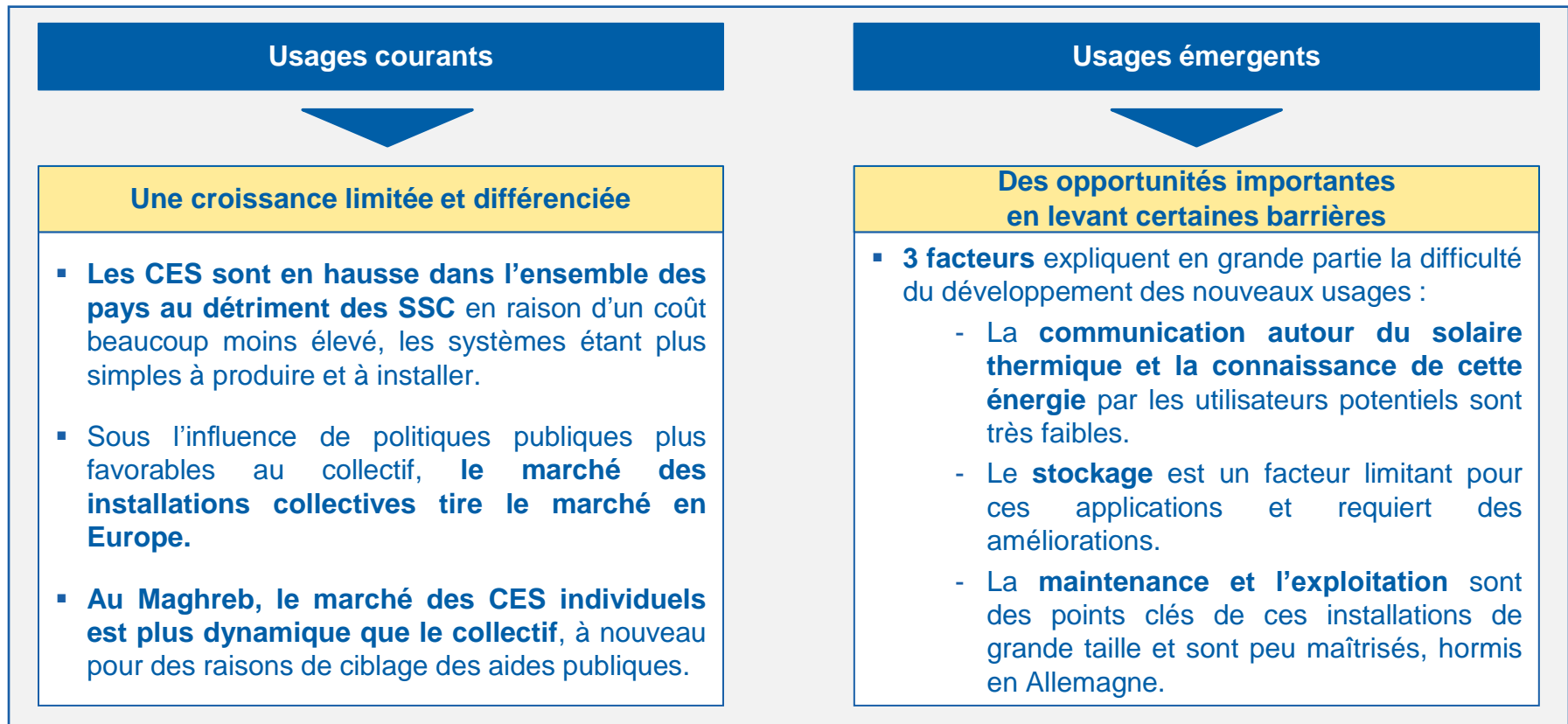
Synthèses et recommandations



Annexes – Détail par pays



- Les usages courants connaissent une évolution différente selon les pays alors que les usages émergents possèdent des facteurs limitants communs à l'ensemble des zones étudiées.





➤ **Les compétences, la connaissance limitée de la technologie et la faible efficacité du soutien public expliquent une plus faible diffusion du solaire thermique et un coût plus élevé en France.**

Soutien public peu efficace depuis 2007 et la fin du Plan Soleil

- Un **soutien important mais illisible**, même pour les professionnels.
- Des **aides qui favorisent l'augmentation des prix**.
- Une **favorisation d'autres énergies renouvelables** dans les différents dispositifs d'aides ou réglementaires.

Connaissance limitée des utilisateurs potentiels

- Une **méconnaissance importante du potentiel du solaire thermique** par l'ensemble des utilisateurs potentiels.
- Un **amalgame préjudiciable entre le solaire thermique et le photovoltaïque**.

Compétences insuffisantes

- **Peu d'installateurs spécialisés** malgré des formations existantes.
- Un nombre d'installation annuel trop faible pour maintenir une expertise.
- La maintenance et l'exploitation mal maîtrisées par des acteurs généralistes.

Diffusion plus faible du solaire thermique par rapport à l'Autriche et l'Allemagne

Coût 30% plus élevé à l'installation



➤ La présence d'entreprises variées et la prise en main de la filière par les industriels ont été à l'origine du succès du solaire thermique en Allemagne et en Autriche.



Développement important du marché et maintien d'une expertise
Opportunités à l'export pour les PME locales



➤ **Le Maghreb et les usages émergents constituent des opportunités de croissance importantes pour les acteurs français.**

Forte croissance et soutien public au Maghreb

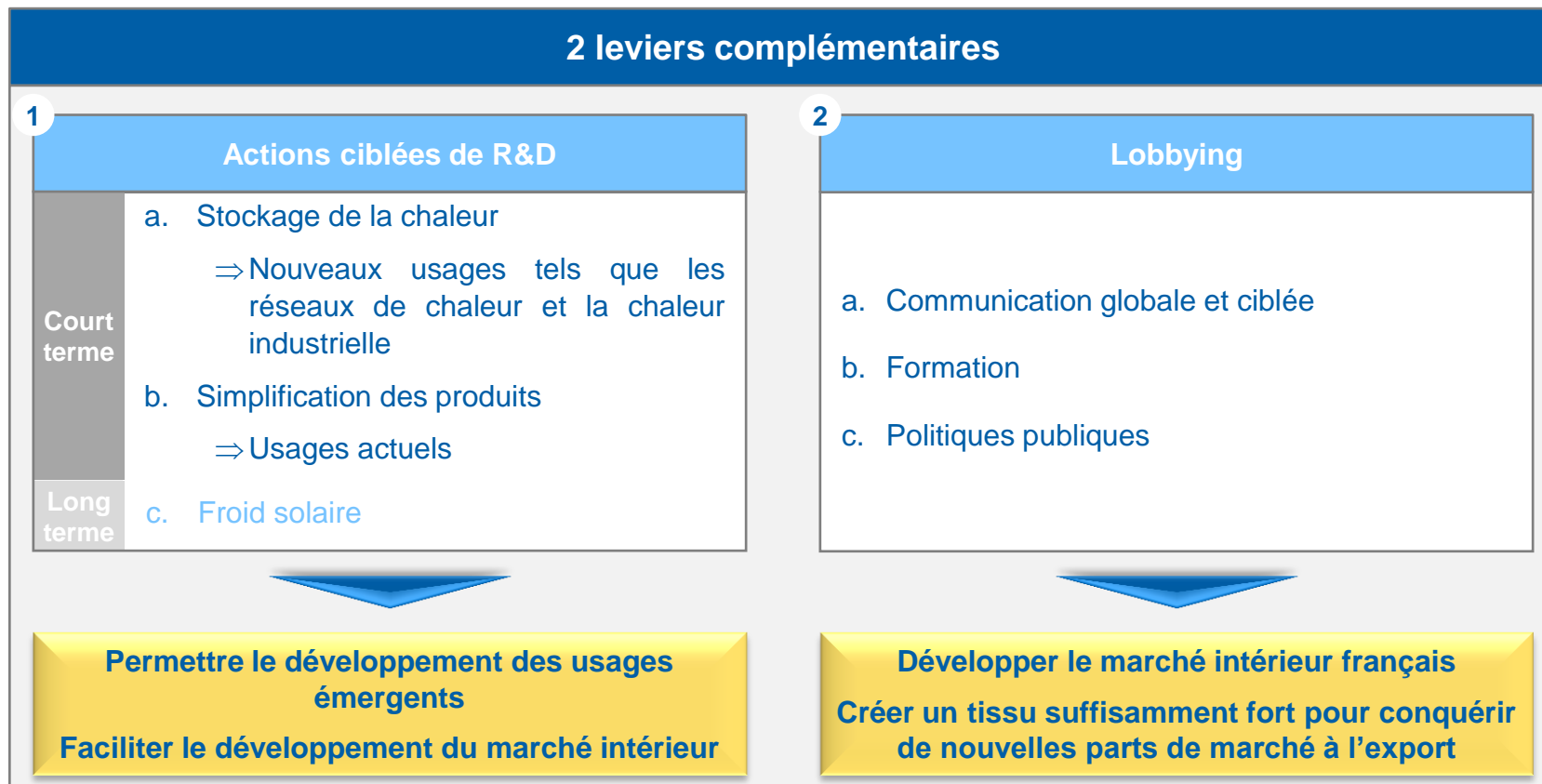
- Des **politiques publiques fortement incitatives** qui portent leurs fruits.
- Une **croissance continue des marchés intérieurs** depuis plusieurs années, en particulier au Maroc.
- Des **besoins importants** pour réduire la dépendance énergétique au Maroc et en Tunisie.
- Un marché **uniquement porté sur le CES**.
- Une **filière non structurée** compensée par des importations européennes.
- Une **proximité géographique et culturelle** avec le Maghreb.

Des acteurs forts sur les principaux besoins du secteur

- Des **compétences fortes dans le stockage** de la chaleur, point clé pour le développement des nouveaux usages.
- Des **sociétés de taille mondiale** telles que Cofely pour l'**exploitation de réseaux de chaleur** ou d'installations de grande taille.



➤ **Alcimed recommande au GP4 d'agir sur 2 leviers afin de soutenir le solaire thermique en France : des actions ciblées de R&D et un rôle actif de lobbying.**





➤ **Le stockage de la chaleur et la simplification des solutions sont des axes clés de recherche à court terme pour favoriser la diffusion des technologies.**

Développement des usages émergents : le stockage

Partenariats avec les industriels

- Stratégie d'alliance avec des industriels français et européens présents en France (Vaillant, Viessmann) à travers des projets collaboratifs
- Spécialistes informatiques pour la gestion des réseaux de chaleur et installations industrielles



Points critiques à travailler

- Stockage de la chaleur pour les réseaux de chaleur ou les applications industrielles
- Gestion du relargage de la chaleur stockée pour les nouveaux usages

Amélioration des usages existants en France et au Maghreb : la simplification

Partenariats avec industriels et académiques

- Accompagnement à la mise en place d'instituts de recherche au Maghreb
- Associer les acteurs installés en France et au Maghreb dans la conception de nouvelles solutions afin d'accélérer leur mise sur le marché



Points critiques à travailler

- Simplification des schémas d'installations pour :
 - Réduire les compétences nécessaires à l'installation
 - Diminuer les risques de malfaçons
 - Réduire les coûts d'installation et de maintenance



➤ Le GP4 devra agir autour de 3 axes : la communication sur le solaire thermique, la formation et un soutien public plus ciblé.

	Cible du GP4	Actions	Cible finale
a Communication	Enerplan ADEME CGDD	1. Eduquer au potentiel du solaire thermique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grand public ▪ Industriels de l'agroalimentaire en particulier ▪ Installateurs ▪ Plombiers-chauffagistes
b Formation	Enerplan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Impliquer les fabricants dans la formation des professionnels de la filière 2. Favoriser les échanges entre acteurs afin de transmettre les savoirs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fabricants, Installateurs, Plombiers-chauffagistes, Exploitants ▪ Fabricants, centres de recherche, bureau d'études
c Soutien public ciblé	ADEME CGDD	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promouvoir spécifiquement le solaire thermique pour les installations de grande taille 2. Mettre en place une aide forfaitaire à l'installation 3. Financer spécifiquement l'innovation sur le ST à l'image de l'AMI solaire thermique de l'ADEME 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Collectivités, Promoteurs, Industriels ▪ Grand public, Installateurs ▪ Fabricants, centres de recherche

- Afin d'accompagner le CVT dans la poursuite de ce projet et de ses activités, ALCIMED propose 2 prochaines étapes.



ACCOMPAGNEMENT ALCIMED

1

Aide au montage de projets collaboratifs de recherche



- Recherche de partenaires académiques et industriels
- Aide à la rédaction de projets
- Accompagnement dans la gestion des projets

2

Réalisation d'études marketing sur d'autres ENR telles que la biomasse et la géothermie dans le cadre d'autres groupes programmatiques



- Analyse des moteurs et freins des marchés sur 3 zones géographiques, dont la France
- Analyse spécifique d'applications émergentes
- Définition des axes de développement R&D et stratégiques
- Complémentarité et intégration avec le solaire thermique



N'hésitez pas à reprendre contact avec les personnes en charge de cette mission

Jakub Rams

Business Development Manager

jakub.rams@alcimed.com

+33 1 44 30 17 41

Arnaud Gabenisch

Directeur de Business Unit

arnaud.gabenisch@alcimed.com

+33 1 44 30 44 53

Samir Yalaoui

Consultant

samir.yalaoui@alcimed.com

+33 1 44 30 47 92

Paris : +33 1 44 30 44 30 – Lyon : +33 4 37 48 22 00 – Toulouse : +33 5 62 30 38 50

Cologne – Lausanne – Londres – Bruxelles – Princeton – Singapour

www.alcimed.com / contact@alcimed.com



Contexte, objectifs et méthodologie



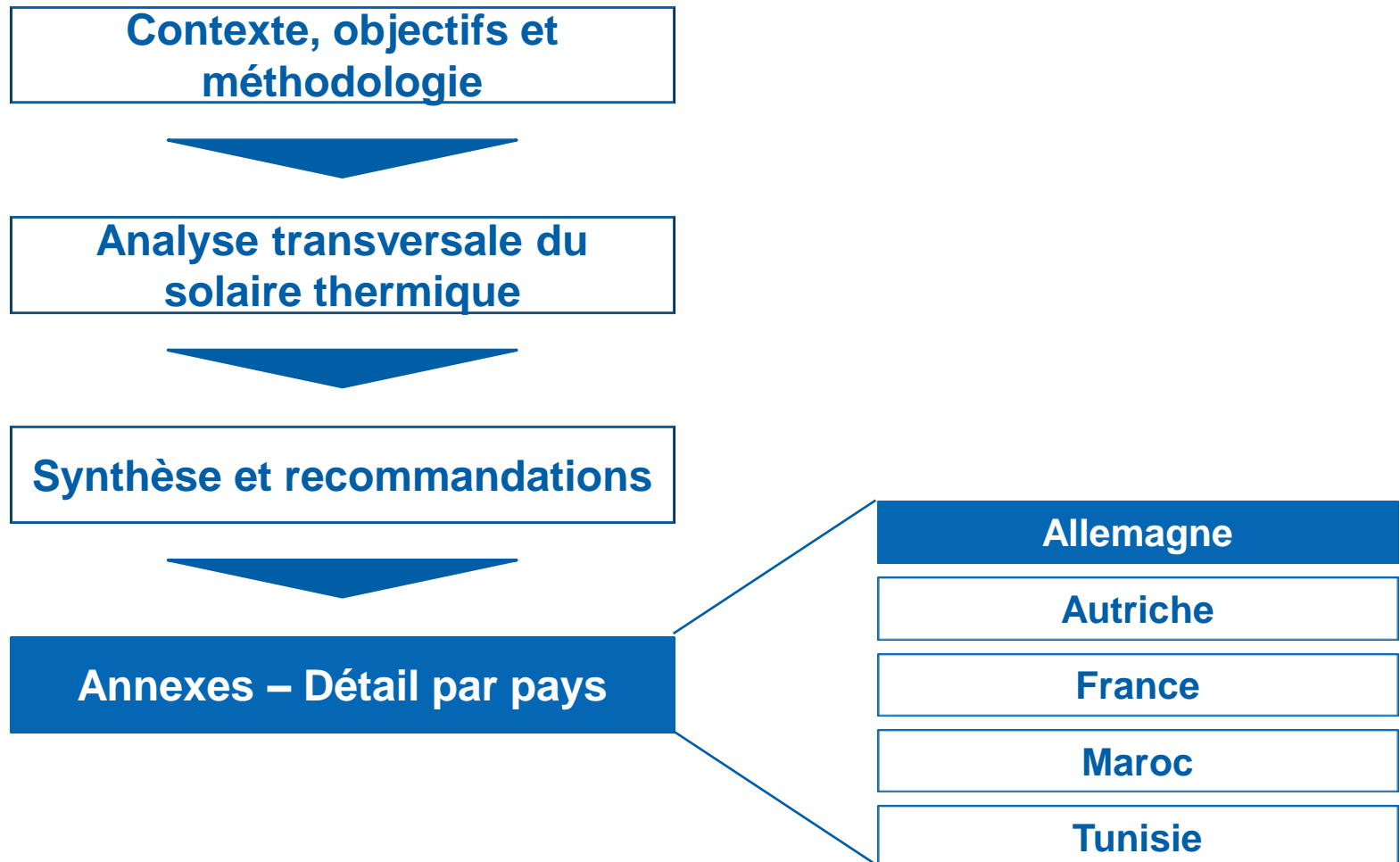
Analyse transversale du solaire thermique



Synthèse et recommandations



Annexes – Détail par pays





Le marché allemand arrive à maturité et atteint un niveau plancher de marché après une forte période de croissance jusqu'en 2008.

Un marché mature qui reste à des niveaux importants

Capacité installée en 2012

m ² (x1000)	MW
16 000	11 246

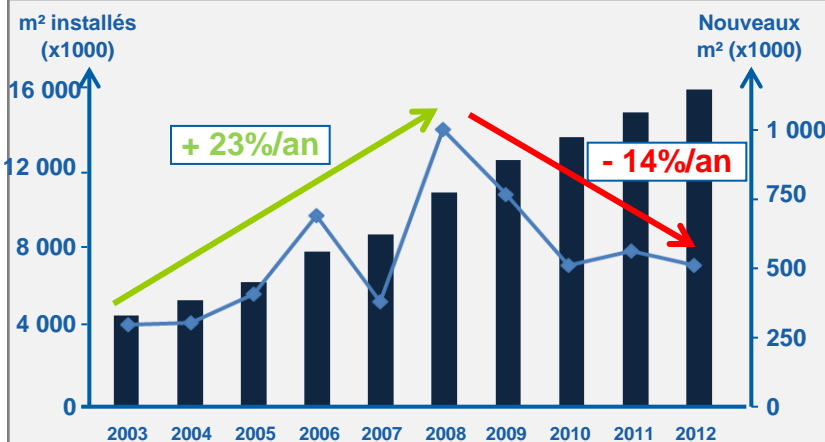
Nouveaux m² en 2012

m ² (x1000)	MW
1 150	805

Croissance annuelle

2003-2008	2009-2012
+ 23%	- 14%

Evolution du marché entre 2003 et 2012, en Allemagne



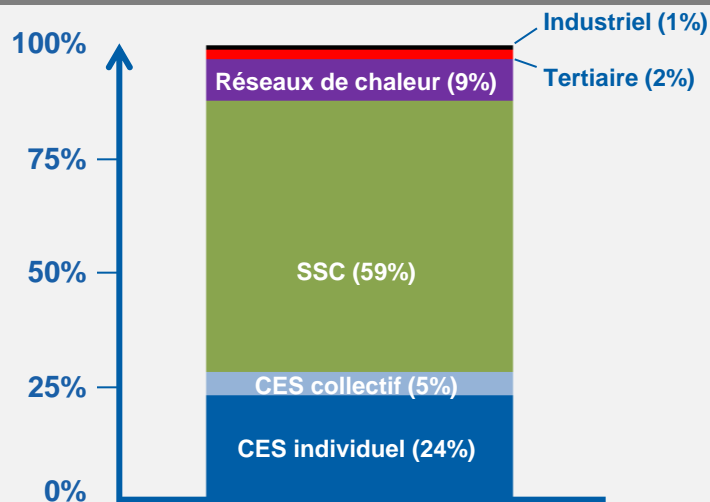
- Un marché dynamique en croissance de 23% jusqu'en 2008.
- Une baisse moyenne de 14% de 2008 à 2010 suivi d'une stagnation depuis 2010.
- Un marché mature qui tend à se stabiliser à un niveau minimal.
- Déjà 56% de l'objectif du Plan d'action national 2020 pour les énergies renouvelables atteint en 2012.

Sources : BSW solar ; Trends and Market Statistics 2012, ESTIF, Juin 2013

➤ Les SSC sont largement répandus en Allemagne en raison de besoins importants en chauffage en complément de l'eau chaude.

Une grande variété d'usage avec la prédominance des SSC

Répartition des applications solaires thermiques pour les nouvelles installations en Allemagne



Total = 1 150 000 m² en 2012

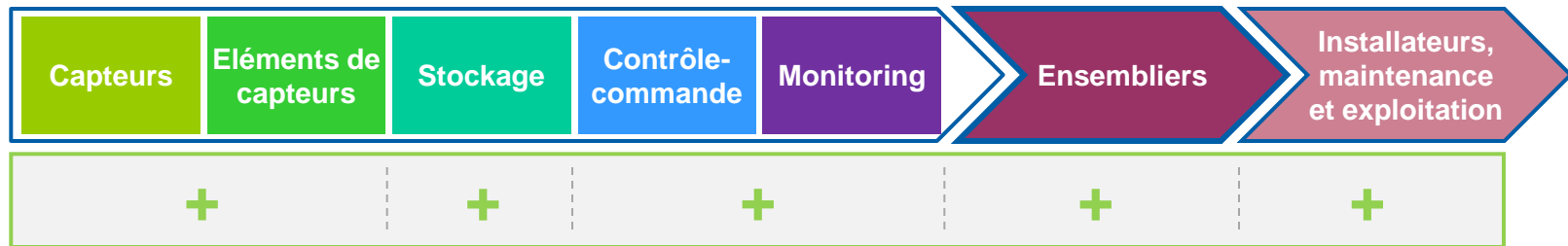
Une forte représentation des usages émergents

- Une prédominance des SSC qui représentent 59% des nouvelles installations.
- Une sous-représentation des CES avec moins de 30% du marché.
- Les installations individuelles restent majoritaires en Allemagne, en particulier pour les CES.
- Un pays à la pointe sur les usages émergents, en particulier dans les réseaux de chaleur qui constituent 9% de marché en 2012.



- Le tissu industriel allemand est particulièrement dynamique et structuré et se présente en leader européen du solaire thermique.

Une filière structurée et une couverture complète de la chaîne de valeur



- Les sociétés allemandes sont leaders sur l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur du solaire thermique. A ce titre, elles sont les premières déposantes de brevets dans le domaine en Europe.
- L'Allemagne s'appuie sur 2 types de sociétés :
 - ✓ Des groupes internationaux généralistes qui servent de locomotive à l'industrie allemande.
 - ✓ Des PME spécialisée, tels que Wagner, particulièrement innovantes et impliquées dans la structuration de la filière.
- Le marché allemand a bénéficié d'une prise en main par les industriels de la formation de l'ensemble des intervenant de la filière : bureau d'études, installateurs, exploitants. Cela a permis une diffusion rapide et efficace des compétences et l'essor de la filière.



- Dans un contexte de généralisation des ENR, l'Allemagne a mis en place des dispositifs d'aides forfaitaires très simples qui ont contribué à faciliter l'adoption du solaire thermique.

Une politique favorable aux ENR

- Une sortie programmée du nucléaire à horizon 2022.
- La promotion des énergies renouvelables assortie d'aides importantes de l'Etat fédéral et des Länder.

Des aides forfaitaires spécifiques

- Une incitation forfaitaire de 90€/m² de panneaux ST installés soit 10-15% du montant total.
- Un montant variable selon les années afin de s'adapter aux besoins du marché en termes d'ENR : en baisse par rapport à 2011 où il était à 120€/m²

Forte réceptivité de la population aux ENR et donc au solaire thermique

Un forfait limitant l'augmentation des prix
Une simplicité facilitant la prise de décision

Incitation claire et efficace
depuis plus de 10 ans



**Contexte, objectifs et
méthodologie**



**Analyse transversale du
solaire thermique**



Synthèse et recommandations



Annexes – Détail par pays

Allemagne

Autriche

France

Maroc

Tunisie



L'Autriche a été pionnière en Europe dans le déploiement du solaire thermique et son marché intérieur diminue depuis 4 ans en raison d'un taux d'équipement par habitant déjà très élevé.

Un marché historique

Capacité installée en 2012

m ² (x1000)	MW
4 100	2 900

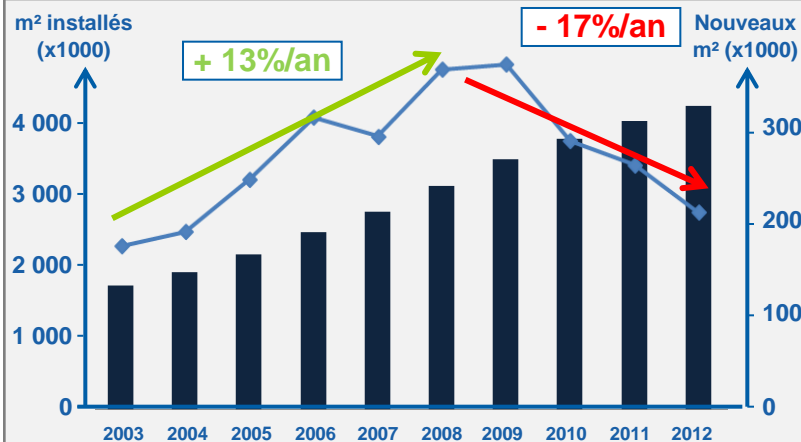
Nouveaux m² en 2012

m ² (x1000)	MW
207	144

Croissance annuelle

2003-2008	2008-2012
+ 13%	- 17%

Evolution du marché entre 2003 et 2012, en Autriche



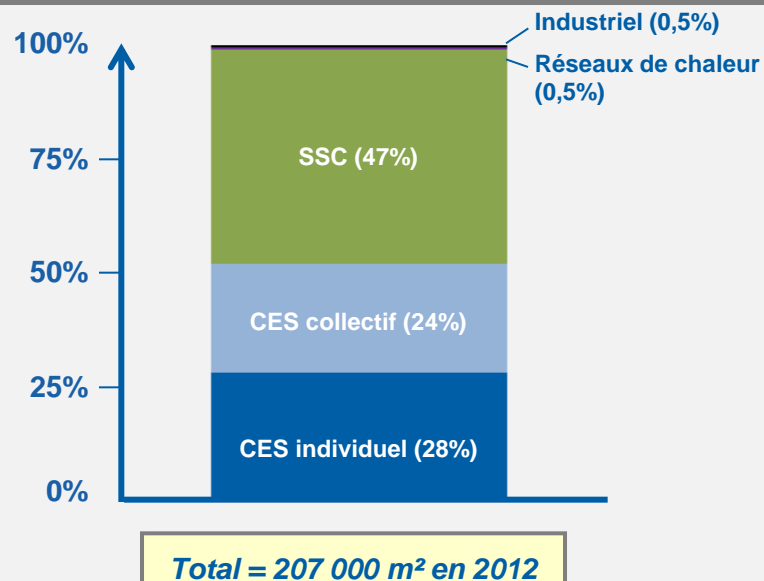
- Un marché qui s'est développé dès les années 90 et dont la croissance s'est poursuivie jusqu'en 2009.
- Un retournement du marché à partir de 2010 sur un marché très mature dont le taux d'équipement par habitant est très élevé (480 m²/ 1 000 hab. vs 30 m²/ 1 000 hab. en France).
- Déjà 56% de l'objectif du Plan d'action national 2020 pour les énergies renouvelables atteint en 2012.

Sources : Austria Solar ; Trends and Market Statistics 2012, ESTIF, Juin 2013 ; Entretien Alcimed

➤ Les nouvelles installations concernent quasi exclusivement les SSC et les CES alors que les usages émergents peinent à trouver leur place.

Un marché phagocyté par les usages historiques et où les usages émergents sont absents

Répartition des applications solaires thermiques pour les nouvelles installations en Autriche



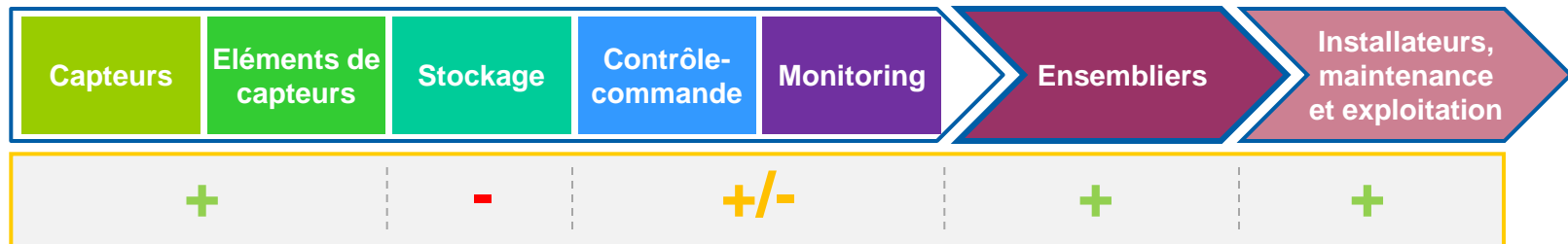
Un marché équilibré entre CES et SSC

- Les usages émergents sont absents en Autriche avec moins de 1% de nouvelles installations pour des réseaux de chaleur ou de la chaleur industriel.
- Les SSC et les CES représentent respectivement 47% et 52% du marché autrichien soit 99% du marché total.
- Les nouvelles installations se répartissent équitablement entre projets individuels et collectifs.



L'Autriche dispose d'une forte expertise dans les capteurs solaires ainsi que dans l'installation de solutions techniques, le stockage étant le maillon faible de son tissu industriel.

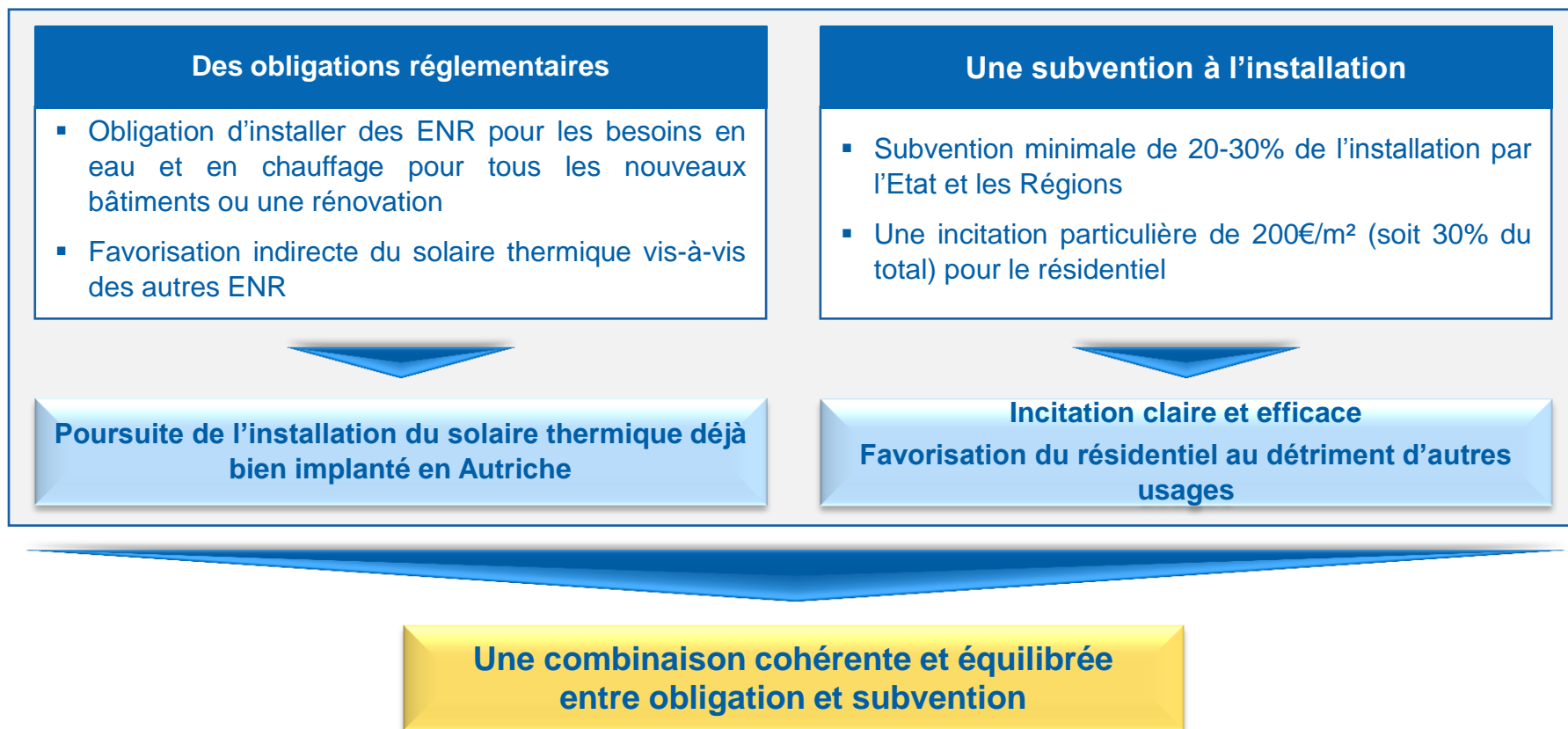
Un tissu fort en amont et en aval de la chaîne de valeur



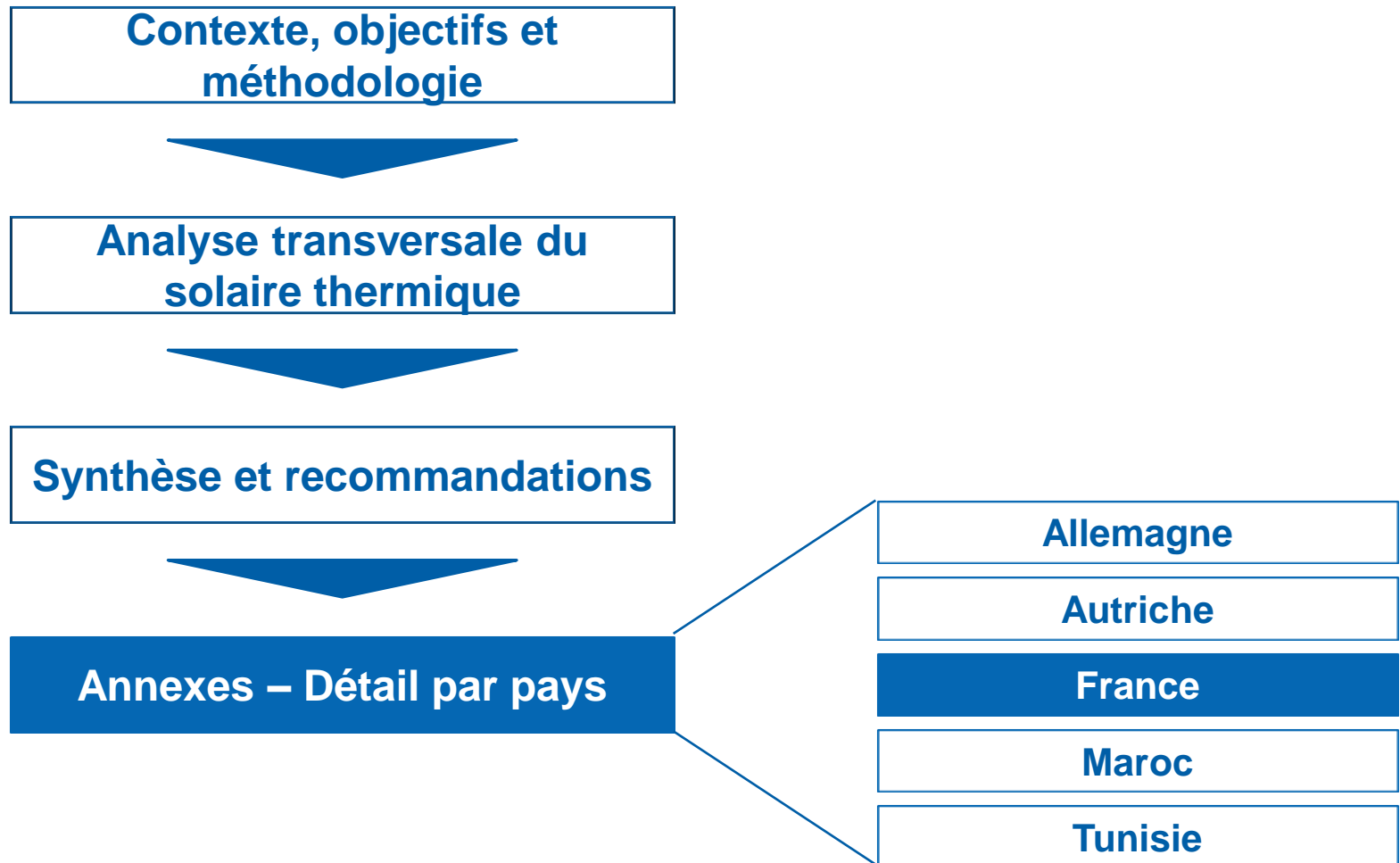
- L'Autriche est particulièrement bien positionnée sur la conception et la production de capteurs ainsi que dans la fabrication de solutions intégrées.
- Le stockage est le maillon faible du tissu industriel autrichien. A cet égard, l'Autriche ne ressort pas comme un déposant significatif de brevet sur le stockage.
- Les sociétés autrichiennes sont spécialisées et peu nombreuses mais jouissent d'une forte renommée. Elles sont considérées comme leaders sur leur secteur à l'image de TiSun et GreenOneTec.
- Marché historique du solaire thermique, l'Autriche a s'est appuyé sur ses industriels pour former ses installateurs et la taille importante du marché intérieur leur a permis de maintenir une bonne expertise.



➤ Une obligation réglementaire couplée à des aides à l'installation permettent de soutenir un marché autrichien déjà mature.



Source : Austria Solar





➤ Après une période dorée jusqu'en 2008, le solaire thermique atteint un palier, éloignant fortement la France de ses objectifs pour 2020.

Un marché qui peine à redécoller

Capacité installée en 2012

m ² (x1000)	MW
2 100	1 400

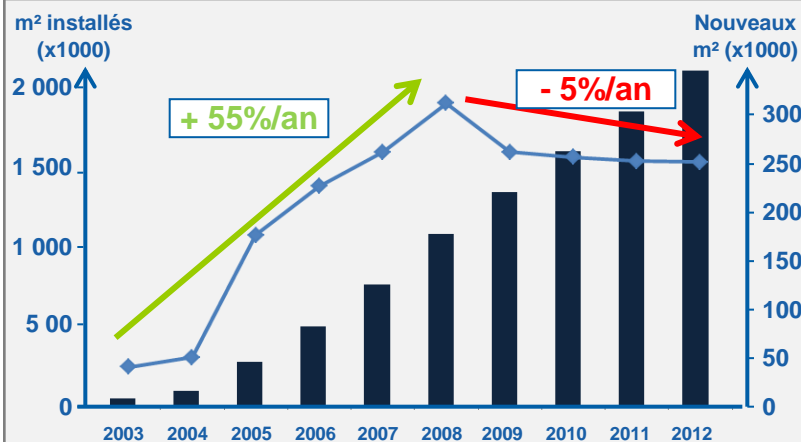
Nouveaux m² en 2012

m ² (x1000)	MW
250	175

Croissance annuelle

2003-2008	2008-2012
+ 55%	- 5%

Evolution du marché entre 2003 et 2012, en France



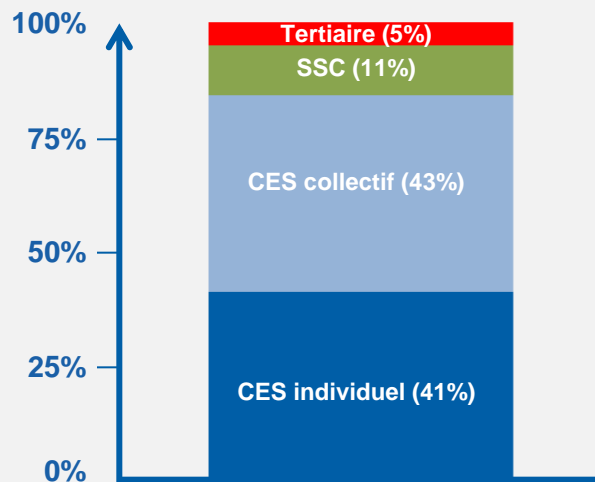
- Le marché français a connu une croissance extrêmement forte entre 2003 et 2008, la marché étant proche de 0 à la fin des années 90.
- Suite à l'arrêt du plan Soleil en 2006 et à la crise de 2008, les installations de nouveaux panneaux ont connu une stagnation qui se poursuit depuis 4 ans.
- Seuls 14% de l'objectif de 10 800 MW installés en 2020 sont atteints. Pour inverser cette tendance et respecter les engagements initiaux, il faudrait multiplier par 7 la surface de panneaux installés chaque année en France.

Sources : Trends and Market Statistics 2012, ESTIF, Juin 2013

➤ La marché français privilégie les usages simples du solaire thermique alors que la croissance pourrait provenir des usages émergents, en particulier les réseaux de chaleur et la chaleur industrielle.

Un usage quasi-unique pour un débouché majoritaire dans les bâtiments collectifs

Répartition des applications solaires thermiques pour les nouvelles installations en France



Total = 250 000 m² en 2012

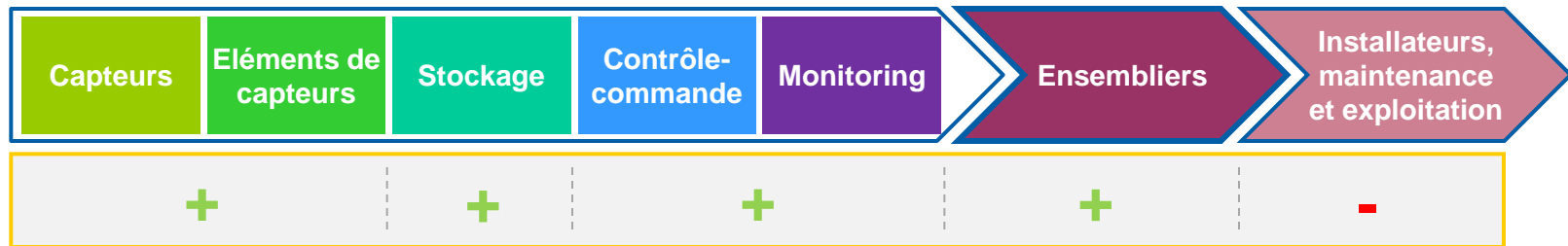
Un marché porté sur les CES au détriment des autres usages

- Les CES représentent 84% des nouveaux panneaux installés en 2012.
- Pour la première fois, en 2012, le marché collectif a dépassé l'individuel, permettant ainsi de maintenir le marché.
- Contrairement à l'Allemagne ou l'Autriche, les SSC sont très peu installés en France (11%) et cet usage tend à décliner depuis 5 ans.
- Grâce à sa forte activité touristique et une réglementation plus favorable dans le collectif, la France possède un fort taux d'installation de nouveaux panneaux dans le tertiaire.
- Les usages émergents, réseaux de chaleur et chaleur industriels, sont quasiment absents du marché français.



- La France s'appuie sur une expertise forte de ses PME spécialisées et grands groupes généralistes, mais le marché souffre d'un manque de compétences pour les étapes critiques d'installation.

Des compétences importantes hormis dans l'installation des solutions techniques



- La filière solaire thermique représente 4.000 emplois directs (+ 4 000 indirects) et un CA de 500 M€.
- La France est exportatrice nette de panneaux solaire avec production annuelle de 500 000 m²/an dont la moitié part à l'étranger.
- Le tissu industriel est majoritairement constitué de PME spécialisées dans le solaire (Clipsol, Eklor, Solisart, Ellios Industries, SAED) ou les ENR (Giordano). Toutefois, quelques sociétés de taille mondiale spécialisées dans l'énergie sont également positionnés sur le secteur : Lacaze, Atlantic, Cofely.
- L'installation des produits représente un véritable défi, la France manquant cruellement d'installateurs compétents. Deux facteurs peuvent expliquer ce phénomène :
 - ✓ La taille limitée du marché qui ne permet pas de maintenir les compétences et d'accumuler de l'expérience.
 - ✓ Le manque d'implication des industriels dans la formation.



- **Malgré une exigence affirmée de performances énergétique et environnementale, la RT 2012 ne favorise pas le solaire thermique, énergie répondant le mieux à ces attentes.**

2 objectifs complémentaires

Limiter les besoins énergétiques du bâtiment

- Limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre.

Utilisation de matériaux particulier
Conception particulière des bâtiments

Aucun impact sur le solaire thermique

Des équipements énergétiques performants

- Exigence sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires.
- Valeur du Cepmax : 50 kWhEP/(m².an).
- Recours à des équipements énergétiques performants, à haut rendement.

Concurrence entre solaire thermique et chauffe-eau thermodynamique (CET)

Pas d'obligation du solaire thermique
Dans les faits, installation de CET moins chers à l'achat mais moins performants



➤ **Le manque de lisibilité des aides et le mode de calcul du Fonds chaleur limitent l'impact de ces dispositifs sur le solaire thermique.**

Fonds chaleur - Installations de taille > 25m²

- Un système de calcul qui ne prend en compte que les coûts d'investissement (forts pour le ST) et pas le fonctionnement des installations (forts en biomasse)
- Non prise en compte de la durée de vie des installations, plus de 20 ans pour le ST
- Disparité dans l'instruction des dossiers entre Régions ce qui freine des acteurs nationaux ou mondiaux

Favorise la biomasse au détriment du solaire thermique

Aides aux particuliers

- Eco-prêt à taux 0%
- Crédit d'impôt de 32%, jusqu'à 40% en cas de bouquet de travaux
- Capteurs solaires disposant d'une certification CSTBat ou Solar Keymark ou équivalente, dans la limite d'un plafond de dépenses fixé à 1 000 € TTC/m² hors tout de capteur solaire.
- Instabilité récurrente des aides

**Système peu lisible pour les professionnels comme pour les particuliers
Difficulté à comparer les aides entre ENR**

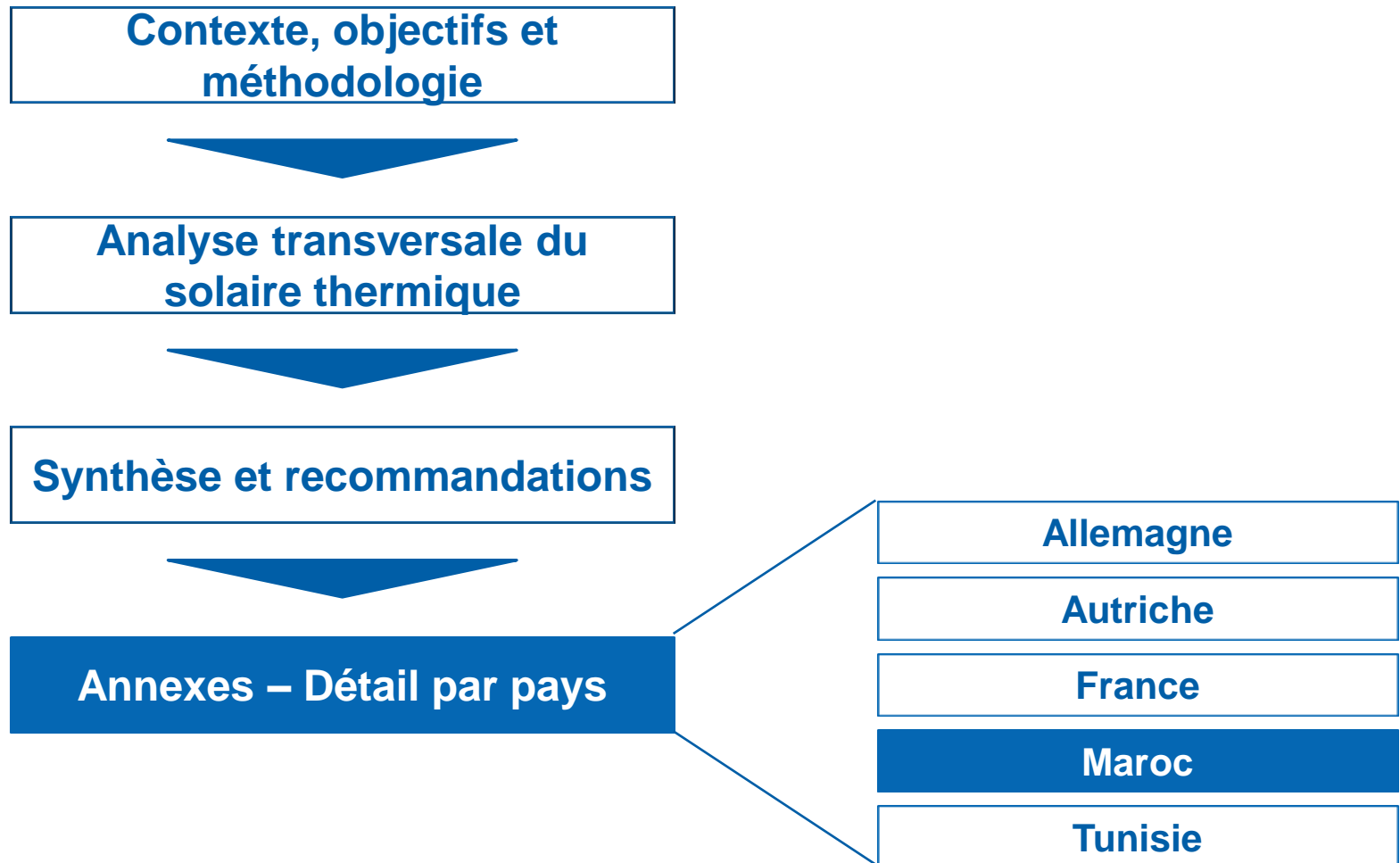
Impact faible sur le marché du solaire thermique, hormis pour certains projets collectifs



En 2011, trois projets, couvrant différentes problématiques du solaire thermique, ont été financés par l'ADEME dans le cadre des AMI sur l'énergie solaire.

	SYSTHEFF	SGST	SCRIB
Thème	Simplification et capteurs	Réseaux de chaleur	Froid solaire et chauffage
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> Fournir des solutions préfabriquées afin de faciliter le déploiement des technologies Améliorer la performance des capteurs 	<ul style="list-style-type: none"> Intégrer le solaire thermique dans les réseaux de chaleur Développer une filière adéquate 	<ul style="list-style-type: none"> Développer une source de climatisation solaire réversible, à haute efficacité énergétique et à faible impact environnementale
Acteurs			
Durée	48 mois	66 mois	54 mois
Montant total	8,2 M€	4,7 M€	2,8 M€
Montant de l'aide	3,5 M€ (43%)	2 M€ (43%)	1,4 M€ (50%)

Source : ADEME





Le solaire thermique connaît un essor continu depuis une dizaine d'années au Maroc.

Une croissance irrégulière mais continue depuis 10 ans

Capacité installée en 2012

m ² (x1000)	MW
300	210

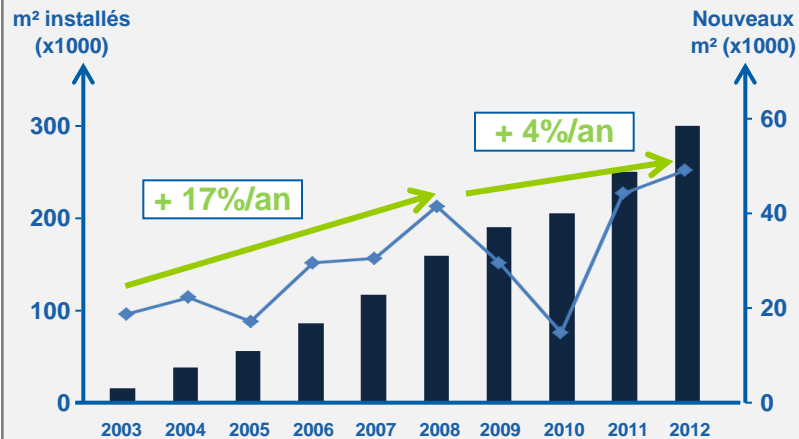
Taille de marché en 2012

m ² (x1000)	MW
50	35

Croissance annuelle

2003-2008	2008-2012
+ 17%	+ 4%

Evolution du marché entre 2003 et 2012, au Maroc



- Un marché dynamique qui a connu un creux d'activité lors de la fin du programme Promasol en 2010 avant le lancement de Shemsi en 2011.
- Un contexte politique et économique encore favorable.
- Une croissance qui devrait se maintenir dans les prochaines années.

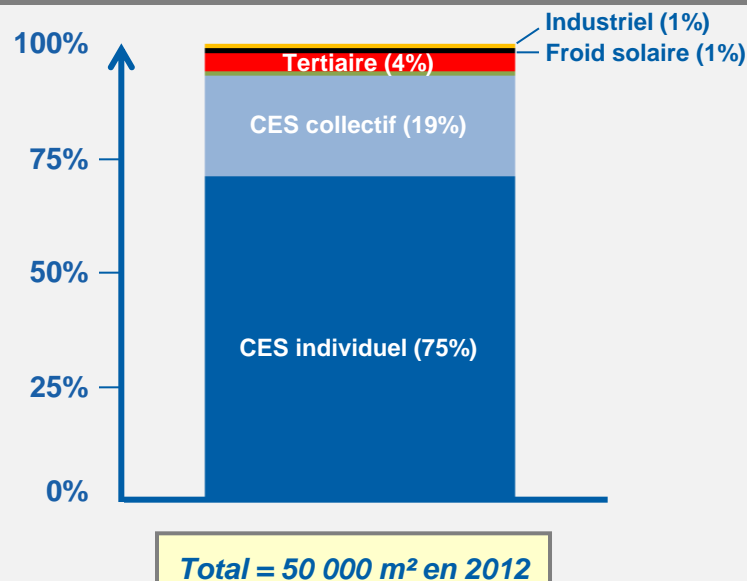
Sources : ADEREE ; Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012



➤ L'eau chaude solaire est l'application quasi-unique avec une majorité d'installations individuelles.

Un usage unique du solaire thermique auprès d'acteurs variés

Répartition des applications solaires thermiques pour les nouvelles installations au Maroc



Un marché monopolisé par les CES

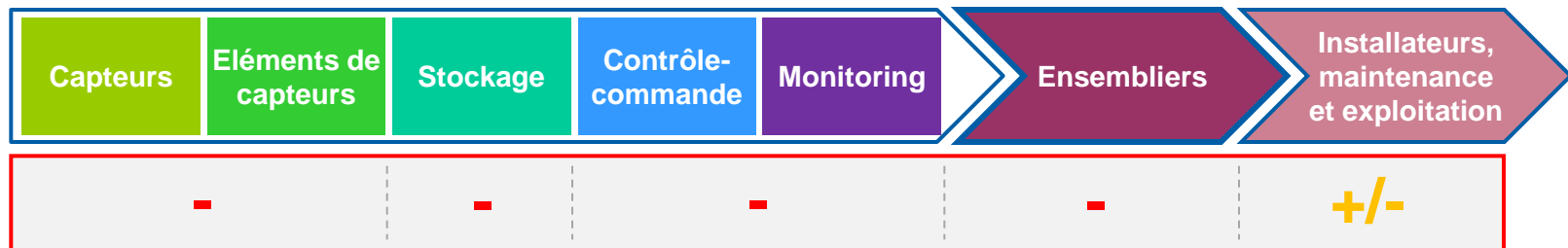
- Près de 95% des installations concernent un CES individuel ou collectif.
- Le tertiaire connaît une forte croissance grâce à l'activité touristique qui repart après une baisse en 2010 et 2011.
- Comme en Tunisie, le froid solaire reste marginal malgré un potentiel élevé et une demande existante.

Sources : ADEREE ; Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012



Le Maroc ne bénéficie pas d'acteur local de référence, l'ensemble du marché étant capté par des acteurs étrangers, européens ou tunisiens.

Un tissu industriel inexistant mais des acteurs de l'aval très bien formés



- Le Maroc ne dispose pas d'entreprises locales de fabrication ou d'assemblage de CES.
- L'ensemble des produits sont importés et aucun acteur industriel ne semble émerger. A titre d'exemple, de nombreuses entreprises allemandes ou la société tunisiennes BiomeSolar exportent leurs produits au Maroc.
- La formation des installateurs, assurée par l'Etat et les distributeurs locaux, permet de disposer d'installations de qualité et de professionnels qui réalisent la promotion du solaire thermique sur le territoire marocain.



- Calqué sur le Prosol tunisien, le programme Promasol 2 permet de subventionner une large part des nouvelles installations solaires, portant ainsi le marché.

Promasol jusqu'en 2010 puis Promasol 2 (2011-2020) - 1,7 millions de m² installés en 2020

Subventions et outils fiscaux

- Subvention de 30 à 40% de l'investissement initial
- Fonds de garantie de 70% de l'investissement
- Baisse de la TVA de 20 à 14%
- Droits de douanes réduit à 2,5

Prêts bonifiés

- Système équivalent à celui mis en place en Tunisie avec le programme Prosol avec un remboursement du prêt sur les factures d'électricité
- Prêts bonifiés de 1,5%

Partenariat et assistance

- Promotion de partenariats publics-privés
- Assistance technique pour des projets d'installation solaire thermique

Communication et exemples

- Communication (spot TV, radio, sensibilisation des architectes et des hôteliers, presse, etc.)
- Equipement de bâtiments publics :
 - ✓ 2000 m² de capteurs solaires installés en partenariat avec des Ministères
 - ✓ Diagnostic d'hôpitaux publics

Source : ADEREE



**Contexte, objectifs et
méthodologie**



**Analyse transversale du
solaire thermique**



Synthèse et recommandations



Annexes – Détail par pays

Allemagne

Autriche

France

Maroc

Tunisie



Le marché tunisien a fortement progressé depuis le début des années 2000 mais la situation politique actuelle a fortement impacté son essor.

Un marché dynamique confronté à une situation politique complexe

Capacité installée en 2012

m ² (x1000)	MW
607	425

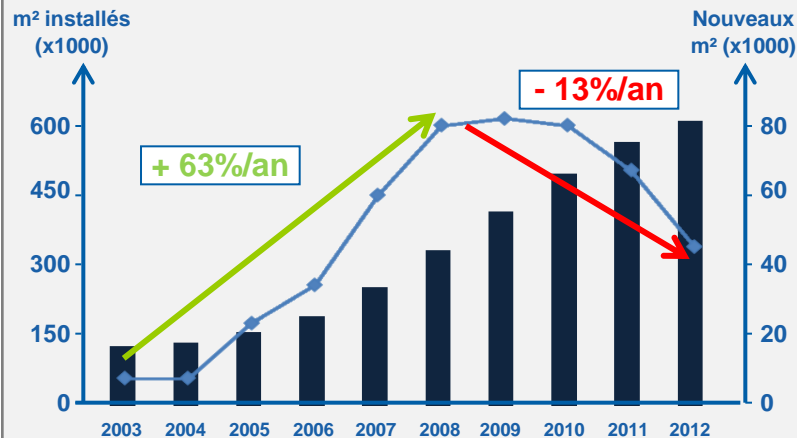
Taille de marché en 2012

m ² (x1000)	MW
45	31

Croissance annuelle

2003-2008	2008-2012
+ 63%	- 13%

Evolution du marché entre 2003 et 2012, en Tunisie



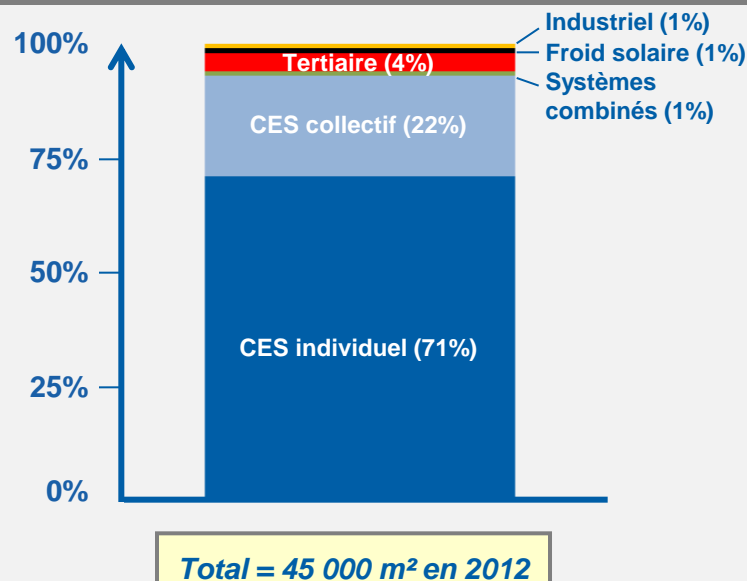
- Un marché dynamique entre 2003 et 2008 avec une croissance moyenne de 23% par an.
- Une forte baisse des nouvelles installations depuis 2008 (- 13%/an), avec une accentuation depuis 2010 en raison du climat politique et économique national.
- Un potentiel qui reste encore à exploiter;

Sources : ANME ; Solar thermal in the mediterranean region: market assessment report, Observatoire méditerranéen de l'énergie, 2012

- L'eau chaude solaire résidentielle est l'application quasi-unique du solaire thermique en Tunisie, loin devant les utilisations tertiaires.

Un usage unique du solaire thermique auprès d'acteurs variés

Répartition des applications solaires thermiques pour les nouvelles installations en Tunisie



Un besoin quasi-exclusif en eau chaude

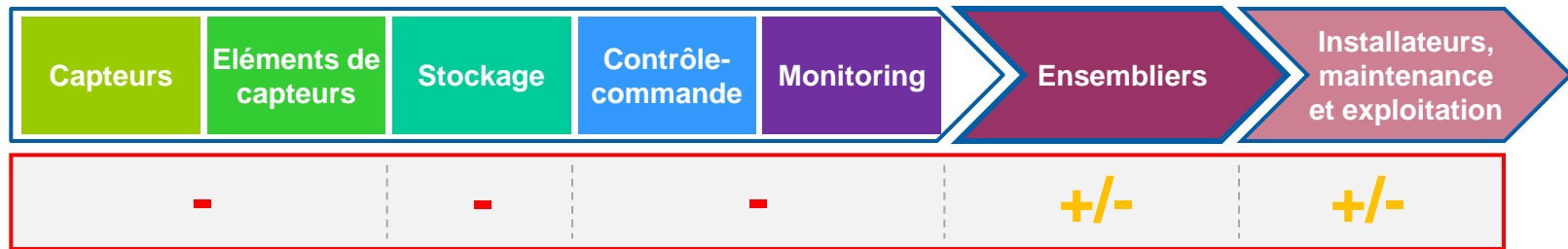
- Plus de 90% des nouvelles installations sont réalisés pour un CES résidentiel.
- Le tertiaire, en particulier les hôtels, connaît une croissance importante freinée par la baisse de la fréquentation touristique.
- Les applications industrielles sont très limitées malgré une volonté publique importante.
- Le froid solaire reste marginal alors que le potentiel est très élevé en Tunisie. Le coût et le manque de performance des solutions actuelles empêchent son développement.

Source : ANME



Le tissu industriel tunisien est lâche mais quelques sociétés dynamiques participent à l'essor d'une filière locale.

Des produits majoritairement importés par des acteurs qui structurent la filière locale



- La Tunisie dispose d'un **tissu industriel limité mais dynamique** dans la solaire thermique avec 3 sociétés particulièrement visibles sur le marché :
 - ✓ BiomeSolar
 - ✓ Soften (filiale de Giordano Industrie)
 - ✓ SINES
- Les industriels tunisiens recherchent des **relais de croissance à l'export, en particulier au Maroc et en Egypte**, marchés qui restent dynamique.
- Afin de monter en compétence et de maîtriser la chaîne de valeur au mieux, BiomeSolar construit une **unité d'assemblage de solutions ST pour le marché tunisien et l'export.**

Sources : ANME ; Entretiens Alcimed



- Le programme Prosol prévoit un système innovant et efficace d'aide à l'installation de solutions solaires thermiques...

Prosol (2005-2009) puis Prosol 2 (2010-2016) : Une subvention couplée à un système de prêt innovant

Résidentiel - 1 000 000 m² à l'horizon 2016



Subvention



Prêt spécial

- 100€ si < 3 m²
- 200€ entre 4 et 7 m²

Crédit d'une durée de 5 ans, dont le remboursement est assuré par la STEG à travers la facture d'électricité

Tertiaire - 30 000 m² durant la période 2010 – 2016

1 M€ de financements pour les hôtels sur 6 ans

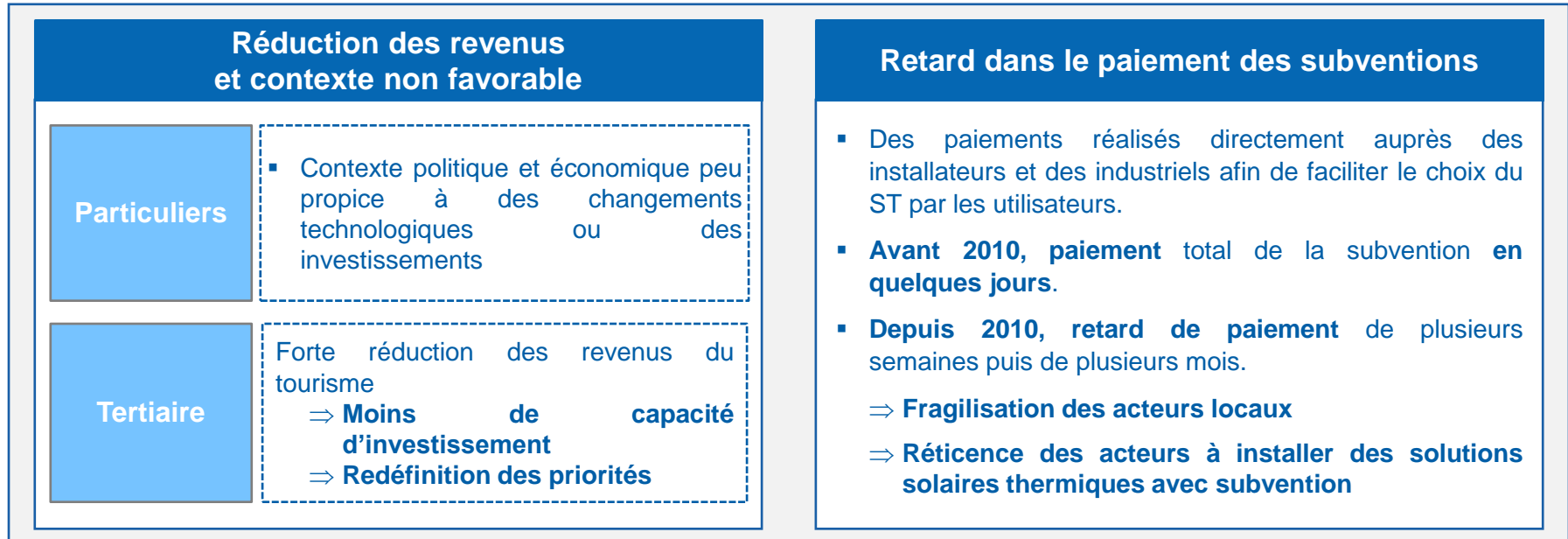
1. 70% du coût global des études et contrôles plafonnée à 70 000 DT
2. 55% du coût global de l'investissement plafonnée à 300 DT/m²
3. 3 €/m² pour les frais de maintenance
4. Crédit bonifié de 2%
5. Exonération de TVA

Type Chauffé eau solaire	200 litres	300 litres	500 litres
Prix du CES installé (*)	1150	1750	2500
Subvention de l'état	200	400	400
Crédit bancaire	950	1150	1150
Frais de dossier STEG	35,4	35,4	35,4
Le client paye	35,4	235,4	985,4

Source : ANME



... mais depuis 2011, son efficacité réelle est fortement impactée par la situation économique et politique locale.



**Forte réduction de l'incitativité de l'aide
Le programme Prosol ne remplit plus son objectif initial**



Allemagne

Structure	Poste
Alanod	Responsable des ventes
Almeco Solar	Business Line Manager
BSW-Solar	Chargé de mission
INVENSOR	Responsable ventes & marketing
Resol	Responsable France
Rittersolar	Chef de projet
SorTech	Responsable des ventes Allemagne, Suisse Autriche, Italie
Vaillant	Chef de produit Solaire & Marché Collectif
Viessmann	Responsable management des produits solaires thermiques & composants hydrauliques



Maghreb

Structure	Poste
APRUE	Responsable solaire thermique et géothermie
ADEREE	Chef de la Division des Ressources
ANME	Chef d'unité PROSOL Tertiaire et Industrie
Biome Solar	PDG
Soften	Directeur commercial



Autriche

Structure	Poste
Austria Solar	Président
GreenOneTec	Key Account Manager France and Maghreb
S.O.L.I.D	Responsable R&D



France

Structure	Poste
Atlantic	Chef de Produits International
Cesbron	Directeur marketing et R&D
Charot	Directeur Commercial Responsable Marketing & Communication
Clipsol	Ingénieur Chef de projet capteur et systèmes solaires thermiques
Cofely	Chef de produits
Dalkia	Chef de projets
Eklor	Directeur
Elios Industries	Directeur Général
Idex Energies	Responsable d'exploitation
Lacaze energies	Ingénieur Développement Solaire Thermique Collectif
SAED	Responsable R&D
Schüco France	Technical Manager
Solisart	Président
Tecnisun	Ingénieur Développement Produit et Lancement Industriel
Danone	Responsable Process Produits frais
Eckes-Granini	Responsable production
Lactalis Nestle	Responsable process
Lesaffre	Responsable fermentation
L'Oréal	Responsable process

Autres

Structure	Poste
Marstal District Heating	Responsable d'exploitation
Heineken	Chef de projets

Partie A : Etude solaire thermique

Annexes

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

- **Annexe A : Solaire thermique en Inde (Marie-Anne Serve)**
- **Annexe B : Solaire thermique en Chine (Valérie Seguin)**
- **Annexe C : Zoom sur quelques acteurs**

Annexe A

Solaire thermique en Inde

Eau Chaude sanitaire - Généralités

Driver	<ul style="list-style-type: none"> • De plus en plus, l'eau chaude est vue comme un aspect fondamental d'une vie saine et hygiénique • Economise de gaz de cuisine pour chauffer l'eau et cuisiner • Significative réduction de la facture d'électricité
Politique	<ul style="list-style-type: none"> • JNNM: objectif d'installation de capteurs: 7 millions m² (2010-13), 15 millions m² (2013-17), 20 millions m² (2017-22) • Draft Phase II de la JNNM (2013-2017): Objectif d'environ 8 millions de m² de capteurs solaire d'ici 2017 • Objectif d'au moins 15-20 villes où les chauffe-eau solaire deviendrait la principale source de chauffage d'eau • Obligation pour les nouveaux bâtiments dans certaines villes (Bangalore, Pune, Calcutta...)
Etat des lieux	<ul style="list-style-type: none"> • Demande en croissance constante • Une des technologies EnR les plus commercialisées en Inde • Environ 5.83 millions de m² de capteurs solaire thermique installés (chiffres Août 2012)
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance du marché des chauffe-eau solaire de 15% ces deux dernières années • Principal marché de l'énergie solaire thermique, estimé à 400 Cr. Rs (55 M€) • Marché domestique dominé par la technologie Flat Plate Collector (FPC) • Logements individuels (obligatoire pour les nouvelles constructions à Bangalore et Pune), bâtiments commerciaux (obligatoire dans plusieurs villes pour les multi-étages don't hôpitaux et hôtels 5 étoiles), bâtiments industriels, piscines
Acteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Le MNRE possède une liste de fabricants approuvés comprenant une centaine d'acteurs ¹ • La Solar Thermal Federation of India regroupe une vingtaine de fabricants représentant 85% du marché ² • Principaux acteurs: Tata BP Solar, Racold, Bajaj, Venus, Emmvee...
Coût	<ul style="list-style-type: none"> • Evacuated Tube Collector (ETC) based systems : Rs. 10,000/ sq. m. (140 €/m²) (tubes importés) • Flat Plate Collector (FPC) based systems : Rs. 11,000/ sq. m. (154 €/m²)
Financements	<ul style="list-style-type: none"> • General category for all types of beneficiaries: 30% capital subsidy or loan at 5% interest on 80% of the benchmark cost • Special category for domestic & non commercial categories 60% capital subsidy (not availing accelerated depreciation) or 30% capital subsidy (availing accelerated depreciation) or loan at 5% interest on 80% of the benchmark cost

¹ http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/list_etc_manufacturers.pdf , http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/list_fpc_manufacturers.pdf ² http://www.stfi.org.in/founder_members.php

Annexe A

Solaire thermique en Inde

Eau Chaude Sanitaire - Program UNDP-GEF

- **Lancement d'un site spécifique:** www.solarwaterheater.gov.in et ligne téléphonique d'aide gratuite
- **Développement de:**
 - Manuels de l'utilisateur, de conception, de formation des installateurs, architectes et autres acteurs
 - Calculateur de fourniture d'énergie, conditions nécessaires pour les capteurs...
 - Carte du pays montrant les installations par état et le potentiel
 - Études de cas
- Aide à la mise en place d'unités de production et à l'entrepreneuriat
- **Estimation du marché et du potentiel des différents secteurs (industrie, éducation, santé) avec prévisions 2017, 2022, 2030**
- **Résultats:**
 - Doublement des installations sur 2010-11 par rapport à 2008
 - Environ 60 fabricants/intégrateurs participant directement au programme du MNRE
 - Qualité des systèmes assuré via un minimum de conditions indiquées sur le site (obligation des fabricants à adhérer)
 - Garantie de 5 ans des fabricants aux utilisateurs

Annexe A

Solaire thermique en Inde

Eau Chaude Sanitaire - Exemples de réalisations

Si les chauffe-eau solaire (basse température) sont généralement utilisés pour l'eau chaude sanitaire, il existe également des applications dans l'industrie (textile, produits chimiques...)



olar water heating systems installed at



Systems installed at Infosys, Bangalore



50,000 lpd systems at a Textile factory in Gurgaon Haryana through soft loan from Canara Bank



1000 LPD SWHS at Godavari Fertilize

Annexe A

Solaire thermique en Inde

Chaleur industrielle - Généralités

Driver	<ul style="list-style-type: none"> • Hausse des prix et impact environnemental du charbon et gaz naturel utilisé dans les chaudières conventionnelles • Grands besoins de chaleur industrielle en-dessous de 250°C 		
Applications	<ul style="list-style-type: none"> • Le secteur industriel nécessite de l'eau chaude à basse température (55-60°C), température moyenne (80 °C) et haute température (>100 °C) pour une grande diversité d'applications: 		
	<ul style="list-style-type: none"> • Pharmaceuticals and fine chemicals • Paper and board manufacturers • Brewing, distillation, matting • Ceramics, bricks and cements 	<ul style="list-style-type: none"> • Food, Textile Mineral processing • Sugar Industry • Refineries, Petrochemicals, Fertilizers • Iron & Steel • Timber processing 	<ul style="list-style-type: none"> • Land fill sites, gasified Municipal solid waste • Hospital waste incinerators • Sewage treatment
Politique	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion par le gouvernement des générateurs de vapeur solaires (financement de plusieurs projets) • Objectif de 1 millions de m² d'ici 2022 et 10 millions de m² d'ici 2050 		
Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Fixed focus single axis tracked dishes (Scheffler) • Fully tracked dishes with cavity receiver (Arun) 		
Etat de lieux	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation de chauffage solaire pour des températures au-delà de 100°C est plutôt limité en Inde, peu d'acteurs et R&D • La vapeur industrielle solaire (Solar Heat for Industrial processes: SHIP) devient populaire • > 80 systèmes de vapeur installés (30 000 m²) 		
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif de contribution de l'Industrie manufacturière à 25% du PIB (contre 16% aujourd'hui) -> augmentation du nombre d'industries et donc du besoin en chaleur industrielle 		
Financements	<ul style="list-style-type: none"> • Subvention de 30% du coût d'investissement pour les produits certifiés de fabricants approuvés (60% pour certains états) • Prêt avantageux à 5% • 50% de soutien pour la validation de nouvelles technologies y compris les projets de démonstration à l'étranger • Programme UNDP/GEF: 4,4 millions USD sur 5 ans pour le développement de projets pilotes et standards 		

Annexe A

Solaire thermique en Inde

Chaleur Industrielle - Exemples de réalisations 1/2

Systèmes solaires de génération de vapeur



Annexe A

Solaire thermique en Inde

Chaleur Industrielle - Exemples de réalisations 2/2

Systemes solaires de génération de vapeur pour la blanchisserie et l'agro-alimentaire

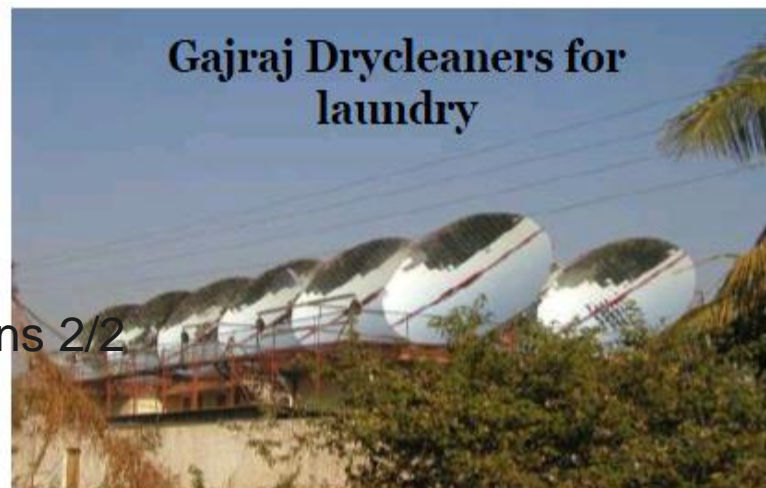
Tapi food industry for process heat



Chaleur Industrielle
Exemples de réalisations 2/2



Gajraj Drycleaners for laundry



Annexe A

Solaire thermique en Inde

Chaleur Industrielle - Quelques acteurs

Débuts dans le développement de projets “Combined Heat and Power (CHP)” pour l’industrie, mais progrès lents du fait du coût élevé et des conditions.



- **ARUN™**: tracker axe double, automatisme total, stockage, certifié IBR
- Clients:
 - Maharashtra Rajya Sahakari Dudh Mahasangh Maryadit (Mahanad Dairy) at Latur
 - M/s B.G. Chitale Dairy , Sangli
 - Heavy Water Plant Of Department Of Atomic Energy at Kota
 - Hotel ITC Maurya, Delhi
 - M/s Mahindra Vehicles Manufacturers Limited, Pune
 - M/s Turbo Energy Limited , Paiyanoor, Chennai



- SolPac™ NI30: non imaging collector pour toitures: température max 120°C pour applications industrielles et commerciales
- SolPac™ D160: solar parabolic dish: 16m², tracker axe double, température max 150°C
- SolPac™ P60: solar parabolic trough: 6,8m², tracker, température max 210°C
- SolPac™ C50: parabolic solar dish cooking system



Spécialiste du Concentrated Solar Thermal (CST) - Parabolic Dish Technology - pour la chaleur industrielle ou l’électricité (ou cogénération). Projet pilote solaire-diesel près de Delhi

Hiro Energy Tech

Annexe A

Solaire thermique en Inde

Froid Solaire (air climatisé et réfrigération) - Généralités

Driver	<ul style="list-style-type: none">• Pays tropical aux été longs avec des températures >35°C dans la quasi totalité du pays• Utile dans les endroits subissant de nombreuses coupures de courant et utilisant des générateurs diesel
Politique	<ul style="list-style-type: none">• Encouragé dans la Phase II de la JNNSM• Objectif de 50 000 TR (ton of cooling) d'ici 2022, 500 000 TR d'ici 2050
Applications	<ul style="list-style-type: none">• Climatisation de complexes institutionnels et commerciaux la journée (pas de stockage mais besoin d'hybridation)• Climatisation des secteurs résidentiels et hospitaliers (stockage électrique, contrainte d'espace)• Stockage froid (nourriture, vaccins), réfrigération industrielle (hybridation avec backup diesel ou thermique?)
Etat des lieux	<ul style="list-style-type: none">• Technologie pas encore populaire du fait de son coût élevé et du nombre limité de fournisseurs• Quelques systèmes installés, notamment hybrides solaire/VAM• 80 générateurs de vapeurs installés, soit 25 000 m² de paraboles
Technologie	<ul style="list-style-type: none">• Cycle ouvert: sorption à roue ou lit fixe• Cycle fermé: sorption liquide (ammoniac/eau, bromure de lithium/eau) ou sorption/adsorption solide (gel de silice...)• En Inde, les machines à absorption de vapeur (VAM) sont plus populaires
Marché	<ul style="list-style-type: none">• 30% de l'électricité consommé par les bâtiments domestiques et commerciaux• La climatisation contribue à 50-60% de l'énergie totale utilisée par un bâtiment climatisé• Actuellement <20% de bâtiments climatisés, mais urbanisation rapide et développement de bâtiments commerciaux• 3 millions de climatiseurs et 10 millions de refroidisseurs d'air sont vendus chaque année en Inde• Applications: air climatisé (bâtiments publiques), refroidissement industriel, réfrigération pour le stockage de nourriture
Acteurs	<ul style="list-style-type: none">• 16 fabricants/distributeurs de générateurs de vapeur paraboliques
Financements	<ul style="list-style-type: none">• Le gouvernement a financé des projets académiques et commerciaux de systèmes hybrides solaire/VAM

Annexe A

Solaire thermique en Inde

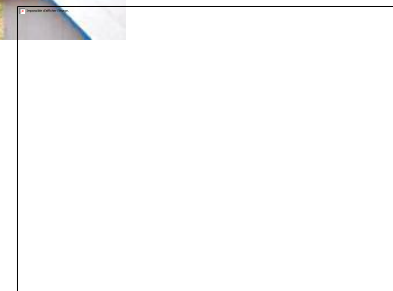
Froid Solaire - Exemples de projets 1/2

Concentrateur parabolique + machine à absorption de vapeur

Ville	Propriétaire	Utilisation	Ton of cooling
Vadodara	Muni Seva Ashram	Hôpital	100 TR
Chennai	TVS Suzuki factory	Bureaux	92 TR
Thane (Mumbai)	Hôpital civil	Hôpital	212 TR
Gurgaon	Magnetic Mareli		30 TR
Chakan, Pune	Mahindra Vehicle Manufacturers Ltd		100 TR

100 kW Solar Cooling Plant with PTCs & Triple Effect VAM

- An R&D cum Demo. Project under PPP mode
- PTCs with anodized Al reflector & 51% efficiency at 200C developed
- Requires less area due to higher COP of VAM
- Operating at SEC, MNRE for 2 years
- Stand alone system for day time use. Small storage for intermittent clouds
- Useful for offices & institutions working during day time
- Smaller system with Air cooled condensers under development



Annexe A

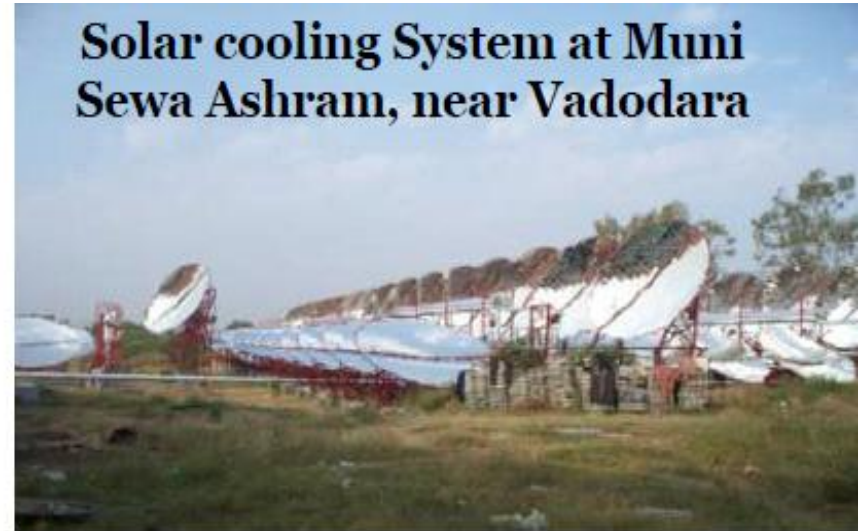
Solaire thermique en Inde

Froid Solaire - Exemples de projets 2/2

Solar Cooling System at Civil Hospital, Thane



Solar cooling System at Muni Sewa Ashram, near Vadodara



Annexe A

Solaire thermique en Inde

Centres de recherche

- As a part of JNNSM, the following Centers of Excellence are being supported by the Ministry:
 - Centre of Energy Studies at IIT Delhi which was set up in 1978 and covers renewable energy
 - IIT Bombay: Research and education in the area of photovoltaic (2009-10)
 - IIT Rajasthan: Research and education in the area of solar thermal (2011-12)
 - IIM Ahmedabad: Technology incubation and development of entrepreneurship (2010-11)
 - CEPT University, Ahmedabad: Solar passive architecture and green building technologies (2010-11)
- In addition, proposal from IISc. Bangalore for setting up a Centre of Excellence having focus on decentralized solar thermal power applications is under active consideration.
- Present MNRE R&D Policy has provisions to support projects in Universities, academic institutions, research laboratories and in industries. The type of projects that are covered under the policy include
 - Centre of excellence in thematic areas of research,
 - Applied research,
 - Technology validation and field evaluation,
 - Technology incubation end entrepreneurship development, and
 - Capacity building.
- Currently, 18 projects in photovoltaic and 17 in solar thermal areas are under implementation.
 - IIT Bombay, IIT Delhi, IIT Kanpur, IIT Rajasthan
 - CSIR laboratories, NPL, NCL, Indian Inst of Chemical Tech
 - Universities: Delhi, Pune, BESU, KIIT, Jain University, Cochin University of S&T,
 - IACS, Indian Institute of Petroleum, TERI
 - Industries : Moser Baer, Maharishi Solar, Sunborne, ATE Pune, Clique Dev, Thermax, Megawatt Solutions,
 - Others: WRST; DST Lakshadweep.

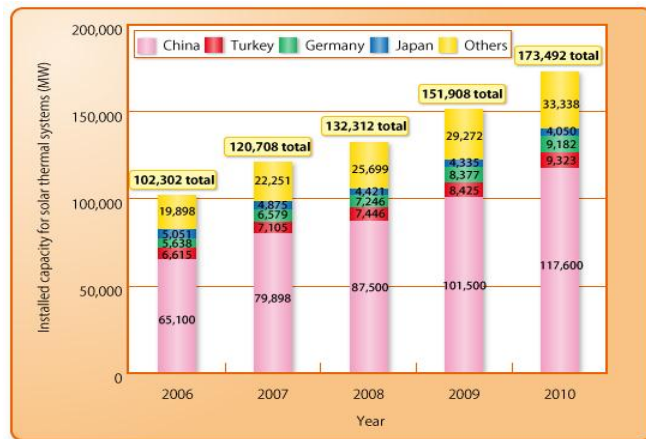
Annexe B

Solaire thermique en Chine

Situation actuelle du marché du solaire thermique en Chine

La Chine est le marché leader pour les chauffe-eau solaires aujourd'hui, en raison d'un avantage clair de la technologie dans ce pays du point de vue financier.

La Chine domine le secteur du solaire thermique basse température depuis plusieurs années



Fin 2010 :
117 GWth installés en Chine, soit 168 millions de m²
La Chine représente 60% du marché mondial et comptait pour plus de 81% des nouvelles installations en 2010

Les raisons de ce succès

C'est avant tout un **avantage économique** qui a fait le succès des chauffe-eau solaires individuels pour une application eau chaude sanitaire en Chine. Les chauffe-eau solaires permettent de manière générale de faire des économies comparé aux systèmes fonctionnant au gaz ou à l'électricité.

Plusieurs incitations réglementaires ont pu permettre de parachever le succès des chauffe-eau solaires en Chine, notamment dans les zones urbaines : beaucoup de municipalités imposent ainsi le recours à des chauffe-eau solaires pour les nouveaux immeubles de moins de 12 étages ainsi que pour les hôtels, écoles et piscines. Cette mesure a été adoptée par la municipalité de Pékin en mars 2012. A noter cependant que **le secteur a décollé dans les années 2000 sans subventions spécifiques**.

Annexe B

Solaire thermique en Chine

Technologie dominante sur le marché chinois

Les chauffe-eau solaires chinois sont des modèles simples, basés sur une technologie propriétaire.



Modèle de base
(Sunrain ici)

Modèle plus
sophistiqué
(Linuo Group)



La technologie dominante pour les chauffe-eau solaires en Chine est le **capteur à tubes sous vide avec thermosiphon** (ballon d'eau chaude et capteur sur le toit), **eau non pressurisée**. La technologie des tubes sous vide a été développée par l'université de Tsinghua (travaux commencés dès 1978). **La Chine dispose donc technologies propriétaires pour les composants clés des chauffe-eau solaires.**

Les chauffe-eau solaires chinois sont souvent des dispositifs très simples, constitués uniquement du capteur tubes sous vide et du collecteur.

Le prix des produits entrée de gamme est compris entre 2300 et 3600¥, le volume du collecteur allant de 125 à 175L.

Des produits plus sophistiqués existent, avec ballon d'eau chaude de stockage séparé du capteur solaire, appoint électrique ou au gaz et système de contrôle/commande, mais sont encore peu répandus.

Aperçu des dispositifs concurrents pour le chauffage individuel de l'eau chaude sanitaire en Chine



Des chauffe-eau d'une contenance moyenne de 40 à 60L (relativement faible, notamment pour une famille).

Une gamme de prix très variés, entrée de gamme autour de 700-800¥, l'essentiel des produits commercialisés étant vendus entre 1200 et 1700¥.



Des chauffe-eau permettant de chauffer de manière instantanée environ 10L/minute.

Une gamme de prix également très variée, l'essentiel des produits commercialisés étant vendus entre 1300 et 2000¥.

Comparatif des différents produits :

Hypothèses : besoin de 200L d'eau /jour chauffés en moyenne de 30°C (10->40°C)

Données : 1,162 Wh pour chauffer 1L d'eau de 1°C

Prix de l'électricité : 0.5¥/kWh

Prix du gaz : 2 ¥/m³

Coût annuel chauffe-eau électrique : 1272¥/an

Coût annuel chauffe-eau au gaz : 880¥/an

➔ Les chauffe-eau solaires, qui n'engendrent pas d'autres coûts que l'investissement initial peuvent être rentabilisés en quelques années seulement.

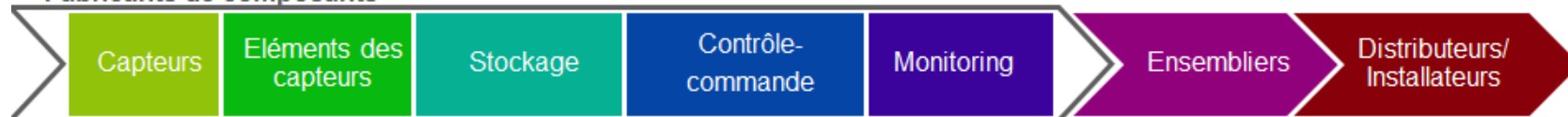
Annexe B

Solaire thermique en Chine

Une industrie chinoise mature

La Chine a construit une industrie forte pour la manufacture de chauffe-eau solaires, qui maîtrise l'ensemble de la chaîne de la valeur. Les principaux assembleurs couvrent l'ensemble de la chaîne.

Fabricants de composants



Un grand nombre d'industriels chinois pouvant fournir les composants, on en compterait 1200 aujourd'hui.

Les chauffe-eau solaires chinois d'entrée de gamme ne disposent pas de systèmes de contrôle commande.

Les principaux assembleurs (Himin, Sunrain, Linuo, Micoe...) ont opté pour **une stratégie d'intégration verticale, ils fabriquent en interne tubes sous vide et collecteurs**, certains d'entre eux allant jusqu'à produire eux-mêmes en amont de la chaîne les tubes de verre composant les tubes sous vide (c'est le cas de Sunrain et Linuo).

En 2010, on dénombrait plus de 1600 assembleurs. Le marché est en cours de consolidation, on estime que 300 producteurs représentent 95% du volume des ventes et que 1000 entreprises auraient fermé leurs portes ces dernières années.

Le réseau de distribution est un point crucial pour le succès d'un fabricant de chauffe-eau solaire. Les grands noms ont souvent des équipes de ventes régionales et un réseau de distributeurs franchisés. On compterait ainsi 50000 boutiques vendant des panneaux solaires en Chine.

Annexe B

Solaire thermique en Chine

Acteurs industriels majeurs



SUNRAIN

Date de création : 1999

Localisation : Lianyungang (province du Jiangsu) + 3 000 distributeurs à travers la Chine

Nombre d'employés : ~5300 (dont plus de 2000 dédiés aux activités commerciales)

Données financières : Entrée en bourse sur le Shanghai Stock Exchange en mai 2012 ; chiffre d'affaires de 400 millions\$ fin 2011

Gamme de produits : chauffe-eau solaire / pompe à chaleur

Données R&D : Coopération avec l'université de Pékin et la Chinese Academy of Sciences



LINUO PARADIGMA

Date de création : 2001, la société est en fait une joint venture entre la société allemande Ritter et la société chinoise Linuo Group ;

Localisation : différentes bases à travers la Chine

Nombre d'employés : plus de 13 000 employés à travers le monde pour Linuo Group (qui a d'autres filiales commercialisant des verres pour l'industrie pharmaceutique notamment)

Données financières :

Gamme de produits : solaire thermique (matériaux, composants, produits finis)



HIMIN SOLAR

Date de création : 1995, le président fondateur (Huang Min) possède des connexions personnelles fortes au niveau politique

Localisation : Dezhou (province du Shangdong)

Nombre d'employés : ~7000

Données financières : Entrée en bourse retardée, peut-être en raison d'une affaire de corruption ; chiffre d'affaires estimé entre 300 et 500 millions \$

Gamme de produits : très diversifiée : chauffe-eau solaire individuel, chauffe-eau solaire pour application industrielle, pompe à chaleur, PV - panneau PV, lampadaire solaire-, CSP – toutes les technologies-

Données techniques / R&D : forte collaboration avec l'Institute of Electrical Engineering de la Chinese Academy of Sciences. Plus de 300 brevets déposés par la société



MICOE

Date de création : 2000

Localisation : Lianyungang (province du Jiangsu), Micoe est une filiale de Sunrain, mais elles sont managées de manière séparée, et tiennent des comptes séparés.

Nombre d'employés : 2000

Données financières : chiffre d'affaires affiché de 400 millions \$ fin 2011

Gamme de produits : concentrée sur le solaire thermique : commercialise des chauffe-eau solaires et leurs différents composants.

Annexe B

Solaire thermique en Chine

Perspectives d'évolution du marché

Le marché du solaire thermique devrait continuer à se développer en Chine. De nouveaux segments sont sans doute amenés à se développer.

Objectifs officiels

Si un ralentissement de la croissance du secteur est observé ces 2 dernières années, les objectifs émis pour le gouvernement central chinois dans le cadre du 12^{ème} plan quinquennal restent ambitieux : **280GWth** d'ici 2015, **560GWth** d'ici 2020.

De nouvelles mesures qui pourraient être des moteurs

- De petites municipalités subventionnent jusqu'à 30% l'installation de chauffe-eau solaire sur des bâtiments publics
- Le Renewable Energy Demonstration Cities Programme, initié par le Ministère de la Construction en 2010, a pour objectif de subventionner des projets de démonstration EnR dans 100 villes chinoises (8 à 13 millions \$ environ par ville). Des projets solaire thermique de taille importante pourront être subventionnés par ce biais.

Développement de nouveaux segments

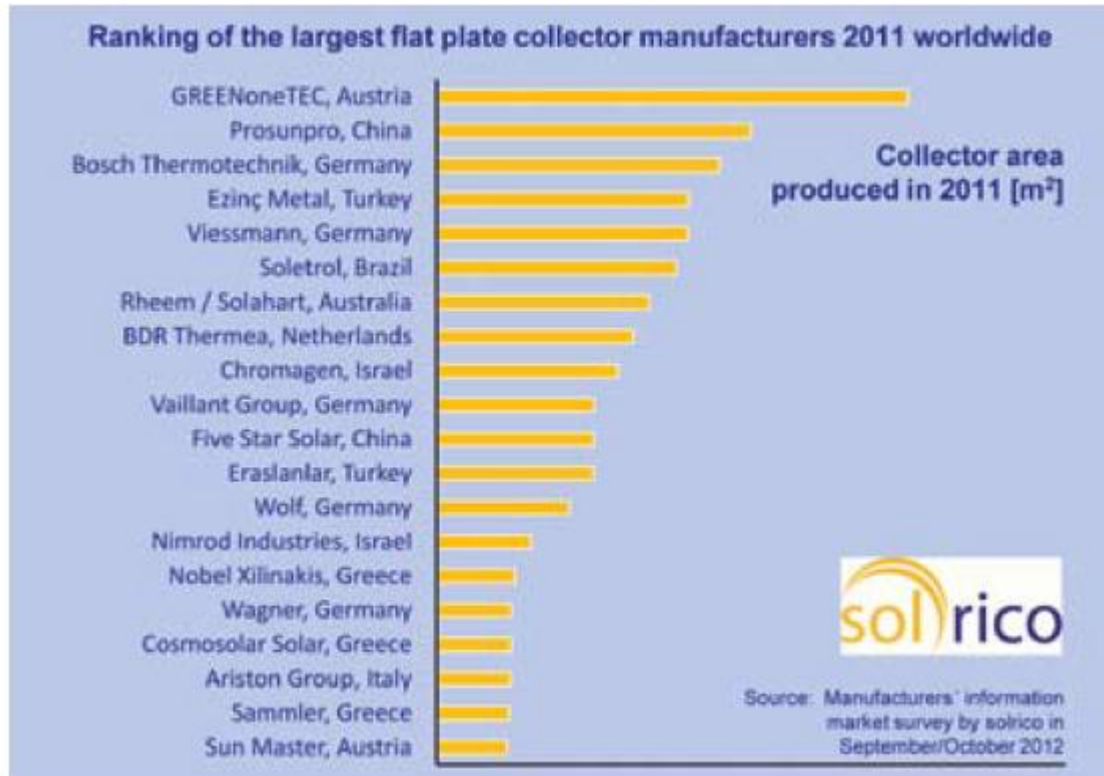


Si aujourd'hui c'est quasiment exclusivement le segment 'chauffe-eau solaire individuel pour eau chaude sanitaire' qui s'est développé, beaucoup de spécialistes chinois appellent au développement de nouveaux segments :

- Développement de chauffe-eau pour de grands bâtiments (hôtels, écoles...), parfois complétés par une autre forme de chauffage (gaz...) ; pour le moment, pas de projet de chauffage au niveau quartier
- Développement de chauffe-eau solaires montés en façade
- Développement du chauffage par le sol
- Développement de la climatisation solaire
- Développement de chauffe-eau pour des températures plus élevées (80°C > 250°C) pour des applications industrielles.

Sources :Présentation Pr. Yin Zhiqiang (Université de Tsinghua), Intersolar China 2012

De nombreux fabricants de capteurs plans allemands et chinois



Company	Country	Annual growth
Wolf	Germany	33 %
Bosch Thermo-technik	Germany	19 %
Vaillant	Germany	18 %
Viessmann Werke	Germany	10 %
Soletrol Industria	Brazil	8 %
Sammler Solar	Greece	8 %
Eziç Metal	Turkey	6 %
Nimrod Industries	Israel	6 %
Sun Master	Austria	5 %
Cosmosolar	Greece	4 %
Chromagen	Israel	4 %
GREENoneTEC	Austria	3 %
Rheem / Solahart	Australia	3 %
Wagner	Germany	-10 %

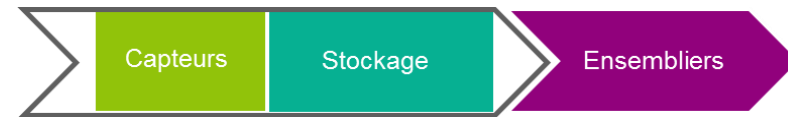
Source : http://www.solrico.com/fileadmin/medien/pdf/SWE_industry_in_upheaval.pdf

Average annual growth of the last five years of produced collector area

Source: Manufacturers, solrico

Annexe C

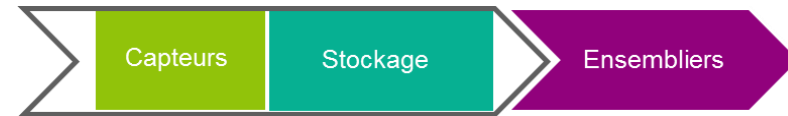
Zoom sur l'offre produit des acteurs français



PRESENTATION GENERALE			
Date de création	CA	Effectif total	Structure financière
1971	2011 : 33 M€	300 (monde)	25% du capital détenu par EDF énergies nouvelles
ACTIVITES		POSITIONNEMENT TECHNOLOGIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> Présentation générale: GIORDANO Industries fabrique et commercialise des solutions individuelles ou collectives de production d'eau chaude et de chauffage et d'électricité solaire à partir d'énergies renouvelables. Ses produits s'adressent à une clientèle de particuliers mais également de maîtres d'ouvrage publics et privés. 		<ul style="list-style-type: none"> CESI Chaudière solaire Pompe à chaleur 	
R&D		POSITIONNEMENT MARCHÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Effectif R&D: N.D 2 brevets Partenaires : EDF Energies nouvelles, Baleo 		Secteurs applicatifs	
		<ul style="list-style-type: none"> Agriculture Tertiaire Habitat collectif Habitat individuel 	
		<ul style="list-style-type: none"> Clients Particuliers, collectivités 	

Annexe C

Zoom sur l'offre produit des acteurs français



PRESENTATION GENERALE

Date de création	CA	Effectif total	Structure financière
1979	2010 : 39 M€ 2011 : 20 M€	110	Participation à 51% de GDF Suez au capital de Clipsol
ACTIVITES		POSITIONNEMENT TECHNOLOGIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> Présentation générale: CLIPSOL, Groupe GDF SUEZ, conçoit, fabrique et distribue des produits solaires. De la maison individuelle aux projets collectifs de très grande taille, l'entreprise possède la double compétence solaire thermique (eau chaude et chauffage) et photovoltaïque (générateurs photovoltaïques). 		<ul style="list-style-type: none"> CESI SSC classique Plancher solaire direct (PSD) 	
R&D		POSITIONNEMENT MARCHÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Effectif R&D: N.D 7 brevets Partenaires : INES, GDF-Suez 		Secteurs applicatifs <ul style="list-style-type: none"> Eau chaude et chauffage collectif et individuel 	
		<ul style="list-style-type: none"> Clients: Collectivités, particuliers 	

Annexe C

Zoom sur l'offre produit des acteurs français



Contrôle-
commande

Monitoring

PRESENTATION GENERALE			
Date de création	CA	Effectif total	Structure financière
1970	2010 : 70 M€ 2011 : 80 M€	448	
ACTIVITES		POSITIONNEMENT TECHNOLOGIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> Présentation générale: Produits et services pour les économies d'énergie et le confort dans l'habitat et le bâtiment 		<ul style="list-style-type: none"> Gestion du chauffage et de la climatisation (thermostats, régulateurs, indicateurs de consommation, programmeurs...) Contrôle et commande ... 	
R&D		POSITIONNEMENT MARCHÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Effectif R&D: N.D 25 brevets Partenaires : Sofrel 		Secteurs applicatifs	
		<ul style="list-style-type: none"> Habitats et locaux professionnels Sites industriels et tertiaires 	
		<ul style="list-style-type: none"> Clients: Collectivités, particuliers, entreprises... 	

Partie B : Etude solaire thermique concentré

Rapport final

Bilan des acquis

Etude bibliométrique

Etude marketing

Réalisation : CEA (Bureau d'Etude Marketing)



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

Partie B

Le solaire thermique à concentration

B.1 Bilan des acquis

- Applications
- Technologies
- Acteurs et projets
- Synthèse

B.2 Analyse bibliométrique

- Méthodologie
- Analyses globales
- Segmentations
- Synthèse

B.3 Analyse marketing

- Introduction
- Etat actuel et dynamique du marché mondial
- Analyse des opportunités par applications
- Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

B.4 Recommandations

Cette étude s'intéresse au **solaire thermique à concentration** qui permet de produire de la **chaleur haute température** (à partir de 300°C) grâce à la captation de la chaleur du soleil par des surfaces réfléchissantes. Selon l'application visée, cette chaleur peut être utilisée comme telle ou **transformée en électricité** par un cycle thermodynamique.



Il est important de bien distinguer cette technologie solaire des autres et notamment du **photovoltaïque** qui transforme le rayonnement du soleil **directement en électricité** via les cellules photovoltaïques.

A ne pas confondre également avec le **CPV (Concentrated PhotoVoltaic)** qui utilise également des surfaces réfléchissantes pour concentrer le rayonnement solaire sur des cellules photovoltaïques afin d'améliorer le rendement.

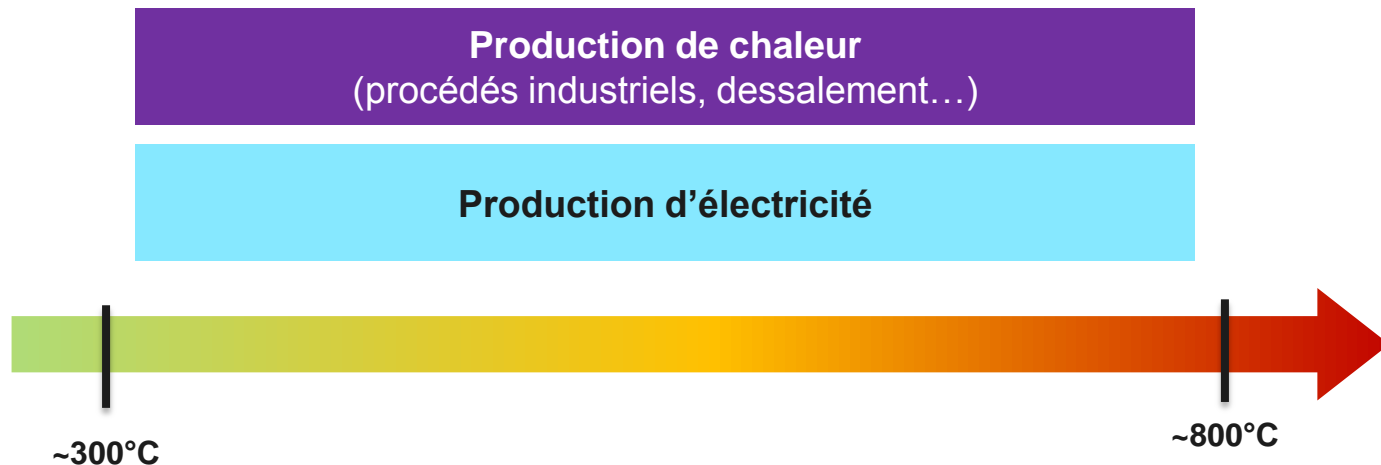


NB : par souci de simplicité, l'acronyme anglais CSP (Concentrated Solar Power) pourra être parfois utilisé pour désigner le solaire thermique à concentration que ce soit pour la production de chaleur ou d'électricité

- Il sera fait souvent référence dans ce document à la zone **MENA** pour **Middle-East North-Africa**

Selon la banque mondiale, les pays de cette zone sont les suivants : Algérie, Bahreïn, Djibouti, Egypte, Iran, Iraq, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Libye, Malte, Maroc, Oman, Qatar, Arabie Saoudite, Syrie, Tunisie, Emirats Arabes Unis, Cisjordanie et Gaza, Yémen.

- Le **périmètre de l'étude** est le solaire thermique à concentration pour la production de chaleur et/ou d'électricité



Partie B : Etude solaire thermique concentré

B.1 Bilan des acquis

Réalisation : CEA, Bureau d'Etude Marketing



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

Applications

Technologies

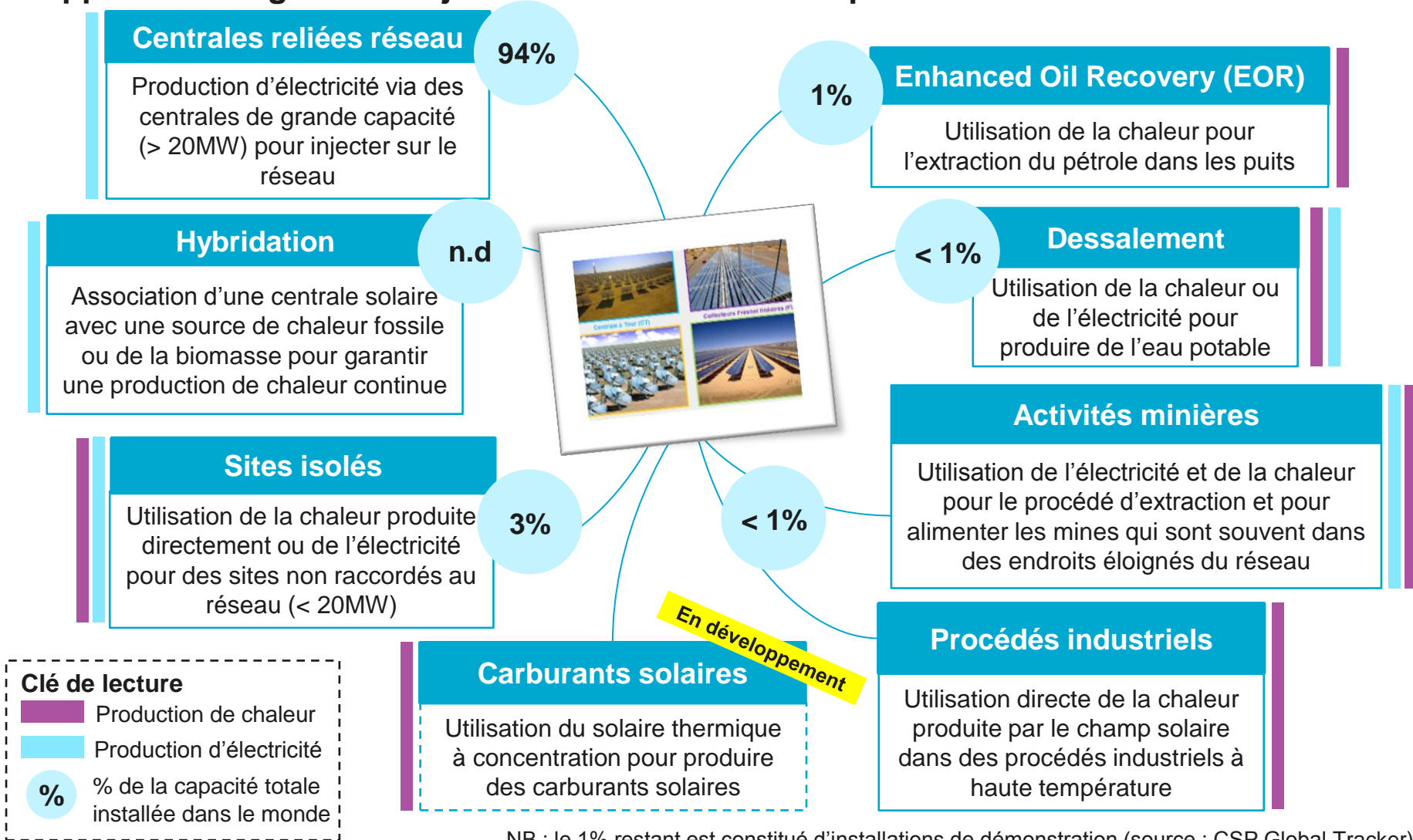
Acteurs et projets

Synthèse

NB : Ce bilan préliminaire se base sur les échanges et documents fournis par les experts de la thématique solaire thermique concentré du GP4

Panorama des applications

La génération d'électricité via des grandes centrales reliées au réseau est aujourd'hui l'application largement majoritaire du solaire thermique concentré



NB : le 1% restant est constitué d'installations de démonstration (source : CSP Global Tracker)

Exemples d'applications

Centrales reliées réseau

Centrale SHAMS – Abu Dhabi

ON-GRID

Acteurs	Abengoa Solar (20%) Masdar (60%) Total (20%)
Technologie	Centrale cylindro-parabolique
Puissance	100 MW
Capacité	210 000 MWh/an
Stockage	Pas de stockage
Usage	Production d'électricité
Statut	opérationnel
Back-up	Gaz naturel
Coût	600 M\$



Crédit : tradearabia.com

Exemples d'applications

Hybridation

Borges Termosolar, Espagne

ON-GRID

Acteurs	Propriétaires : Abantia (50%) Comsa EMTE (50%)
Technologie	Cylindro-parabolique
Puissance	25 MW
Capacité	98 000 MWh/an
Hybridation	Biomasse
Stockage	non
Type de centrale	commerciale
Usage	Production d'électricité
Statut	En opération
Coût	153 millions €
Mise en service	Décembre 2012



Source :

http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm?projectID=242

Exemples d'applications

Sites isolés

Projet ADEME-AMI Solaire, Microsol, France et Afrique

Budget	Coordonnateur	Partenaires	Description	Statut
10,9 M€	Schneider Electric	SAED Exosun CEA-INES Exoes TMW LEME LEMTA	Microcentrale solaire pour l'électrification rurale visant à alimenter en électricité, chaleur et eau potable 24h/24h un village de 500 habitants - développement de capteurs à tubes sous vide et de capteurs cylindro-paraboliques, - développement de moteurs thermodynamiques adaptés aux conditions imposées par l'électrification rurale, - module de purification d'eau	30 mois Début : novembre 2011



Source : <http://www2.ademe.fr/servlet/doc?id=82737&view=standard>

Utilisation du solaire thermique concentré pour la production de chaleur à haute température, pour l'industrie ou le dessalement d'eau de mer

- De nombreux procédés industriels à haute température (stérilisation, chauffage, cuisson, traitement thermique, fusion, distillation, blanchissement, pasteurisation) dans des industries variées (textile, agro-alimentaire, pharmaceutiques...)
- Utilisation des technologies Fresnel et cylindro-parabolique

Un exemple de produit : la microCSP de Sopogy

SOPOGY MICROCSP:
Solar Thermal, Simplified



Sopogy solar heat generation technology utilizes mirrors that track the sun to create energy **150° F (66° C) to 550° F (287° C)**. Our solar heat is used for industrial process, in the oil & gas industry, for solar thermal air conditioning and to create electricity.

http://sopogy.com/pdf/contentmgmt/App_Sheet_Heat_Print.pdf

Exemples d'applications

Activités minières

Minera El Tesoro Termosolar – Antofogasta, Chili

Acteurs	Fournisseur de technologie : Abengoa Propriétaire : Minera El Tesoro
Technologie	Cylindro-parabolique
Puissance	7 MW
Capacité	24 GWh
Stockage	Oui
Usage	Production de chaleur
Type de centrale	commerciale
Mise en service	Novembre 2012



Source :

http://www.abengoasolar.com/web/en/nuestras_plantas/plantas_para_terceros/chile/index.html

- Utilisation de la chaleur résiduelle du cycle de production d'électricité du solaire à concentration pour le dessalement d'eau de mer. Les technologies classiques de dessalement (évaporation thermique et osmose inverse) sont très gourmandes en énergie fossile.
- Pas de centrale commerciale pour le dessalement d'eau de mer identifiée
- Des projets planifiés mais sans avancement depuis plusieurs années comme AcquaSol1 en Australie
- Des prototypes installés à la Plateforma Solar de Almeria en Espagne ou encore au Cyprus Institute.

Exemples d'applications

Enhanced Oil Recovery

Petroleum Development Oman – Amal, Oman

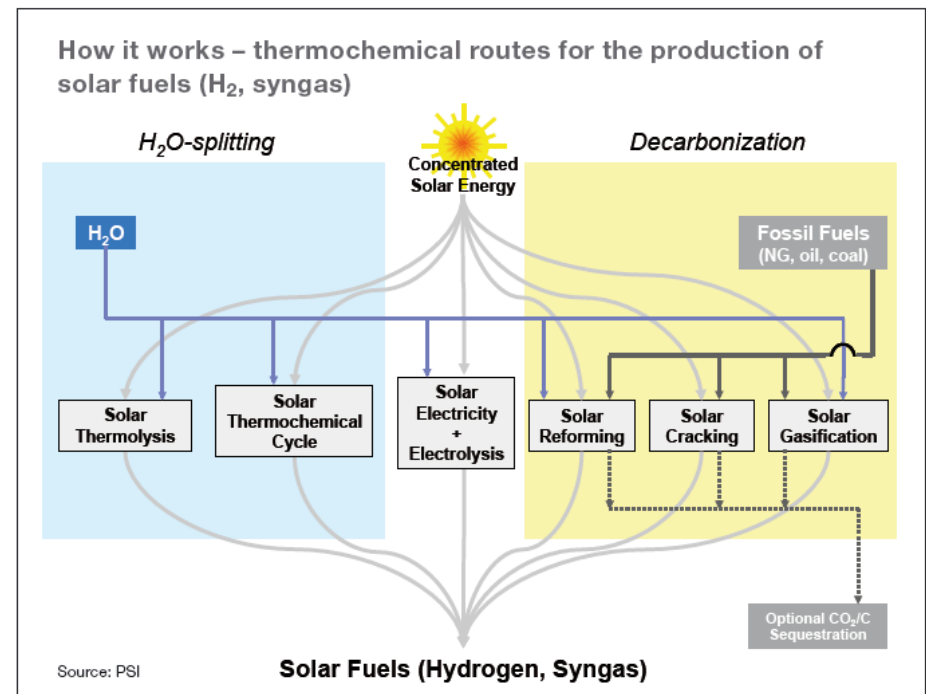
Acteurs	GlassPoint Solar (fournisseur technologie) Petroleum Development Oman (propriétaire)
Technologie	“Enclosed trough” : technologie spécifique à GlassPoint Solar qui dispose les miroirs cylindro-paraboliques dans une serre
Puissance	7MW
Stockage	non
Usage	Production de vapeur (50 tonnes/jour à 312°C et 100 bars)
Mise en service	Décembre 2012



Source : <http://www.glasspoint.com/solar-eor-projects/>

Une application encore à l'étude pour produire de « l'hydrogène solaire »

- Les combustibles solaires font partie des technologies les plus prometteuses pour réduire la demande croissante de combustibles fossiles et atténuer les effets du changement climatique.
- Aujourd'hui, plus de 90% du H₂ est produit par des procédés haute température qui utilisent des énergies fossiles.
- Une voie possible de production de H₂ en utilisant l'électricité produite par CSP, suivie par électrolyse de l'eau
- Centrales à tour les plus appropriées pour de la production à grande échelle de combustibles solaires, car elles peuvent atteindre de hautes températures (>1000°C).
- Un concept encore à l'étude



Source : *Solar fuels from concentrated Sunlight* - SolarPaces
http://www.solarpaces.org/Library/docs/Solar_Fuels.pdf

Applications

Technologies

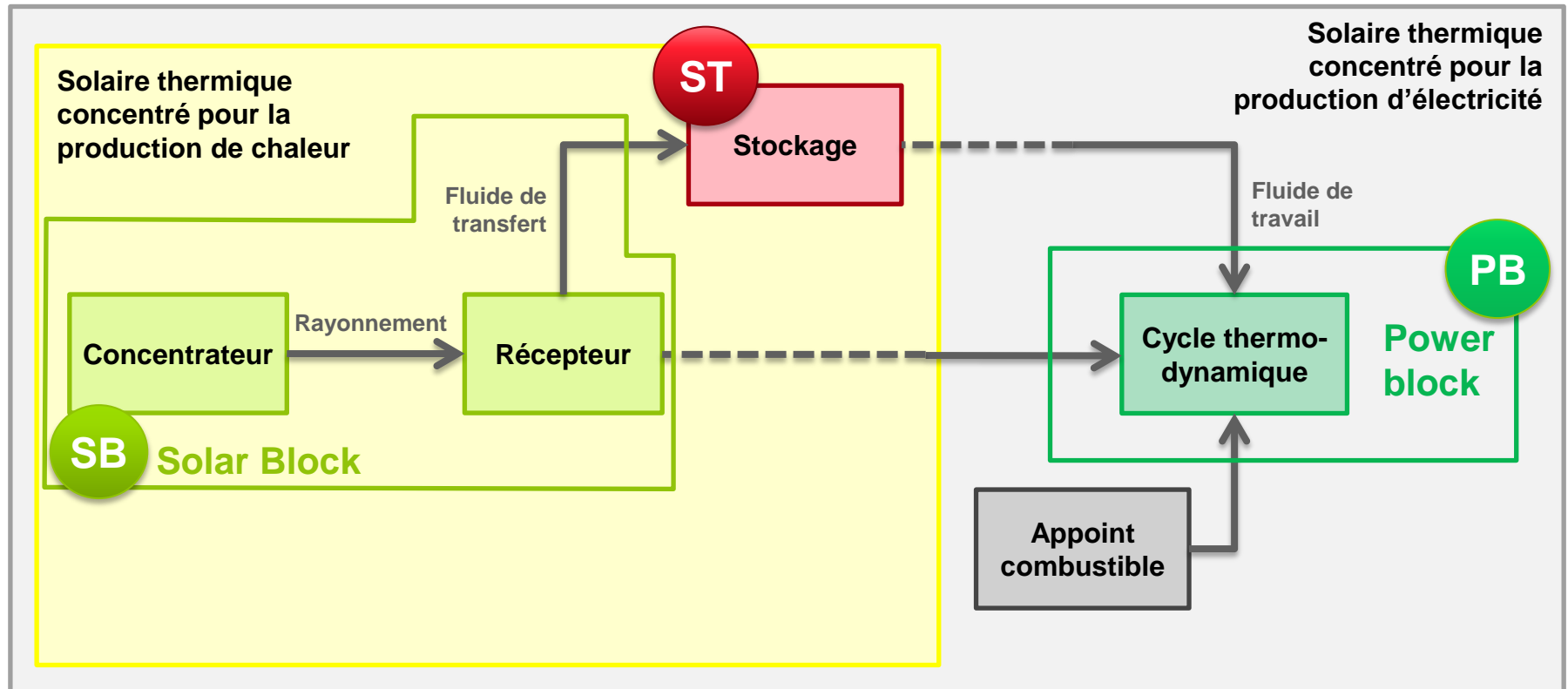
Acteurs et projets

Synthèse

Technologies

Principe

Le fonctionnement du solaire thermique concentré repose sur trois briques technologiques principales pour deux applications possibles : chaleur ou électricité



Sources :

- *Concentrating solar power: its potential contribution to a sustainable energy future*, EASAC, novembre 2011
- http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/ESMAP_MENA_Local_Manufacturing_Chapter_1.pdf

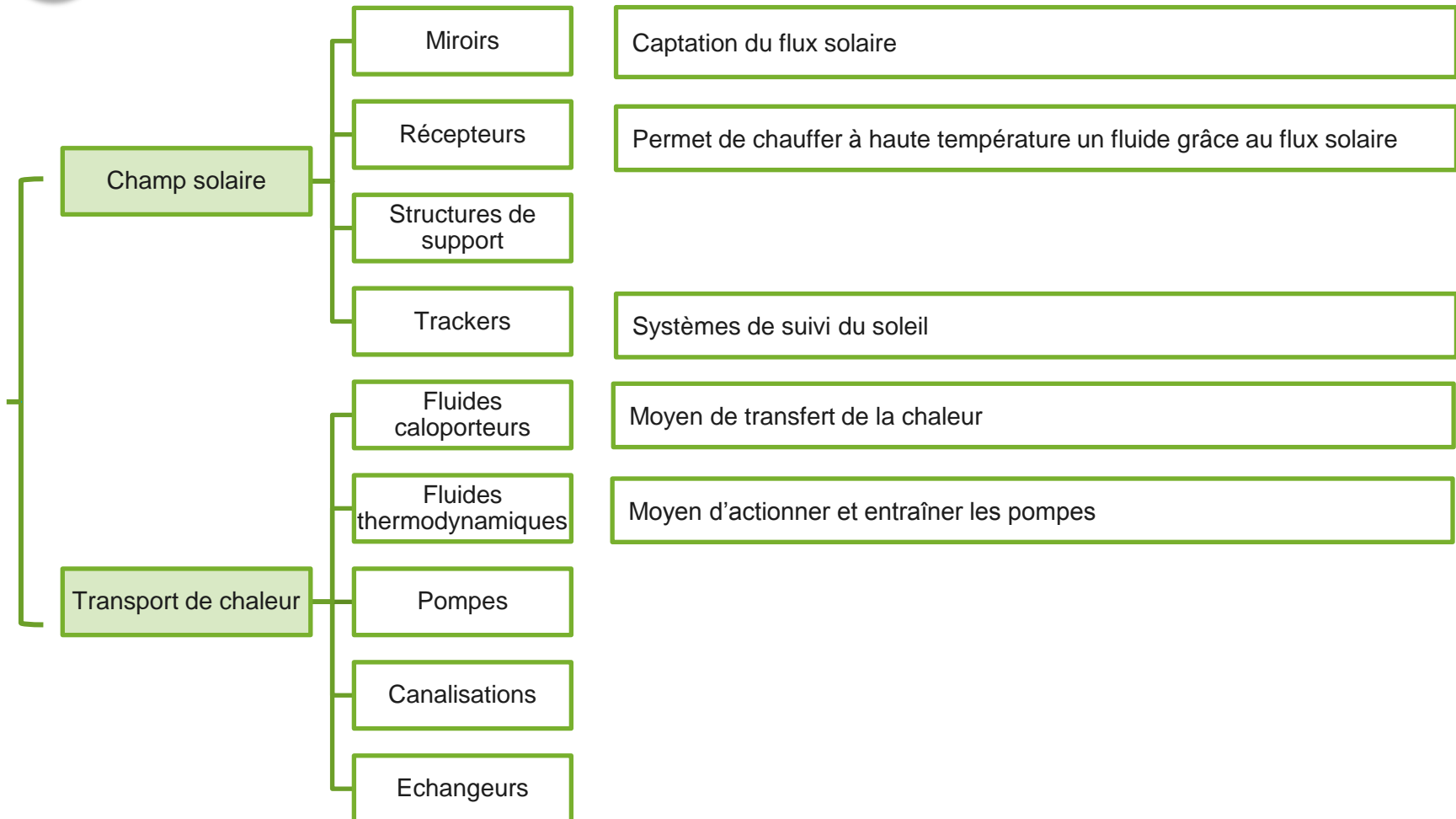
Technologies

Solar block (1/4)

Il existe deux grandes familles au sein du solar block : le champ solaire qui concerne la captation de la chaleur, et le transport de chaleur vers le power block

SB

Le Solar Block



Technologies

Solar block (2/4)

On compte 4 technologies de collecte et de concentration dans le champ solaire

Concentration ponctuelle

Concentration linéaire

Récepteurs fixes



Centrale à Tour (CT)



Collecteurs Fresnel linéaires (FL)

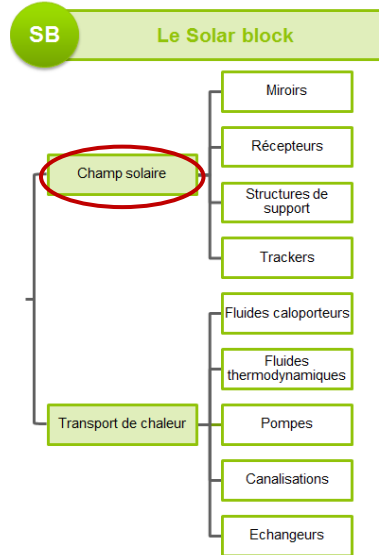
Récepteurs mobiles



Collecteurs paraboliques
Dish-Stirling (DS)



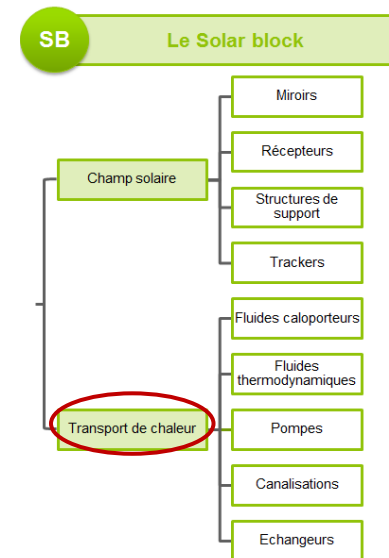
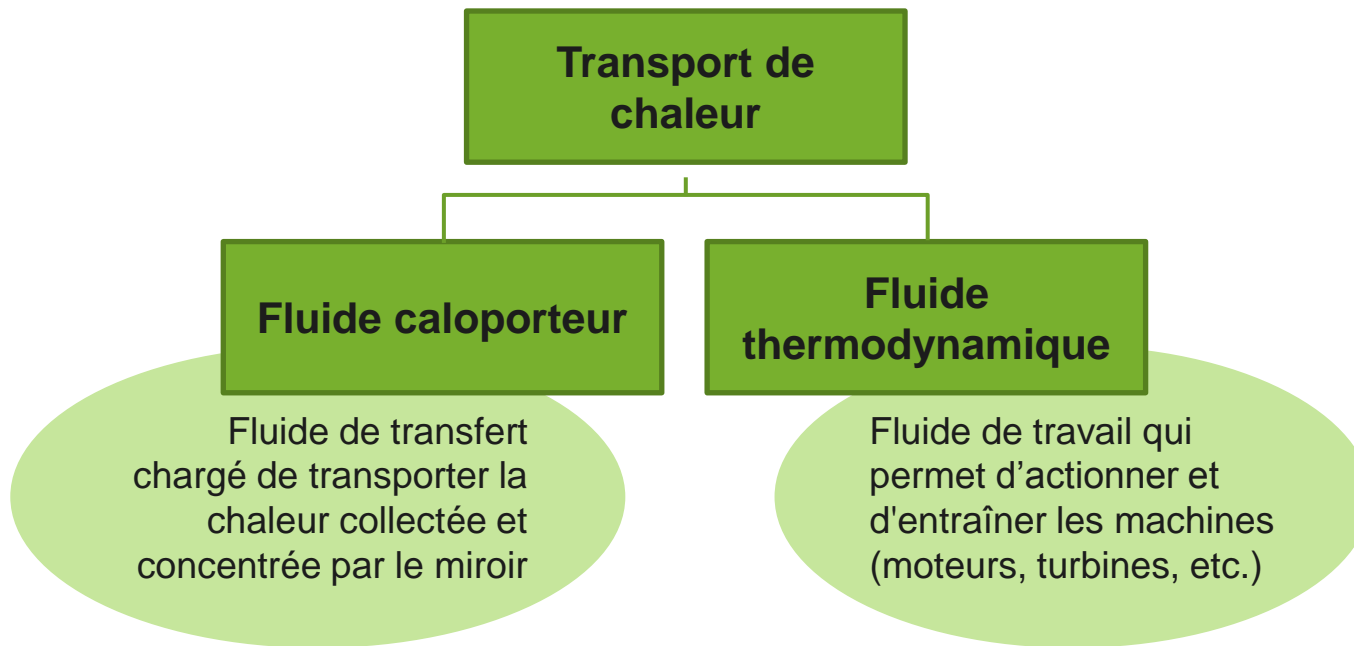
Collecteurs cylindro-paraboliques (CP)



Technologies

Solar block (3/4)

Deux fluides sont nécessaires pour le transport de chaleur : un fluide caloporteur et un fluide thermodynamique



Remarque :

- *Le fluide caloporteur peut être utilisé comme fluide thermodynamique ce qui permet de simplifier le système*
- *Le choix du fluide caloporteur détermine la température maximale admissible, oriente le choix de la technologie et des matériaux du récepteur et conditionne la possibilité et la commodité du stockage.*

Technologies

Solar block (4/4)

Fluides	Calo porteur	Thermo dynamique	Technologies				T°C de fonctionnement	Description
			T	CP	FL	DS		
Eau / vapeur		X	X		X		Vapeur saturée : 260° max Vapeur surchauffée : 400-700	Fluide de transfert idéal : coefficient d'échange et capacité thermique excellents. Difficultés de stockage
Huiles (minérale, synthétiques ou silicone)	X			X	X		13 - 400	Produits inflammables et polluants
Sels fondus	X		X	X	X		230 - 650	Utilisable pour le stockage, plus de perte thermique qu'avec l'huile la nuit, non inflammable
Air		X	X	X			Pas de contrainte en température	Utilisé dans les turbines à gaz Pas de coût lié au fluide mais des plus grands coûts de pompage
Fluides organiques		X	X	X	X			Réfrigérants, hydrocarbures
Gaz (He, H ₂)		X				X		

Technologies

Le stockage

Une brique technologique importante qui permet d'utiliser l'énergie récupérée ultérieurement, aux moments où le soleil ne rayonne pas.

Type de stockage	Milieu de stockage	Technologie de stockage	Capacité de stockage (kWh/m ³)	Coût de stockage (€/kWh)
Chaleur sensible	Sels fondus	- 2 réservoirs (direct ou indirect*) - Réservoir unique à stratification	30-90	30-70
	Béton, Céramique	Spécifique pour matériaux solides	20-100	30-50
Chaleur latente	Matériaux à changement de phase (PCM)	Spécifique	50-150	80-120
Chimique	Produits thermochimiques	Spécifique	250-400	n.a.

*Stockage direct à 2 réservoirs : milieu de stockage et fluide de transfert identiques, pas besoin d'échangeur de chaleur

*Stockage indirect à 2 réservoirs : milieu de stockage et fluide de transfert différents, besoin d'un échangeur

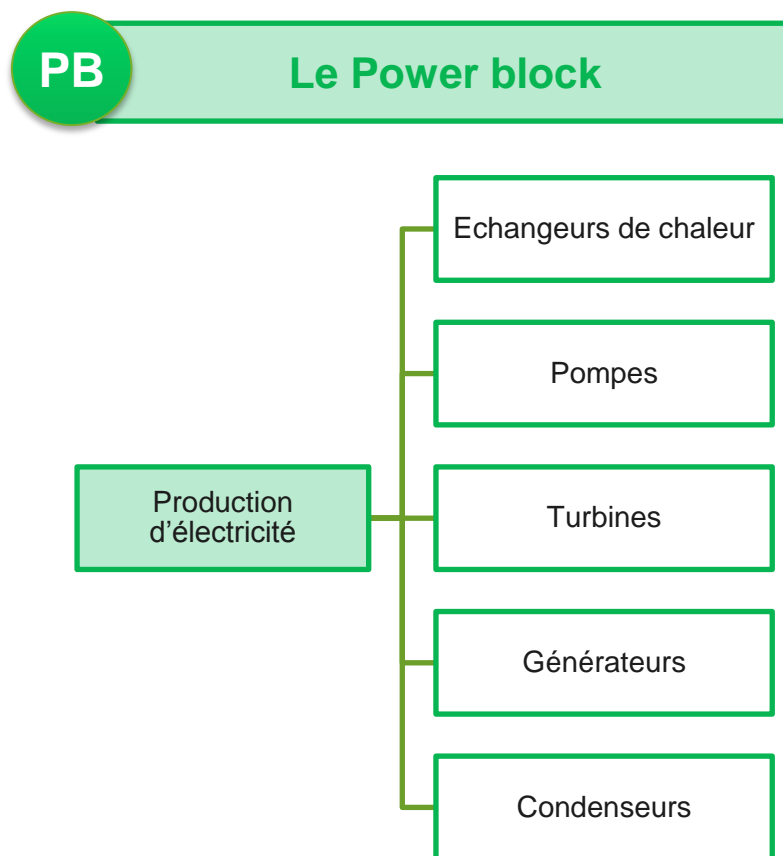
*Stockage à stratification : un seul réservoir, technologie en développement

Source : EASAC, *Concentrating solar power: its potential contribution to a sustainable energy future*, Novembre 2011

Technologies

Power Block (1/2)

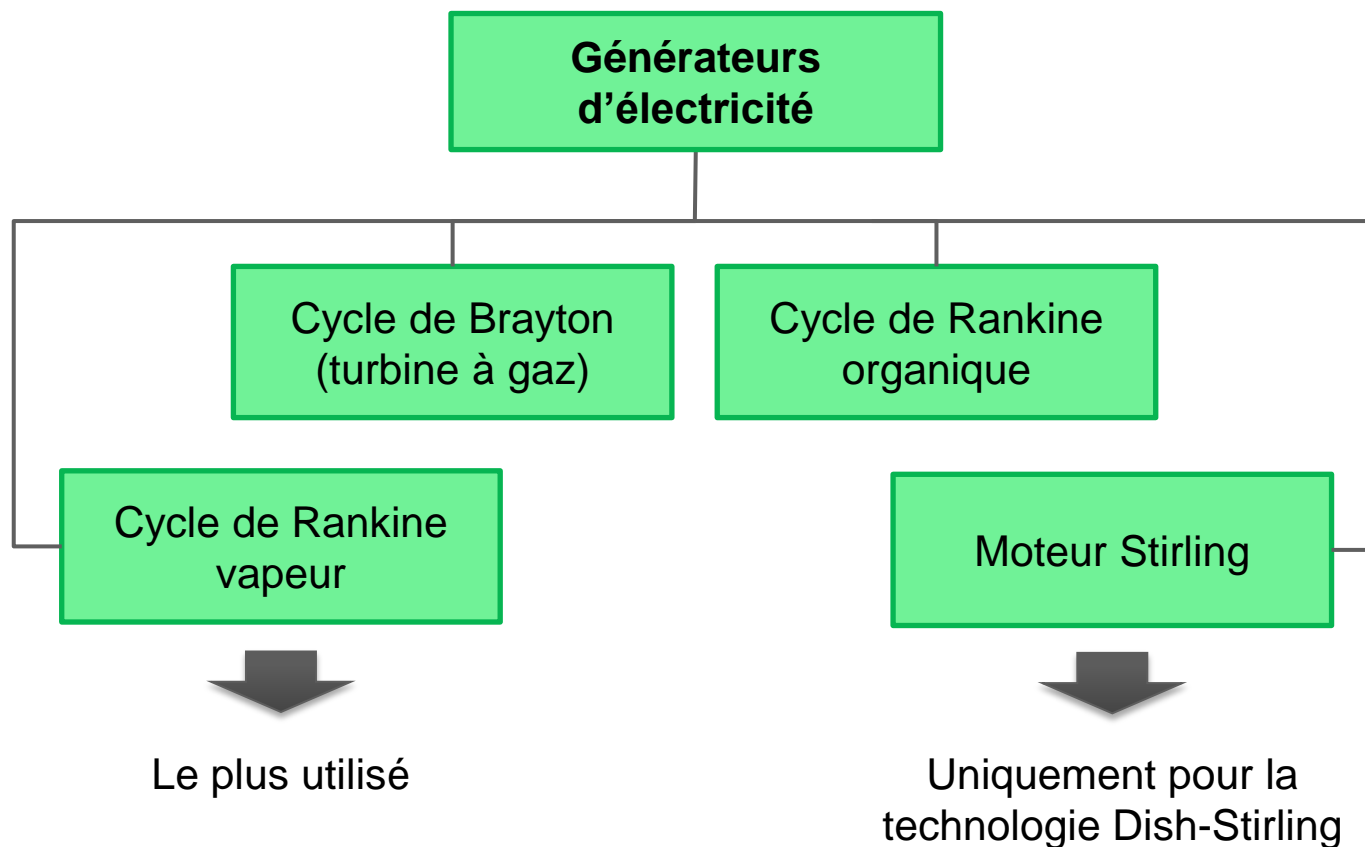
L'objectif du power block, composé de 5 composants, est de transformer la chaleur en électricité



Les technologies

Power Block (2/2)

Il existe différents cycles thermodynamiques pour transformer la chaleur en électricité, le plus utilisé étant le cycle de Rankine vapeur



Technologies

Synthèse

	Cylindro-parabolique	Fresnel linéaire	Centrale à tour	Dish Stirling	
Solar block	T°C fonctionnement miroir	350 -500	390	250 - 565	550 - 750
	Facteur de concentration (suns)	70 - 80	> 60	> 1000	> 1300
	Fluide caloporteur courant	Huile thermique, eau/vapeur	Huile thermique, eau/vapeur	air, sels fondus, eau/vapeur	He, H ₂
Stock age	Stockage thermique	sels fondus, béton, PCM	sels fondus, béton, PCM	sels fondus, céramique, PCM	En développement (air comprimé, thermochimique)
Power block	Conversion	Cycle Rankine	Cycle Rankine	Cycle Rankine	Moteur Stirling
	Capacité (MW)	10 -300	10 -200	10 - 200	0,01 - 0,025
	Rendement annuel solaire – électrique	15-16%	8-10%	15-17%	20-25%
	Hybridation**	Oui	Oui	Oui	Non

Hybridation** : couplage avec une source de chaleur fossile ou biomasse

$$\text{Facteur de concentration (suns)*} \quad FC = \frac{\text{Surface du miroir}}{\text{Surface du récepteur}}$$

Sources : IRENA Concentrated Solar Power Juin 2012, EDF R&D Juin 2012, EASAC CSP Report 2011

	Coût du champ solaire (€/m ²)	Contraintes de la technologie		Maturité commerciale
		Empreinte au sol (ha/MWe)	Besoin en eau (m ³ /MWh) wet / dry**	
Cylindro-parabolique CP	200-250	3,25	3 – 4 / 0,2	94% des centrales installées
Centrale à tour CT	250-300	4	3 – 4 / 0,2	4% des centrales installées
Fresnel linéaire FL	150-200	1,5	3 – 4 / 0,2	2% des centrales installées
Dish Stirling DS	>350	1,2 - 1,6	< 0,1	-

Critère défavorable
(par rapport à la moyenne)

Critère favorable
(par rapport à la moyenne)

****A noter :** Il existe une alternative au refroidissement à l'eau, le refroidissement à sec, qui utilise 90 à 95% d'eau en moins. Mais cette méthode diminue la production d'électricité (-7% annuellement) et donc augmente les coûts (+10%). Il est possible de mettre en place un refroidissement hybride, qui réduit la consommation en eau tout en minimisant les pertes de production. La seule consommation en eau de la technologie Dish-Stirling est celle pour le lavage des miroirs.

Applications

Technologies

Acteurs et projets

Synthèse



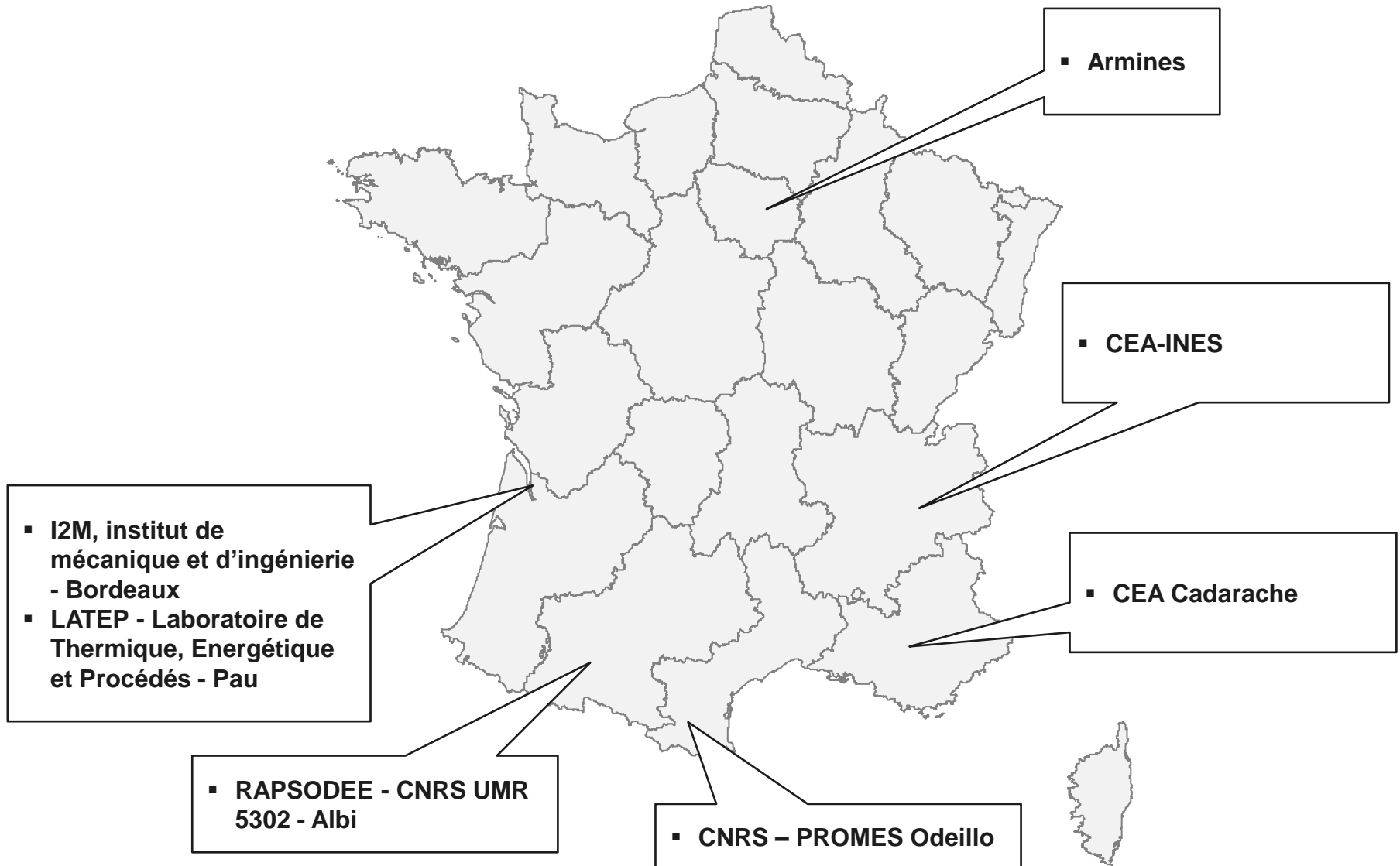
Principaux acteurs industriels français

Entreprise	Solar block	Stockage	Power block	Développeur	Constructeur	Exploitation, maintenance	Technologies				Effectif 2011	CA 2011 (M€)	Spé	Géné
							CP	LF	T	DS				
Alfa Laval Packinox		X	X								166	71		X
Alsolen / Alcen	X	X		X	X			X			na	na	X	
Alstom	X		X											X
Areva Solar	X	X		X	X			X					X	
Arkema	X						X	X						X
Barriquand Technologies Thermiques		X	X								25	19,3		X
Bertin Technologies	R&D		R&D								na	na		X
CNIM	X			X	X	X		X			2660 (global)	116,1 (énergie)		X
Dalkia (Veolia)				X		X								X
EDF R&D	R&D		R&D								na	na		X
Enertime			X				X	X	X		11	0,75		X
Ensival Moret			X								240	43,1		X
Exoes			X								12	0,077	X	
Exosun	X										46	4,8	X	
GEA BTT			X								269	65		X
GE Thermodyn			X								597	265,7		X
HEF group	X	X									89	47,5		X
Saint Gobain Solar	X						X	X	X	X	na	62,2	X	
Schneider Electric	X		X											X
Solar Euromed	X			X	X			X			13	3	X	
Technip				X										X
Total				X		X								X












CP : cylindro-parabolique / LF : Fresnel linéaire / T : centrale à tour / DS : Dish-Stirling / Spé : spécialiste / G : généraliste



Principaux acteurs académiques français



Principaux acteurs internationaux (1/2)

Entreprise	Solar block	Stockage	Power block	Développeur	Constructeur	Exploitation, maintenance	Technologies				Effectif 2011	CA 2011 (M€)	Spé	Géné
							CP	LF	T	DS				
 Eskom				X				X		48	0,11	X		
Alanod	X									460	na		X	
Bosch Rexroth Fluidtech	X									366	1,92		X	
Flabeg	X						X	X	X	na	na			
 Flagsol				X	X		X			80	51,30	X		
Mithras	X			X			X			na	na			
Novatec Solar	X							X		90	na	X		
Siemens	X		X							na	na		X	
Solar Power Group				X				X		na	na	X		
Solar Tower Systems	X			X					X	4	0,30	X		
 Enviromission				X					X	na	na	X		
 Damin Glass	X						X	X	X	400	na		X	
 Aalborg CSP			X							na	na	X		
 Abengoa				X	X	X	X	X		22216	7089		X	
Acciona				X	X	X	X			31857	6646		X	
AE 3000				X	X	X				40	28		X	
Albisa Solar				X			X			na	na		X	
Ingeteam energy			X							22	26		X	
Laitu Solar						X				na	na	X		
Sener Group		X	X	X						na	na		X	
Torresol Energy				X	X	X	X	X		na	na	X		
 ThermoSol Glass	X						X	X	X	na	na		X	
 Ener-T Global				X	X	X	X			na	na		X	
Heliofocus			X						X	18	4,70	X		
 Archimede Solar Energy	X						X			48	na	X		
 AGC Glass	X						X	X	X	na	na		X	
 Ripasso Energy	X		X						X	10	0,06	X		

CP : cylindro-parabolique / LF : Fresnel linéaire / T : centrale à tour / DS : Dish-Stirling / Spé : spécialiste / G : généraliste

Principaux acteurs internationaux (2/2)

Entreprise	Solar block	Stockage	Power block	Développeur	Constructeur	Exploitation, maintenance	Technologies				Effectif 2011	CA 2011 (M€)	Spé	Géné
							CP	LF	T	DS				
Airlight Energy		X									na	na	X	
Sulzer			X								na	na		X
ABB			X											X
Nur Énergie				X				X			na	na	X	
3M Company	X													X
BrightSource Energy				X	X	X		X			336	23,51	X	
CCi			X								na	na		
eSolar				X	X			X			79	7,10	X	
Flowserve			X								na	na		X
Foster Wheeler			X								na	na		X
GE THERMODYN			X											X
Halotechnics		X									4	0,45	X	
Infinia			X						X		na	na	X	
Ormat			X				X	X	X		na	na		X
Paneltec Corp	X										na	na		X
Pilkington	X										na	na		X
Radco Industries	X										na	na		X
ReflecTech (filiale Skyfuel)	X										3	0,20	X	
Schott Solar	X						X				170	36,00	X	
Skyfuel	X						X				30	3,30	X	
Solaflect Energy	X								X		2	0,10	X	
Solargenix	X			X	X	X	X				30	0,90		X
SolarReserve				X					X		na	na	X	
Sopogy	X										20	2,50	X	
Southwest solar technologies	X		X						X		23	2,70	X	
SPX Cooling			X								na	na		X
Therminol	X										na	na		X

CP : cylindro-parabolique / LF : Fresnel linéaire / T : centrale à tour / DS : Dish-Stirling / Spé : spécialiste / G : généraliste

Principaux acteurs académiques internationaux





Principaux projets français

Projets financés par l'ADEME

	Nom	Budget	Coordonnateur	Partenaires	Description	Statut
Power block	Stars	16,3M€	Areva	CEA, Université Pau Pays de l'Adour, GEA, Chimie Paris-Paris Tech, CNRS	Optimisation du stockage thermique afin de découpler la production d'électricité de la ressource solaire	n.d.
Fresnel Linéaire	eCare	10M€	CNIM	Bertin Technologies, Armines, Transvalor	Construction d'un démonstrateur préindustriel de CSP avec une méthode pour la prédiction solaire, dans un pays d'Afrique du Nord ou du Moyen-Orient	Lancement : mai 2011 Durée : 63 mois
	LFR500	5,9M€	Solar Euromed	HEF, PROMES	Amélioration du rendement de la technologie solaire thermique concentré à miroirs de Fresnel par l'augmentation de la température de la source chaude du cycle thermodynamique de Rankine.	Lancement : juin 2012 Durée 24 mois
	Microsol	10,9 M€	Schneider Electric	SAED, Exosun, CEA-INES, Exoes, TMW, LEME, LEMTA	Microcentrale solaire pour l'électrification rurale visant à alimenter en électricité, chaleur et eau potable 24h/24h un village de 500 habitants	30 mois Début : nov 2011

Projets financés par l'ANR

	Nom	Description	Partenaires	Début et durée
Power block	DryRSP	Système de refroidissement sec et de production d'eau pour centrale électrosolaire thermique concentré à cycle de Rankine	CNRS Promes / Laboratoire SPE / Exoes / Exosun	2013 48 mois
	In-STORES	Intégration d'un procédé de Stockage Thermo-chimique à un cycle de Rankine, sous Energie Solaire concentrée	LTN / CNRS-PROMES / Exoes	2013 n.a
Solar block	OPTISOL	Absorbeurs volumiques solaires haute température à propriétés optiques contrôlées	CIRIMAT-LCMIE / LTN / PROMES-CNRS / SICAT	Février 2012 48 mois



Principaux projets européens

	Nom	Intitulé	Coordinateur
Solar block	COMPOSOL	Fibre Reinforced Composite Reflectors for Concentrated Solar Power Plants http://cordis.europa.eu/projects/rcn/101548_en.html	EPM Technology (UK)
	HITECO	New solar collector concept for high temperature operation in CSP applications http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95892_en.html	Aries Ingenieria Y Sistemas S.A España
	CSP2	Concentrated Solar Power in Particles (alternative heat transfer fluid) http://cordis.europa.eu/projects/rcn/100979_en.html	CNRS
	ARCHETYPE SW550	Demonstration of innovating parabolic solar trough using an alternative heat transfer fluid producing electricity and fresh water: ARChimede Hot Energy TYPology Enhanced Water Solar 550 http://cordis.europa.eu/projects/rcn/103634_en.html	Enel Green Power Italia
Power block	MACCSOL	The development and verification of a novel modular air cooled condenser for enhanced concentrated solar power generation http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95857_en.html	University Of Limerick Éire/Ireland
	STORRE	High temperature thermal energy Storage by Reversible thermochemical Reaction http://cordis.europa.eu/projects/rcn/103961_en.html	CEA
	TCSPower	Thermochemical Energy Storage for Concentrated Solar Power Plants http://cordis.europa.eu/projects/rcn/100642_en.html	DLR - Deutschland
	SOLUGAS	Solar up-scale gas turbine system http://cordis.europa.eu/projects/rcn/90333_en.html	Abengoa Solar New Technologies España
	OPTS	OPTimization of a Thermal energy Storage system with integrated Steam Generator http://cordis.europa.eu/projects/rcn/101153_en.html	ENEA - Italia
Off-grid	MATS	Multipurpose Applications by Thermodynamic Solar http://cordis.europa.eu/projects/rcn/100479_en.html	ENEA - Italie
	EU-SOLARIS	The European solar research infrastructure for concentrated solar power http://cordis.europa.eu/projects/rcn/106231_en.html	CTAER – Espagne

Les applications

Les technologies

Acteurs et projets

Synthèse

Applications

- La principale application aujourd'hui est celle des **centrales reliées réseau avec stockage et hybridation** pour une production en continu d'électricité
- En marge, d'autres applications plus spécifiques se développent comme la **chaleur industrielle haute température**

Technologies

- 4 technologies de centrales variant selon les composantes des différents blocs solaires, puissance et stockage
- La **technologie cylindro-parabolique** est aujourd'hui la plus développée, les **technologies à tour et Fresnel** sont opérationnelles et en début de commercialisation

Acteurs et projets

- Des **acteurs industriels européens très présents** sur le marché du solaire thermique concentré qui visent des marchés à l'export, impliqués dans la R&D via les projets européens
- Parmi les organismes de recherche, le CEA et le CNRS sont les plus présents au niveau national et impliqués dans de nombreux projets

Partie B : Etude solaire thermique concentré

B.2 Etude bibliométrique

Réalisation : CEA, Bureau d'Etude Marketing



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

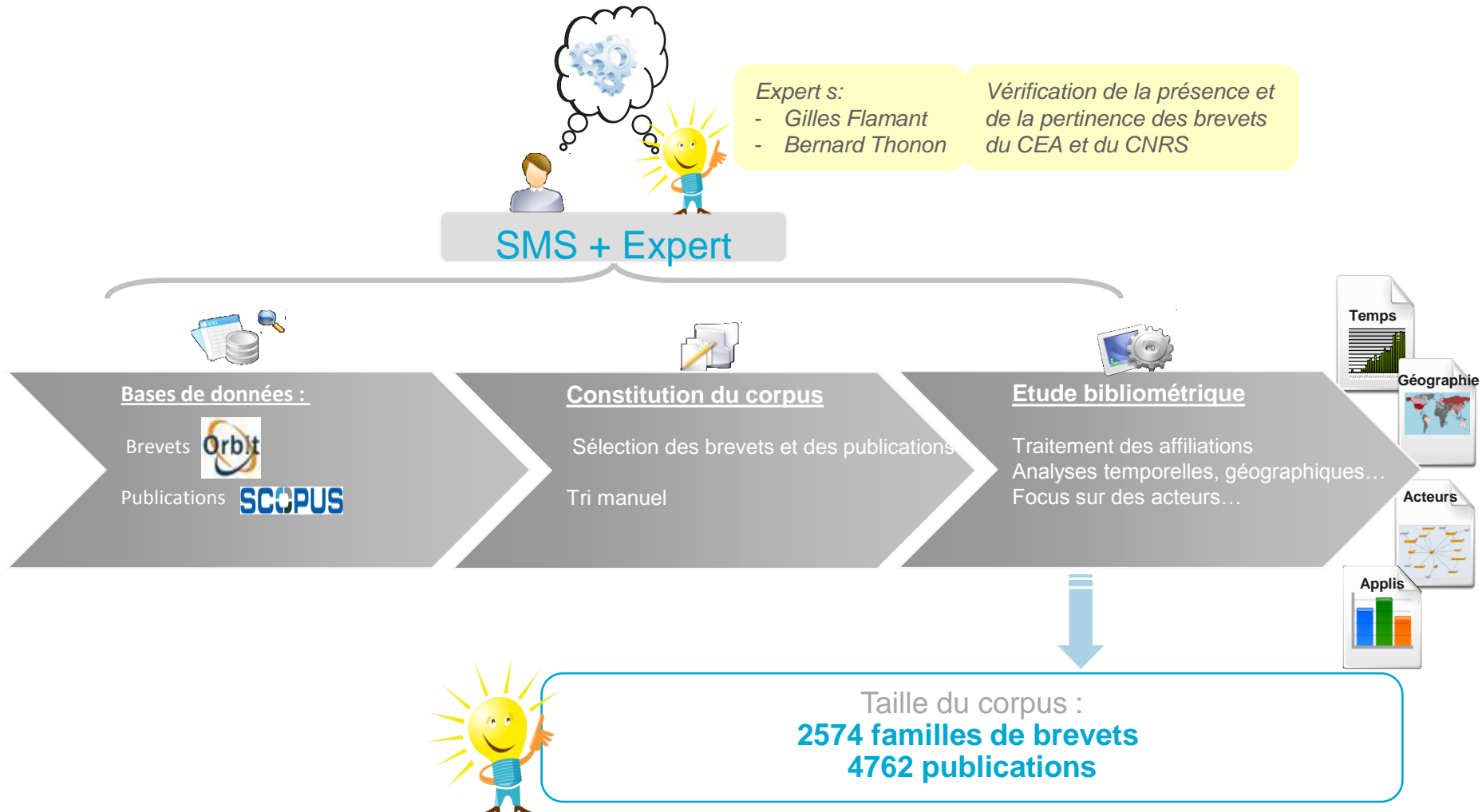
Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

Méthodologie

Analyses globales

Segmentations

Synthèse



CSP en général

Concentrated solar thermal
 Concentrated solar power
 Concentrated solar collector
 Concentrated solar reflector
 Concentrated solar system
 Etc.

Par technologies

Parabolic Through
 Cylindric Trough

Linear Fresnel
 (sauf lens)

DISH
 DISH-STERLING
 (sauf antenne)

Central receiver
 Heliostat
 Solar Tower
 Power Tower

Par applications

Heat water
 Heat storage
 Desalination
 Solar cooling
 Etc.

Éléments divers

Molten salt
 Power block
 Solar block
 ORC
 Rankine
 Hybridation
 Booster

Par acteurs

Abengoa (Espagne)
 AREVA-AUSRA
 Novatec (US)
 Etc.

Par projets

Ivanpah (US)
 Shams (United Arab Emirates)
 Badaling (Chine)
 Etc.

SAUF PHOTOVOLTAIC

Rédaction des requêtes en jouant sur les opérateurs booléens (ET OU) et les opérateurs de proximité (distance entre 2 termes)

Brevets : Mots-clés dans Titre, résumé, infos-clés (objet de l'invention, revendications indépendantes, avantages de l'invention sur l'art antérieur)

Publications : Titre, résumé, mots-clés (TITLE-ABS-KEY)

Limites : Absence des technologies utilisées pour le CSP si l'application finale n'est pas citée.

Méthodologie

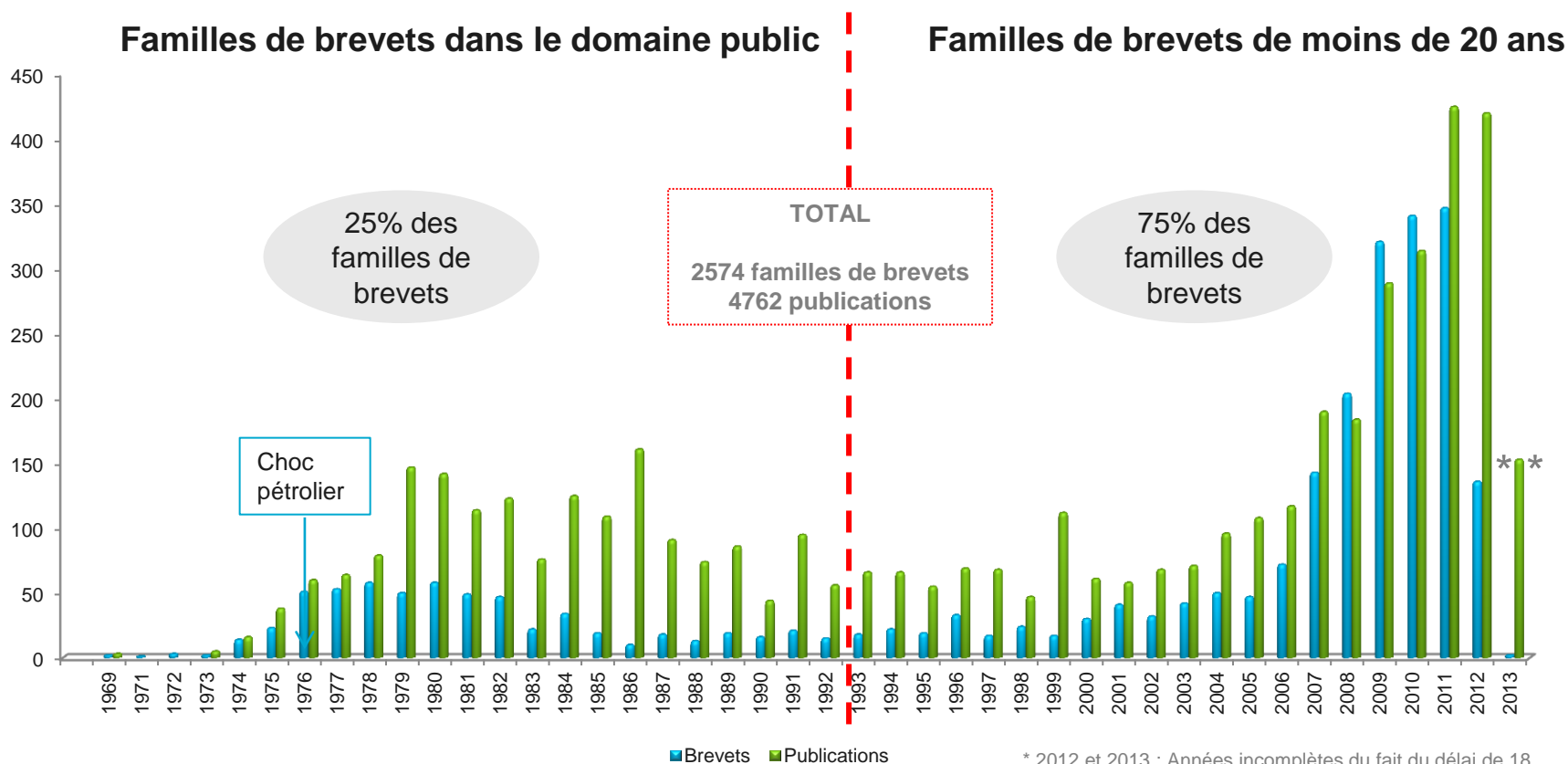
Analyses globales

Segmentations

Synthèse

Evolution historique

On remarque deux périodes d'intérêt pour le solaire thermique concentré : une première dans les années 1980, une seconde à partir de 2000, avec une montée en force des brevets

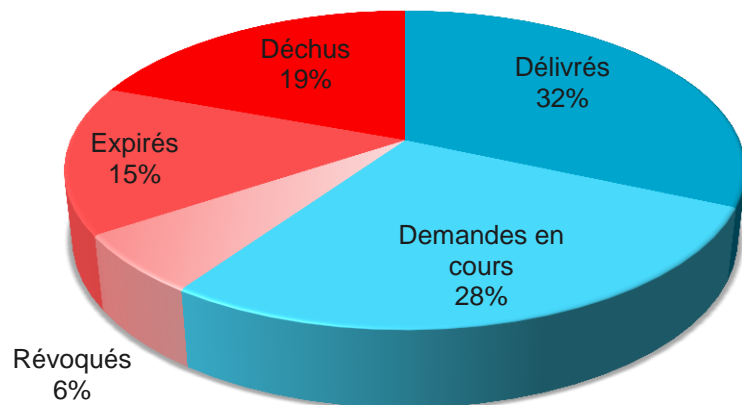


* 2012 et 2013 : Années incomplètes du fait du délai de 18 mois entre la demande et la publication d'un brevet et du délai de publication d'un article scientifique

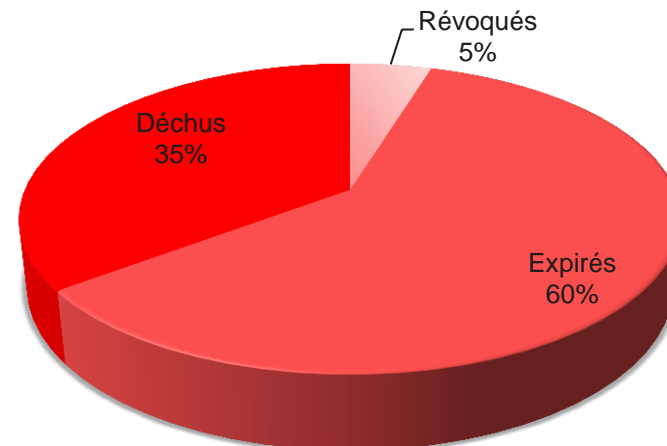
NB : Dans la suite de l'analyse on considérera toujours l'ensemble des 2574 familles de brevets et 4762 publications

Statuts juridiques des brevets (1/2)

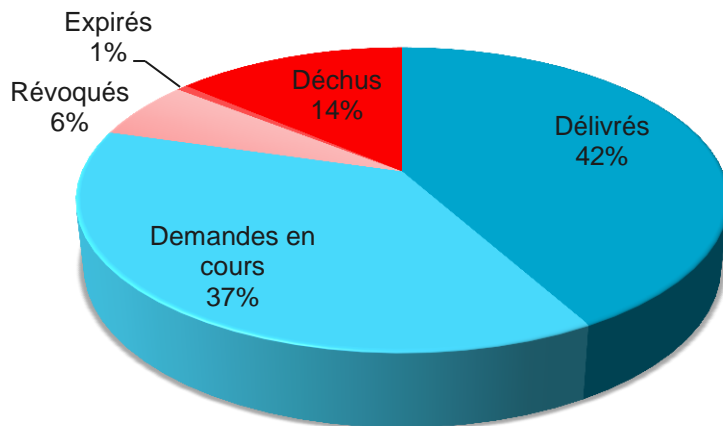
• Global (2574 familles de brevets)



• Avant 1993 (616 familles de brevets)



• A partir de 1993 (1958 familles de brevets)



Brevet en vigueur :

Délivré : Brevet délivré – En cours de protection

Demande en cours : Procédures d'examen en cours

Brevet pas en vigueur :

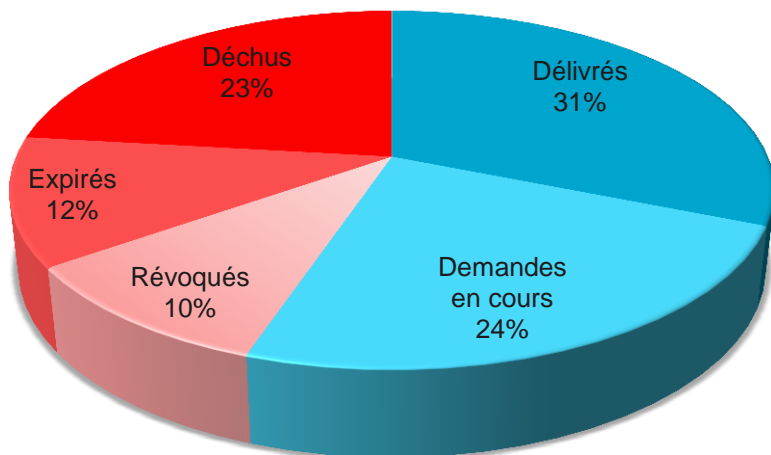
Déchu : N'est pas arrivé au terme de la durée de protection

Expiré : Arrivé au terme de la durée de protection

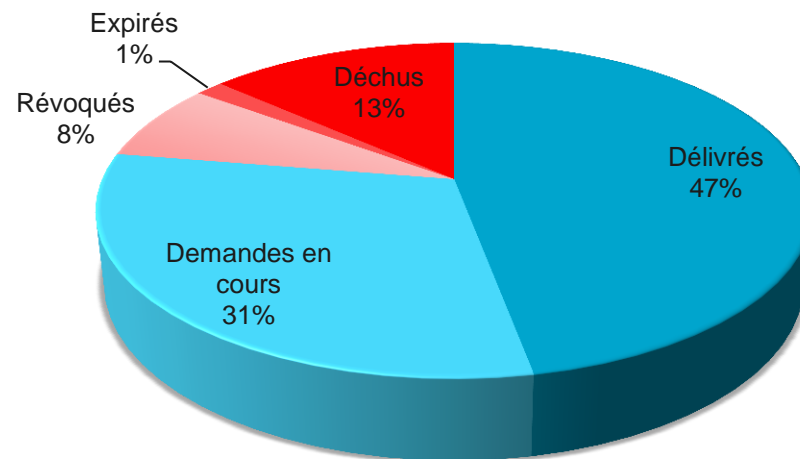
Révoqué : Brevet révoqué au cours de la procédure d'examen

Statuts juridiques des brevets (2/2)

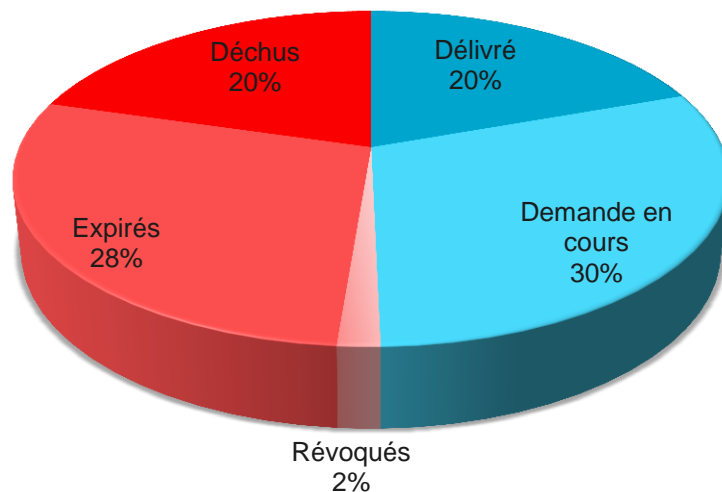
Statuts juridiques des brevets européens



Statuts juridiques des brevets asiatiques



Statuts juridiques des brevets américains



Brevet en vigueur :

Délivré : Brevet délivré – En cours de protection

Demande en cours : Procédures d'examen en cours

Brevet pas en vigueur :

Déchu : N'est pas arrivé au terme de la durée de protection

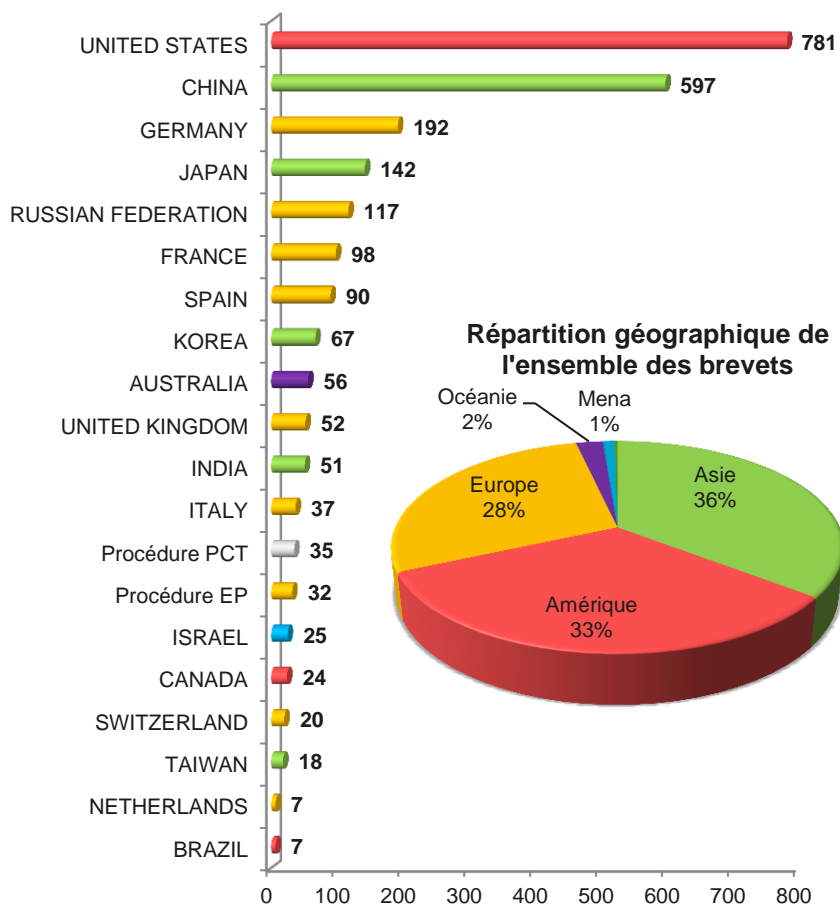
Expiré : Arrivé au terme de la durée de protection

Révoqué : Brevet révoqué au cours de la procédure d'examen

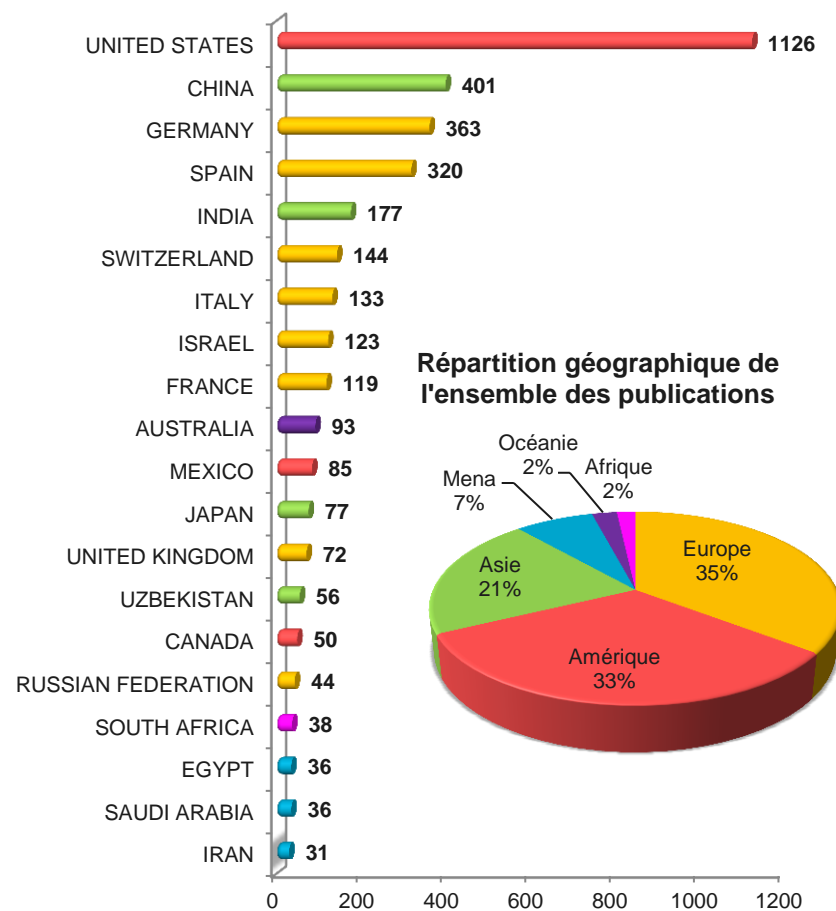
Origine géographique de l'activité

On constate une répartition équitable entre les zones Amériques, Asie et Europe, avec une prépondérance des USA sur le nombre de dépôts de brevets et de publications.

BREVETS



PUBLICATIONS

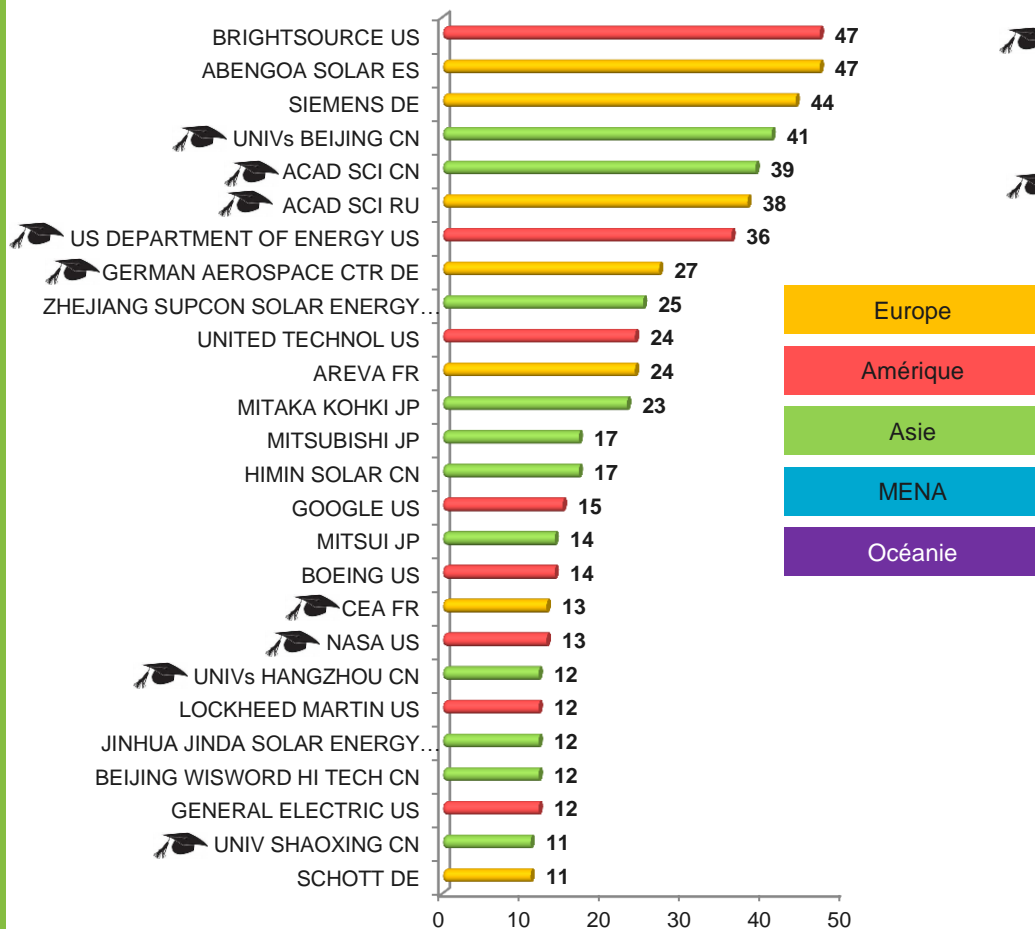


Principaux acteurs (1/6)

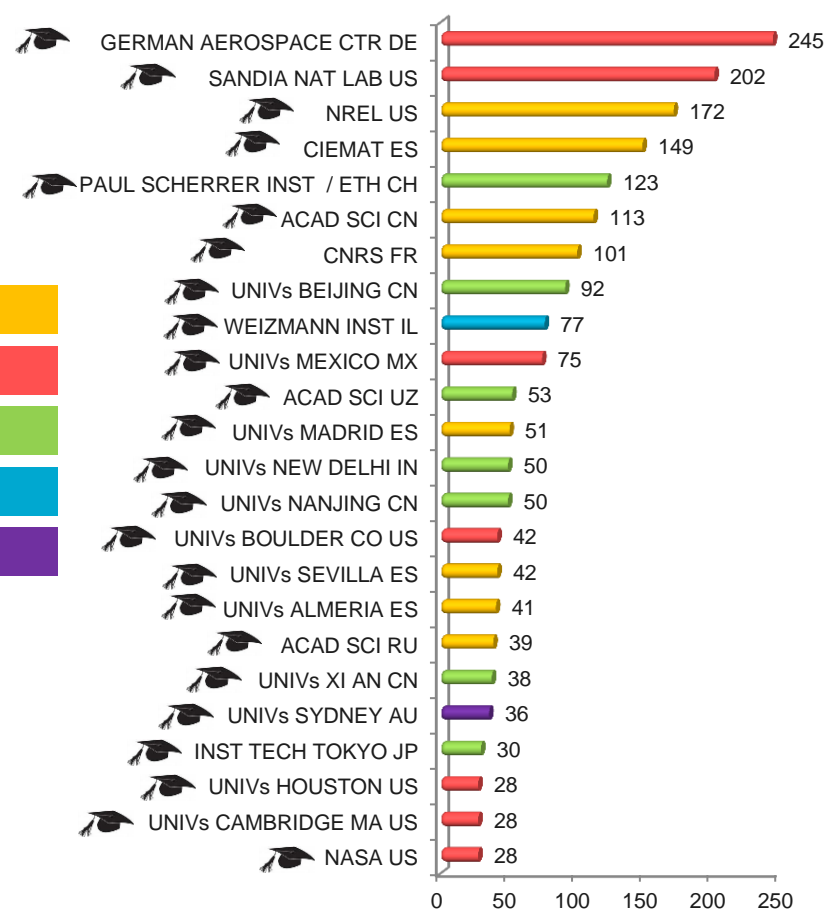
Brevets

Le principal déposant de brevets est l'américain BrightSource à égalité avec l'espagnol Abengoa tandis que le principal publiant est le German Aerospace Center

Top 25 des déposants de brevets



Top 25 des auteurs de publications



Principaux acteurs (4/6)

Top 10 industriels

Acteur	Nombre de brevets	Nombre de publications
ABENGOA SOLAR ES	47	10
BRIGHTSOURCE US	47	4
SIEMENS DE	44	16
ZHEJIANG SUPCON SOLAR ENERGY CN	25	0
AREVA FR	24	3
UNITED TECHNOL US	24	0
MITAKA KOHKI JP	23	1
HIMIN SOLAR CN	17	16
MITSUBISHI JP	17	0
GOOGLE US	15	1

Europe

Amérique

Asie

Principaux acteurs (5/6)

Top 10 académiques

Acteur	Nombre de publications	Nombre de brevets
GERMAN AEROSPACE CTR DE (DLR)	245	27
SANDIA NAT LAB US	202	0
NREL US	172	7
CIEMAT ES	149	4
PAUL SCHERRER INST CH	117	0
ACAD SCI CN	113	39
ETH ZURICH CH	104	2
CNRS FR	101	8
UNIV BEIJING CN	92	41
CEA	9	13

Europe

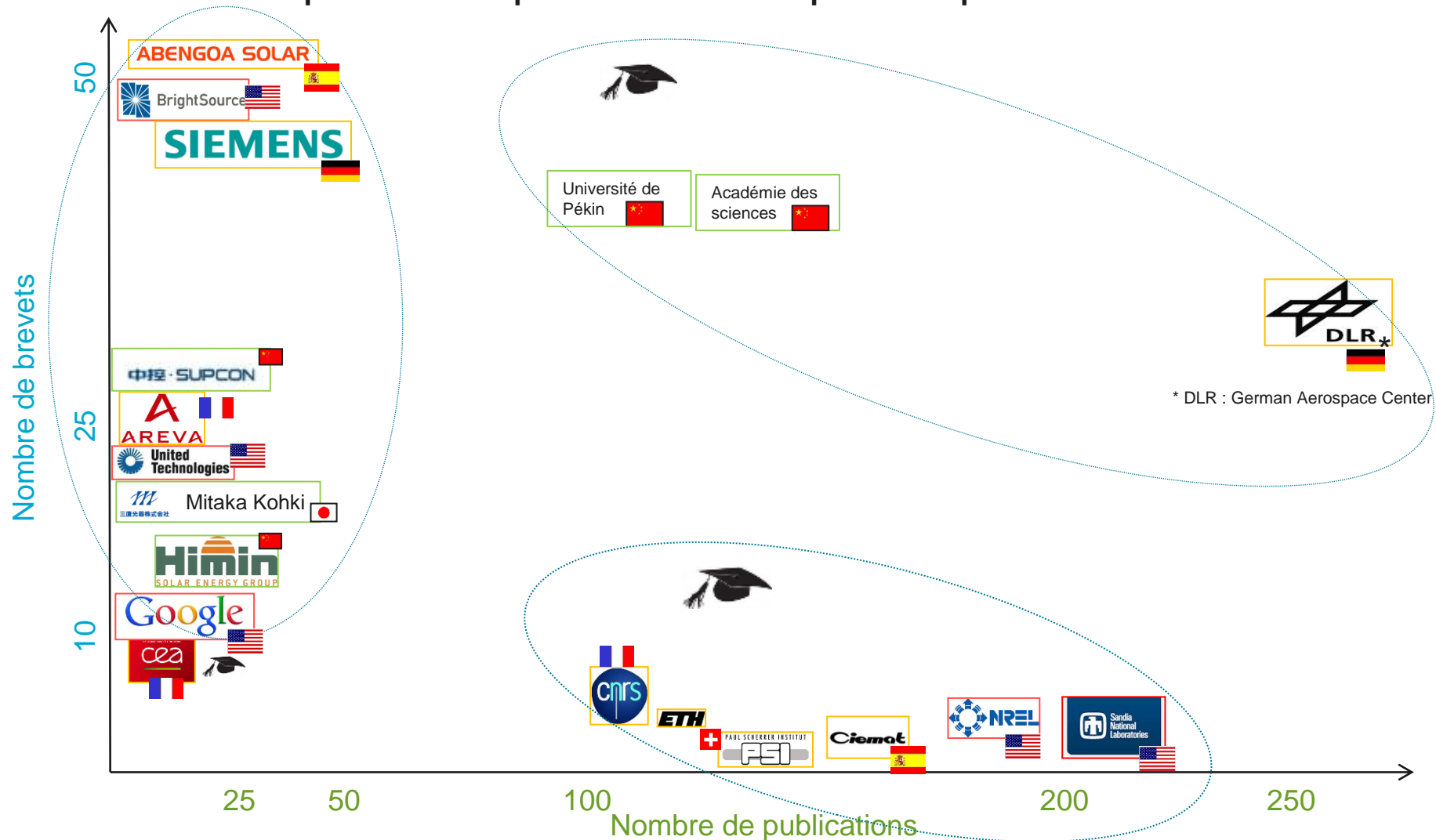
Amérique

Asie

Principaux acteurs (6/6)

Synthèse

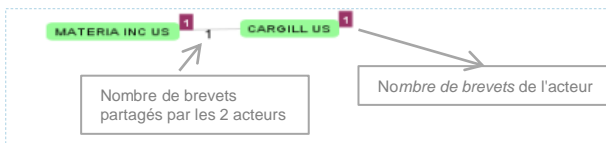
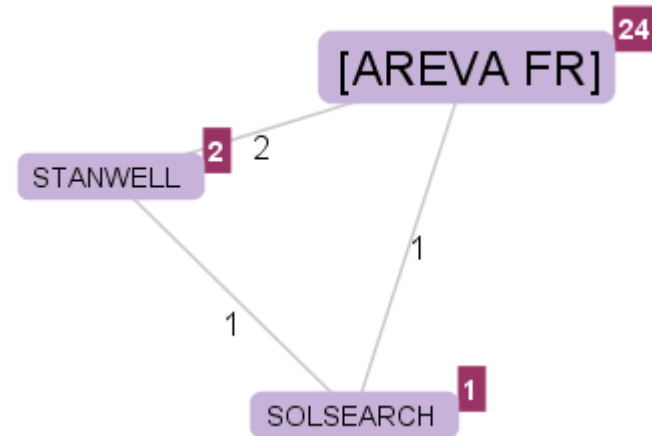
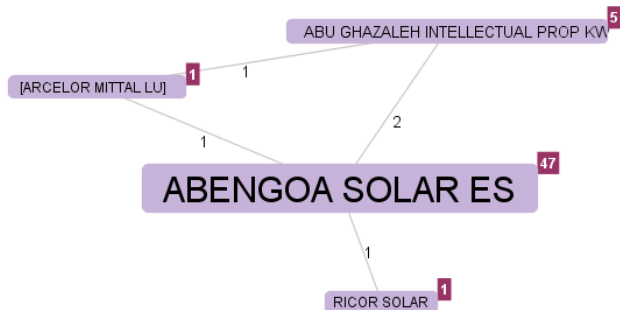
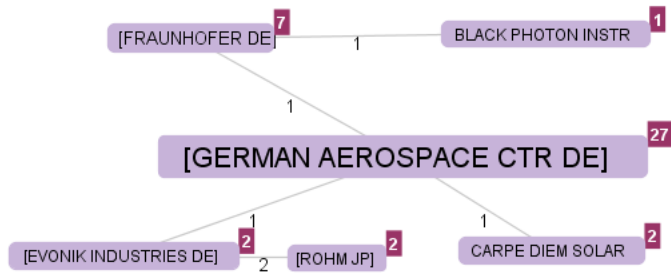
On distingue trois groupes : les forts déposants de brevets, principalement industriels; les forts déposants de publications grands centres de recherche internationaux, enfin le German Aerospace Center et les académiques chinois déposant un nombre important de publications et de brevets.



Collaborations (1/2)

Brevets

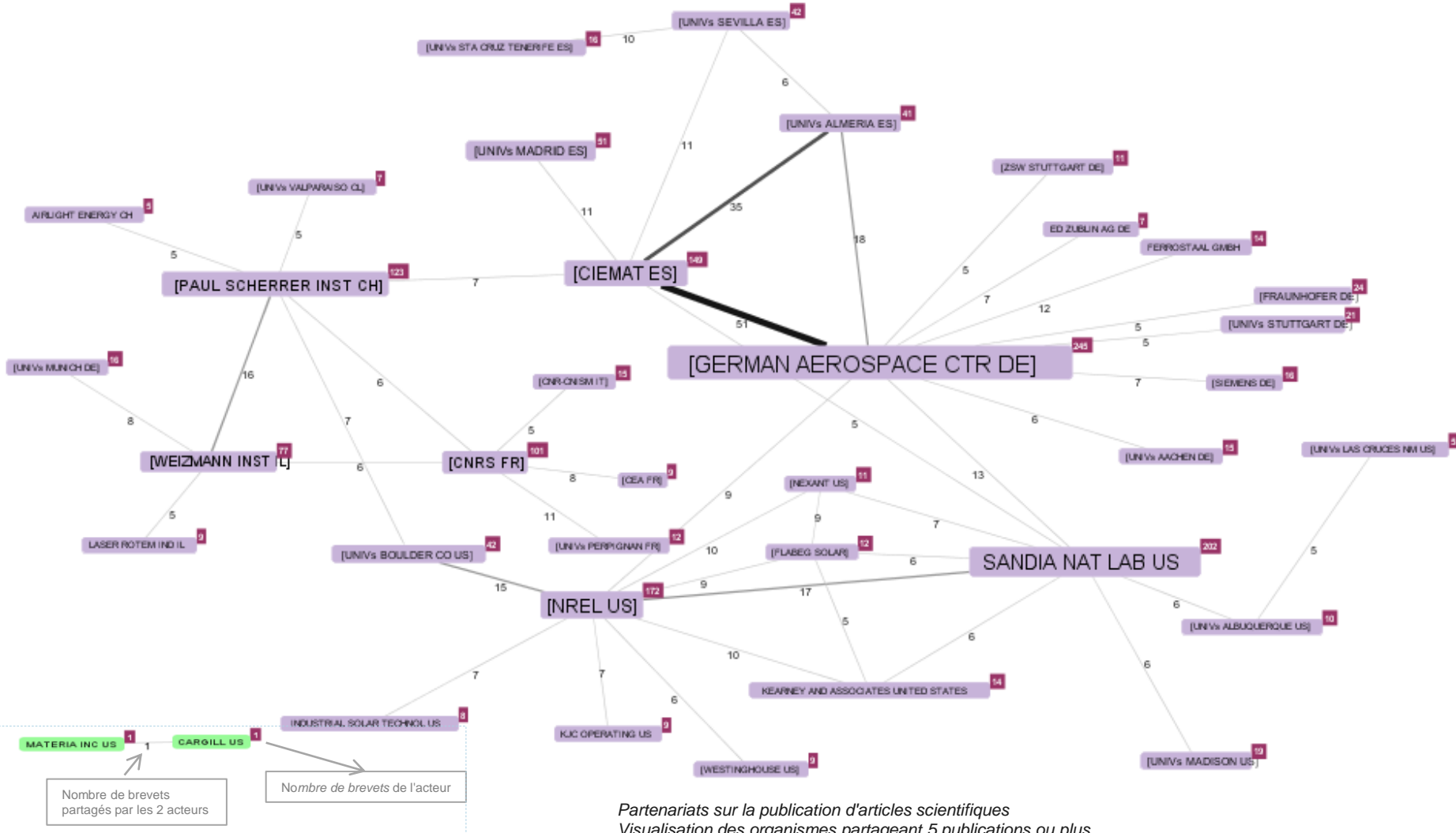
Parmi les leaders collaborant, BrightSource, German Aerospace Center, Abengoa et Areva, on dénombre 15% des brevets déposés en collaborations



Collaborations (2/2)

Publications

On recense davantage de collaborations sur le dépôt de publications, les principales étant entre l'Allemand German Aerospace Center et l'espagnol Ciemat.

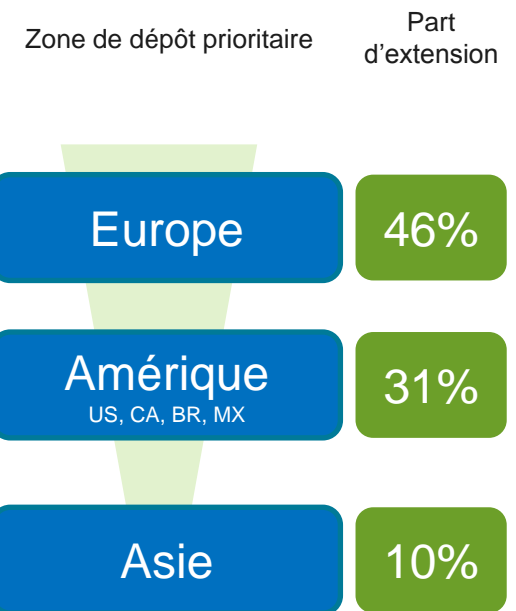
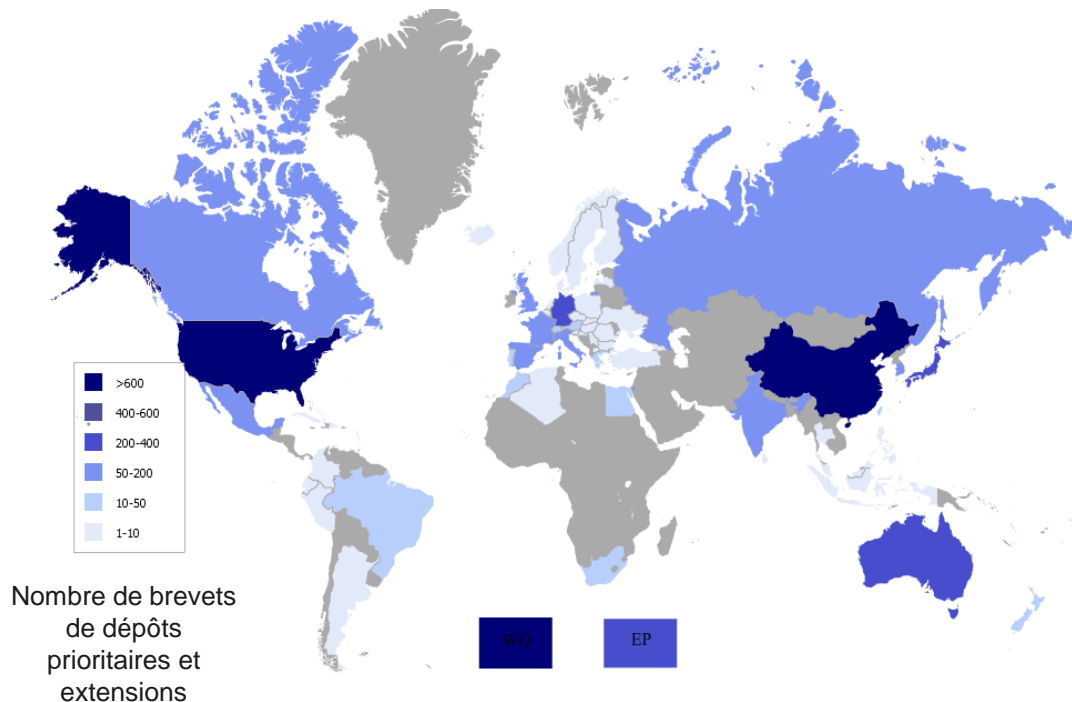


Pays d'application

On constate que les brevets européens sont les plus étendus, alors que les asiatiques ne le sont que marginalement, et que les pays d'applications sont plutôt USA et Chine

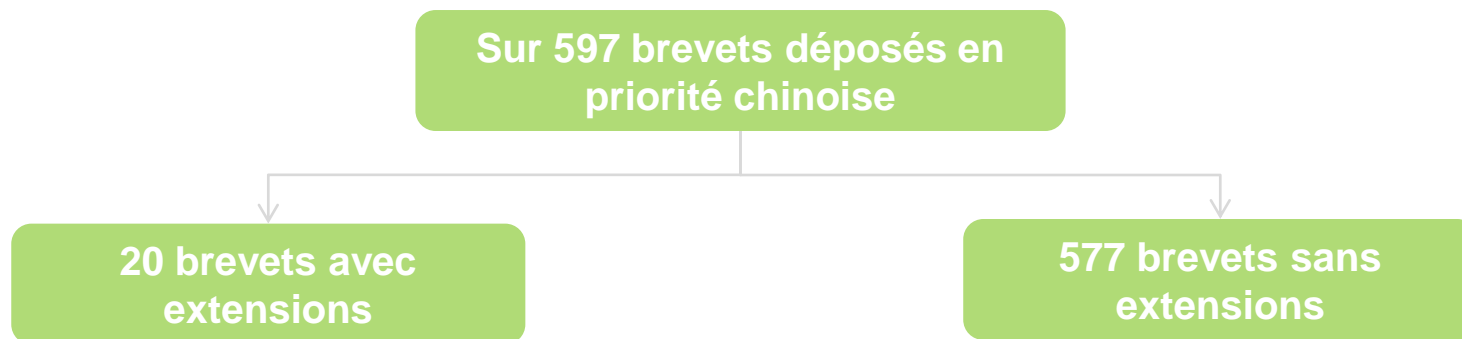
Les principales zones d'applications sont aux USA et en Chine

Les brevets asiatiques sont peu étendus par rapport aux brevets originaires des autres zones géographiques.

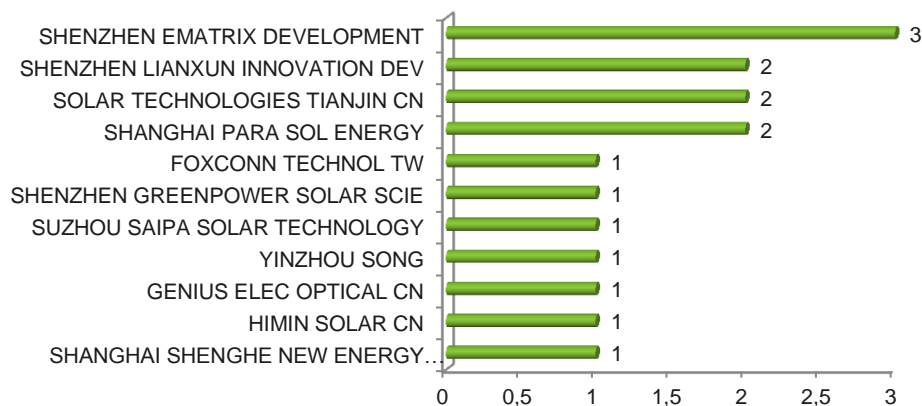


Zoom sur les brevets chinois

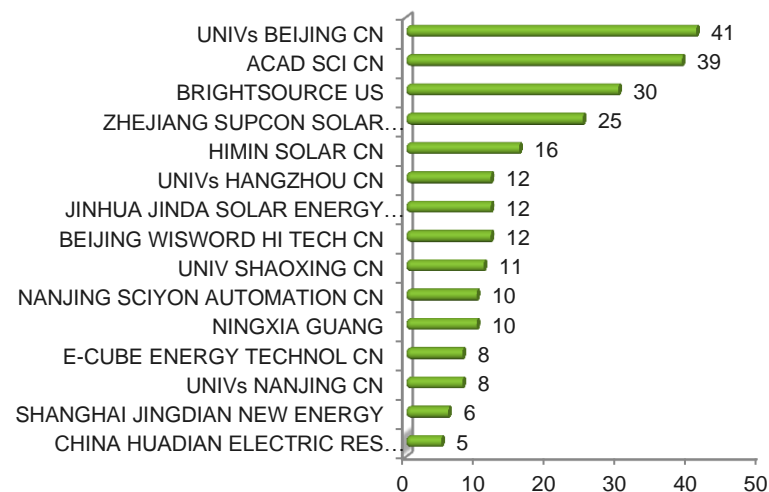
A titre d'exemple, 96% des brevets chinois ne sont pas étendus



Déposants des brevets chinois étendus



Principaux déposants des brevets chinois sans extension (5 brevets ou plus)



- **Les principaux déposants de brevets sont les américains et les européens, avec en tête les industriels BrightSource et Abengoa, et l'académique allemand German Aerospace Center.**
- **Le portefeuille de brevets américains et européens n'est environ pour moitié plus en vigueur, contrairement aux brevets asiatiques plus récents.**
- **Cependant, les brevets asiatiques, bien que aussi nombreux que les américains et européens, sont quasi essentiellement non étendus.**
- **Les collaborations principales se font autour des acteurs leaders : German Aerospace Center, BrightSource, Abengoa et Areva pour les brevets ; German Aerospace Center et le Ciemat pour les publications.**
- **Les brevets les plus cités sont souvent déjà expirés, sauf 3 principaux déposés notamment par Areva**

Méthodologie

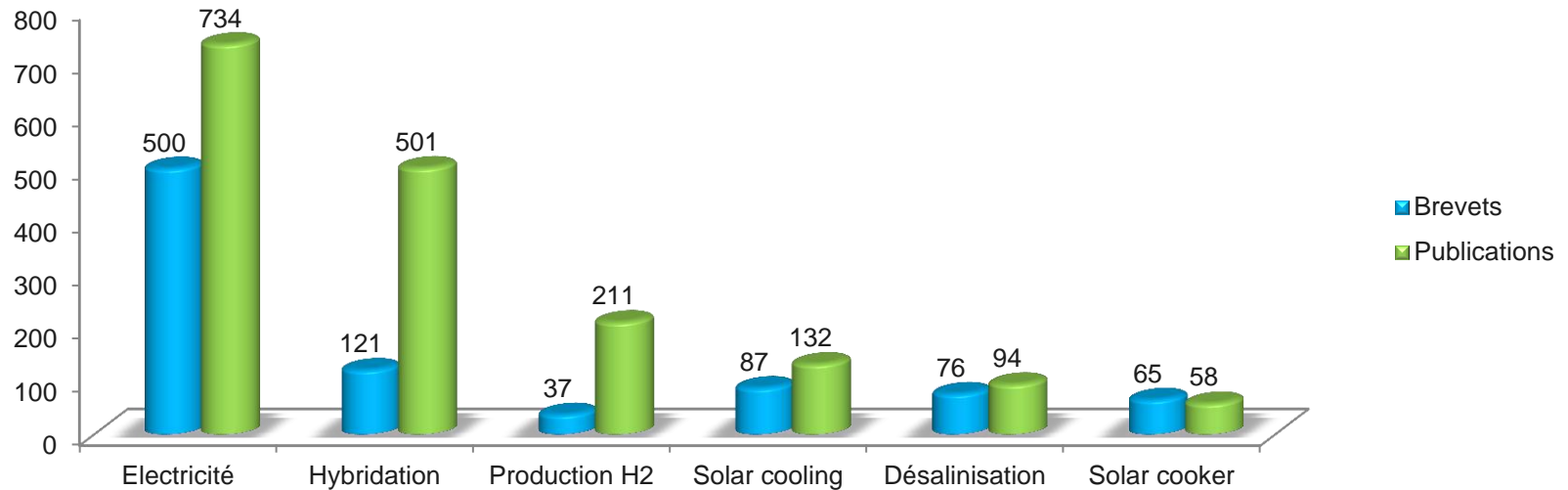
Analyses globales

Segmentations

Synthèse

Applications

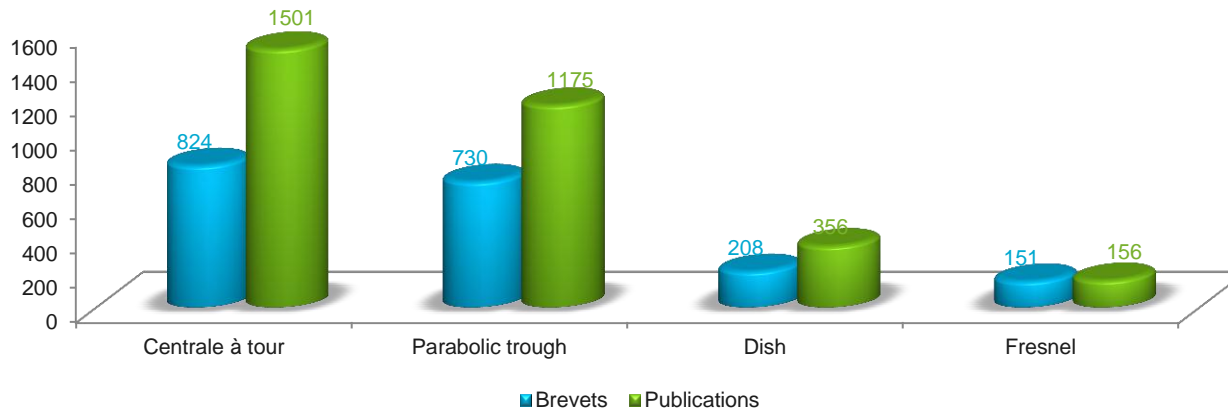
La principale application citée est la production d'électricité, l'hybridation représente une part importante des publications scientifiques



Limites :

	Electricité	Hydrivation	Production H ₂	Solar Cooling	Désalinisation	Solar Cooker
Industriels	Brightsource (10;4) Himin Solar (9;1) Abengoa (6;3)	Abengoa (4;1) Xerox (3;0) General Electric (2;1)	Sundrop Fuel US (4;0)	Beijing Wisword Hi Tech (4;0) Abengoa (3;0) Areva (2;0)	United Technol (3;0)	Beijing Wisword Hi Tech (2;0)
Académiques	DLR (0;58) NREL (0; 38) CIEMAT(0;34) Univs Beijing (19;18)	DLR (0;43) Paul Scherrer Institute (0;39) CIEMAT(1;24)	Paul Scherrer Institute (0;25) CNRS(0;24) DLR (0,13)	Univ Mexico (2;9) Univ Almeria (0;6) Univ Pittsburgh (0;6)	Univ Santa Cruz ES (0;12) CIEMAT (0;10) Univ Sevilla (0;9) DLR(2;0)	Univ Trondheim NO (0;4) Univ New Delhi (0;4) Univ Jeddah SA (0;3)

Ce sont les technologies centrales à tour et cylindro-paraboliques qui font l'objet du plus de brevets et publications.

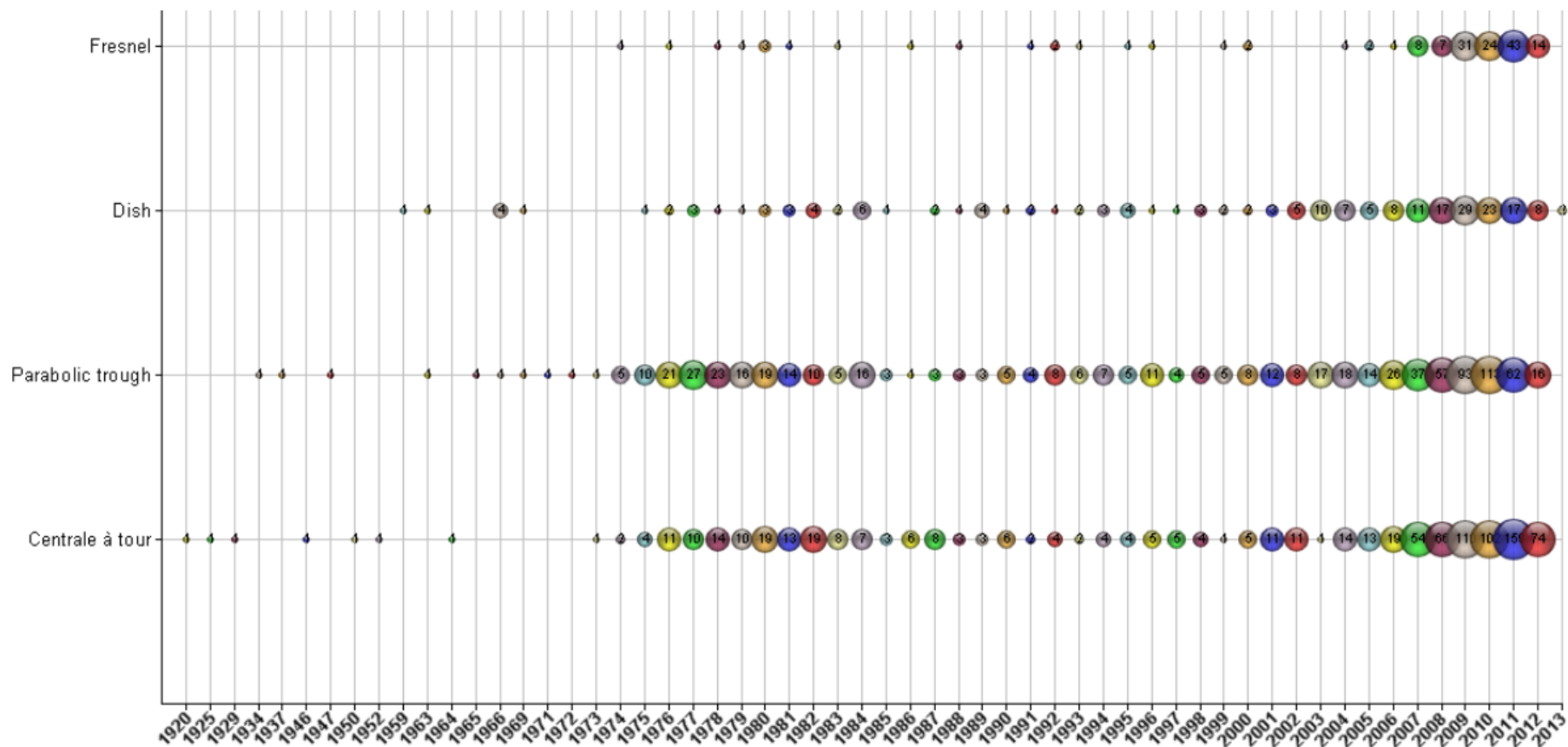


Principaux acteurs positionnés sur les différents types de technologies

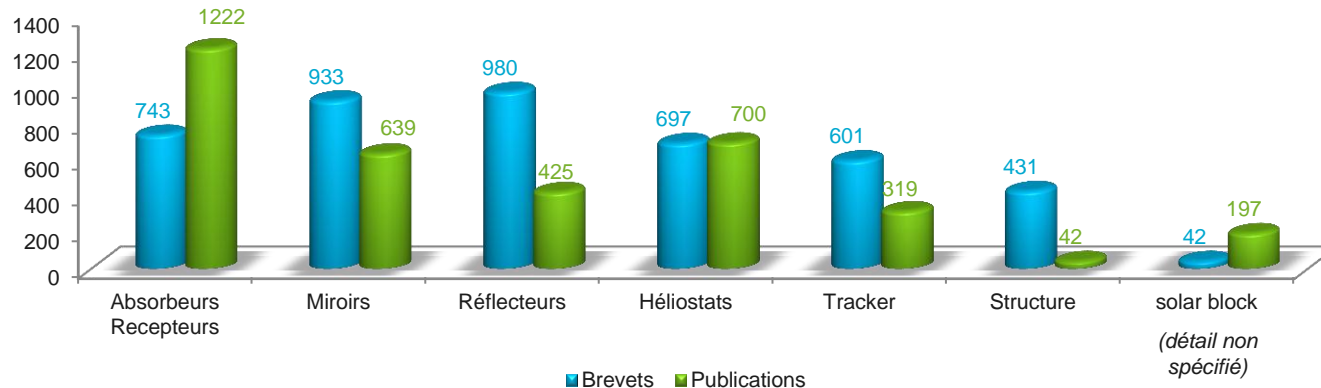
	Centrales à tour	Parabolic Through	Dish	Fresnel
Industriels	Brightsource (47;2) Zhejiang Supcon Solar Energy (25;0) Mitaka Kohki (23;1)	Siemens (19;0) Abengoa (16;3) Schott (11;6)	Abengoa (6;0) United Technol (5;0) Heliofocus (4;0)	Beijing WiSword Hi-Tech.Development Co.Ltd. (12 ; 0) Jinhua Jinda Solar (12;0) Areva (7;1)
Académiques	Sandia National Lab (0;106) German Aerospace Center (13;97) CIEMAT(2;49)	German Aerospace Center (8;103) NREL (0;77) CIEMAT (2;62)	Sandia Nat Lab (0;36) German Aerospace Center (1;14) Univ Canberra (0;13)	Univ Delhi (0;11) Univ Sydney (0;11) Univ Beijing (0;7)

(x) Nombre de brevets ; de publications

Technologies (2/2)



Les absorbeurs et récepteurs concentrent la majorité des dépôts de brevets

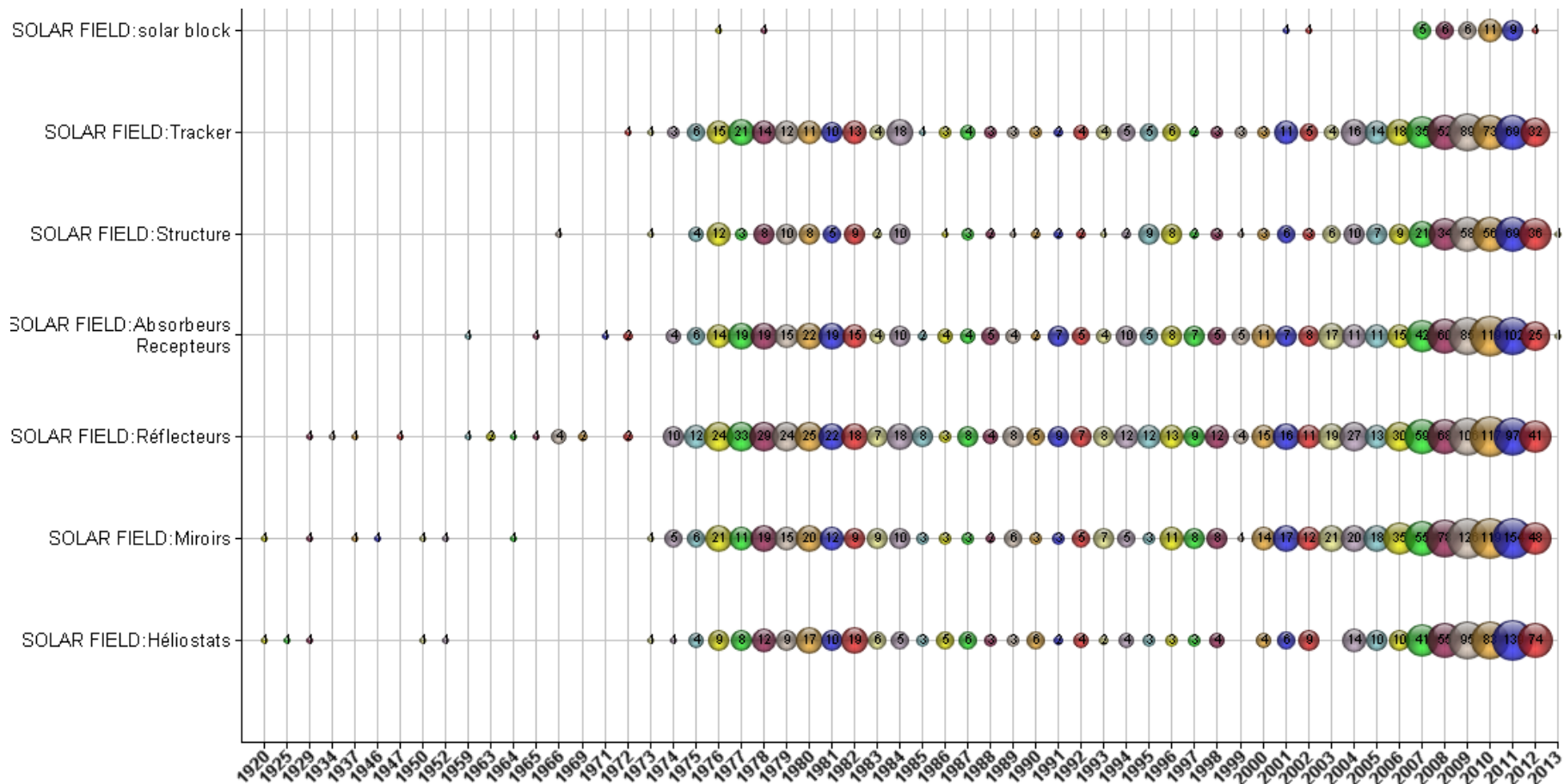


Principaux acteurs positionnés sur les éléments du "Solar Field"

	Réflecteurs	Miroirs	Héliostats	Tracker	Structure	Absorbeurs Récepteurs	Solar block
Industriels	Brightsource (19;1) Areva (20;2) Himin Solar (14;0)	Mitaka Kohki JP (20;1) Zhejiang Supcon Solar Technology (17;0) Siemens (14;3)	Brightsource (45;0) Zhejiang Supcon Solar Technology (25;0) Mitaka Kohki JP (23;0)	Beijing WiSword Hi-Tech.Development Co.Ltd. (12 ; 0) Himin Solar (6;0) Abengoa (6;0)	Brightsource (14;0) Beijing WiSword Hi-Tech.Development Co.Ltd (12;0) Himin Solar (9;0)	Abengoa (24;0) Siemens (19;0) Schott(8;0)	Abengoa (5;0) Brightsource (4;0)
Académiques	Univ Beijing (25;5) NREL (0;26) Wizmann Institute (0;21)	German Aerospace Center DE (12;20) NREL (3;24) Sandia Nat Lab (0;25)	Sandia Nat Lab (0;41) CIEMAT (0;32) German Aerospace Center (9;26)	Univ Beijing (0;15) Sandia National Lab (0;12) Univ Mexico (0;8)	Sandia Nat Lab (0;5) German Aerospace Center DE (5;4) NREL (0;2)	Univs Beijing (26;16) German Aerospace Center (11;90) Paul Scherrer Institute (0;40) CIEMAT (0;50)	German Aerospace Center (0;29) CIEMAT (0;28) NREL (0;12)

(x) Nombre de brevets ; de publications

Champ solaire (2/2)



Zoom sur les récepteurs (1/2)

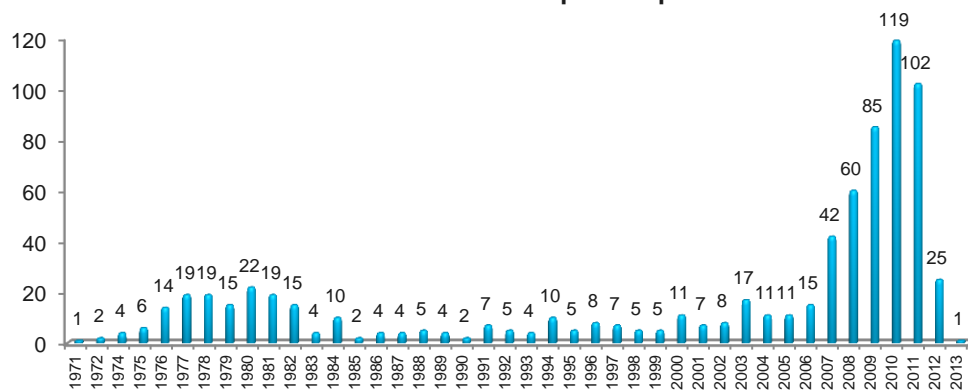
- **Les 10 brevets les plus cités concernant les récepteurs par des brevets du corpus analysé :**

Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant	Statut juridique
Solar energy conversion system	15	US3924604	1975	G T Schjeldahl (Inventeur)	Expiré
Solar receivers	13	US4485803	1982	BABCOCK ET WILCOX US	Expiré
SOLAR ENERGY COLLECTOR SYSTEM	13	US5899199	1995	AREVA FR, UNIVs SYDNEY AU	Délivré
LINEAR FRESNEL SOLAR ARRAYS	13	US2009056699	2006	AREVA FR	Délivré
Absorber pipe for solar heating applications	12	DE10231467	2002	SCHOTT DE	Délivré
Tube panels and solar receivers incorporating such panels	10	US4512336	1982	BABCOCK ET WILCOX US	Expiré
Calibration and tracking control of heliostats in a central tower receiver solar power plant	9	US2009107485	2007	ESOLAR US	Délivré
Ideal light concentrators with reflector gaps	9	US4230095	1978	DOE US	Expiré
Multi-tube solar collector structure	9	WO2005078360	2005	AREVA FR	Délivré
Solar thermal electric power plant	9	US4164123	1976	Smith Otto J M (Inventeur)	Expiré

Zoom sur les récepteurs (2/2)

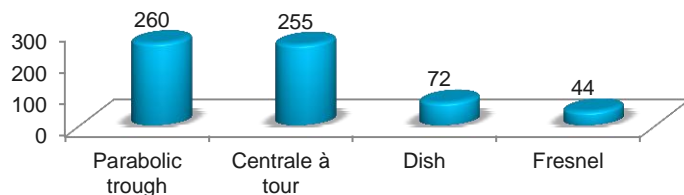
Analyses des brevets à propos des récepteurs

Nombre de brevets "Récepteurs" par année

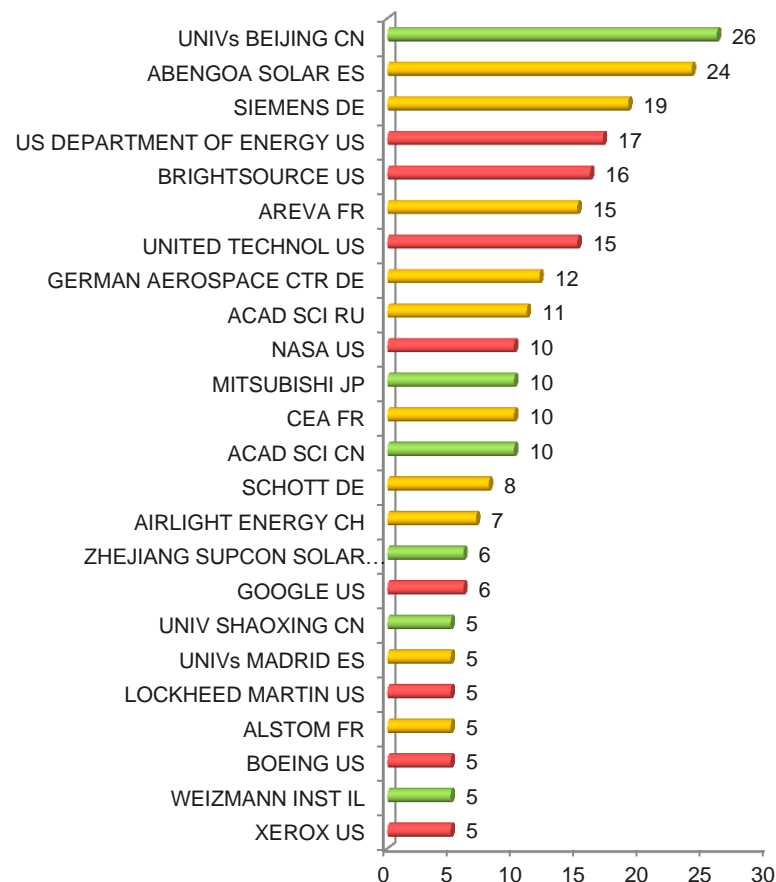


* 2012 et 2013 : années incomplètes

Technologies CSP mentionnées dans les brevets "Récepteurs"



Top 25 des déposants de brevets "Récepteurs"

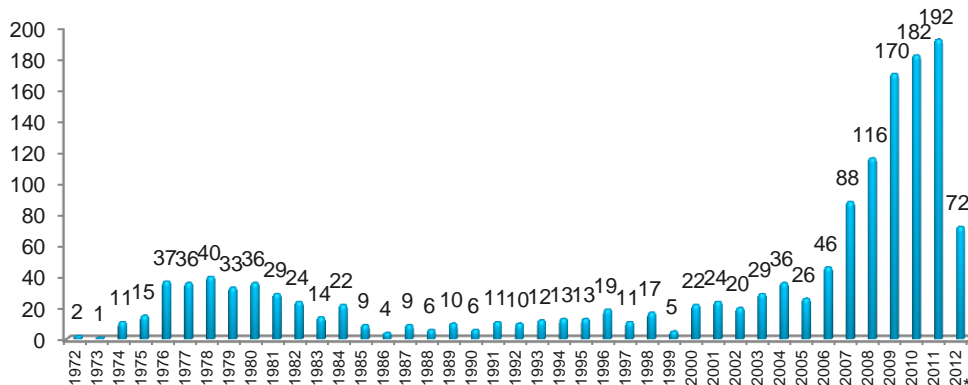


- **10 brevets les plus cités concernant les réflecteurs par des brevets du corpus analysé :**

Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant	Statut juridique
Conversion of solar energy	22	WO02097341	2001	SUNTRUST US	Délivré
Method of making precision parabolic reflector apparatus	17	US4268332	1979	SUN TRAC INDUSTRY US	Expiré
Solar energy collector	17	US4291677	1980	Monk Robert J (Inventeur)	Expiré
Low profile solar ray concentrator	16	US3861379	1975	Anderson Jr Henry (Inventeur)	Expiré
Solar collector comprising solar tracking means	16	US4159710	1976	PHILIPS NL	Expiré
Multiple mirrored apparatus utilizing solar energy	15	US4056313	1977	Arbogast Porter R (Inventeur)	Expiré
Solar collector system	15	US4117682	1978	Smith Otto J M (Inventeur)	Expiré
Sunlight collecting system	15	US5979438	1997	MITAKA KOHKI JP	Délivré
Method and apparatus for collecting solar energy	15	US3884217	1975	ECOTHERMIA US FERRO US	Expiré
Modular solar concentrator	15	US4463749	1984	FORD AEROSPACE & COMMUNICATIONS LORAL AEROSPACE	Expiré

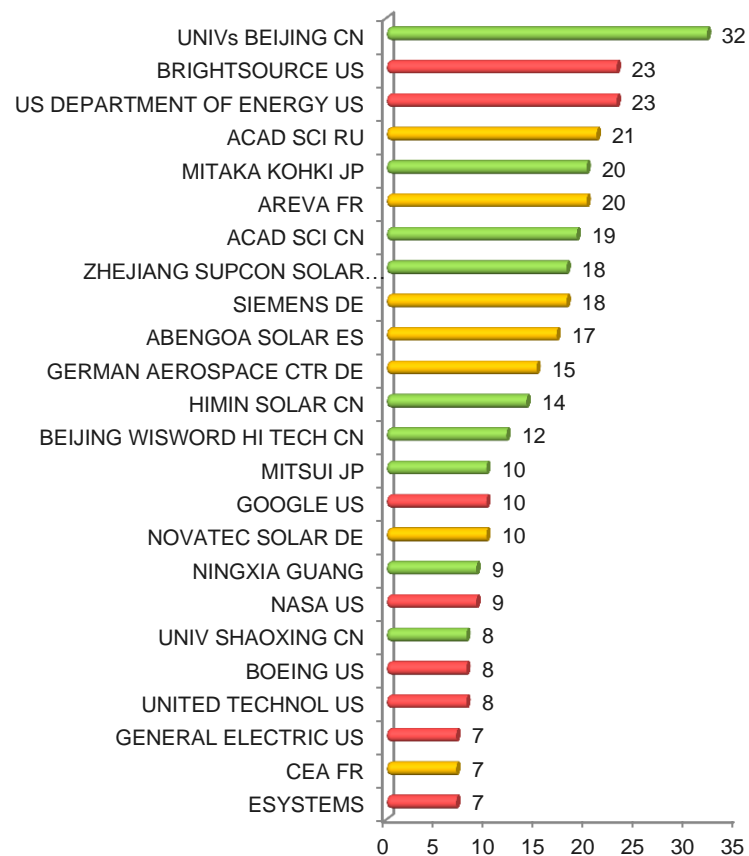
Zoom sur les réflecteurs / miroirs (2/2)

Nombre de brevets "Réflecteurs/Miroirs" par année

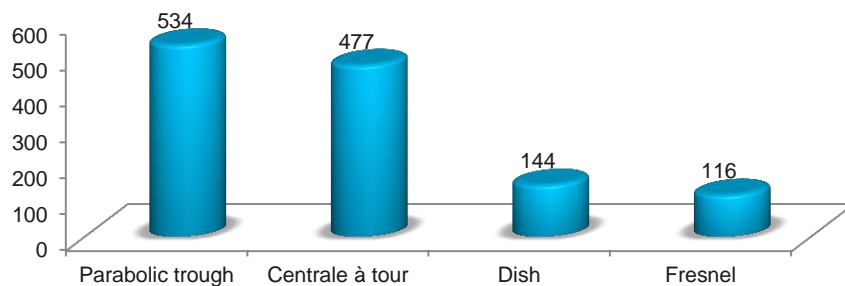


* 2012 : année incomplète

Top 25 des déposants de brevets "Réflecteurs/Miroirs"



Technologies mentionnées dans les brevets "Réflecteurs"



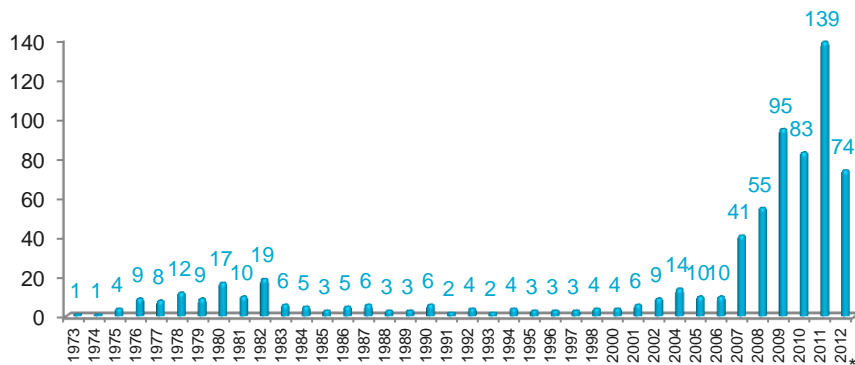
Zoom sur les héliostats (1/2)

- Les 10 brevets les plus cités concernant les héliostats par des brevets du corpus analysé :

Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant	Statut juridique
Sunlight collecting system	15	US5979438	1997	MITAKA KOHKI JP	Délivré
Calibration and tracking control of heliostats in a central tower receiver solar power plant	13	US2009107485	2007	ESOLAR US	Délivré
Solar receivers	11	US4485803	1982	Babcock et Wilcox US	Expiré
Feedback control method for a heliostat	10	US7207327	2004	United Technol US	Délivré
Heliostatic solar energy conversion system	10	US4365618	1980	Jones Dedger (Inventeur)	Expiré
Automatic heliostat track alignment method	10	US4564275	1984	MCDONNELL DOUGLAS STIRLING ENERGY SYSTEMS	Expiré
Direct solar hydro-electric integrated system and concentrating heliostat for same	10	US3892433	1976	LOCKEED MARTIN US	Expiré
Method and control system for operating a solar power tower system	10	US8001960	2007	BRIGHTSOURCE US	Délivré
Central receiver solar collector using analog coupling mirror control	9	US4172443	1978	Sommer Warren T (Inventeur)	Expiré
Control of a heliostat field in a solar energy plant	9	US5862799	1995	WEIZMANN INSTITUTE IL	Délivré
Heliostat for sunlight concentration system and method of controlling the same	9	JP2004037037	2002	MITAKA KOHKI JP	Délivré

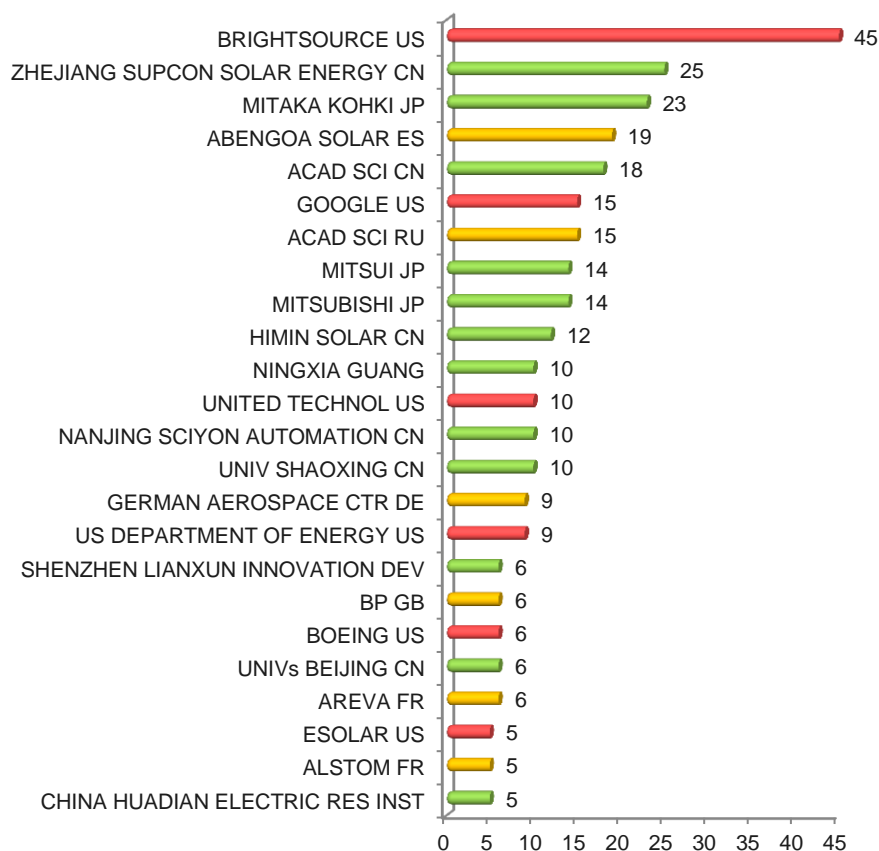
Zoom sur les héliostats (2/2)

Nombre de brevets "Héliostats" par année



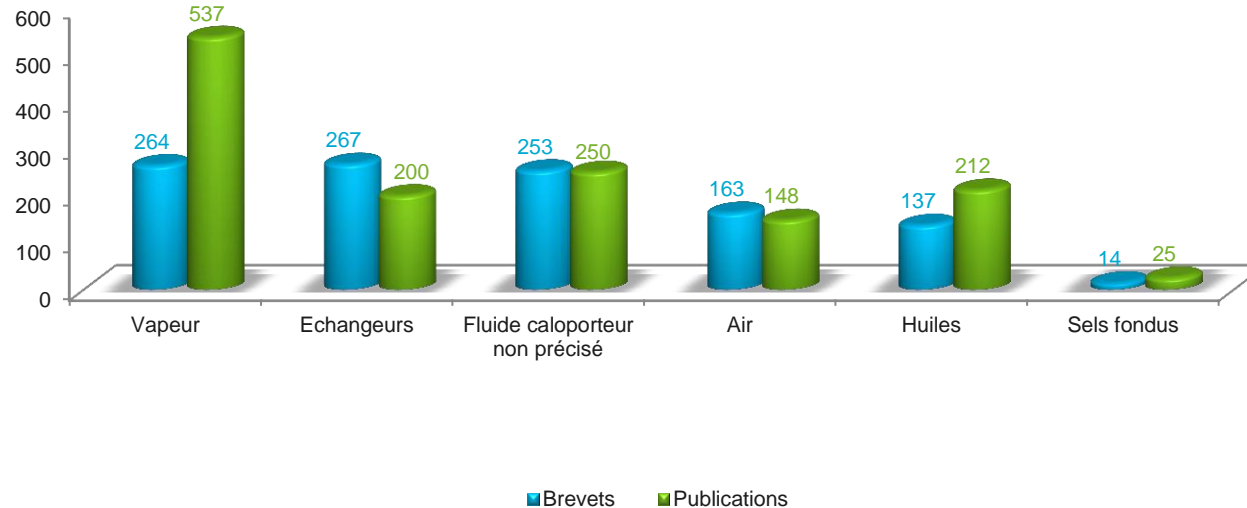
* 2012 : année incomplète

Top 25 des déposants de brevets "Héliostats"



Transfert de chaleur (1/2)

L'essentiel des publications portent sur la vapeur, et les brevets sont plus répartis entre la vapeur, les échangeurs et le fluide.

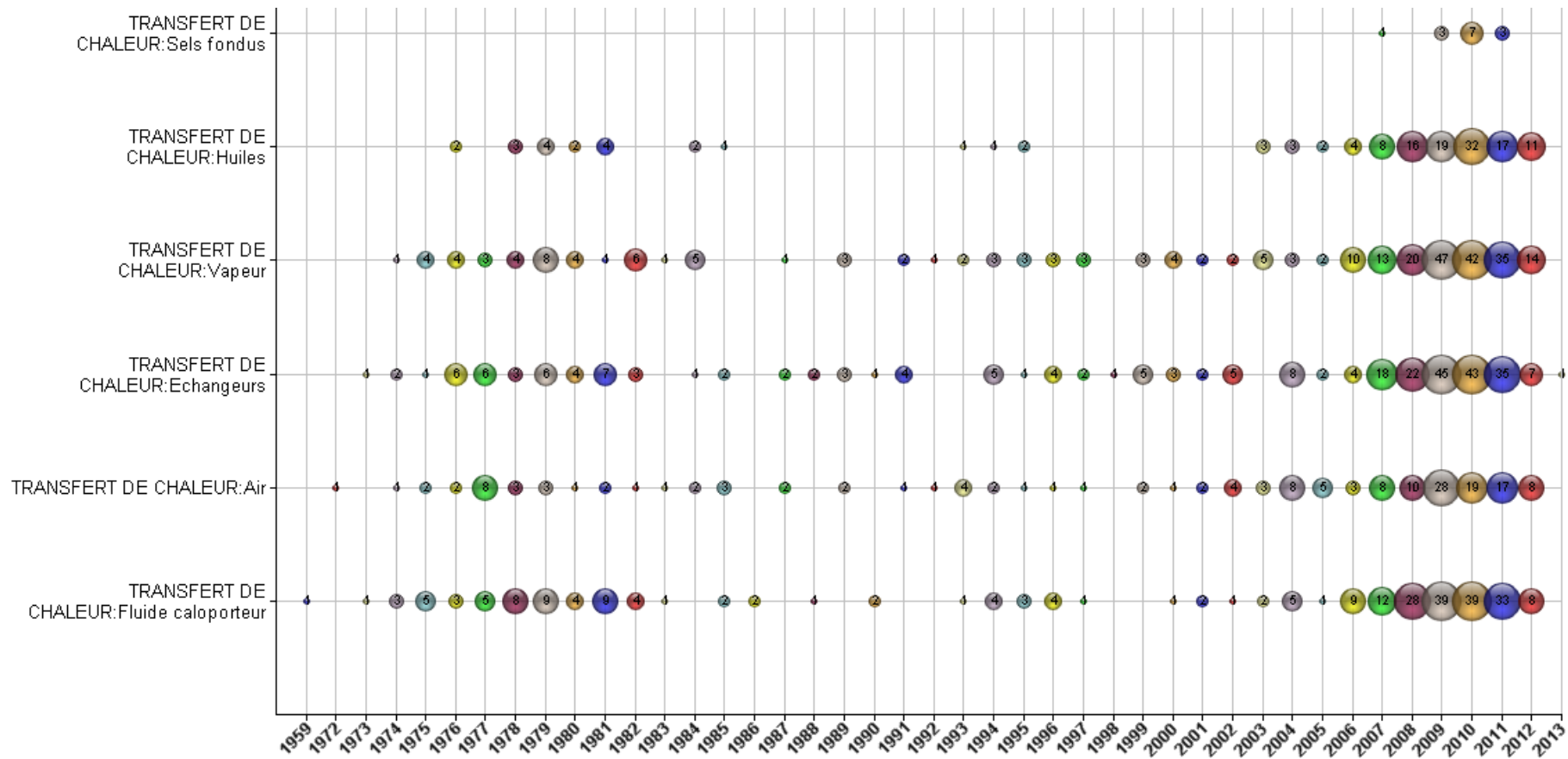


Principaux acteurs positionnés sur les éléments du "Transfert de chaleur"

	Vapeur	Echangeurs	Fluide caloporteur	Air	Huiles	Sels fondus
Industriels	Siemens (17;0) Abengoa (14;0) Sundrop Fuels (3;0)	United Technologies(7;0) Abengoa (6;3) Areva (5;0)	Abengoa (13;0) Siemens (10;0) Areva (8;0)	United Technologies(5;0) Mitsubishi (4;0)	GlassPoint Solar (3;0) Areva (3;0) Abengoa (2;0)	United Technologies(2;0) Abengoa (2;0) Areva (1;0)
Académiques	German Aerospace Center (3;61) CIEMAT (2;38) ETH Zurich (0;24)	German Aerospace Center (3;21) Univ Milan (0;7) CNRS (1;6) NREL (2;6)	German Aerospace Center (0;19) Sandia Nat Lab (0;16) NREL (3;15)	German Aerospace Center (3;12) NREL (2;7) CNRS (0;4)	German Aerospace Center (0;24) Sandia Nat Lab (0;12) Univ Shiraz IL (0;8)	Sandia Nat Lab (0;10) NREL (1;4)

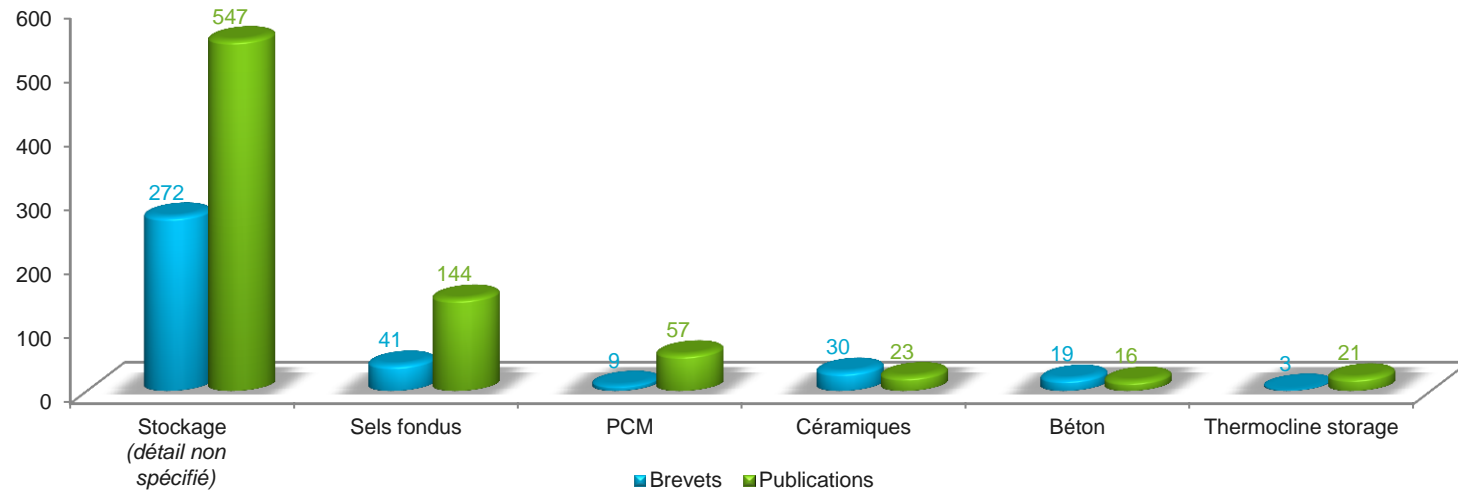
(x) Nombre de brevets ; de publications

Transfert de chaleur (2/2)



Stockage de chaleur (1/3)

Le stockage ne fait encore l'objet que d'assez peu de brevets, l'essentiel sur les sels fondus



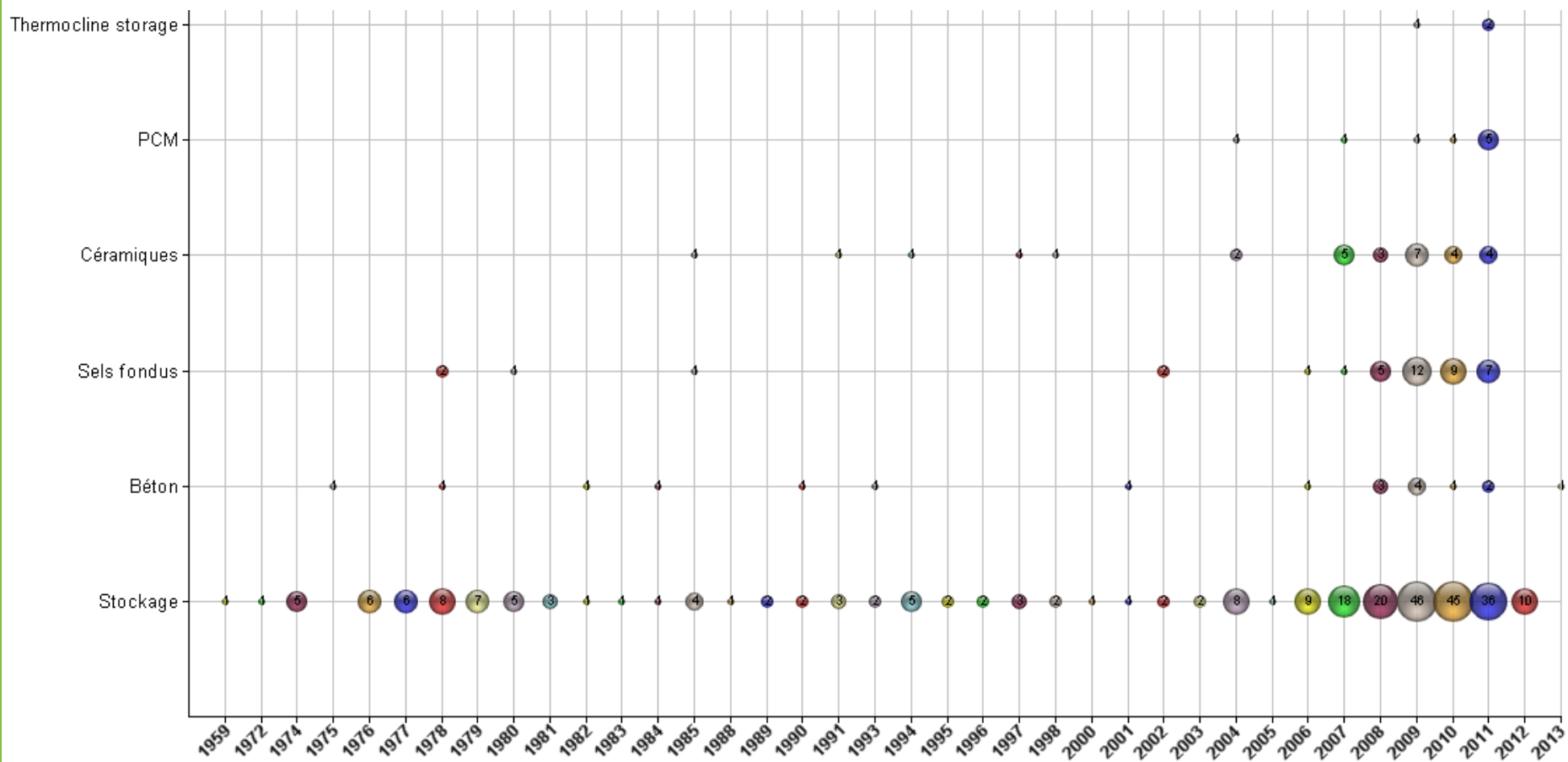
PCM : Matériau à changement de phase

Principaux acteurs positionnés sur les éléments du "Stockage de chaleur"

	Stockage	Sels fondus	PCM	Céramiques	Béton	Thermocline storage
Industriels	Abengoa (5;0) Areva (5;0) Brightsource (4;0)	United Technologies (4;0) Heliocus (2;0) Abengoa (2;0)	Abengoa (2;0)	CARDING SPECIALISTS CANADA (3;0) Sundrop Fuels (2;0)	ED Zublin AG (0;6) Tianjin Solar And Environmental Technologies Corporation (1;0)	Flabeg Solar (0;2) Alstom (1;0)
Académiques	German Aerospace Center (3;49) NREL (0;43) Sandia Nat Lab (0;36)	Sandia Nat Lab (0;25) NREL (0;19) German Aerospace Center (0;6)	German Aerospace Center (0;13) NREL (0;3)	German Aerospace Center (0;9) CNRS (0;6)	German Aerospace Center (0;8)	Sandia Nat Lab (0;8) NREL (0;6)

(x) Nombre de brevets et de publications

Stockage de chaleur (2/3)



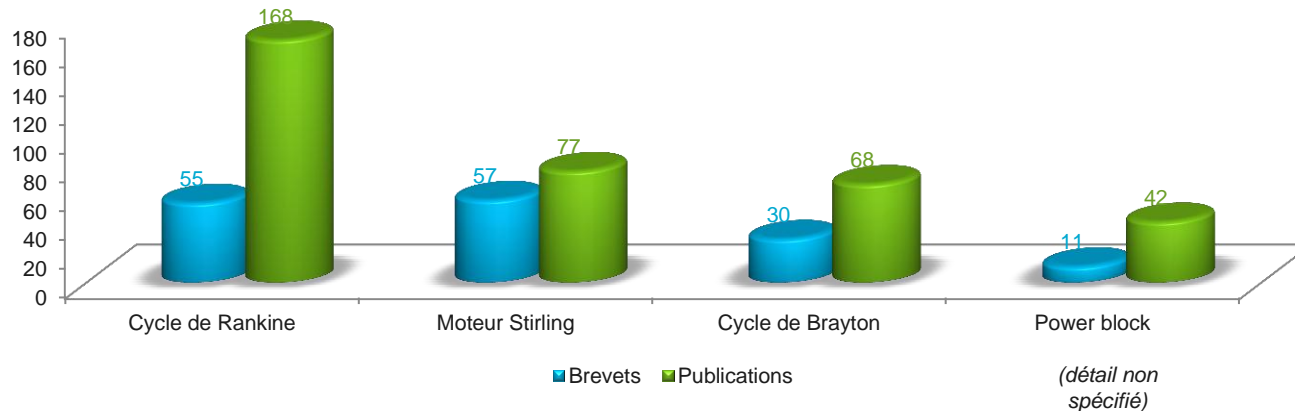
Stockage de chaleur (3/3)

- Les 10 brevets les plus cités concernant le Stockage (sans détail spécifié) par des brevets du corpus analysé :

Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant	Statut juridique
Solar thermal aircraft	8	US2005242232	2004	LAWRENCE LIVERMORE SECURITY NATIONAL LAB US	Délivré
Solar dish concentrator with a molten salt receiver incorporating thermal energy storage	6	US7051529	2002	UNITED TECHNOLOGIES US	Délivré
Solar energy power generation system	5	US4586334	1985	LOTUS CONCEPT US	Expiré
Method and apparatus for solar energy storage system using gas and rock	4	US2008066736	2006	Zhu Yanong (Inventeur)	Déchu
Power plant heat storage arrangement	4	US3029596	1959	GENERAL MOTORS	Expiré
Apparatus for the collection and conversion of solar energy	3	US4159629	1977	A L KORR ASSOCIATES INC US	Expiré
Low-melting point inorganic nitrate salt heat transfer fluid	3	US7588694	2008	DOE US	Délivré
Solar thermal energy receiver	3	US5113659	1991	NASA US	Déchu
Solar radiation collector and system for converting and storing collected solar energy	3	US4010614	1976	Arthur David M (Inventeur)	Expiré
Closed loop solar collector system	3	US4286579	1979	Johnston Barry W (Inventeur)	Expiré

Power block (1/2)

Seuls 5% des documents concernent la partie "Power block" d'une centrale CSP.

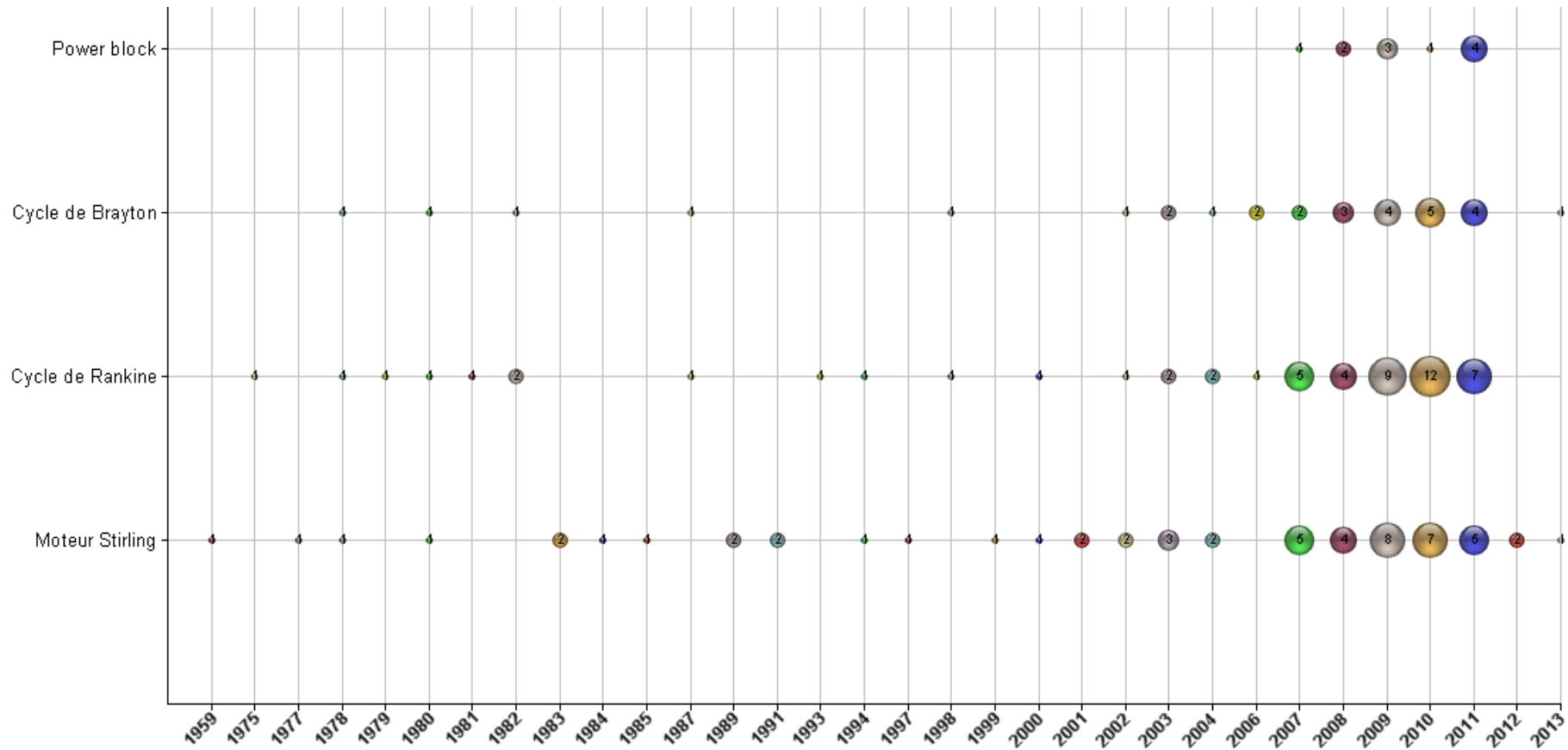


Principaux acteurs positionnés sur les éléments du "Power Block"

	Cycle de Rankine	Moteur Stirling	Cycle de Brayton	Power Block
Industriels	Abengoa (3;0) General Electric (3;0) United Technologies (3;0)	United Technologies (5;0) Abengoa (2;0) Beijing WiSword Hi-Tech.Development Co.Ltd (2;0) Brightsource (0;14)	United Technologies (4;0) Honeywell (0;3) Sundrop Fuels (2;0) Abengoa (2;0)	Siemens (3;2) Abengoa (2;0)
Académiques	NREL (2;10) German Aerospace Center (0;8) Sandia Nat Lab (0;6)	Sandia Nat Lab (0;13) Univs Hangzhou CN (0;3) Univ Perlis (Malaysia) (0;3)	ETH Zurich (0;3) German Aerospace Center (0;2) NASA (0;2)	German Aerospace Center (0;13) CIEMAT (1;4) NREL (1;2)

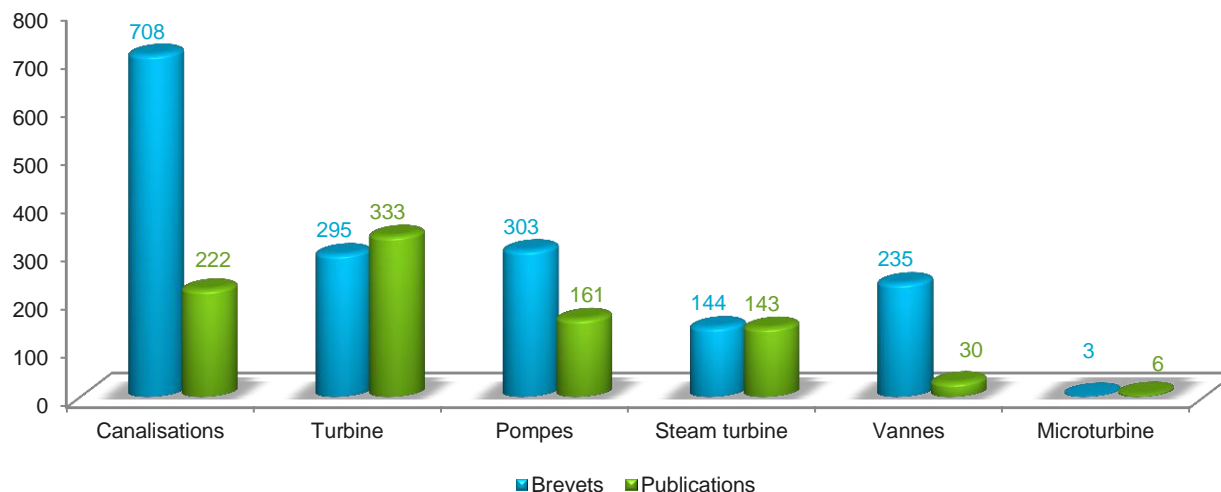
(x) Nombre de brevets ; de publications

Power block (2/2)



Autres composants

Les canalisations sont les autres composants les plus cités dans les brevets du corpus



Capstone et TMA Power : Entreprises américaines spécialisées dans la conception de microturbines.

Principaux acteurs positionnés sur les autres composants

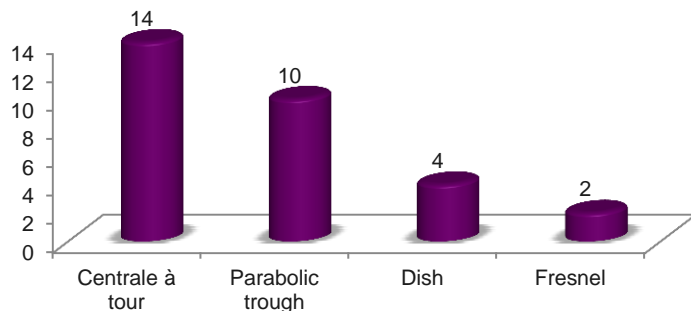
	Canalisations	Turbine	Pompes	Steam turbine	Vannes	Microturbine
Industriels	Siemens (21;1) Brightsource (13;0) Beijing WiSword Hi-Tech.Development Co.Ltd. (12;0) Schott (7;0)	Abengoa (14;1) Brightsource (8;1) Areva (7;1)	Abengoa (10;2) United Technologies (5;0) Hitachi (3;0)	Siemens (3;4) Alstom (6;0) Abengoa (5;1)	United Technologies (4;1) Abengoa (3;1) Brightsource (3;0)	TMA Power (1;1) Capstone US (0;1)
Académiques	Univ Beijing (24;0) German Aerospace Center (10;10) Sandia National Lab (0;15)	German Aerospace Center (3;24) CIEMAT (0;13) NREL (3;8)	NREL (2;6) CIEMAT (0;9) ACAD SCI CN (9;0)	German Aerospace Center (3;13) Univ Beijing (5;1) CIEMAT (0;5)	ACAD SCI CN (6;2) Univs Madrid (5;0) Lawrence Livermore Nat lab (4;1)	German Aerospace Center (0;2) Univ Pretoria ZA (0;2) Univ Hatfield GB (0;1)

(x) Nombre de brevets ; de publications

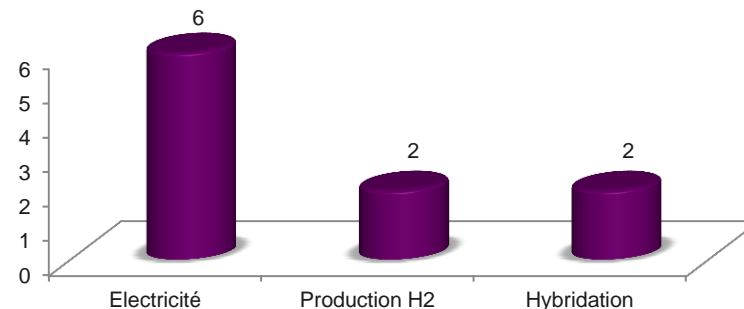
Parmi les brevets les plus cités, on retrouve une majorité concernant la centrale à tour, pour de la production d'électricité, plus particulièrement sur le champ solaire

Analyse des 26 brevets en vigueur parmi les 100 plus cités par des brevets du corpus analysé

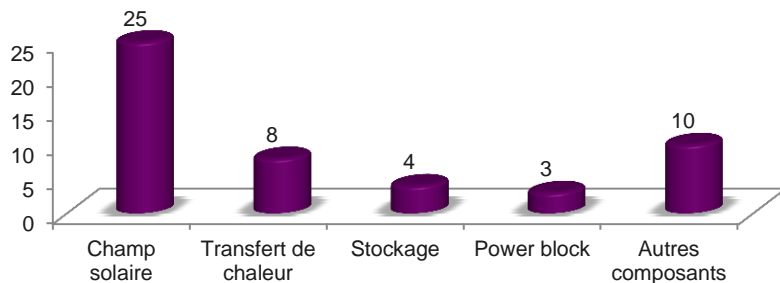
Technologies citées dans les brevets



Applications citées dans les brevets

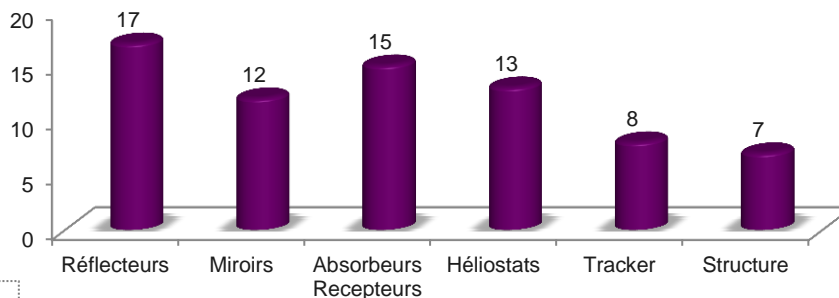


Parties d'une centrale CSP citées dans les brevets



Autres composants : Pompes; Vannes; Canalisations; Turbine; Steam turbine

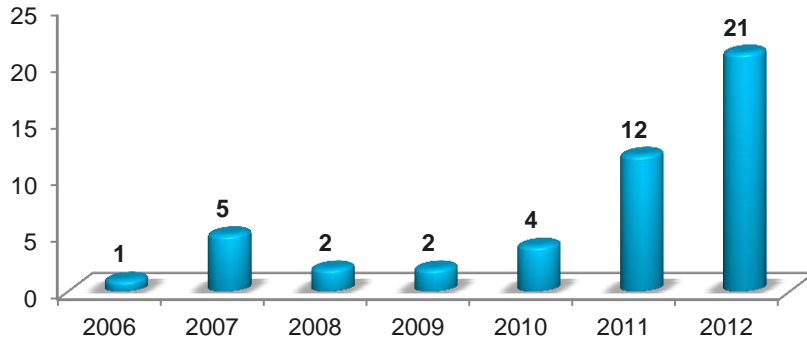
Éléments du champ solaire cités dans les brevets



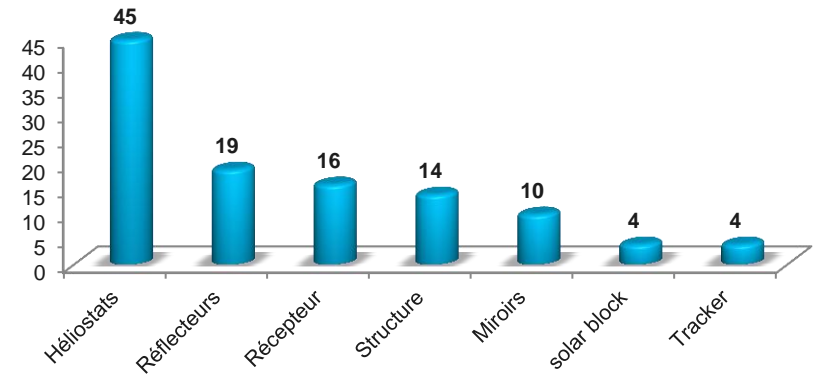
Portefeuille des principaux acteurs (1/4)

Brightsource

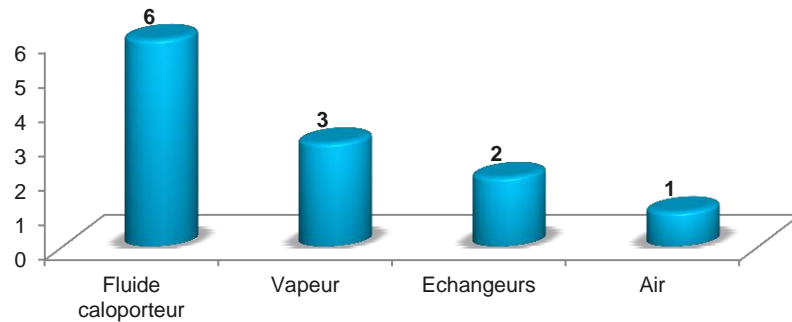
Nombre de brevets par an



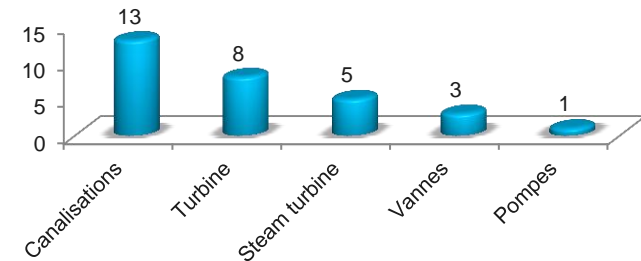
Éléments du champ solaire étudiés par Brightsource



Éléments du transfert de chaleur étudiés par Brightsource



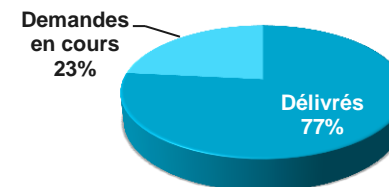
Composants cités dans les brevets de Brightsource



4 brevets citent le stockage sans préciser des technologies particulières

1 brevet mentionne le Cycle de Brayton

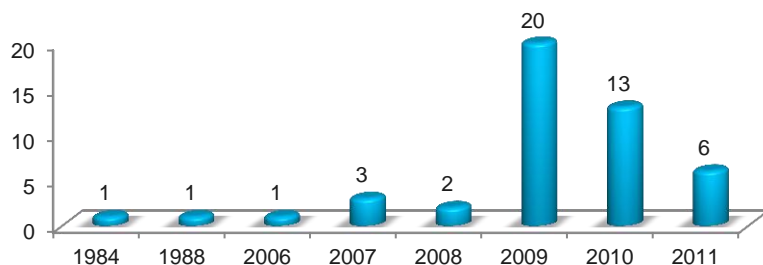
Statuts juridiques des brevets de Brightsource



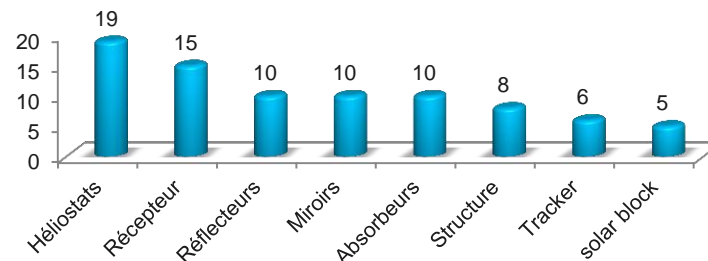
Les 47 brevets de Brightsource sont en vigueur

Portefeuille des principaux acteurs(2/4) Abengoa

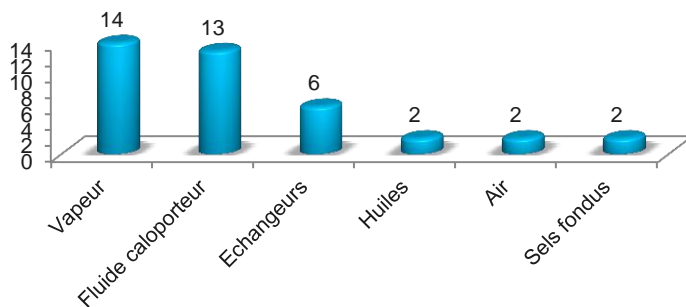
Nombre de brevets par an



Éléments du champ solaire étudiés par Abengoa



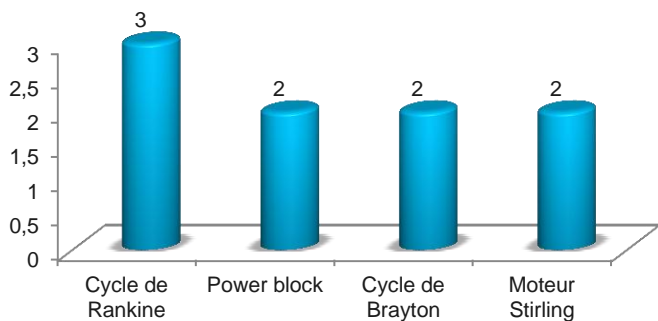
Élément de transfert de chaleur étudiés par Abengoa



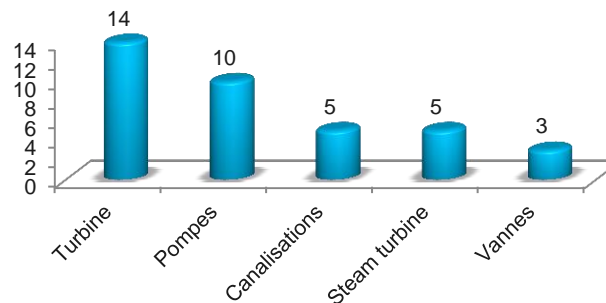
Éléments du stockage étudiés par Abengoa



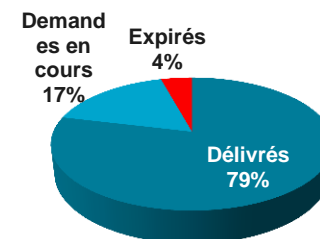
Éléments du Power block étudiés par Abengoa



Composants étudiés par Abengoa



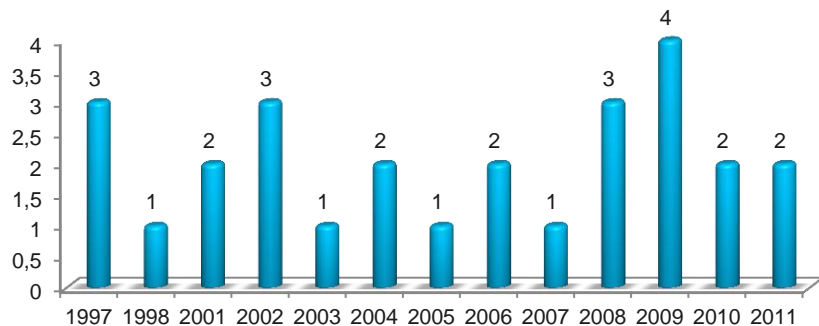
Statuts juridiques des brevets d'Abengoa



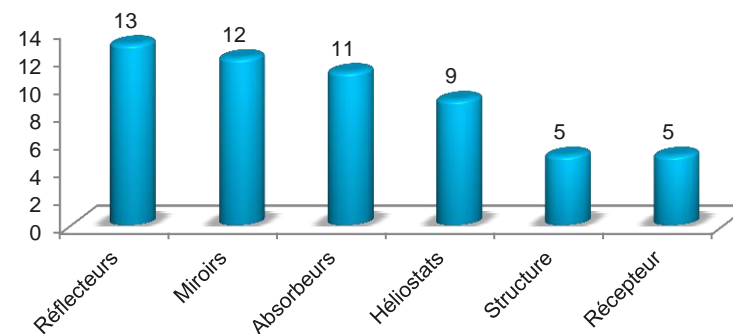
Portefeuille des principaux acteurs (3/4)

German Aerospace Center

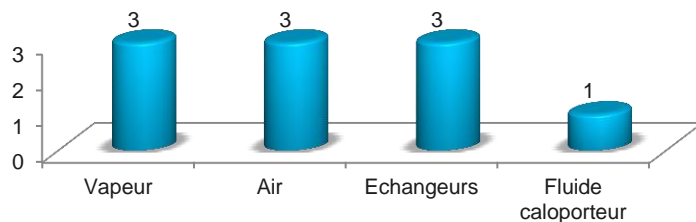
Nombre de brevets par an



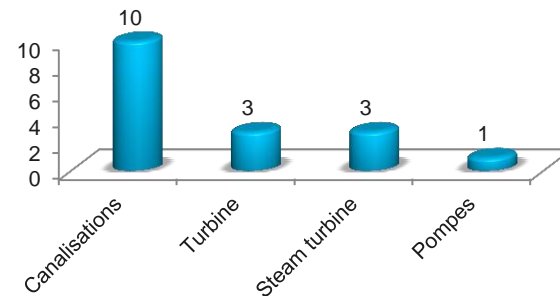
Éléments du solar field étudiés par le DLR



Éléments du transfert de chaleur étudiés par le DLR



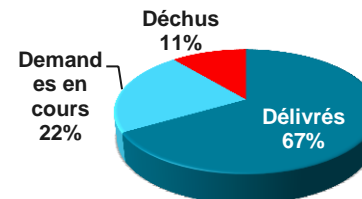
Composants cités dans les brevets du DLR



3 brevets citent le stockage sans préciser de technologies particulières

Le power block n'est mentionné dans aucun de leurs brevets.

Statuts juridiques des brevets du DLR



6 brevets déposés au nom d'AUSRA :

METHOD AND APPARATUS FOR SHAPING A REFLECTOR	WO2010111187	2009
METHODS AND COMPOSITIONS FOR COATING DEVICES	WO2009140051	2008
LINEAR FRESNEL SOLAR ARRAYS	WO2009029277	2007
SOLAR ENERGY RECEIVER HAVING OPTICALLY INCLINED APERTURE	WO2009023063	2007
INTEGRATED SOLAR ENERGY RECEIVER-STORAGE UNIT	WO2008153922	2007
CONVECTIVE/RADIATIVE COOLING OF CONDENSER COOLANT	WO2008154427	2007

8 brevets déposés au nom de Solar Heat Power pty :

SOLAR ENERGY COLLECTOR HELIOSTAT	WO2008092194	2007
SOLAR ENERGY COLLECTOR FIELD INCORPORATING COLLISION AVOIDANCE	WO2008092195	2007
THERMAL POWER PLANT INCORPORATING SUBTERRANEAN COOLING OF CONDENSER COOLANT	WO2007104080	2006
MULTI-TUBE SOLAR COLLECTOR STRUCTURE	WO2005078360	2004
CARRIER FOR A SOLAR ENERGY REFLECTOR ELEMENT	AU2003903341	2003
CARRIER AND DRIVE ARRANGEMENT FOR A SOLAR ENERGY REFLECTOR SYSTEM	AU2003903335	2003
SOLAR ENERGY COLLECTOR SYSTEM	AUPO429396	1996
SOLAR ENERGY COLLECTOR SYSTEM	AUPN201395	1995

10 brevets déposés au seul nom d'AREVA SOLAR :

Solar energy collector comprising a washing system and washing method	EP2565553	2011
Device for measuring solar radiation focused toward linear receiver by e.g. linear type Fresnel reflector, in solar power station, has shield arranged to move away from photodetectors and to permit radiation to hit photodetectors	FR2972530	2011
SECONDARY REFLECTOR FOR LINEAR FRESNEL REFLECTOR SYSTEM	WO2011112632	2010
UTILIZING STEAM AND/OR HOT WATER GENERATED USING SOLAR ENERGY	WO2011068880	2009
DUAL FLUID CIRCUIT SYSTEM FOR GENERATING A VAPOROUS WORKING FLUID USING SOLAR ENERGY	WO2011053863	2009
MULTI-TUBE SOLAR THERMAL RECEIVER	WO2011044281	2009
SYSTEMS AND METHODS FOR PRODUCING STEAM USING SOLAR RADIATION	WO2010132849	2009
Integrated solar energy receiver-storage unit	US2009322089	2007
Integrated solar energy receiver-storage unit	EP2492609	2007

Méthodologie

Analyses globales

Segmentations

Synthèse

- **Sans limitation géographique ou temporelle, 2574 brevets et 4762 publications ont été identifiés sur le périmètre thématique solaire thermique concentré défini avec les experts.**
- **Au global, 40% des brevets ne sont plus en vigueur, conséquence directe de premiers développements dès la fin des années 1970.**
- **On constate une dominance quantitative des brevets des industriels américains BrightSource et espagnol Abengoa et de l'académique allemand German Aerospace Center.**
- **Les brevets asiatiques, bien que récemment déposés en nombre sont la plupart du temps non étendus, ce qui laisse présager d'une « force » moindre**
- **Le champ solaire est le segment qui a fait l'objet du plus de brevets et publications, en particulier sur les héliostats, réflecteurs et récepteurs.**
- **Le stockage est une enjeu historique mais constitue un segment de dépôts avec une croissance plus importante depuis environ 5 ans, notamment sur les sels fondus**

Partie B : Etude solaire thermique concentré

B.3 Etude marketing

Réalisation : CEA, Bureau d'Etude Marketing



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des
acteurs interrogés

Bilan des entretiens (1/7)

Liste des personnes interrogées

Société / organisme	Pays	Personne interrogée	Fonction
Abantia	Espagne	David Morell Tormo	directeur commercial
ABB	Suisse	Francisco Jimenez	Project Management - CSP
Abengoa Solar	Espagne	Elisa Prieto	Directeur stratégie
AGC Glass	Japon	Rik Misseeuw	Solar Mirror product manager
Airlight Energy	Suisse	Ambrosetti Gianluca	Head of research department
ALSOLEN	France	Nadim EL MOURCHID	Directeur de projet
Archimede Solar Energy	Italie	Sandro Donnola	Product Specialist
AREVA SOLAR	France / USA	Philip Gleckman	Directeur R&D
ARTELIA	France	Mathieu VRINAT	Responsable projets CSP
CNIM	France	Roger PUJOL	Directeur Division Energie Solaire
Department of Energy	Afrique du Sud	Michael Sudarkasa	Project manager
EDF R&D	France	Frédéric Sirois	Research engineer
Enertime	France	Gilles David	PDG
Flagsol	Allemagne	Oliver Baudson	directeur des ventes
GDF Suez	France	Eric Vincent	Directeur adjoint aux EnR
German Aerospace Center	Allemagne	Robert Pitz-Paal	Co-directeur de l'institut sur la recherche solaire
GlassPoint Solar	USA	John O'Donnell	VP Business Development
HEF R&D (IREIS)	France	Laurent Dubost	responsable R&D
Industrial Solar GmbH	Allemagne	Christian Zahler	Directeur
IT Power	Australie	Keith Lovegrove	Senior CSP expert
Novatec Solar	Allemagne	Kevin Mozas	Business Development and Sales Manager
NREL	USA	Mark Mehos	Principal Program Manager on CSP
Nur Energie	Royaume-Uni	Kevin Sara	PDG
PSA-CIEMAT	Espagne	Eduardo Zarza Moya	Head of CSP Research and Development Unit
Saint Gobain Solar	France	Rafael Sanz de Acedo Hecquet	Thermosolar Sales and Marketing Director
Schneider Electric	France	Benoît Grappe	Projet Manager Microsol
Solar Euromed	France	Simon Benmarraze	Directeur Général
Solar Reserve	USA	Kevin Smith	CEO
Torresol Energy	Espagne	Santiago Arias	technical director
Total	France	Hélène Bru	Manager R&D
Ubifrance Chili	Chili	Xavier Fraval de Coat Parquet	Directeur
Wilson Solarpower	USA	Bruce N. Anderson	Chairman & CEO
Yara	Espagne	Emilio Iglesias Sola	sales manager

Bilan des entretiens (2/7)

Liste des refus

Des entreprises contactées à plusieurs reprises mais sans réponses malgré les relances

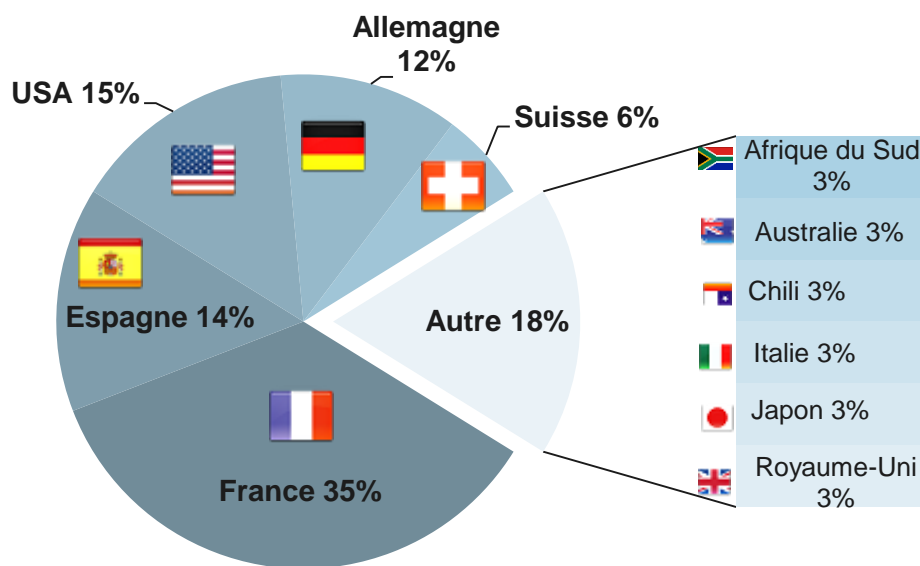


Bilan des entretiens (3/7)

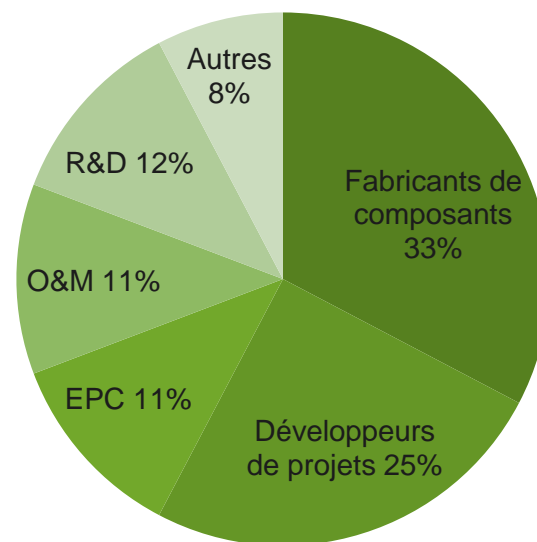
Répartition géographique et métier

Les entretiens ont été répartis sur plusieurs zones géographiques mondiales et une distribution homogène sur la chaîne de la valeur

Répartition géographique



Répartition par métier



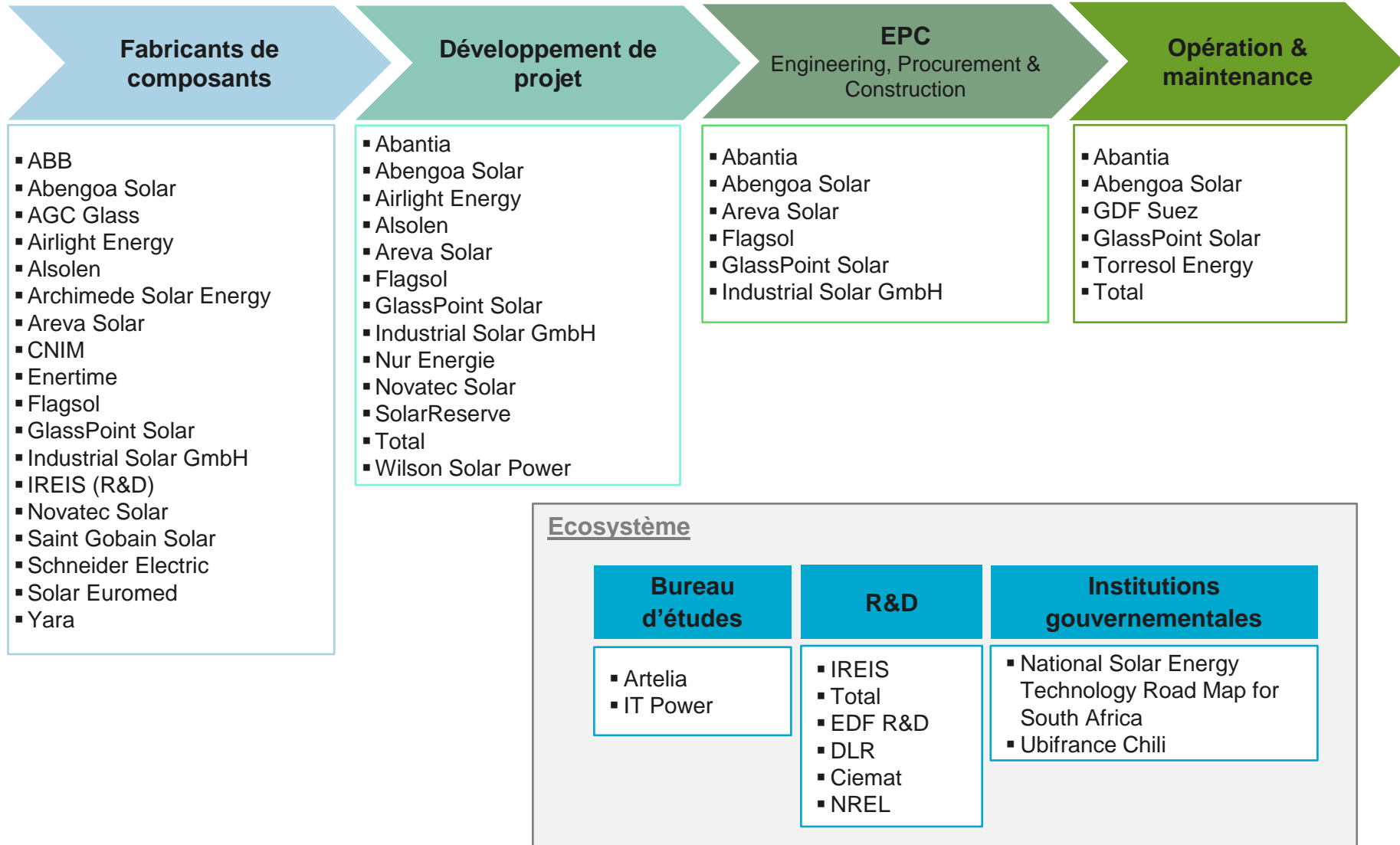
A noter :

O&M = Opération & Maintenance

EPC = Engineering, Procurement & Construction

Bilan des entretiens (4/7)

Positionnement sur la chaîne de valeur



Bilan des entretiens (5/7)

Positionnement sur la chaîne de valeur

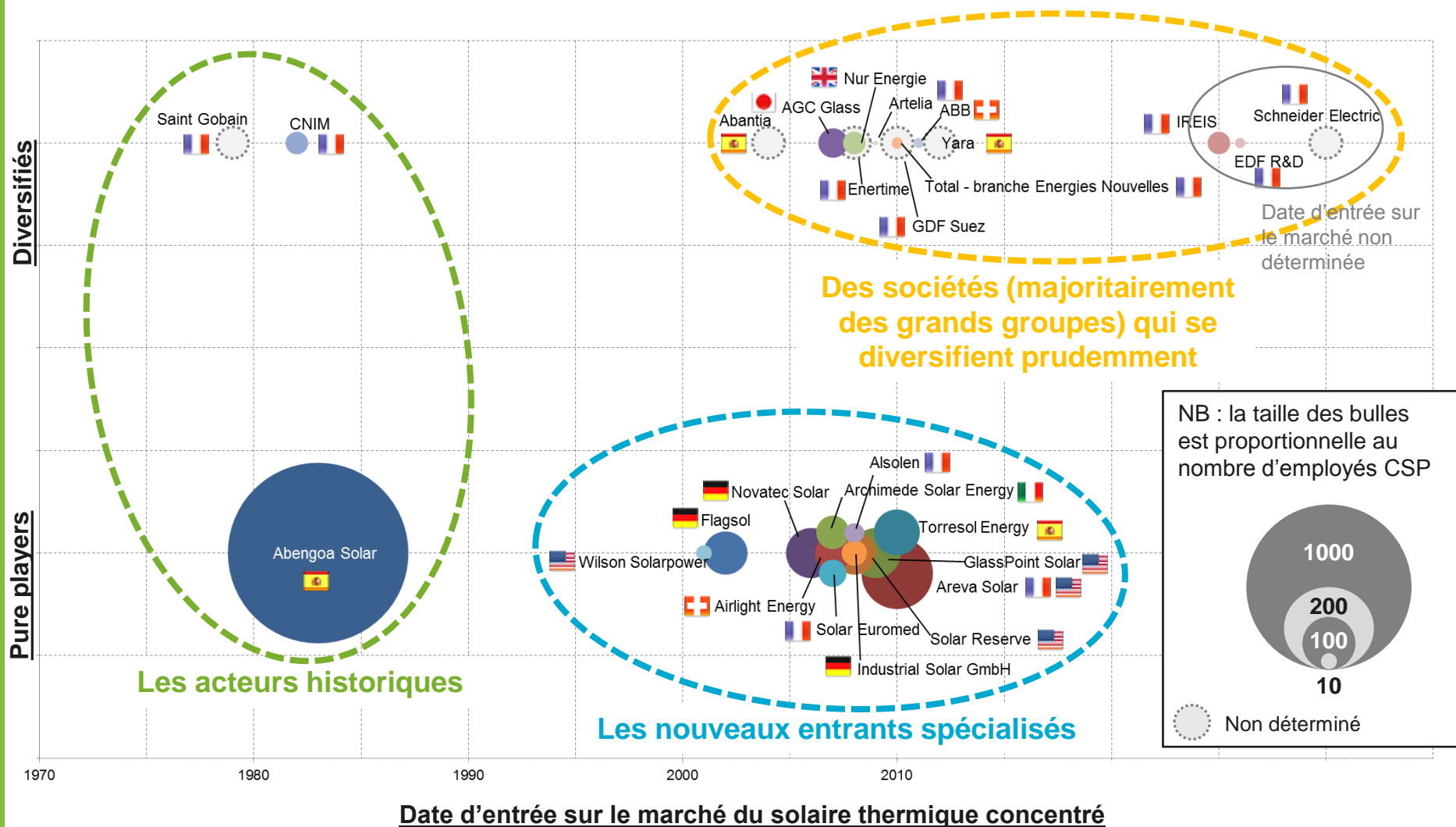


Fabricants de composants

Matières premières (sels fondus)	Miroirs	Structures porteuses	Récepteurs	Stockage	Power block
					ABB
		Abengoa Solar			
		Airlight Energy			
		Alsolen			
			Archimede SE		
		Areva Solar			
		CNIM		CNIM	
		Flagsol		Flagsol	
		Industrial Solar		Industrial Solar	
		Novatec Solar		Novatec Solar	
	Saint Gobain		IREIS (R&D)		Enertime
		Solar Euromed		Solar Euromed	
Yara	AGC Glass				

Bilan des entretiens (6/7)

Typologie des acteurs interrogés



Bilan des entretiens (7/7)

Production scientifique

Société	Nombre de brevets	Nombre de publications
Abantia	0	0
ABB	0	1
Abengoa Solar	47	10
AGC Glass	0	0
Airlight Energy	8	5
ALSOLEN	0	0
Archimede Solar Energy	2	0
AREVA SOLAR	24	3
ARTELIA	0	1
CNIM	0	0
Department of Energy ZA	0	0
DLR	27	245
EDF R&D	1	3
Enertime	0	0
Flagsol	3	14
GDF Suez	0	0
GlassPoint Solar	5	0
HEF R&D (IREIS)	0	0
Industrial Solar GmbH	0	0

Société	Nombre de brevets	Nombre de publications
IT Power	0	0
Novatec Solar	10	3
NREL	7	172
Nur Energie	0	0
PSA-CIEMAT	4	149
Saint Gobain Solar	0	0
Schneider Electric	1	0
Solar Euromed	0	0
Solar Reserve	24 (United Technologies)	0
Torresol Energy	0	1
Total	0	2
Ubifrance Chili	0	0
Wilson Solarpower	1	0
Yara	0	0

NB : Le nombre de brevets et publications provient de la base de données constituée pour la recherche bibliométrique

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

Historique et état de la filière

Capacité installée

Benchmark

Historique de la filière par technologie (1/2)



La technologie cylindro-parabolique

Années 80-90 : 9 SEGS (Solar Energy Generating Systems) construits aux Etats-Unis par Luz International dans le désert de Mojave en Californie

1981 : Première centrale mise en service à la Plataforma Solar de Almeria, en Espagne

2007 : Nevada Solar 1 (USA)

2008 : ANDASOL 1 – 1ère centrale commerciale construite en Europe (50MW)

Aujourd'hui : 2,64 GW en opération



La technologie à tour

Début 80's : des pilotes réalisés en Russie, Italie, Espagne, Etats-Unis, Japon, France (THEMIS – 1984)

1982-1988 : exploitation de Solar One (10MW) en Californie

2009 : Mise en service de PS20 (Abengoa – Espagne, 20MW) et de Sierra Sun Tower (eSolar – USA, 5MW)

Aujourd'hui : 104 MW en opération

Historique de la filière par technologie (2/2)



La technologie Fresnel linéaire



La technologie de Dish-Stirling

2001 : premier prototype construit par une entreprise (SolarMundo – Belgique)

2004 : Ausra met en service une installation de 1MW en Australie (Lidell)

2008 : Mise en service de la plus grande centrale Fresnel commerciale par Ausra en Californie (5MW)

2009 : Première centrale commerciale mise en service en Europe par Novatec (PE1 - 1,4MW, Espagne)

Aujourd'hui : 55,5 MW en opération

Début 80's : technologie développée par un groupement d'entreprises (United Stirling AB, Advanco, McDonnell Douglas Aerospace, NASA, DOE)

80's – 2010 : Des programmes lancés puis abandonnés, aux Etats-Unis principalement

Aujourd'hui : 1 MW en opération

Etat de la filière (1/2)

Les acteurs

• Arrivée de nouveaux entrants à partir de 2006




• Implication de grands groupes (participation au capital, rachat d'entreprises)




- 2008 :** • Joint Venture Masdar / Sener avec Torresol Energy
- 2010 :** • Areva Solar rachète AUSRA
• 20% de parts achetées par Alstom dans BrightSource Energy
• Joint Venture entre Total / Masdar / Abengoa pour la construction de la centrale Shams aux Emirats Arabes Unis
- 2012 :** • Protocole d'accord entre Areva et Technip sur l'utilisation de solutions solaires thermiques à concentration pour les industries pétrolières et gazières.
• Rachat de la joint venture Flagsol (Ferrostaal et Solar Millenium) par Ferrostaal suite au dépôt de bilan de Solar Millenium en décembre 2011
- 2013 :** • Augmentation des parts de Transfield Holdings (Australie) dans Novatec jusqu'à 85%
• ACWA Power (EPC Saoudien) achète Flabeg, fabricant de miroirs
• Achat des activités récepteurs CSP de Siemens par Rioglass Solar (fabricant de miroirs)

• Les faillites récentes

- 
- 2011 :** • Stirling Energy Systems (US) → spécialiste de la technologie Dish-Stirling
 - 2012 :** • Solar Millenium (Allemagne)
• Solar Trust (JV Solar Millenium/Ferrostaal)
 - 2013 :** • Fermeture de Solel Solar Systems (fabricant de récepteurs acheté par Siemens en 2009)
• Fermeture de l'usine US de Flabeg Solar (fabricant de miroirs)

• Les abandons

- 
- 2012 :** • Siemens quitte le projet Desertec, se retire de toutes ses activités solaires et se concentre sur l'éolien et l'hydro
 - 2013 :** • Retrait d'ABB de Novatec après l'achat de 35% des parts de l'entreprise en mars 2011 pour "refocus on higher value, lower risk businesses"

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des
acteurs interrogés

Historique et état de la
filière

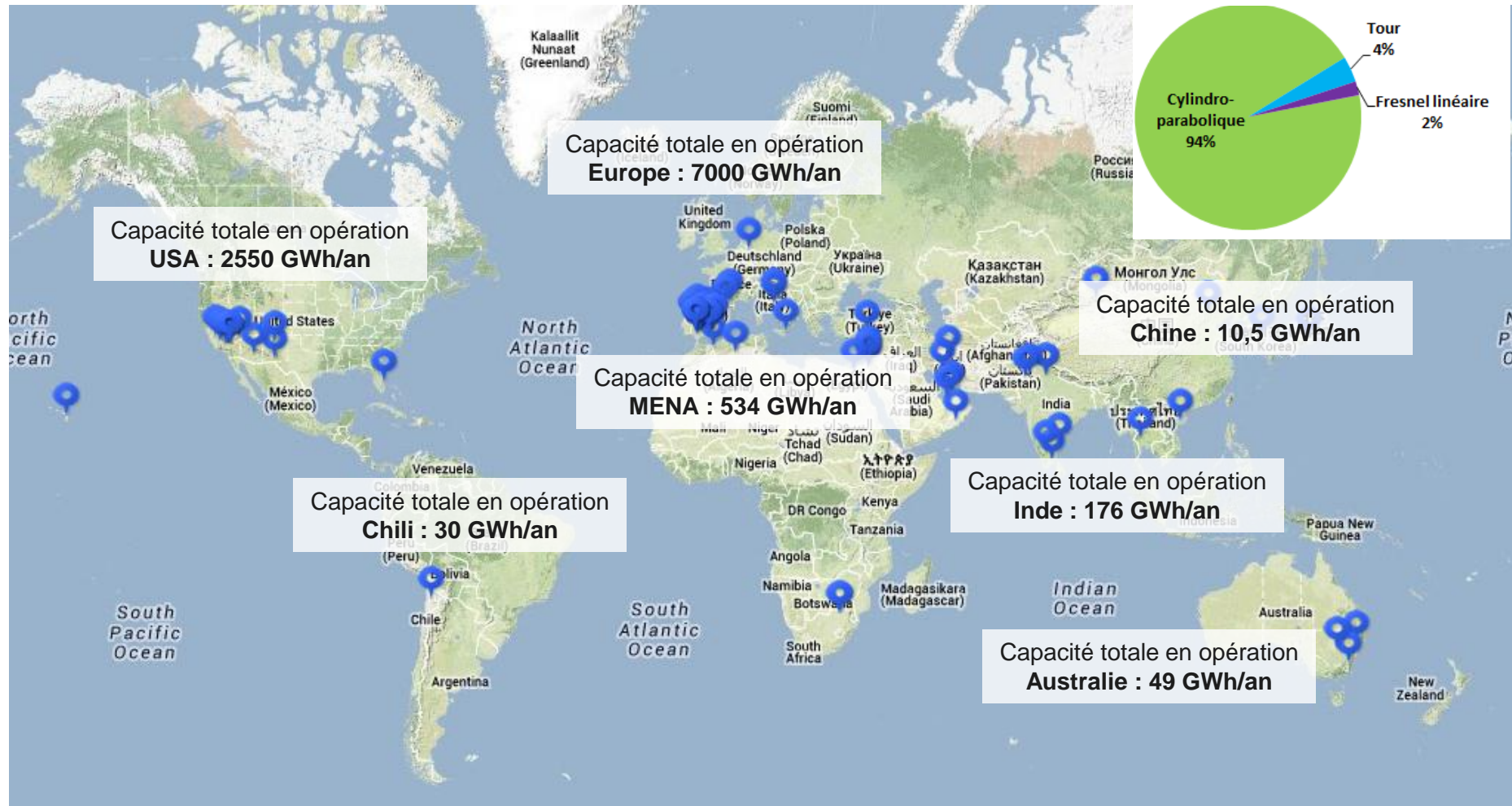
Capacité installée

Benchmark

Capacité installée

Monde

Un peu plus de 10 TWh/an de CSP sont produits dans le monde, avec la plus forte capacité installée en Europe, puis aux Etats-Unis.

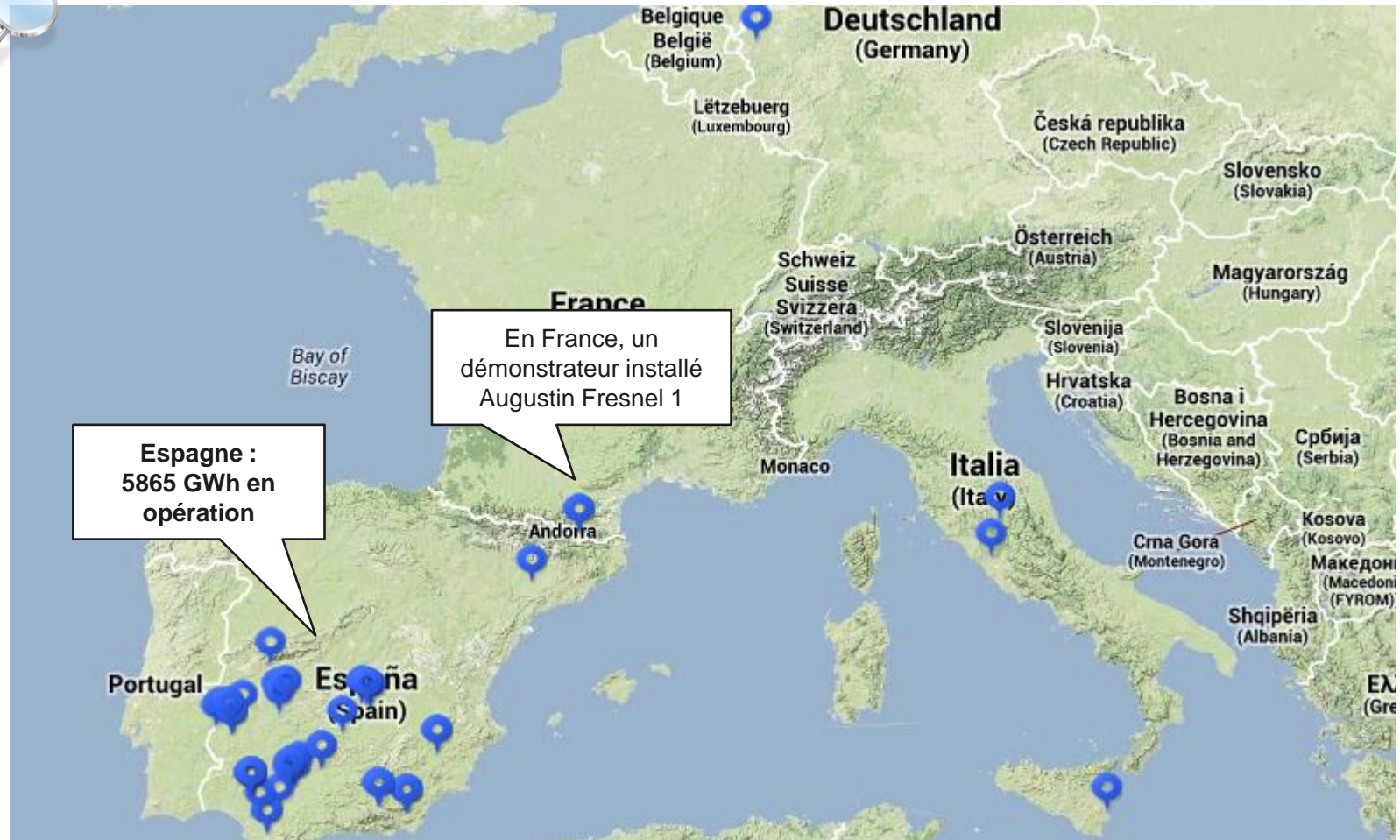


Source : [http://www.csp-world.com/cspworldmap?field_status_tid\[\]=244](http://www.csp-world.com/cspworldmap?field_status_tid[]=244)

Capacité installée

Europe

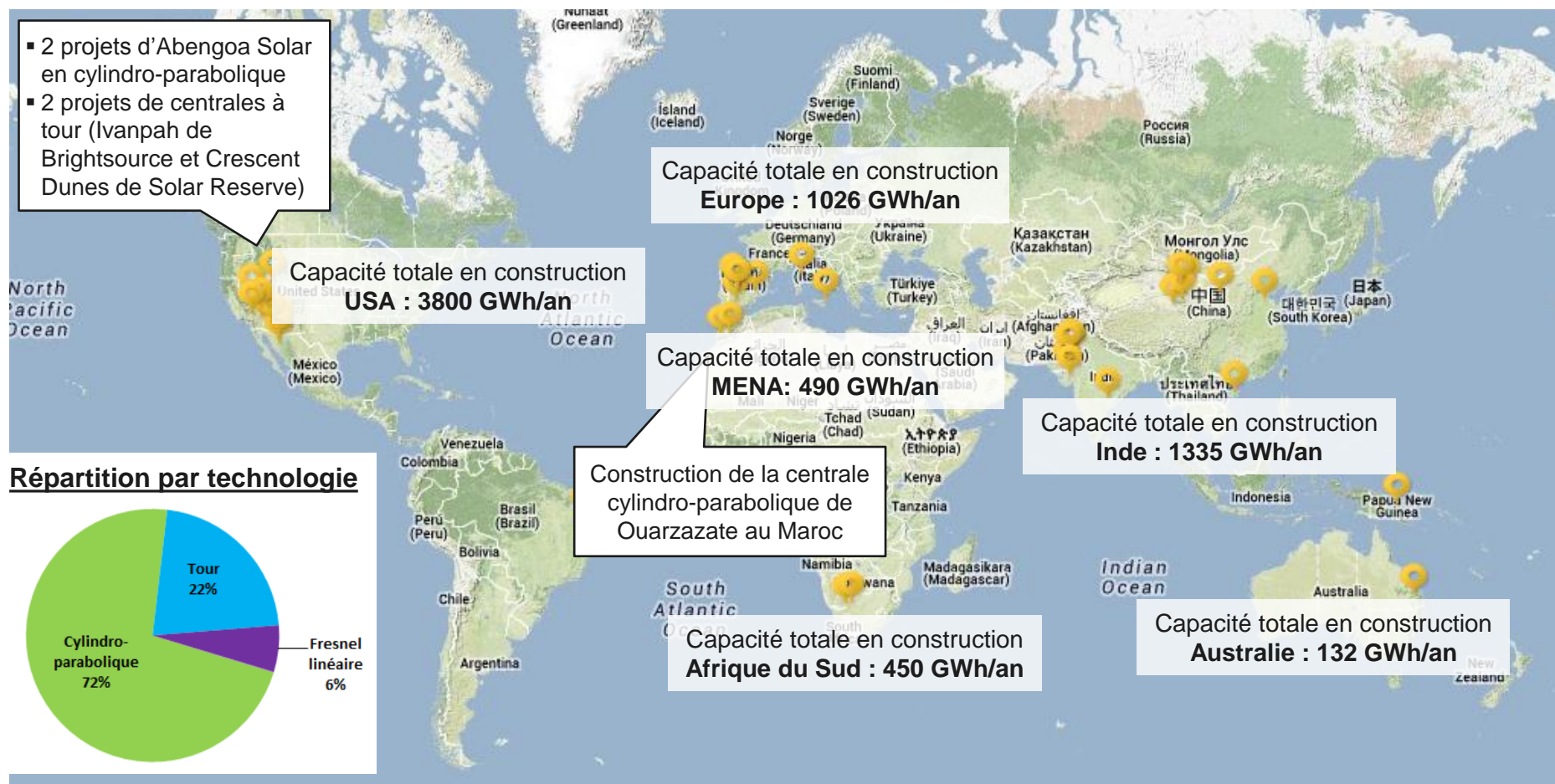
Toutes les centrales commerciales CSP en Europe sont situées en Espagne. En France, Italie et Allemagne, ce sont des démonstrateurs de faible capacité.



Capacité en construction

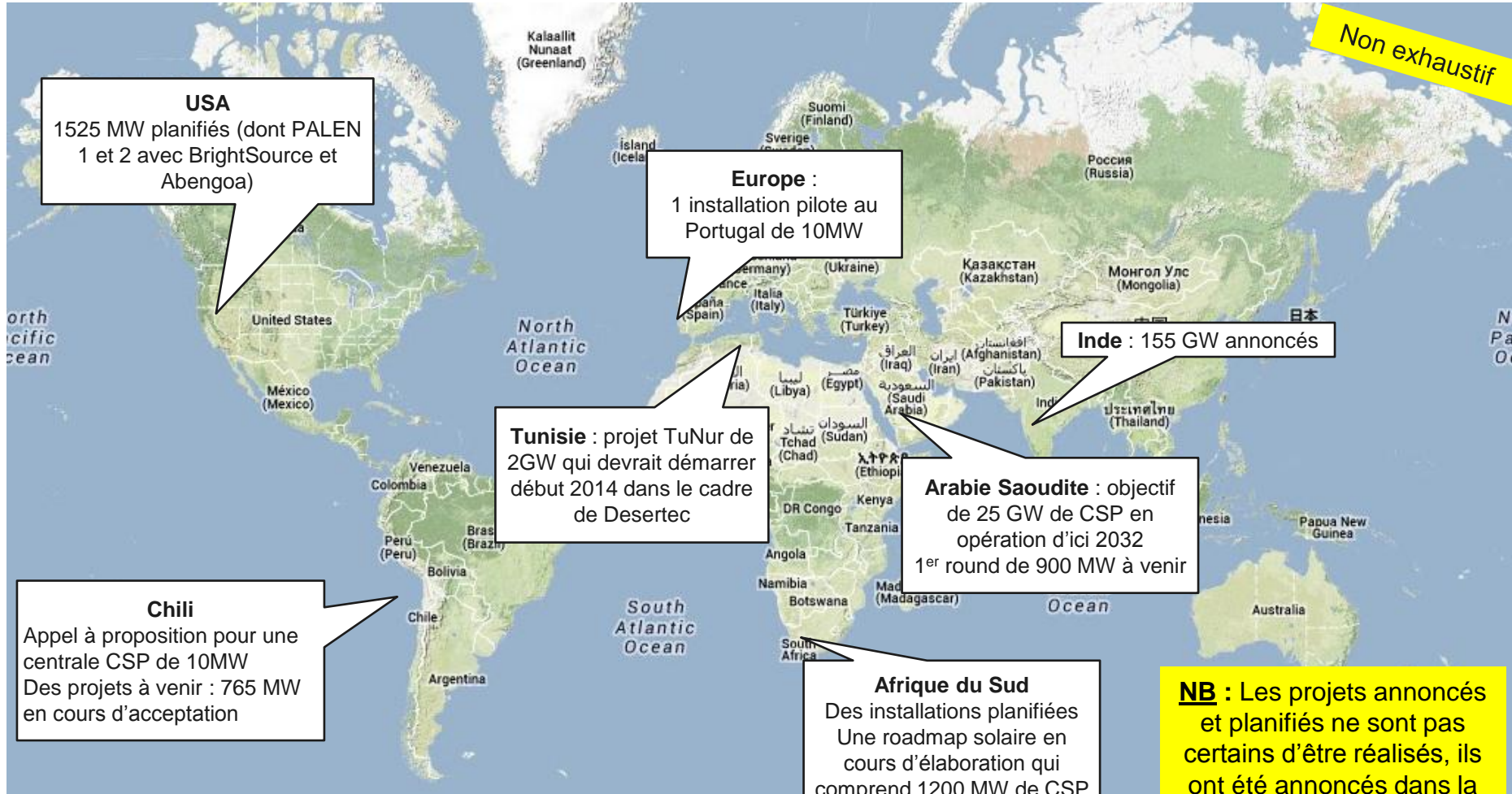
Monde

Près de 8 TWh/an en construction dans le monde, soit un doublement de la capacité de production installée d'ici 2015 avec une forte augmentation des technologies à tour



Source : [http://www.csp-world.com/cspworldmap?field_status_tid\[\]=244](http://www.csp-world.com/cspworldmap?field_status_tid[]=244)

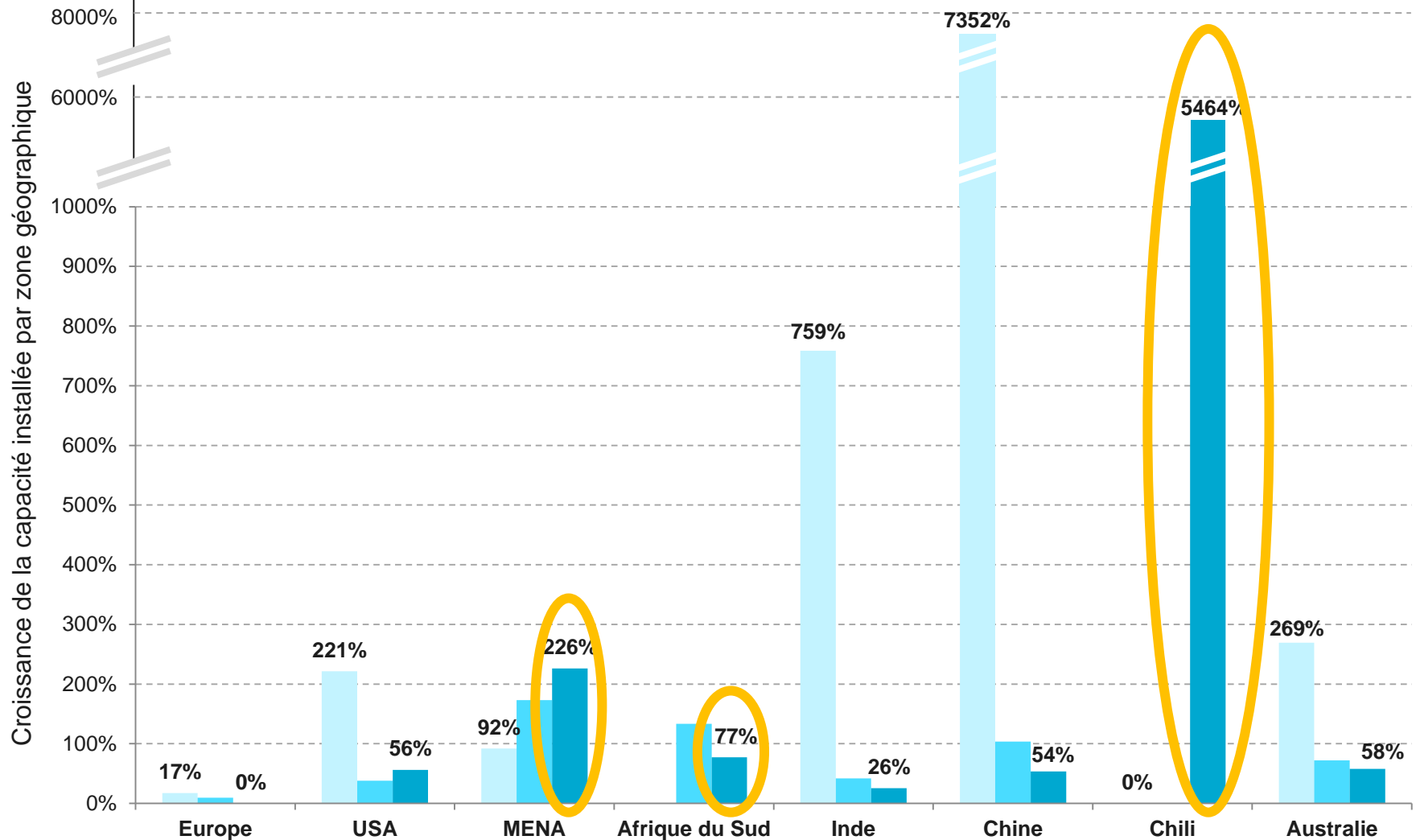
Des annonces importantes en Inde, en Arabie Saoudite, en Tunisie et en Afrique du Sud à l'horizon 2018-2020



Source : <http://social.csptoday.com/tracker/projects>

Capacité Croissance

A l'horizon 2020, les trois zones géographiques qui semblent présenter le plus d'opportunités sont la zone MENA, l'Afrique du Sud et le Chili



Source :

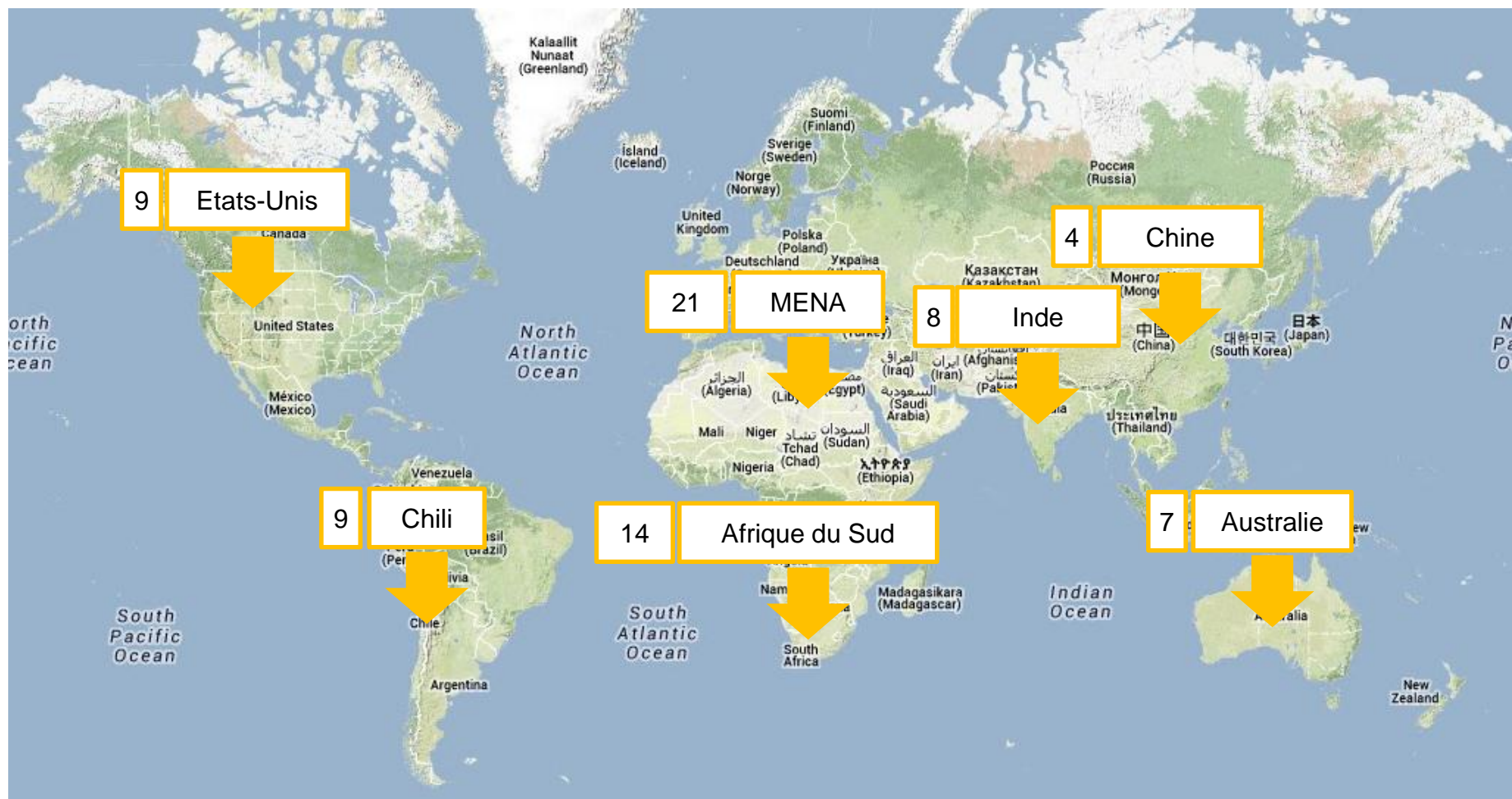
<http://social.csptoday.com/tracker/projects>

■ Croissance 2013/2015

■ Croissance 2015/2018

■ Croissance 2018/2020

Zones géographiques d'opportunités de marchés cités dans les entretiens (1/2)



x

Nombre d'acteurs interrogés ayant cité le pays ou la zone géographique

Zones géographiques d'opportunités de marchés cités dans les entretiens (2/2)

Société	USA	MENA	Afrique du Sud	Inde	Chine	Chili	Australie
Abantia		X				X	
ABB		X		x			x
Abengoa Solar	x	X	x				
AGC Glass		X		x			
Airlight Energy		X					
ALSOLEN		X					
Archimede Solar Energy	x	X	x		x		
AREVA SOLAR		X		x			
ARTELIA		X	x	x			
CNIM							
Department of Energy (ZA)			x				
EDF R&D	x	X	x			x	x
Enertime	x			x			x
Flagsol		X	x			x	
GDF Suez		X	x			x	
GlassPoint Solar	x	x					
Industrial Solar GmbH		X	x			x	
IREIS							
IT Power							x
Novatec Solar		X	x			x	x
Nur Energie		X	x			x	
Saint Gobain Solar							
Schneider Electric		X	x	x			
Solar Euromed	x	X	x	x			x
Solar Reserve	x	X	x		x		x
Torresol Energy	x					x	
Total							
Ubifrance Chili						x	
Wilson Solarpower		x			x		
Yara	x	x	x	x	x		

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des
acteurs interrogés

Historique et état de la
filière

Capacité installée

Benchmark



La zone MENA

Contexte énergétique

Un contexte énergétique plutôt favorable au développement du CSP avec une volonté forte de développer les énergies renouvelables pour continuer à exporter les énergies fossiles

Chiffres-clés 2012

	Moyen Orient	Afrique du Nord
Population	381 millions	
Capacité totale installée	233 068 MW	58 824 MW
Production électrique	922370 GWh	273838 GWh
Croissance économique	5,2%	

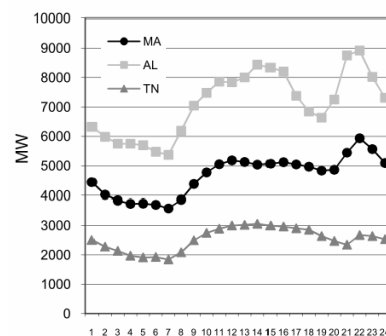
Problématiques énergétiques

- Les pays du MENA possèdent 60% des réserves mondiales de pétrole et 45% des réserves mondiales de gaz. Néanmoins, la politique de certains pays de MENA comme l'Arabie Saoudite est de **garder ses ressources pour l'export et d'adopter des énergies renouvelables pour sa propre consommation**
- Certains pays MENA comme le Maroc ont un réseau électrique assez peu stable et le déploiement d'une EnR non intermittente comme le CSP avec stockage peut présenter un vrai atout
- Les combustibles fossiles restent très subventionnés dans certains pays d'Afrique du Nord ce qui ne favorise pas le développement des EnR

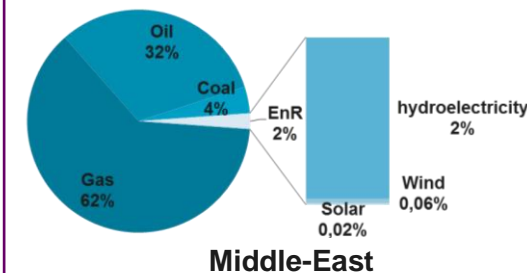
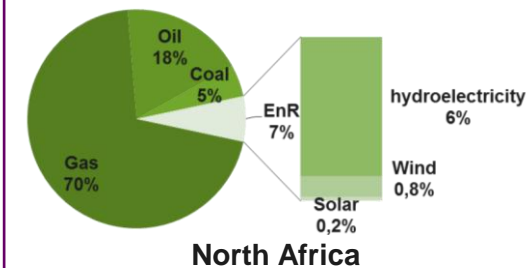
Objectifs EnR 2020

Tous les pays de la zone MENA ont des objectifs EnR variant entre **2%** (Qatar) et **42%** (Maroc) de l'électricité produite

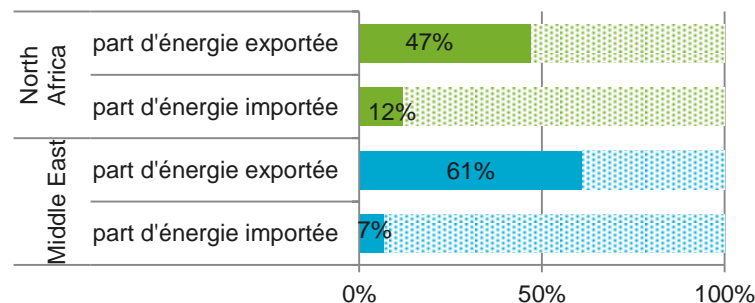
Profil de consommation journalier



Mix énergétique électrique 2011



Dépendance énergétique (2012)



Sources

- Enerdata, entretiens
- <http://data.worldbank.org>
- *MENA Renewables Status Report*, IRENA - 2013



La zone MENA

Objectifs EnR / pays

■ Table 6. Overall Renewable Energy Share Targets in the MENA Countries

Renewable Energy Targets and Target Dates		
NOEC	Algeria	6% of electricity generation by 2015; 15% by 2020; 40% by 2030, of which 37% is solar (PV and CSP) and 3% is wind
	Bahrain	5% by 2020
	Egypt	20% of electricity generation by 2020, of which 12% is wind
	Iran	—
	Iraq	2% of electricity generation by 2016
	Kuwait	5% of electricity generation by 2020; 10% by 2030
	Libya	3% of electricity generation by 2015; 7% by 2020; 10% by 2025
	Oman	10% by 2020
	Qatar	At least 2% of electricity generation from solar by 2020
	Saudi Arabia	—
	Syria	—
	UAE	Dubai: 5% of electricity by 2030; Abu Dhabi: 7% of electricity generation capacity by 2020
	Yemen	15% of electricity by 2025
NOIC	Djibouti	30% of rural electrification from solar PV by 2017 100% renewable energy by 2020
	Israel	5% of electricity generation from renewables by 2014; 10% by 2020
	Jordan	7% of primary energy by 2015; 10% by 2020
	Lebanon	12% of electrical and thermal energy by 2020
	Malta	10% of final energy from renewables by 2020; 14% of electricity by 2020; 6% of heating and cooling by 2020; 11% of transport by 2020
	Morocco	42% of installed power capacity by 2020
	Palestinian Territories	25% of energy from renewables by 2020; 10% (or at least 240 GWh) of electricity generation by 2020
	Tunisia	11% of electricity generation by 2016; 25% by 2030; 16% of installed power capacity by 2016; 40% by 2030.

Source : rapport IRENA – MENA Renewables Status Report, Juin 2013



La zone MENA

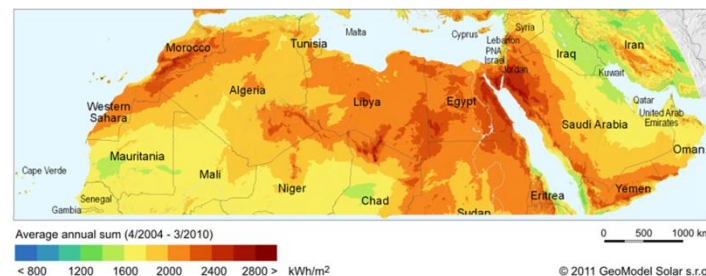
Situation CSP

Des réglementations incitatives, de nombreux projets R&D lancés et un pipeline de projets conséquent

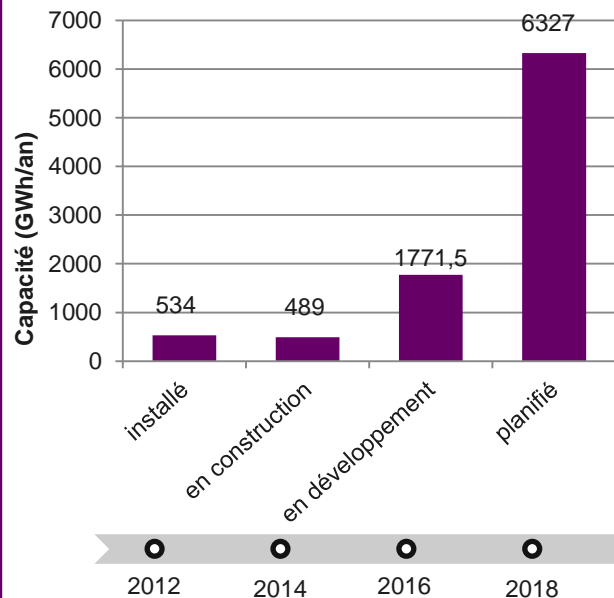
Actions en faveur du CSP :

- De nombreux projets en cours (Ouarzazate, Desertec, ...)
- Plan solaire 2032 en Arabie Saoudite : 41 GW d'électricité solaire dont 25GW d'électricité fournie par solaire thermique concentré
 - Premier appel d'offre au premier trimestre 2013 pour 0,9GW
 - Deuxième appel d'offre pour fin 2014 : 1,2GW de CSP

Carte d'ensoleillement



Etat des lieux



Réglementation :

7 pays sur 21 ont des feed-in tariffs pour les EnR mis en place (Algérie, Iran, Syrie, Israël, Jordanie, Malte, Territoires Palestiniens)

Estimation % CSP / EnR en 2020
 Pour la plupart des pays : **entre 10 et 15%** accordés au CSP

Acteurs académiques principaux

CDER (centres des énergies renouvelables – Algérie)
 Université du Caire (Egypte)
 Université de Shiraz (Iran)

Ecosystème

Pas d'associations spécialisées sur le CSP mais des organisations sur les énergies renouvelables :

- Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency (RCREEE) pour les pays arabes
- MEDREC (Centre Méditerranéen des Energies Renouvelables) pour les pays d'Afrique du Nord

Acteurs industriels principaux

- Bureaux d'acteurs internationaux : Abengoa aux Emirats Arabes Unis, Nur Energie au Maroc et en Tunisie, BrightSource en Israël...
- Acwa Power, développeur et exploitant Saoudien



La zone MENA

Freins et moteurs au développement du CSP

La zone MENA est une zone citée massivement par toutes les personnes interrogées comme étant une zone de développement majoritaire du CSP. Néanmoins, le contexte géopolitique et réglementaire peut freiner son développement

	Moteurs	Freins	
Volonté ENR	Une volonté de développer les énergies renouvelables : de nombreuses initiatives dans les pays du Golfe pour conserver les combustibles fossiles pour l'export (ex: Masdar aux Emirats Arabes Unis)	Certains pays de la zone MENA présentent un contexte géopolitique peu favorable	Politique
Financier	De nombreux financements initiés par les agences de développement, les banques d'investissement étrangères mais aussi par des agences gouvernementales (Arabie Saoudite)	Des pays où il peut être difficile de s'implanter commercialement	Commercial
Socio-économique	Création d'emplois localement avec la part locale imposée dans les contrats : le CSP est une filière qui se prête bien à la fabrication locale (canalisations, structures...)	Pas de réglementation adaptée dans tous les pays	Réglementaire



L'Afrique du Sud

Contexte énergétique

L'Afrique du Sud connaît des difficultés à répondre à la demande en électricité et est fortement dépendante du charbon

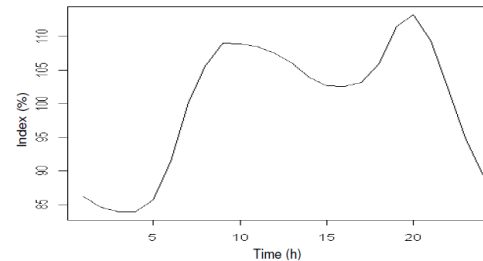
Chiffres-clés 2012

Population	51 millions
Capacité installée	44 408 MW
Production électrique	264 168 GWh
Croissance économique	2,5 %

Objectifs EnR

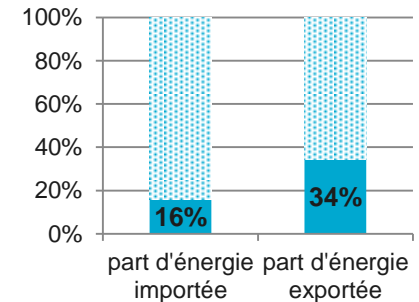
38% de la nouvelle capacité électrique installée d'ici 2030

Profil de consommation journalier

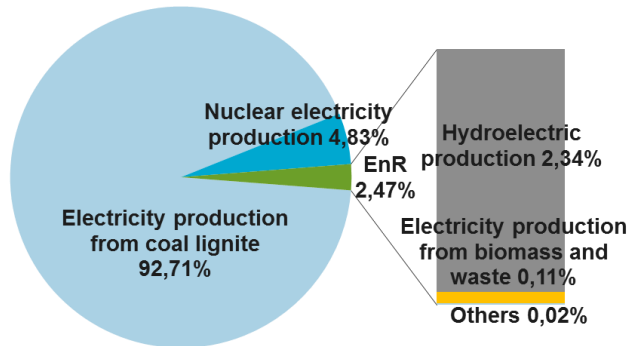


Dépendance énergétique

(Chiffres 2012)



Mix énergétique électrique (2012)



Sources

- Enerdata
- <http://data.worldbank.org>
- Entretien avec Michael Sudarkasa

Problématiques énergétiques

- Le prix de l'électricité en Afrique du Sud est relativement bas grâce aux importantes réserves de charbon du pays (une des dix plus importantes au niveau mondial) mais est en constante augmentation depuis quelques années. Cependant le problème de cette électricité produite par le charbon est la très forte émission de CO₂ et le pays souhaite diminuer ses émissions.
- Les industries sud-africaines absorbent 60% de l'énergie et **le fournisseur d'électricité ESKOM a du leur demander de réduire leur consommation pour pouvoir fournir de l'électricité domestique** → l'Afrique du Sud ne produit pas assez d'électricité et cela a un impact sur l'activité économique.
- Quelques zones à électrifier : **15% du pays n'est pas connecté au réseau avec un objectif fixé à 10% pour 2030**



L'Afrique du Sud

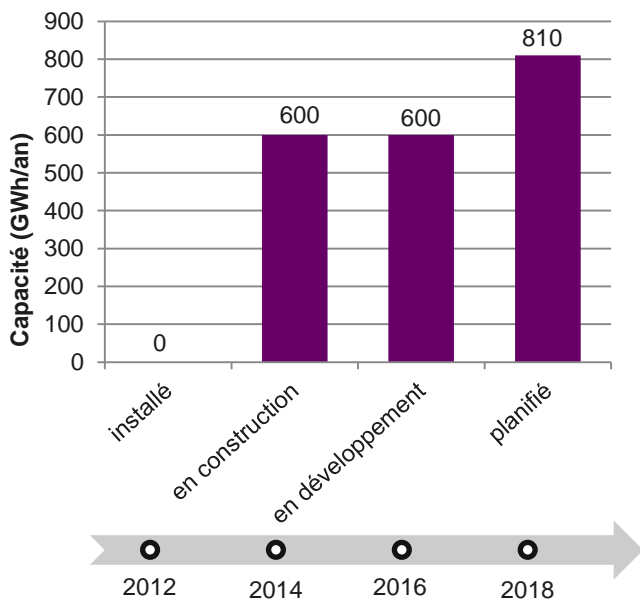
Situation CSP

Des prévisions de développement du CSP intéressantes

Actions en faveur du CSP :

- **IRP (Integrated Resource Plan)** mis en place par le Department of Energy : plan de développement de la fourniture électrique → **1200 MW de CSP à horizon 2030**
- **Un premier appel d'offre de 200MW de CSP lancé en 2011** par l'IPP Procurement Programme (Department of Energy)

Etat des lieux



Estimation % CSP / EnR en **2030**
Environ 5%

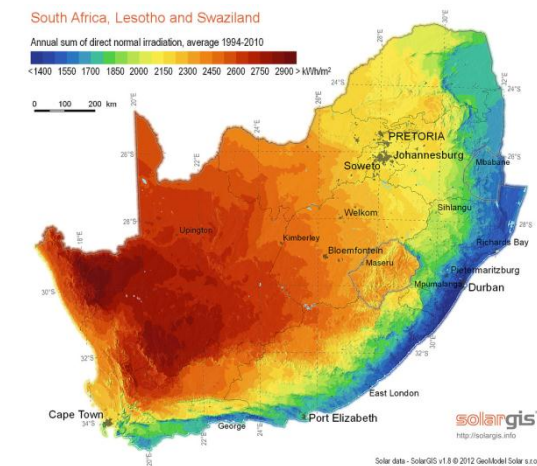
Réglementation :

- Rachat de l'électricité renouvelable incluse dans l'IRP pendant 20 ans
- Tarif plus élevé pendant le pic journalier qui favorise le stockage CSP

Acteurs industriels principaux

- Pas d'EPC sud-africain mais présence de la plupart des leaders mondiaux
- Compétences en ingénierie civile et sur des composants simples type canalisations, câbles.

Carte d'ensoleillement



Acteurs académiques principaux

- CSIR
- Université de Stellenbosch

Ecosystème

Sastela (Southern Africa Solar Thermal and Electricity Association) : association de promotion du CSP créée en 2012



L'Afrique du Sud

Freins et moteurs au développement du CSP

Une volonté de créer une filière industrielle, tirée par des besoins énergétiques industriels non pourvus et une grande dépendance au charbon

	Moteurs	Freins	
Financier	Des financements déjà établis pour la mise en place de centrales reliées réseau	Actuellement pas suffisamment de compétence sur le sujet : dépendance d'acteurs internationaux	Technique
Applications différentes	Roadmap des technologies solaires en cours d'élaboration : des opportunités pour le CSP dans d'autres applications, notamment pour les procédés industriels (activités minières, cimenteries) et à plus long terme pour les carburants solaires (task force SolarPACES en cours)	Coût du CSP par rapport au PV, qui a été choisi pour l'électrification des zones isolées non reliées au réseau	Coût techno
Volonté EnR			Réglementaire
Socio-économique	Développement d'une filière industrielle source d'emplois pour le pays : l'Afrique du Sud souhaiterait d'ici 10 à 15 ans pouvoir produire des éléments plus complexes pour les technologies CSP (miroirs incurvés, stockage, échangeurs de chaleur) et avoir un EPC local	Pas d'incentives mises en place par le gouvernement pour des applications autres que centrales reliées au réseau	
		Problème de communication et de connaissance de cette technologie : besoin de retour d'expérience (la première centrale devrait être achevée en 2014)	Sociétal



Le Chili

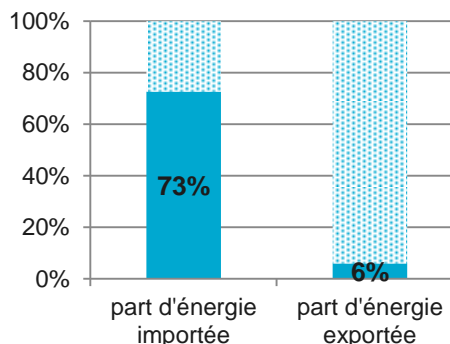
Contexte énergétique

De forts besoins énergétiques pour le secteur minier et une volonté de développer les ENR, ainsi qu'une très forte dépendance énergétique

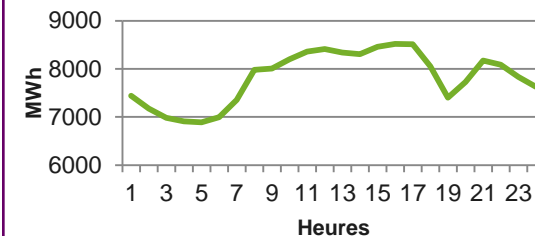
Chiffres-clés 2012

Population	17 millions
Capacité installée	19 013 MW
Production électrique	63 252 GWh
Croissance économique	5,6%

Dépendance énergétique (Chiffres 2012)



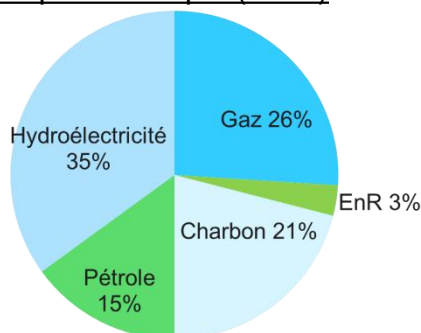
Profil de consommation journalier



Objectifs EnR

- Loi 20-25 : **20% d'EnR d'ici 2025**

Mix énergétique électrique (2012)



Sources

- Enerdata
- <http://data.worldbank.org>
- Entretien avec Ubifrance Chili

Problématiques énergétiques

- Une forte dépendance énergétique notamment envers l'Argentine
- Le secteur de l'énergie est entièrement libéralisé depuis les années 1980
- 4 réseaux non-interconnectés entre eux dont 2 représentent 2 représentent 99% de la capacité totale installée : le Système Interconnecté du Norte Grande (SING) et le Système Interconnecté du Centre (SINC), celui du Nord est très important car c'est celui qui inclut toute l'activité minière du pays
- L'industrie et les mines sont les principaux « consommateurs » d'énergie au Chili, **en concentrant plus des deux tiers des besoins énergétiques chiliens**
- Les besoins énergétiques ont doublé depuis les 10 dernières années, et doubleront de nouveau d'ici 2020. L'accroissement et la diversification du bouquet énergétique au Chili est donc une thématique centrale



Le Chili

Situation CSP

Un environnement très favorable au CSP en termes d'ensoleillement et de besoins

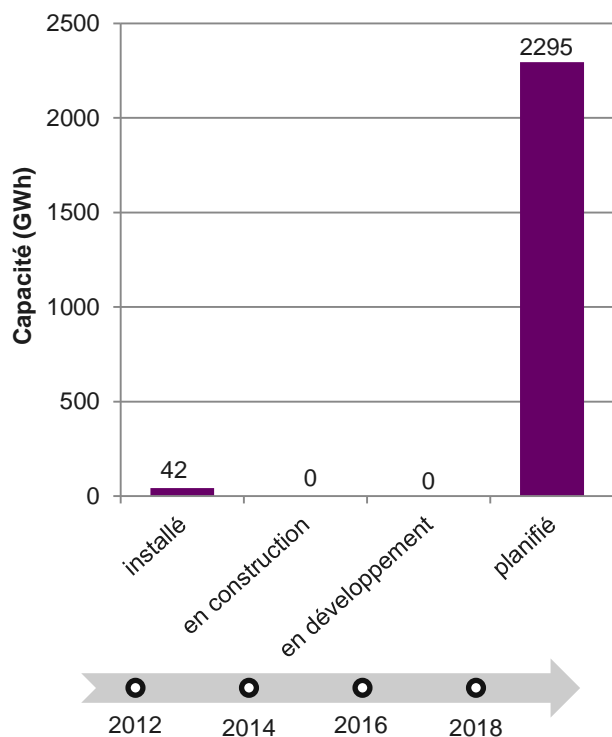
Actions en faveur du CSP

- Un appel d'offre lancé en février 2013 pour la construction de la première centrale CSP pour la production d'électricité de 10MW (financement CORFO, Clean technology fund, KfW)

Carte d'ensoleillement



Etat des lieux



La réglementation :

- Pas de tarif de rachat mais des pénalités si la loi 20-25 n'est pas appliquée

Estimation %CSP / EnR en 2025

Environ 10%

Acteurs industriels principaux

- Pas d'acteur chilien mais présence d'acteurs internationaux (Abantia et Abengoa par exemple ont des bureaux à Santiago)

Ecosystème

CORFO l'agence de développement économique du Chili

Acteurs académiques

- Université de Santiago
- CSIRO Chile



Une adéquation entre l'ensoleillement qui est « un des meilleurs au monde » et des besoins énergétiques importants

	Moteurs	Freins	
Besoins énergétiques	Le Chili est un pays très dépendant énergétiquement (notamment de l'Argentine).	Pas encore de réglementation en faveur du CSP à ce jour	Réglementaire
Applications différentes	Les mines sont le secteur d'activité majeur du Chili (60% des exportations, 15% du PIB). Situées dans le Nord du pays, très ensoleillé, souvent dans des sites isolées, avec de forts besoins en énergie, elles représentent un fort potentiel pour le développement du CSP		
Commercial	Un pays où il est relativement assez simple de s'implanter commercialement car il y a peu de contraintes géopolitiques		



Les Etats-Unis

Contexte énergétique

Une forte volonté de développer les énergies renouvelables

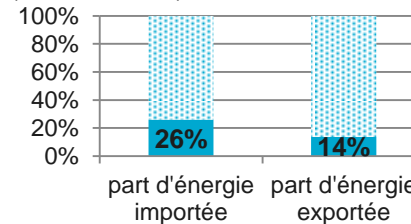
Chiffres-clés 2012

Population	314,9 millions
Capacité totale installée	1 077 009 MW
Production électrique	4 247 803 GWh
Croissance économique	2,2%

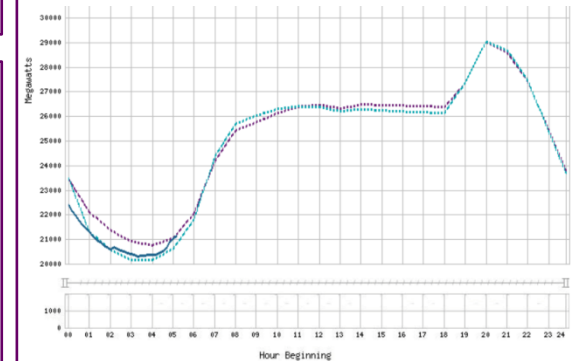
Objectifs EnR 2035

Le Clean Energy Standard de 2011 donne un objectif de **80 % d'énergie propre en 2035** (nucléaire, renouvelable, carbon capture and storage)

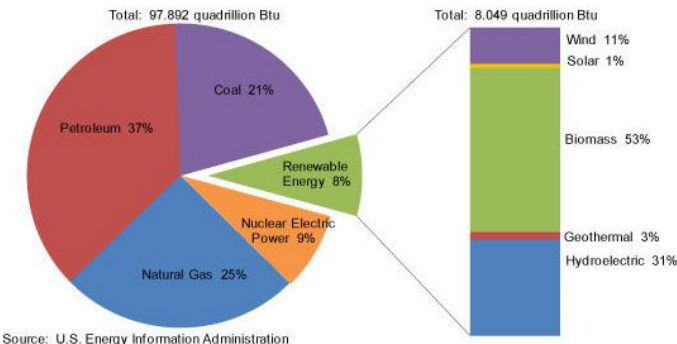
Dépendance énergétique (Chiffres 2012)



Profil journalier de consommation (Californie)



Mix énergétique électrique (2012)



Problématiques énergétiques

- **Un prix du gaz naturel très bas** (3 à 4 fois moins cher qu'ailleurs dans le monde) du fait de l'exploitation des gaz de schiste
- Un rapport publié en juillet 2013 par le Department of Energy (DoE) montre que le **secteur énergétique américain risque d'être affecté par les changements climatiques** (augmentation du risque des coupures des centrales charbon, nucléaire, gaz naturel à cause de la diminution des ressources en eau, dégâts matériels sur les infrastructures avec l'augmentation du nombre de cyclones, problématiques liées à l'augmentation de la température notamment avec l'utilisation de la climatisation...)

Sources

- Enerdata
- <http://data.worldbank.org>
- Entretiens
- [US Energy Sector vulnerabilities to climate change](#)



Les Etats-Unis

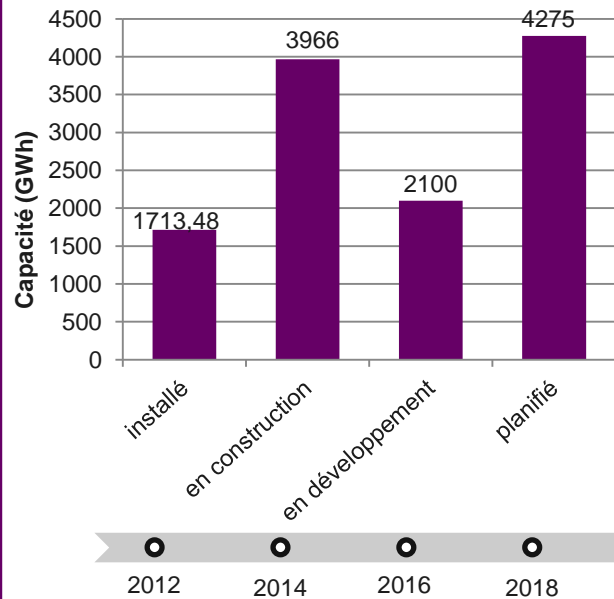
Situation CSP

Des réglementations incitatives, de nombreux projets R&D lancés et un pipeline de projets conséquent

Actions en faveur du CSP :

- Lancement de la Sun Shot Initiative en 2011 qui devrait ouvrir le marché, dont la mission est de faire des Etats-Unis un leader dans le domaine des énergies renouvelables en développant les énergies solaires → de nombreux programmes de R&D financés
- CEDA Act → Prêt longue durée (30 ans) et à très faible intérêt pour les énergies propres

Etat des lieux



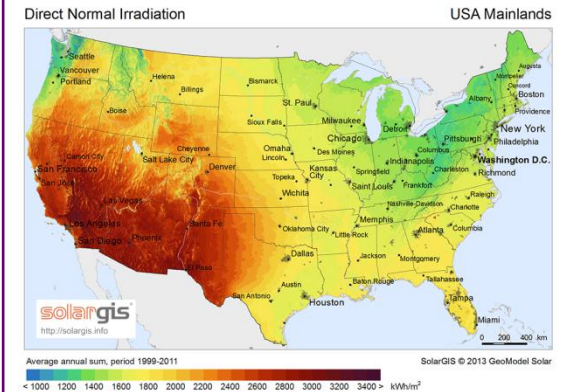
Réglementation :

- Un schéma d'aides à l'investissement mis en place par le gouvernement fédéral, le ministère de l'énergie et les Etats.
- Par exemple : Crédits d'impôt sur un pourcentage du capital d'investissement, déductions fiscales, taux préférentiels d'emprunts, crédits d'impôts pour l'implantation ou l'expansion de fabricants de briques CSP

Ecosystème

Concentrated Solar Power Alliance dédiée à l'éducation des régulateurs, utilities et opérateurs de réseaux sur les bénéfices du CSP

Carte d'ensoleillement



Estimation %CSP / EnR en 2020

Environ 2%

Acteurs académiques principaux

- NREL
- Sandia National Lab

Acteurs industriels principaux

- BrightSource
- Areva Solar
- Solar Reserve
- Skyfuel
- E-Solar



Les Etats-Unis

Freins et moteurs au développement du CSP

Un marché prometteur avec un pipeline de projets important mais qui connaît un ralentissement avec l'arrivée des gaz de schiste

	Moteurs	Freins	
Réglementaire	Des réglementations en faveur des EnR : schéma incitatif d'aides à l'investissement, initiatives au niveau des Etats pour réduire les émissions de gaz à effet de serre	Un prix du gaz naturel très bas depuis l'exploitation des gaz de schiste qui freine le développement du solaire thermique à concentration	Besoins énergétiques
Volonté EnR			
Technique	Des centres de recherche très impliqués (NREL, Sandia National Lab) et de nombreux acteurs industriels présents sur toute la chaîne de valeur	Nécessité d'avoir une présence locale pour participer au marché américain	Commercial
	Lancement de la Sun Shot Initiative en 2011 avec 21 projets de recherche pour optimiser les coûts	Longues procédures administratives pour le développement de projets CSP	Administratif



L'Inde

Contexte énergétique

Des besoins énergétiques toujours plus importants avec près de la moitié de la population qui n'a pas accès à l'électricité

Chiffres-clés 2012

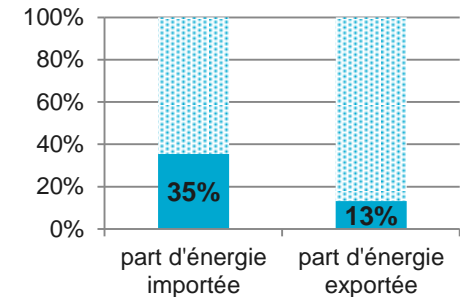
Population	1 220 millions
Capacité totale installée	208 GW
Production électrique	876 TWh
Croissance économique	7,80%

Objectifs EnR

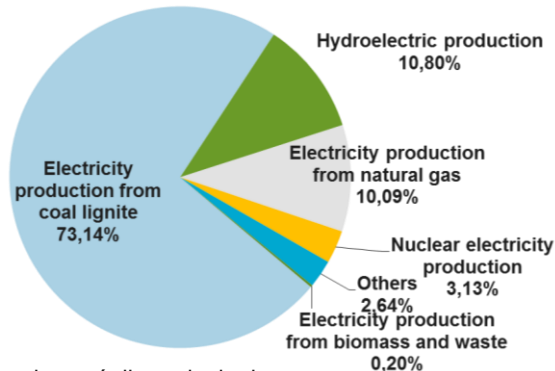
72,4GW de capacité installée en énergies renouvelables à l'horizon 2022

Dépendance énergétique

(Chiffres 2012)



Mix énergétique électrique (2012)



NB : other = éolien principalement

Problématiques énergétiques

- **10 à 13% de déficit énergétique quotidien** du fait d'une demande toujours plus importante
- **40% de la population n'a pas accès à l'électricité**
- Objectif d'ajout de 88 GW d'ici 2017, pour une demande totale estimée à 335 GW
- Echecs successifs dans l'atteinte des objectifs (ajout de 53 GW sur le 11ème Plan contre 78,7 GW prévus)
- Le 12ème Plan Quinquennal (2012-2017) prévoit **l'ajout de 30 GW d'électricité d'origine renouvelable**: 15 GW d'éolien, 10 GW de solaire, 3 GW de biomasse, 2 GW de petite hydraulique

Sources

- Enerdata
- <http://data.worldbank.org>
- Bilan des acquis (MA Serve) & entretiens



L'Inde

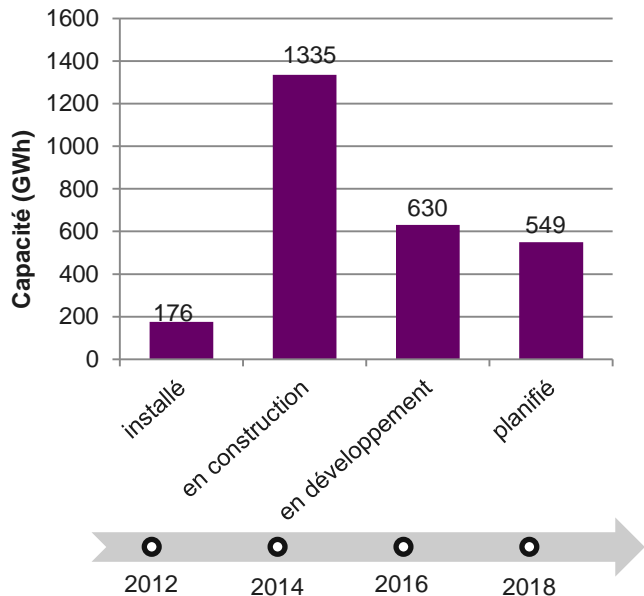
Situation CSP

Des actions en faveur du CSP, un pipeline de projets en construction important mais moins de projets prévus dans les années à venir

Actions en faveur du CSP :

- Mise en place d'une mission solaire (la Jawaharlal Nehru National Solar Mission ou JNNSM)
- Objectif : établir l'Inde comme un leader mondial de l'énergie solaire à horizon 2022, en assurant sa diffusion rapide et à grande échelle à travers le pays
- La Phase 1 de la JNNSM compte 500MW de CSP, et la phase 2 qui devait être lancée en 2013 a été reportée à 2014

Etat des lieux



% CSP / EnR 2020

<1%

Réglementation

Pas de réglementation adaptée

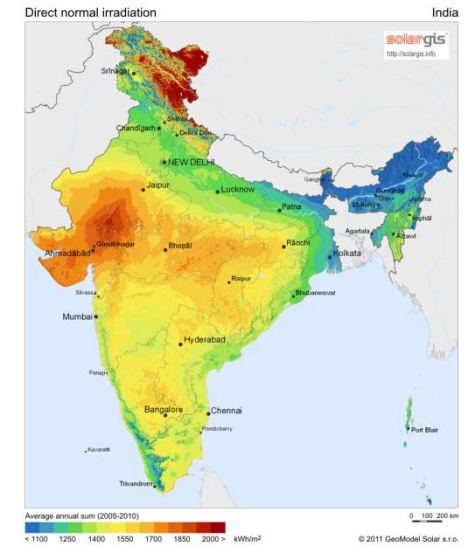
Acteurs académiques principaux

- Indian Institute of Technology Bombay
- Indian Institute of Technology Delhi

Ecosystème

n.d

Carte d'ensoleillement



Acteurs industriels principaux

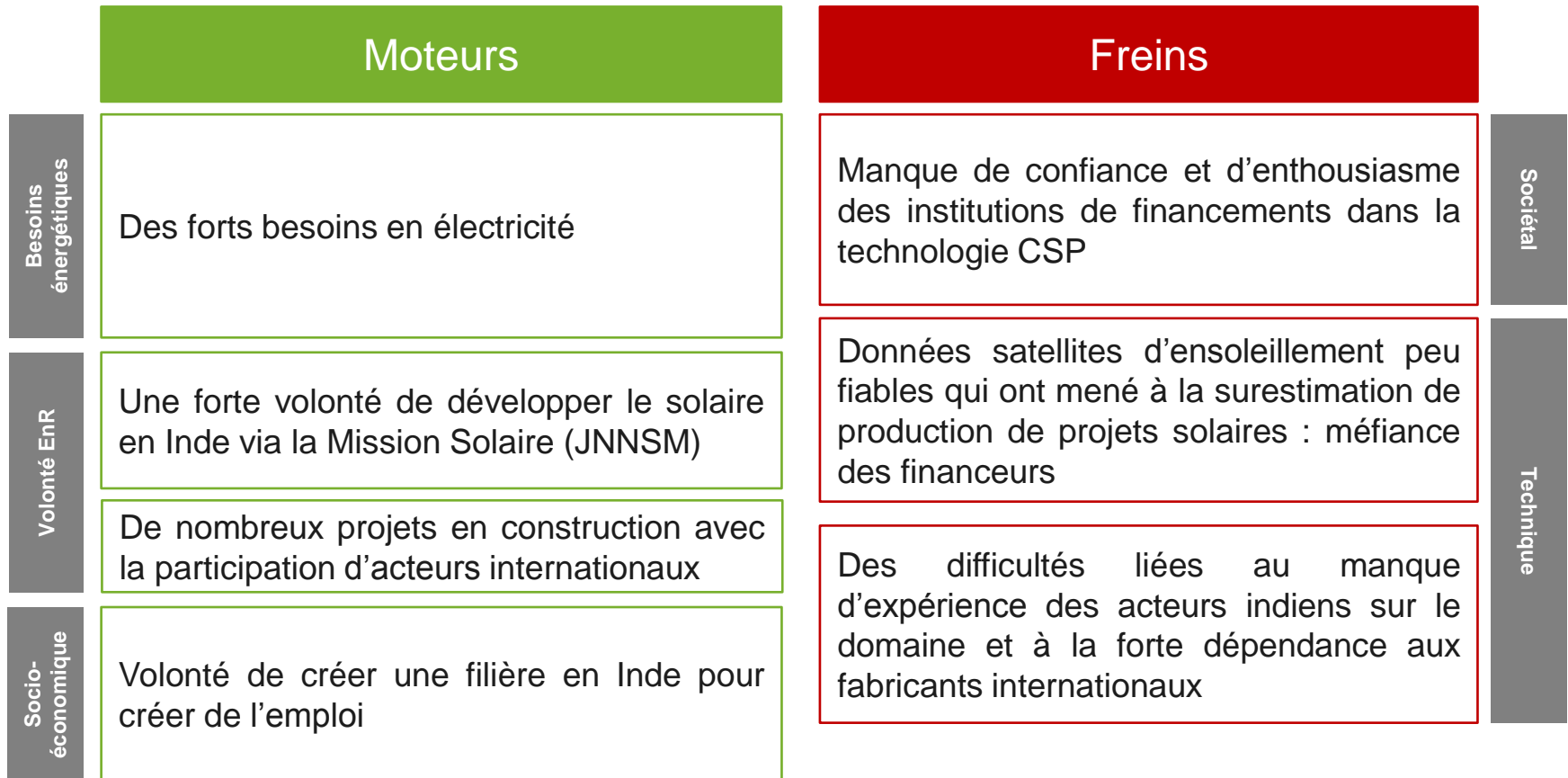
- Des acteurs internationaux présents (Areva Solar, Ensival Moret...)
- Quasi absence d'industrie locale malgré l'objectif de la JNNSM de la développer



L'Inde

Freins et moteurs au développement du CSP

Un fort besoin en électricité, une volonté de développer du solaire mais les premiers projets tardent à se terminer dû au manque d'expérience des acteurs locaux et au problèmes de dimensionnement des installations





L'Australie

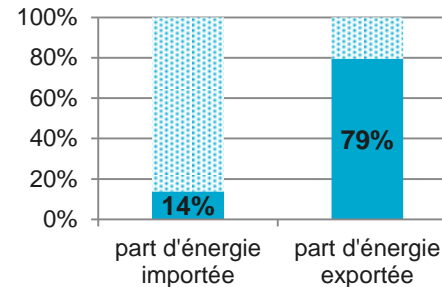
Contexte énergétique

Une demande électrique en baisse qui n'est pas en faveur du développement des énergies renouvelables.

Chiffres-clés 2012

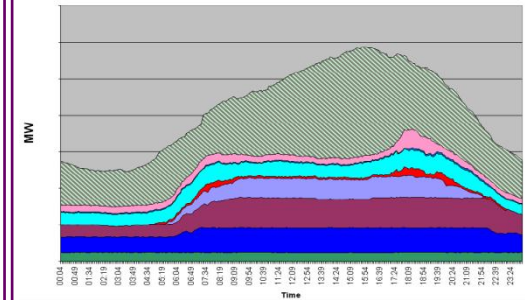
Population	22,7 millions
Capacité installée	64 098 MW
Production électrique	233 019 GWh
Croissance économique	3,4%

Dépendance énergétique (Chiffres 2012)

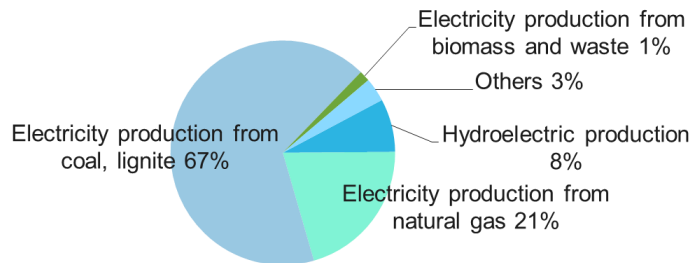


Objectifs EnR 20% d'ici 2020

Profil de consommation journalier



Mix énergétique électrique (2012)



NB : Others = EnR (Wind 2,98% + Solar 0,42%)

Problématiques énergétiques

- La **demande électrique est en baisse en Australie**, d'une part grâce aux mesures prises pour améliorer l'efficacité énergétique, d'autre part parce que le secteur industriel est en déclin et a moins besoin d'électricité.
- La **majorité de l'électricité australienne provient du charbon** et de ce fait le pays a de **fortes émissions de CO₂**.

Sources

- Enerdata
- <http://data.worldbank.org>
- Entretien avec Keith Lovegrove



L'Australie

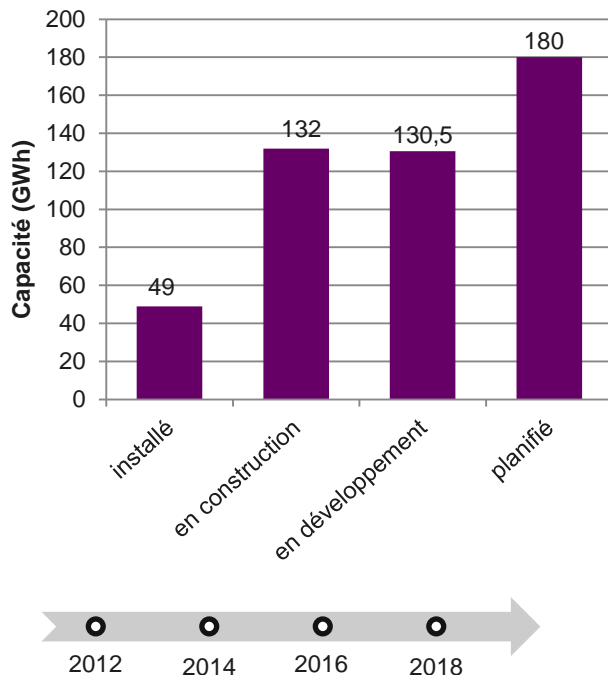
Situation CSP

Un ensoleillement très favorable au CSP mais pas de volonté politique pour développer cette énergie renouvelable

Actions en faveur du CSP

- Pas d'action directe en faveur du CSP : la politique menée sur les renouvelables avec 20% d'EnR à atteindre en 2020 favorise plutôt l'éolien
- Mise en place d'une nouvelle agence des énergies renouvelables qui finance des projets de démonstration et des pilotes
- Création du CEFC (Clean Energy Financing Corporation) qui a 10 milliards de fonds à prêter à des taux d'intérêt bas pour des projets renouvelables

Etat des lieux



% CSP / EnR 2020
Environ 1%

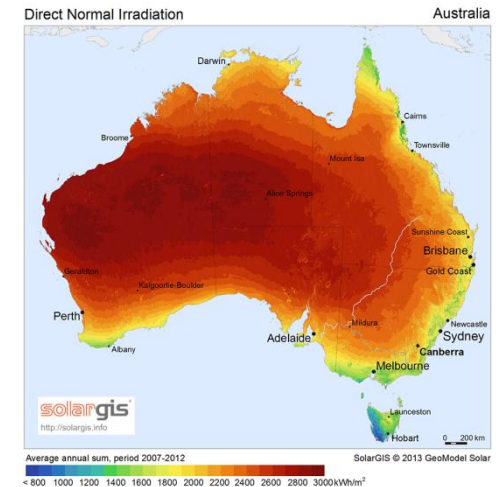
La réglementation :

Pas de tarif de rachat et pas de programme dédié au CSP en Australie

Acteurs industriels principaux

- Des sociétés ayant les compétences d'EPC mais sans expérience particulière en CSP
- Novatec est détenue par une holding australienne

Carte d'ensoleillement



Acteurs académiques principaux

- CSIRO
- University of New South Wales Sydney
- University of Melbourne

Ecosystème

Australian Solar Thermal Energy Association (AUSTELA) créée en 2011



L'Australie

Freins et moteurs au développement du CSP

Des freins assez importants au développement du CSP en Australie pour la production d'électricité, peu d'opportunité pour la chaleur industrielle mais un potentiel de développement à plus long terme pour la production de carburants solaires.

Moteurs

Freins

Financier

Des fonds d'investissement nouvellement créés qui peuvent financer des appels d'offres

Une demande décroissante en électricité favorisant la création de lobbys contre les EnR

Politique

Applications différentes

Des zones isolées où les activités minières font appel à des générateurs diesel : la nouvelle agence des énergies renouvelables a promis des subventions pour l'utilisation d'énergies renouvelables au lieu du diesel.

Pas de tarif de rachat, ni de programme dédié au CSP

Réglementaire

Evaluation en cours par l'agence des EnR de l'intérêt de l'hybridation : 1GW potentiel de CSP en cas de retrofit des centrales charbon

Le coût de la technologie est trop élevé et pour atteindre les 20% de renouvelables en 2020 le gouvernement a plutôt misé sur l'éolien

Coût techno

Des opportunités intéressantes pour le CSP dans la production de carburants solaires car l'approvisionnement en carburants est critique. Cela pourrait être un marché intéressant à long terme pour l'Australie, pour sa consommation mais aussi pour l'export vers le Japon

Manque de confiance / connaissance de la part des investisseurs et des politiques australiens dans la technologie CSP

Sociétal



La Chine

Contexte énergétique

Des besoins énergétiques toujours plus importants avec une volonté de développer des énergies renouvelables

Chiffres-clés 2012

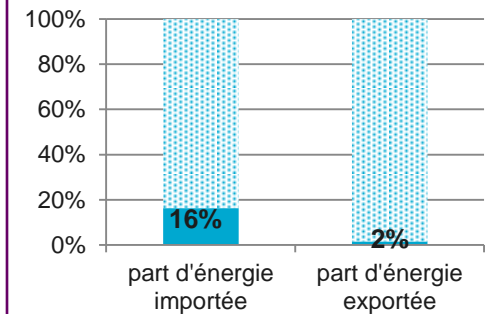
Population	1,351 milliards
Capacité totale installée	1 194 180 MW
Production électrique	4 910 900 GWh
Croissance économique	7,8%

Objectifs EnR

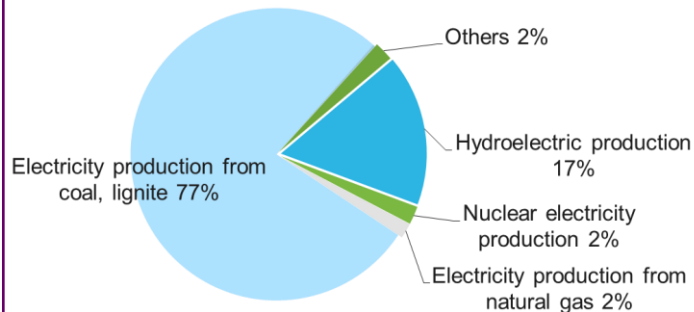
Une politique de développement des énergies renouvelables (hydraulique, nucléaire, éolien et solaire) avec **un objectif de 15% du mix énergétique en 2020**, avec 500 GW installés à cette date (300 GW pour l'hydraulique, 150 GW pour l'éolien, 30 GW pour la biomasse et 20 GW pour le solaire)

Dépendance énergétique

(Chiffres 2012)



Mix énergétique électrique (2012)



NB : Others = EnR (Wind 2,04% + Solar 0,07%)

Problématiques énergétiques

- **Premier consommateur énergétique mondial**
- Une forte croissance du besoin en électricité dont la production provient pour le moment à **presque 80% du charbon**, avec de fortes émissions de CO₂
- Un réseau électrique faible sur les longues distances
- Le 12^{ème} plan quinquennal (2011 – 2015) fixe pour sa part un objectif de réduction de 16% de l'intensité énergétique et introduit pour la première fois dans un plan quinquennal un objectif de réduction de l'intensité carbone (émissions de CO₂ par unité de PIB), fixé à 17%

Sources

- Enerdata
- <http://data.worldbank.org>
- Bilan des acquis (V Séguin) & entretiens
- <http://www.ambafrance-cn.org/l-Contexte-energetique-chinois.html>



La Chine

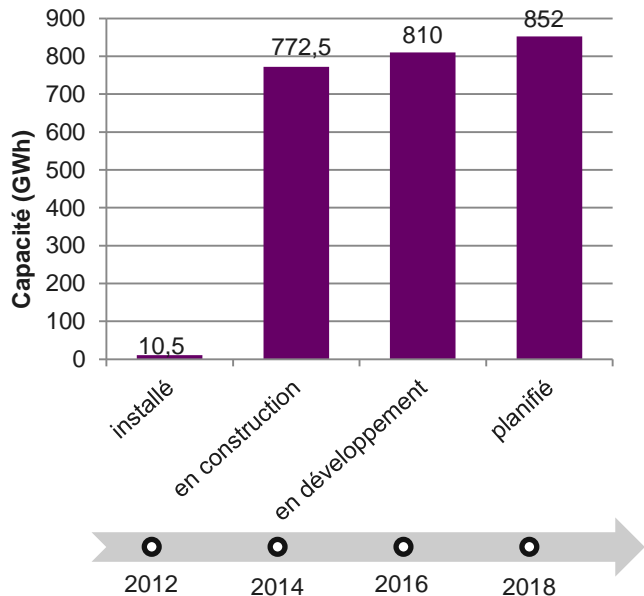
Situation CSP

Un développement encore limité au stade de démonstration, mais des perspectives qui semblent intéressantes pour l'avenir.

Actions en faveur du CSP :

- Des projets de démonstration couvrant l'ensemble des technologies du CSP.
- Un financement d'une partie de la recherche via des grands programmes gouvernementaux
- Objectifs officiels émis dans le 12ème Plan quinquennal : 1 GW en opération d'ici 2015, 3GW d'ici 2020 mais pas de feuille de route spécifique comme pour le PV ou l'éolien

Etat des lieux



%CSP / EnR en 2020

< 1%

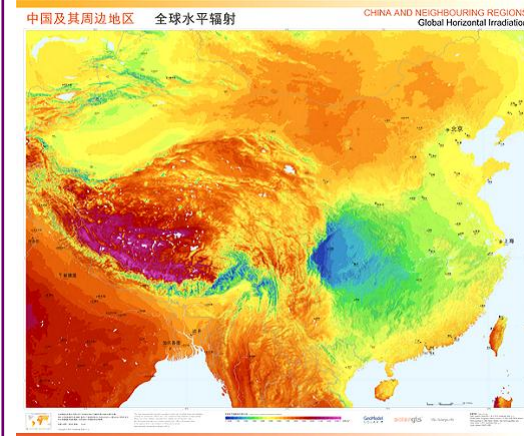
Réglementation

Pas de Feed-In-Tariff défini pour le CSP, l'attribution des projets commerciaux se fait sous forme d'un processus d'enchères, où le prix d'achat de l'électricité proposé par le développeur est un des critères d'évaluation de l'offre.

Acteurs académiques principaux

- Institute of Electrical Engineering of the Chinese Academy of Sciences (IEECAS)

Carte d'ensoleillement



Acteurs industriels principaux

- Développeurs : Datang, Huadian, Huaneng, China Power Investment
- Fabricants de composants : Damin, Rayspower, Hi-min Solar, Sunrain...

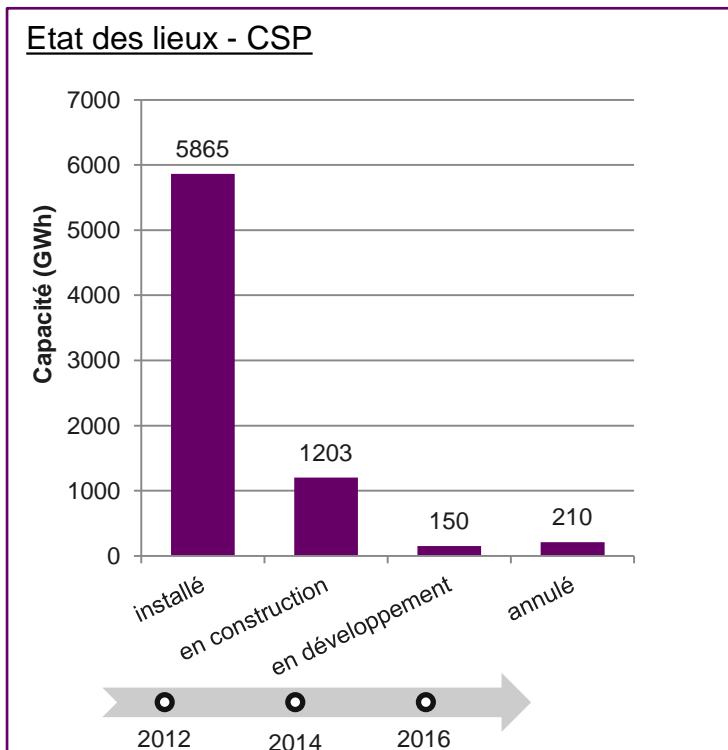
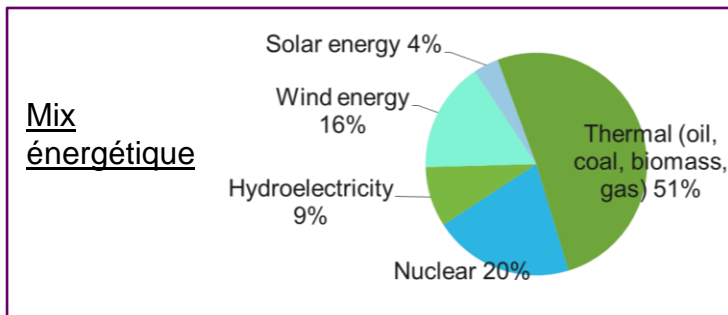


Encore des incertitudes quant à l'ampleur du succès de la technologie CSP en Chine

	Moteurs	Freins	
Besoins énergétiques	Une forte croissance du besoin en électricité dont la production provient pour le moment à presque 80% du charbon	Des industriels chinois sont présents sur toute la chaîne de valeur du CSP, cependant, un travail important semble encore nécessaire pour amener les fabricants de certains composants critiques à un niveau de qualité internationale	Technique
Volonté EnR	Une politique de développement des énergies renouvelables (hydraulique, nucléaire, éolien et solaire) avec un objectif de 15% du mix énergétique en 2020 (dont 20% de solaire)	Les régions ensoleillées sont éloignées des zones très demandeuses en électricité ce qui crée une difficulté technique d'acheminement de l'électricité, car le réseau électrique chinois a aujourd'hui encore beaucoup de faiblesses sur les longues distances	
		Les régions où l'installation de centrales CSP est envisageable sont des régions essentiellement désertiques, où l'eau est souvent rare et où les températures sont très froides	Géographique
		Une forte concurrence du PV au vu des coûts élevés du CSP	Coût techno



Un pays moteur dans le développement du CSP qui compte la plus grande capacité installée, mais qui connaît une crise due aux changements de réglementation



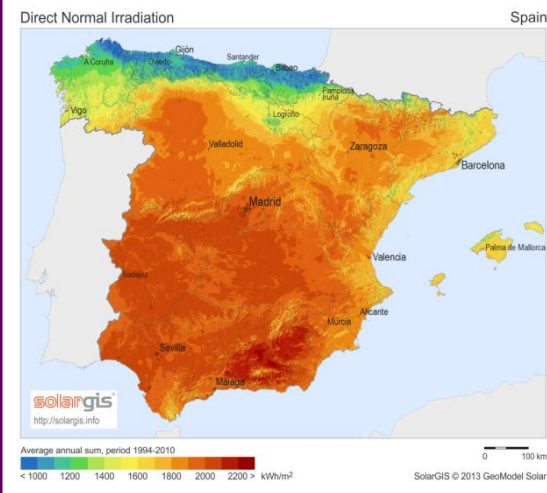
La réglementation :

- Des tarifs de rachat très avantageux mis en place en 2007,
 - **En 2012, évolution du décret : les installations construites après 2012 n'ont plus accès à ce tarif de rachat.**
 - **En juillet 2013 : fin du tarif de rachat qui devait durer 25 ans et mise en place d'aides à l'investissement**
- Un impact négatif sur la filière espagnole : des projets annulés, des emplois supprimés.

Acteurs industriels principaux

- Abengoa
- Acciona
- ACS Cobra
- Torresol Energy
- Sener

Carte d'ensoleillement



Acteurs académiques principaux








- CIEMAT
- Universités de Madrid, Séville et Almeria
- Un lieu dédié à la recherche : la Plataforma Solar de Almeria (DLR – CIEMAT)

Ecosystème

ProtermoSolar : association espagnole de l'industrie thermoélectrique

Synthèse

Critères de notation

								
		MENA	Afrique du Sud	Chili	USA	Inde	Australie	Chine
Accessibilité	Ensoleillement	2	2	2	1	1	2	1
	Réglementation (actuelle)	1	1	1	2	0	0	0
	Place CSP dans le futur mix énergétique	2	2	2	1	0	1	0
	Contexte géopolitique	0	2	2	2	2	2	2
	Total accessibilité	5	7	7	6	3	5	3
	Besoins énergétiques	1,5	2	2	0,5	2	0	2

Note de 0 à 2

0 : situation plutôt défavorable

1 : situation moyenne

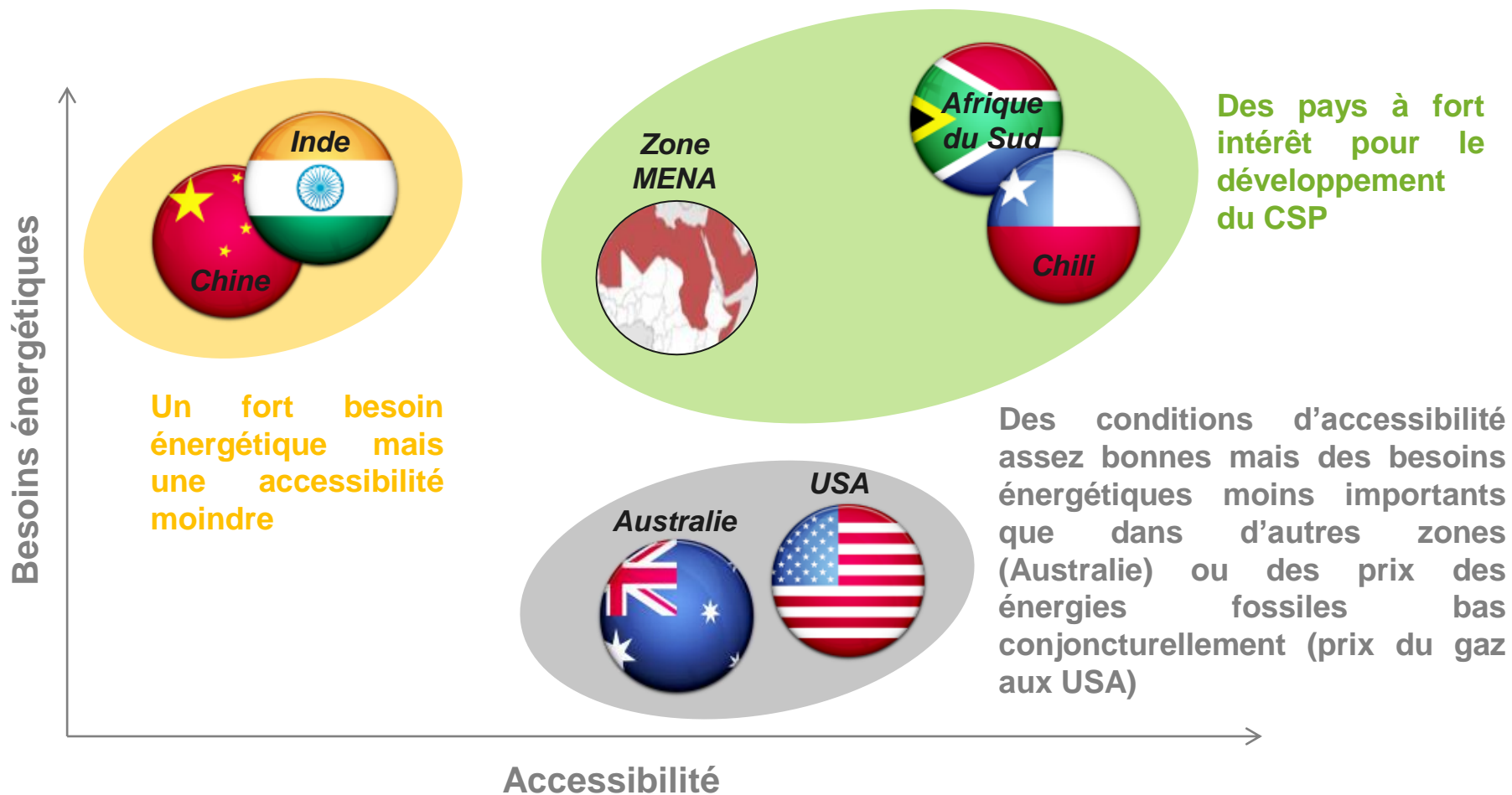
2 : situation plutôt favorable

Source : fiche pays précédentes / retours des entretiens

Synthèse

Positionnement besoins / accessibilité du marché

3 zones géographiques semblent présenter un potentiel plus important pour le développement des technologies solaire thermique concentré à l'horizon 2020 : l'Afrique du Sud, la zone MENA et le Chili



Source : Entretiens

NB : l'**accessibilité** est la somme de 4 critères qui sont l'ensoleillement, la réglementation, la part prise par le solaire thermique concentré dans le futur mix énergétique ainsi que la situation géopolitique

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

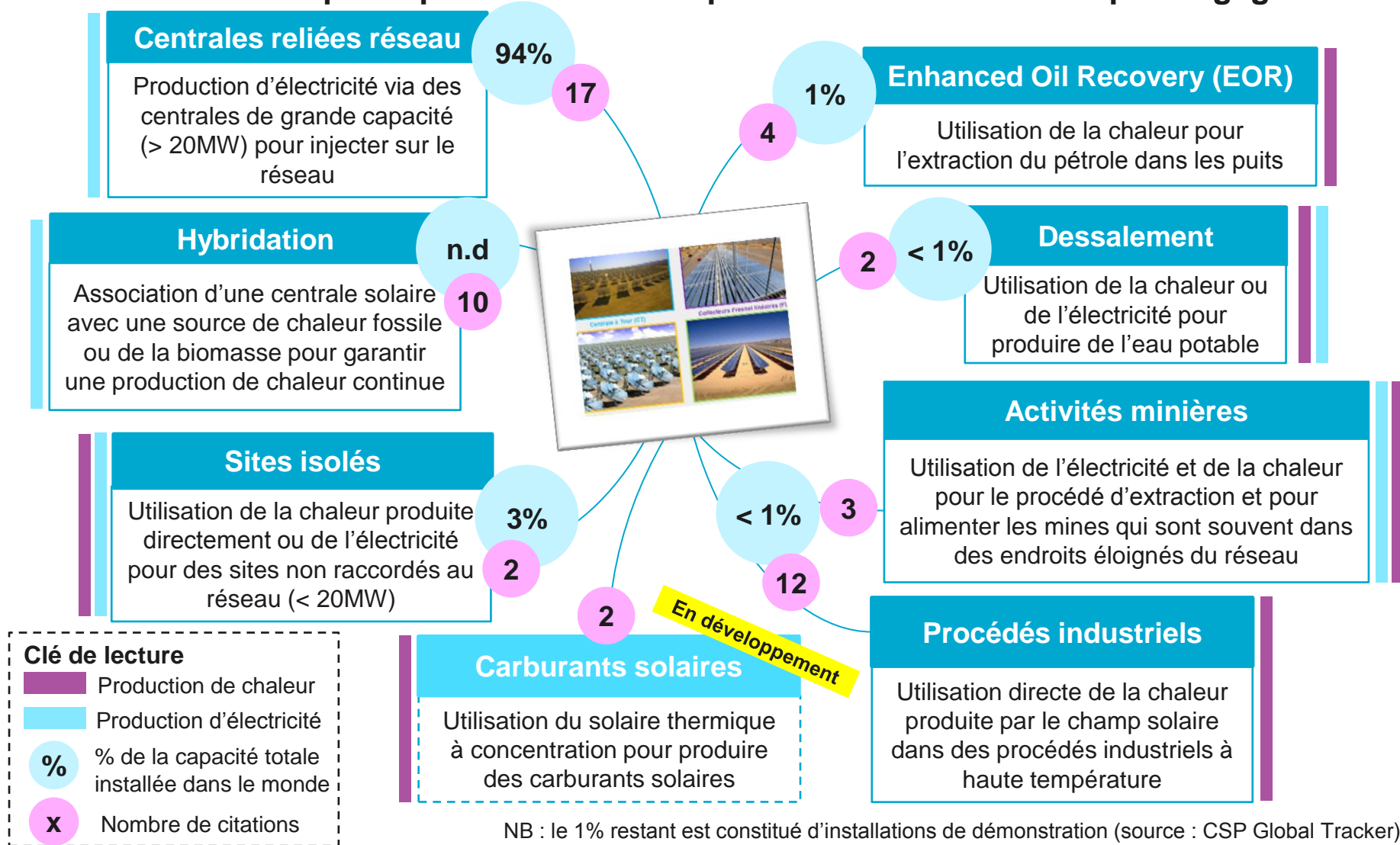
Panorama des applications potentielles

Fiches Applications

Synthèse

Panorama des applications potentielles

Selon les retours des entretiens, les applications hors centrales reliées au réseau sont des marchés très spécifiques mais avec un potentiel intéressant à ne pas négliger



Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

Panorama des applications potentielles

Fiches Applications

Synthèse

Caractérisation du marché

- La génération d'électricité est l'application majoritaire du CSP. Ce marché est très lié aux appels d'offres internationaux, aux volontés politiques des pays cibles et aux organismes de financement.
- La technologie cylindro-parabolique est la plus installée car c'est celle qui a la confiance des investisseurs
- Un marché concentré autour de quelques acteurs majeurs à chaque maillon de la chaîne de la valeur

Moteurs

- La part de fabrication locale imposée d'au moins 30% dans les appels d'offre est une opportunité de créer des emplois et une filière industrielle dans le pays d'accueil
- Certains pays ont un réseau électrique peu stable (par ex: le Maroc) : la facilité de stocker de la chaleur est un atout par rapport à d'autres EnR

Freins

- Peu de pays proposent une réglementation adaptée, alors qu'il y a encore un réel besoin d'aides financières pour développer le marché (feed-in tariff, aides à l'investissement, taxation du CO₂), comme pour les autres EnR
- Encore peu d'acteurs ce qui implique peu de concurrence sur les prix

Les business models

- Grands groupes internationaux (Abengoa, Areva) :

Peu nombreux. Ils ont une intégration verticale. Ils peuvent être à la fois fabricants de composants, développeurs de projets, EPC et opérateurs.

- PME :

Les sociétés de taille plus réduite sont le plus souvent fournisseurs de technologie, parfois développeurs de projets (comme Solar Reserve). Ils nouent des partenariats avec un EPC pour la construction de la centrale, cherchent des partenaires locaux pour monter des sociétés locales. Elles ont souvent été créées ces dernières années et ont encore peu de références pour répondre aux appels d'offres, d'où la nécessité de créer des partenariats.

L'accès au marché

Le marché de la production d'électricité est régi par les appels d'offres internationaux, ce qui implique différentes contraintes pour les acteurs qui y répondent :

- Avoir des références au moins égales à ce qui est demandé dans l'appel d'offres
- Connaître le pays d'accueil pour pouvoir répondre à la part locale qui est présente dans de nombreux contrats, et qui est souvent au moins de 30%.

Caractérisation du marché

- L'hybridation est un segment de marché important si l'on considère toutes les centrales fossiles (charbon et gaz) existantes et qui pourraient utiliser le solaire thermique à concentration en « booster » ou en « fuel saving » :
 - « booster » : Augmenter la puissance de la centrale conventionnelle au moment du pic de consommation journalier
 - « fuel saving » : Réduire la consommation spécifique de charbon et les émissions de CO₂ pour la même quantité d'électricité produite
- Les pays cibles sont ceux qui ont part importante de charbon ou de gaz dans leur mix énergétique ainsi qu'un ensoleillement adapté au CSP (Australie, Afrique du Sud, Chili cités dans les entretiens)
- Une première centrale hybride EnR en opération en Espagne (biomasse / CSP construite et opérée par Abantia)

Moteurs

- Développer des capacités CSP avec des coûts d'investissement et des risques limités
- Remplacer une part de production électrique fortement émettrice en CO₂ et mieux répondre au pic de consommation

Freins

- Pas de cadre réglementaire pour l'électricité produite par hybridation ce qui freine le développement de cette application

Caractérisation du marché

- De nombreuses zones non raccordées au réseau dans le monde (Inde, Afrique) qui pourraient bénéficier des technologies CSP via des petites centrales (de 20kW à 20MW)
- 2 types de zones isolées que le CSP peut adresser :
 - Celles qui n'ont pas du tout accès à l'électricité
 - Celles qui ont de l'électricité via des générateurs diesel : dans ce cas, si le coût du diesel est élevé il peut être rentable économiquement d'installer du CSP (ex : En Mauritanie le coût du diesel est très élevé, jusqu'à 40c€/kWh)
- Un marché de terrain qui nécessite d'être présent sur place, de connaître les autorités locales, les industriels et leurs besoins : ainsi Schneider Electric pour la commercialisation de Microsol va s'appuyer sur les antennes locales et le réseau du groupe.

Moteurs

- Simplicité de la maintenance sur des équipements CSP par rapport à d'autre EnR
- Coût très important de l'installation d'une ligne électrique (150-200k€/km), ce qui peut rendre dans certaines conditions le CSP compétitif

Freins

- Une application dont le développement dépend des aides internationales et de la volonté politique
- Concurrence potentielle avec le PV sur cette application (qui peut être installé rapidement et à moindre coût). Néanmoins le CSP a l'avantage important de proposer un moyen de stockage.

Caractérisation du marché

- Plusieurs conditions doivent être réunies pour avoir une équation économique favorable sur ces applications : un taux d'intérêt bas ou des aides à l'investissement, un coût de l'énergie élevé et un bon ensoleillement
- Un intérêt plus marqué pour ces applications de la part des sociétés de petite taille que de la part des grands groupes. La plupart se positionne sur les **applications chaleur** depuis la crise qu'a connu l'Espagne et la chute du marché.
- Un mode d'accès au marché différent : le marché des applications chaleur est un marché de terrain, dispersé et non structuré. La difficulté est d'identifier les bons cas d'applications et les clients potentiels.
- Un marché qui peut permettre à des acteurs de petite taille de faire du business à court terme sur des installations plus petites et d'acquérir des références.
- Une spécificité de ces applications : la nécessité de contrôler très précisément la température de sortie.
- **Un exemple intéressant : programme de R&D entre Holcim (un fabricant de ciment) et l'institut Paul Scherrer en Suisse depuis 2007 pour l'utilisation du CSP pour les cimenteries**

Températures à atteindre

La société Industrial Solar, spécialisée dans les applications chaleur, a la majorité de ses demandes pour des températures comprises entre **200 et 250°C**.

Quelques clients ont besoin d'atteindre **400°C pour les procédés de séchage**.

Domaines d'applications cités par les personnes interrogées



Word cloud showing industrial application domains: métallurgie, agro-alimentaire, chimie, cimenterie, pharmacie, textile, automobile, papeterie, céramique.

Moteurs

- De multiples procédés industriels ont des besoins en chaleur

Freins

- Des réglementations complexes à mettre en place : la chaleur est consommée localement par celui qui la produit et non revendue comme l'électricité
- Des moyens de financement plus difficiles à établir pour ces applications thermiques que pour la génération d'électricité car les projets sont plus nombreux, dispersés et de petite taille
- Nécessité d'un investissement à long terme ce qui peut freiner les industriels

Caractérisation du marché

- Les activités minières nécessitent à la fois de l'**électricité** (extraction, manutention) et de la **chaleur** autour de 90-100°C (procédés miniers), et ce **en continu** : le CSP permet de répondre à ces trois besoins.
- La plupart des mines sont situées dans des endroits éloignés, avec un accès au réseau électrique ou gazier limité ou inexistant. Elles utilisent pour la plupart du diesel qui doit être transporté sur des longues distances, ce qui augmente considérablement les coûts.
- Pays d'intérêt : combinaison entre l'ensoleillement, l'activité minière, la difficulté d'accès au réseau électrique et le coût de l'énergie
- Une première installation faite dans une mine de cuivre au nord du Chili a pour objectif de réduire jusqu'à 50% la consommation de diesel

Moteurs

- Réduction des coûts de production
- Diminution des émissions de CO₂

Freins

- Très peu de retour d'expérience

Caractérisation du marché

- La **région MENA est l'une des plus touchée au monde par la rareté de l'eau** : la disponibilité de l'eau par habitant s'est vue réduire de moitié sur les 30 dernières années, du fait de la rapide croissance démographique et de la surexploitation des ressources en eau. **14 des 20 pays les plus touchés par le manque d'eau se trouve dans la zone MENA.**
- Des solutions de dessalement d'eau de mer sont déjà en place dans la zone MENA mais elles **consomment de grandes quantités d'énergie fossile** (gaz ou pétrole). Pour les pays producteurs, ces carburants fossiles seraient plus rentables à être exportés, et pour les pays qui n'ont pas de ressources fossiles, le dessalement est un procédé très cher, qui est très sensible à la volatilité des prix des carburants.
- Un sujet très peu évoqué spontanément par les acteurs interrogés ou définis comme moins intéressant économiquement pour l'instant

Moteurs

- Une adéquation entre les zones qui ont besoin d'eau et la ressource solaire

Freins

- De nombreuses technologies concurrentes pour le dessalement d'eau de mer. Les coûts du CSP étant élevés, il n'est pas sûr que ce soit rentable économiquement d'utiliser du CSP pour le dessalement. Une des technologies concurrentes est l'osmose inverse avec du PV.

Caractérisation du marché

- Un puits de pétrole renferme une pression naturelle qui fait sortir le pétrole. Plus le puits est exploité et plus cette pression diminue, donc moins le puits est rentable. Quand le puits n'est plus rentable, il peut rester 30 à 60% de pétrole non exploité. L'EOR permet de récupérer cette fraction non exploitée en augmentant la viscosité du pétrole grâce à l'injection de vapeur haute pression. **L'EOR permet donc aux compagnies d'extraction d'augmenter leur production et d'étendre la durée de vie de leurs puits.**
- Au niveau mondial, la production de pétrole par EOR atteint **3 millions de barils par jour, soit 3,5% de la production totale** (85 millions de barils / jour)
- Aujourd'hui des combustibles fossiles (diesel, gaz naturel) sont utilisés pour produire cette vapeur, et les coûts sont élevés (25 à 50\$ / baril)
- Spécificités de l'EOR : design de la chaudière et traitement de l'eau issue de l'extraction
- Avantages du CSP pour l'EOR : possibilité de produire 24/24 grâce au stockage
- Des acteurs qui s'intéressent au sujet comme Areva (partenariat avec Technip sur cette thématique) ou BrightSource (construction d'une installation pilote de 29MW aux USA en partenariat avec Chevron), et des sociétés spécialisées nouvellement créées comme GlassPoint Solar.

Moteurs

- Réduction des coûts de production (la production de vapeur représente 60% des coûts d'extraction) par rapport à l'utilisation d'énergies fossiles
- Diminution des émissions de CO₂

Freins

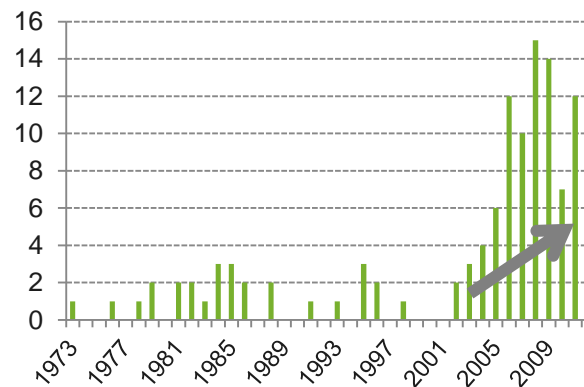
- Très peu de retour d'expérience, manque de connaissance de la technologie

Caractérisation du marché

- Une application encore très en amont du marché, avec un intérêt croissant au niveau de la recherche académique depuis les années 2000. Quelques industriels ont participé à des publications : Abengoa, Himin Solar
- Deux voies de production :
 - À partir de ressource carbonée (déchets par exemple)
 - Par fractionnement de l'eau
- Des industriels interrogés qui ne sont pas trop avancés sur l'intérêt ou l'évolution de ce marché
- L'Australie et l'Afrique du Sud sont moteurs sur le déploiement des carburants solaires issus de la ressource carbonée à l'échelle industrielle. Ils participent à la task II de Solar PACES. Ces deux pays semblent vouloir développer cette application dans les années à venir pour résoudre les problèmes d'alimentation en carburant voire pour exporter.

Evolution du nombre de publications « Solar hydrogen » dans la base constituée

(126 documents soit 2,6% de la base)



Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés



Panorama des applications potentielles

Fiches Applications

Synthèse

	Attrait du marché*			Total	Time-to-market
	Taille de marché estimée	Accès au crédit	Effort commercial		
Centrales reliées au réseau	2	2	2	6	immédiat
Hybridation	2	1	1	4	immédiat
Sites isolés	0	0	0	0	Moyen terme
Dessalement	0	0	0	0	Moyen terme
Applications industrielles (activités minières, chaleur des procédés, EOR)	2	0	1	3	Immédiat

Clé de lecture

-  Electricité
-  Chaleur
- 0 Critère plutôt défavorable
- 1 Critère assez favorable
- 2 Critère très favorable

Définition des critères :

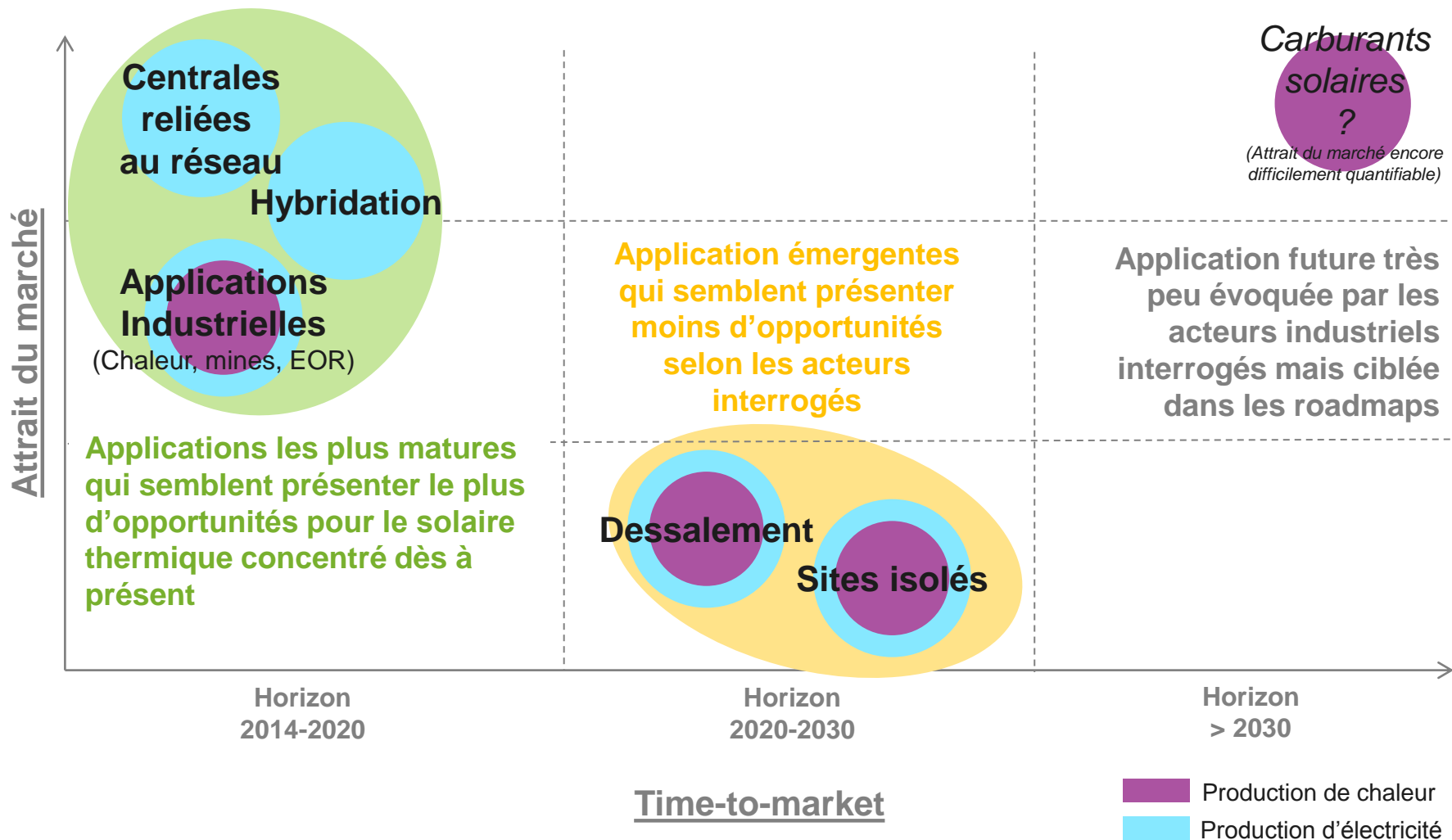
- **Accès au crédit** : facilité à financer des projets, à convaincre des organismes de financement
- **Effort commercial** : clients identifiables facilement via des appels d'offres internationaux vs. marché de terrain avec une définition précise des besoins
- La **taille de marché** a été estimée à partir du potentiel adressable sur les différentes zones géographiques en fonction des retours d'entretiens

* Il aurait été intéressant de prendre en considération la croissance du marché et l'intensité concurrentielle sur chacune des applications, mais ces aspects n'ont pas trouvé de réponse suffisamment consolidée dans les entretiens réalisés.

Synthèse

Opportunités par applications

3 applications semblent présenter le plus d'opportunités à court terme : les centrales reliées au réseau, l'hybridation et les procédés industriels



NB : l'attrait du marché est la somme de 3 critères qui sont la taille de marché estimé, l'accès au crédit et l'effort commercial. L'évaluation du time-to-market est issu du retour des entretiens ainsi que de la roadmap de l'IEA sur le CSP parue en 2010

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

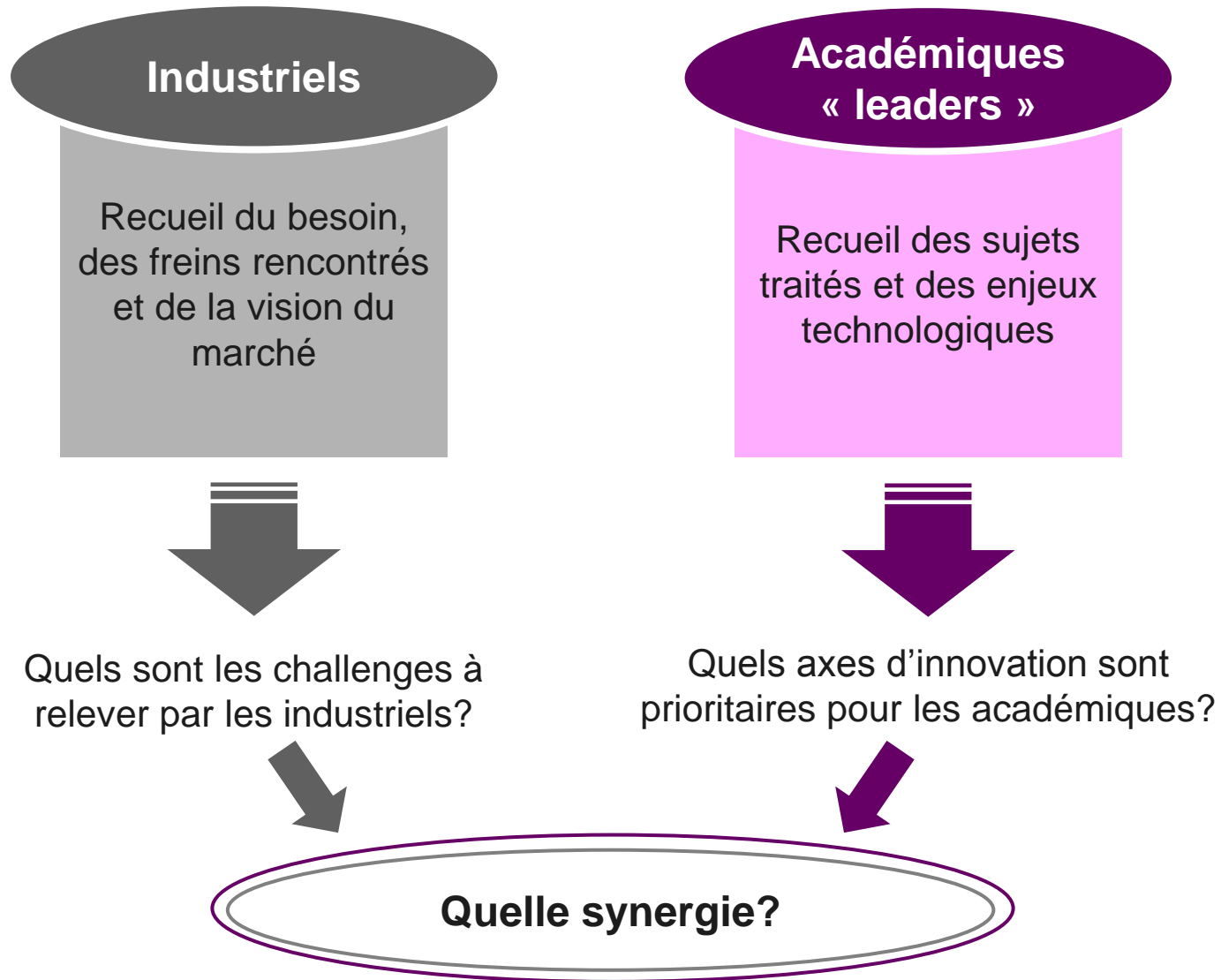
Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

Positionnement des acteurs interrogés




















Challenges à relever par les industriels

Les enjeux technologiques vus par les académiques « leaders »



Positionnement des acteurs interrogés par technologie

Les acteurs interrogés sur les trois principales technologies à différents niveaux de maturité, des contacts initiés sur le Dish Stirling sans retour (société Heliofocus)

	Fresnel	Tour	Cylindro-parabolique	Dish	Autres
Plusieurs références	   ABENGOA SOLAR		 		
		 		<p>Design particulier : les miroirs sont sous serre</p> <p>Une conception modulaire assemblée sur site</p>	
	 			<p>Une configuration différente pour une microcentrale de 20kW</p>	 
	 				

NB : ABB n'apparaît pas sur ce tableau car la société a abandonné son activité CSP en mai dernier

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

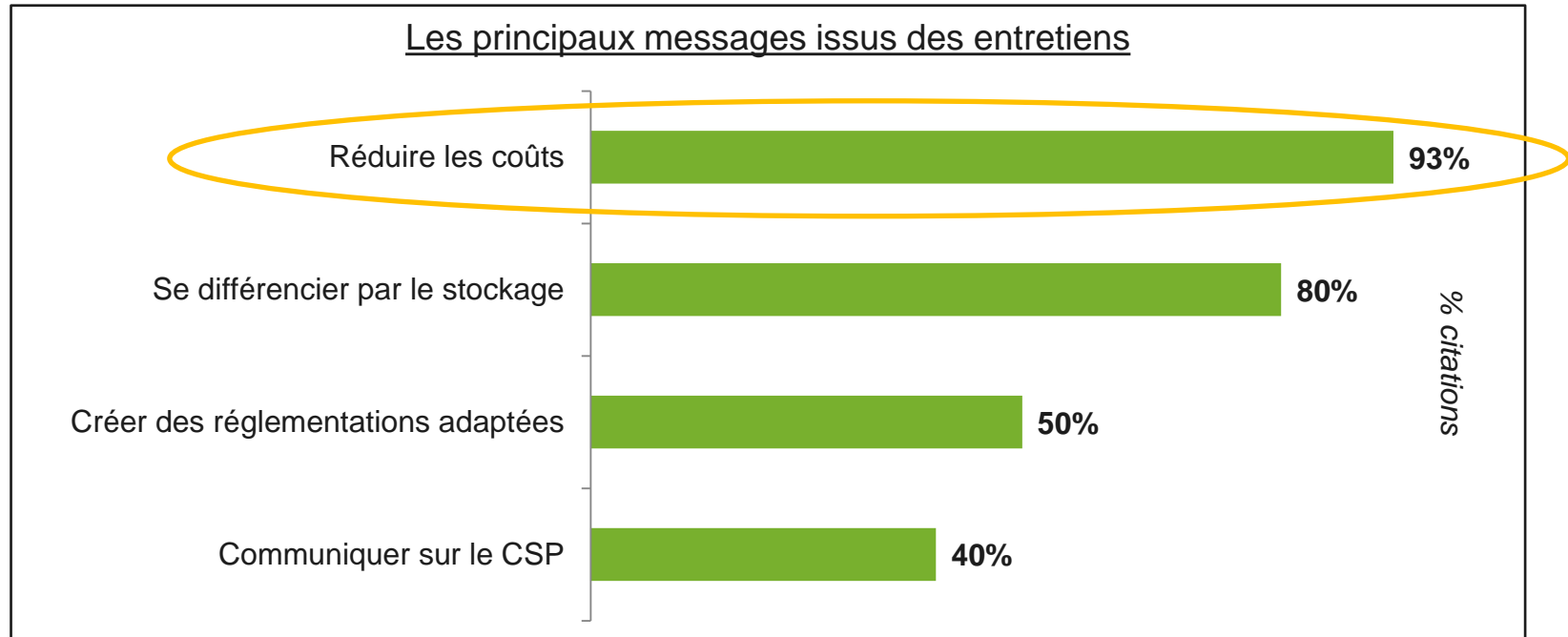
Positionnement des acteurs interrogés

Challenges à relever par les industriels

Les enjeux technologiques vus par les académiques « leaders »

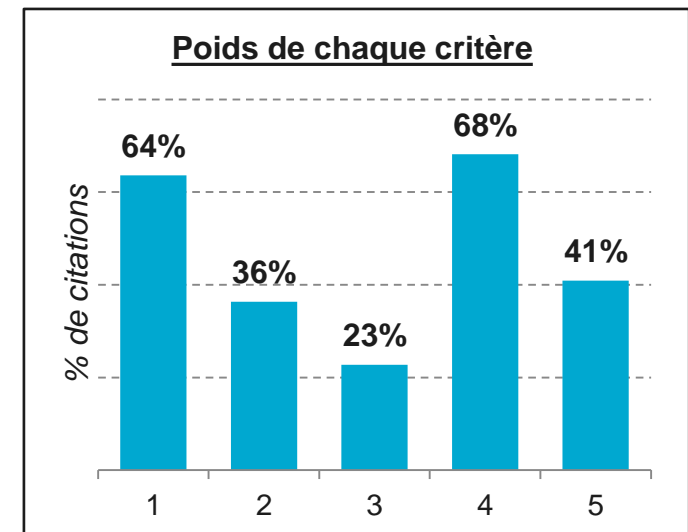
Challenges à relever

Les retours du terrain montrent que le principal challenge à relever pour le CSP est de réduire les coûts, et ce quelque soit la technologie considérée.



Différentes voies de réduction des coûts proposées par les acteurs interrogés, les plus citées étant l'optimisation de chaque composant, et la baisse des coûts « naturelle » qui se fera par la courbe d'apprentissage (mais qui implique un pipeline de projets conséquent)

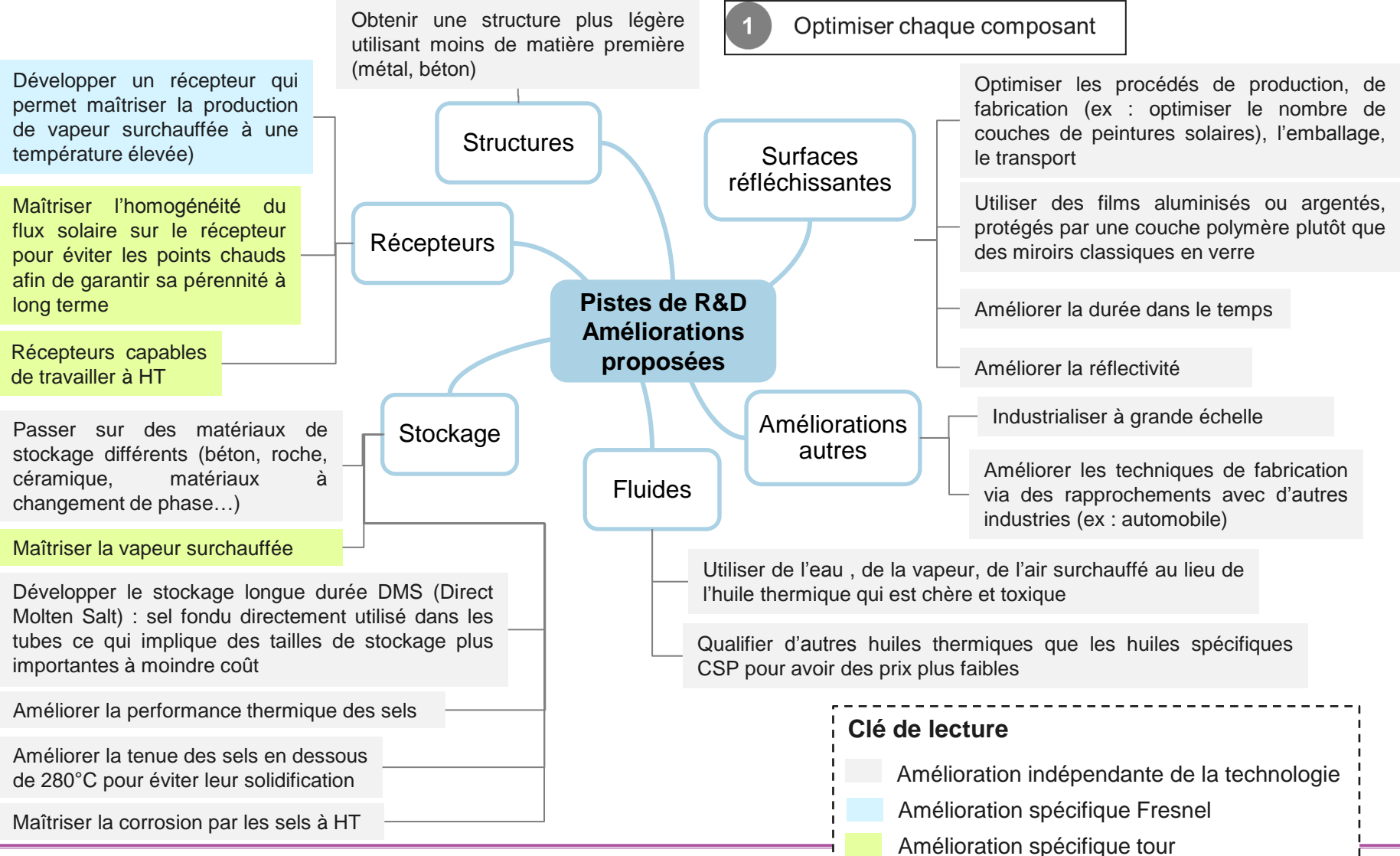
- 1 Optimiser chaque composant
- 2 Augmenter le rendement
- 3 Construire des installations plus grandes pour optimiser les coûts fixes
- 4 Améliorer la courbe d'apprentissage
- 5 Fabriquer et se fournir localement



La réduction des coûts

Optimiser chaque composant

Il est possible de réduire les coûts en optimisant chaque composant, c'est une des voies majoritairement proposées par les personnes interrogées



La réduction des coûts

Augmenter le rendement

L'augmentation de la température de fonctionnement du système permet d'améliorer le rendement de conversion énergie solaire / électricité

2 Augmenter le rendement

	Température de fonctionnement actuelle	Température de fonctionnement à atteindre
Fresnel	300 – 370°C	500 – 600°C
Tour	500°C	Jusqu'à 1000°C
Cylindro-parabolique	400°C	550°C

- Problèmes identifiés :

- Dégradation des fluides de transfert à haute température
 - Stockage à haute température

- Voie d'amélioration pour le cylindro-parabolique : passage de l'huile aux sels fondus

- Offre très réduite des huiles au niveau mondial (5 producteurs) avec un prix qui a fortement augmenté (de 2000€/tonne à 6000€/tonne). Par comparaison le prix moyen d'une tonne de sels fondus est de 900€/tonne.

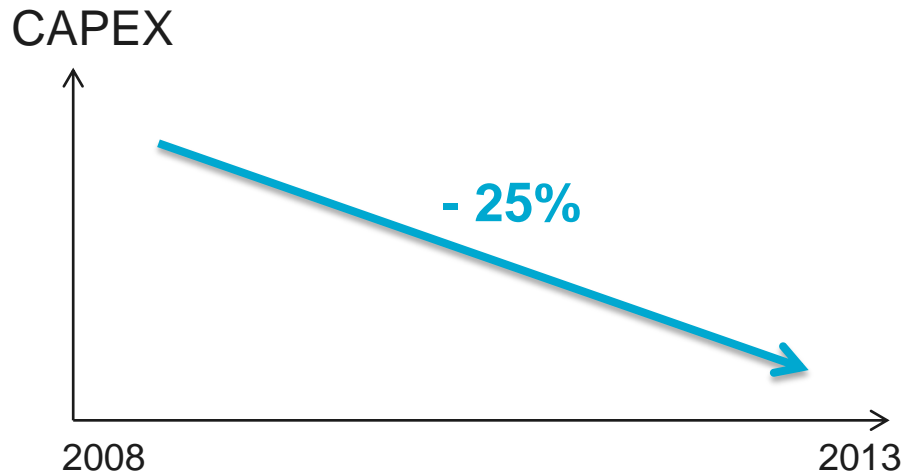
La réduction des coûts

Par la courbe d'apprentissage (1/4)

La technologie cylindro-parabolique est aujourd'hui mature et semble moins pouvoir bénéficier de la courbe d'apprentissage

Centrales cylindro-paraboliques : l'exemple de SENER

4 Améliorer la courbe d'apprentissage



Construction de 20 centrales cylindro-paraboliques en 5 ans

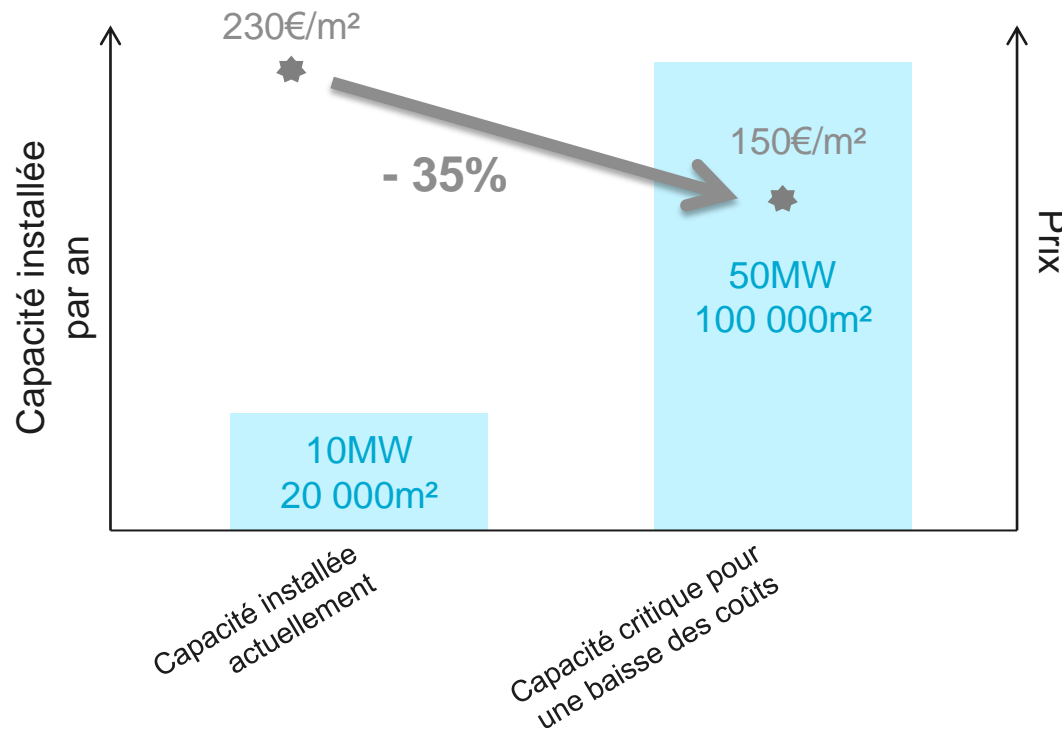
- Réduction du CAPEX due à l'expérience acquise par l'entreprise au fil des projets : réduction du temps de construction, du nombre d'opérateurs...
- Problème identifié : plus beaucoup de marge aujourd'hui pour réduire le CAPEX sur cette technologie mature

La réduction des coûts

Par la courbe d'apprentissage (2/4)

La technologie de Fresnel devrait être capable de réduire ses coûts en construisant plus d'installations, de capacités plus importantes

Centrales de Fresnel : l'exemple d'Industrial Solar (construction de petites centrales)



- 3 Construire des installations plus grandes pour optimiser les coûts fixes
- 4 Améliorer la courbe d'apprentissage

- Réduction du CAPEX possible si un nombre important de systèmes est installé
- Problème identifié : il faut que le marché se développe davantage pour que la technologie bénéficie de cette diminution du CAPEX par l'expérience acquise

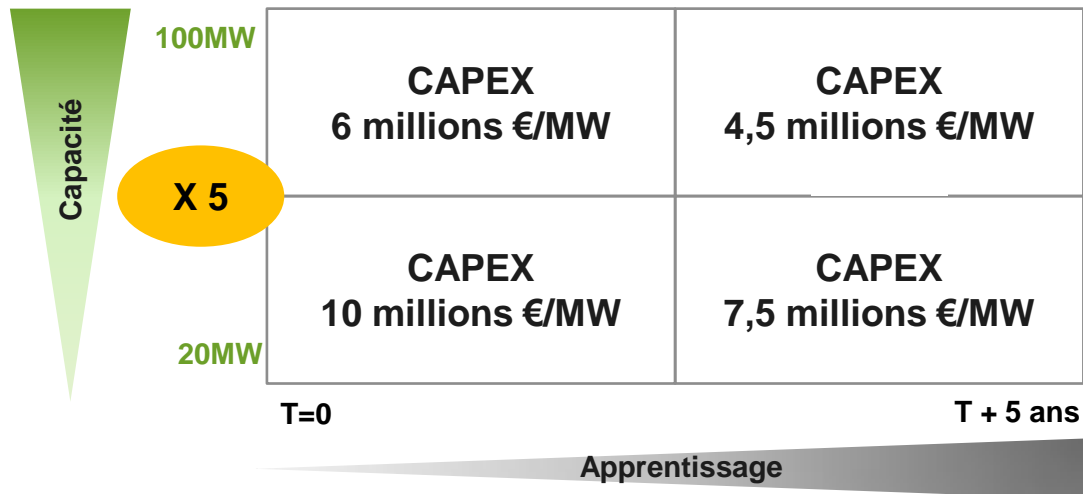
La réduction des coûts

Par la courbe d'apprentissage (3/4)

La technologie des tours présente un fort potentiel de réduction des coûts car elle est au début de sa courbe d'apprentissage

Centrales à tour : l'exemple de Torresol Energy/SENER

- 2 facteurs de réduction de coûts pour la technologie des centrales à tour :
 - **Courbe d'apprentissage** : les centrales à tour sont au début de leur courbe d'apprentissage car la technologie est plus récente que les centrales cylindro-paraboliques.
 - **Taille des centrales installées** : plus la taille de la centrale est grande et plus on réduit le coût d'installation car certains coûts fixes restent identiques
- Hypothèses d'évolution du CAPEX d'une centrale à tour en fonction de ces 2 critères :



- 3 Construire des installations plus grandes pour optimiser les coûts fixes
- 4 Améliorer la courbe d'apprentissage

Base de calcul : centrale Gemasolar

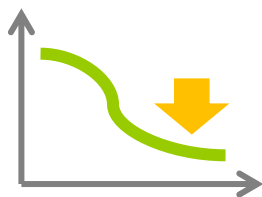
- Capacité : 20MW
- CAPEX : 200 millions €

Hypothèses :

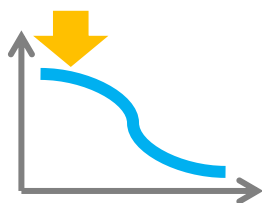
- Courbe d'apprentissage identique à celle du cylindro-parabolique -25% en 5 ans
- x5 en capacité → x3 en CAPEX

La réduction des coûts par la courbe d'apprentissage (4/4)

Synthèse



La technologie **cylindro-parabolique**, à moins d'une innovation de rupture, **ne semble plus être en mesure de profiter de la courbe d'apprentissage** pour voir ses coûts diminuer, **c'est une technologie mature** qui a déjà tiré parti de l'expérience d'une cinquantaine de projets dans le monde



Les technologies de **Fresnel** et à **tour** sont au début de la courbe d'apprentissage. Les acteurs interrogés s'accordent sur une **diminution des coûts de 30% en 5 ans grâce à l'expérience acquise**. Néanmoins, cela n'est possible que s'il y a un pipeline de projets conséquent.

La réduction des coûts

Fabriquer et se fournir localement

Se fournir et fabriquer localement peut permettre de réduire les coûts. Néanmoins pour certains éléments, l'implantation d'une usine dans la zone d'intérêt ne se fera pas tant que le volume de projets n'est pas assez conséquent

5

Fabriquer et se fournir localement

La fabrication locale n'est pas une contrainte pour le CSP :

- De nombreux éléments peuvent être déjà trouvés sur place ou fabriqués à condition de connaître le circuit local (canalisations, structures porteuses).
- L'ingénierie civile peut aussi être réalisée par des équipes locales (fondations, construction des bâtiments, routes..) ce qui peut selon le pays amener une vraie réduction sur les coûts.
- Certains pays d'intérêt comme l'Afrique du Sud ont la volonté de construire une filière locale pour créer de l'emploi

Certains éléments ne peuvent pas actuellement être fabriqués localement :

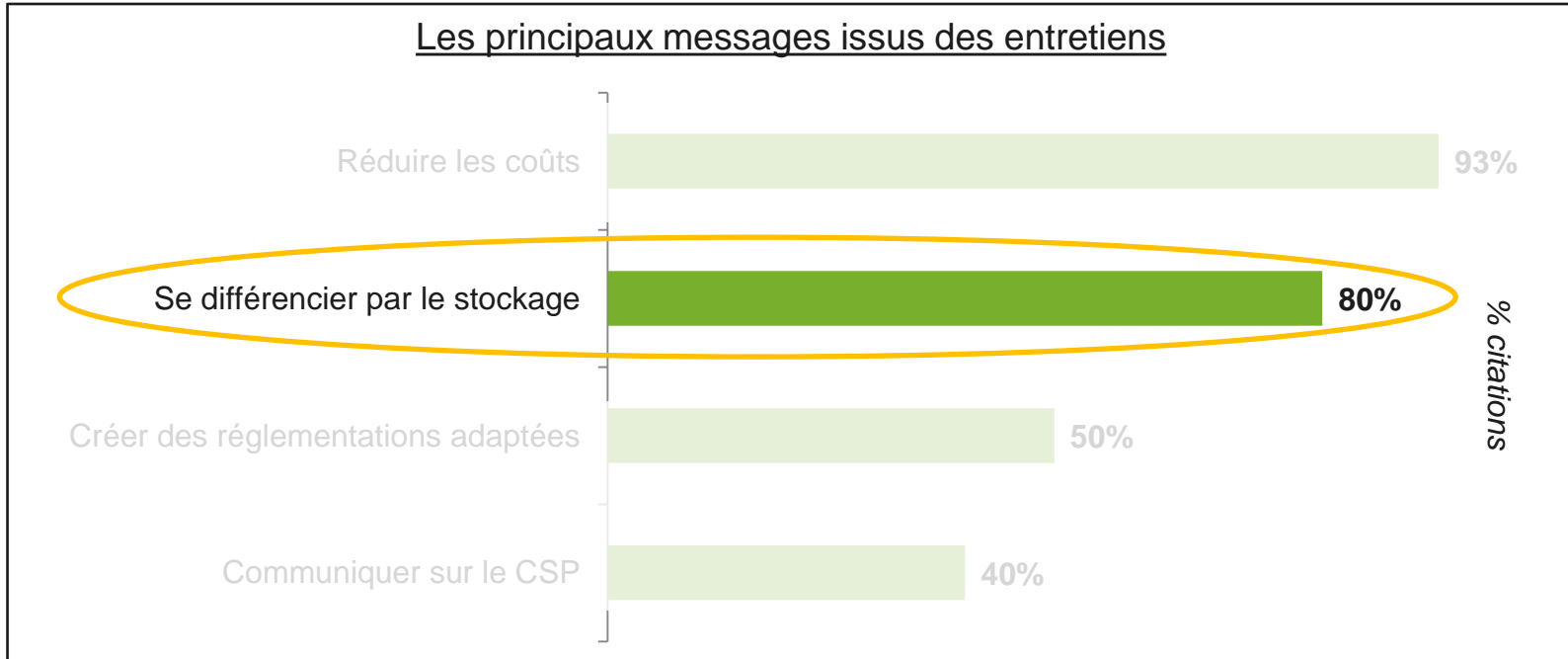
- Les sels fondus qui requièrent d'être fabriqués à grande échelle (mais le transport ne grève pas trop les coûts)
- Les miroirs : le portefeuille de projets CSP n'est pas assez conséquent pour que les fabricants installent des usines dans les zones d'intérêt (ex de Saint-Gobain qui a installé une usine aux Etats-Unis pour la centrale Ivanpah mais qui a dû fermer récemment par manque de commandes)

A noter

Une innovation intéressante chez Alsolen qui a créé le concept d'usine locale : des outils et des machines démontables et transportables par containers pour fabriquer sur place, avec une équipe locale les éléments du champ solaire

Challenges à relever

Les principaux messages issus des entretiens



Pour 80% des personnes interrogées le stockage est le facteur clé de succès du CSP

Le stockage est un facteur clé de succès du CSP :

- Avec stockage, le CSP est la **seule énergie renouvelable non-intermittente**.
- Le stockage permet **de produire de l'électricité ou de la chaleur à tout moment**, notamment au pic de consommation journalier
- Le stockage permet **d'augmenter les heures de production dans l'année**
- Le stockage permet de **stabiliser un réseau**, ce qui est vrai atout dans certains pays
- Le stockage permet **d'assurer la prédictibilité** de la production
- Avec les objectifs en EnR à atteindre dans certains pays (20% en 2020 en Europe), le réseau va être perturbé par les intermittences. Deux solutions se présentent : investir dans des lignes de transmission ou stocker l'énergie.

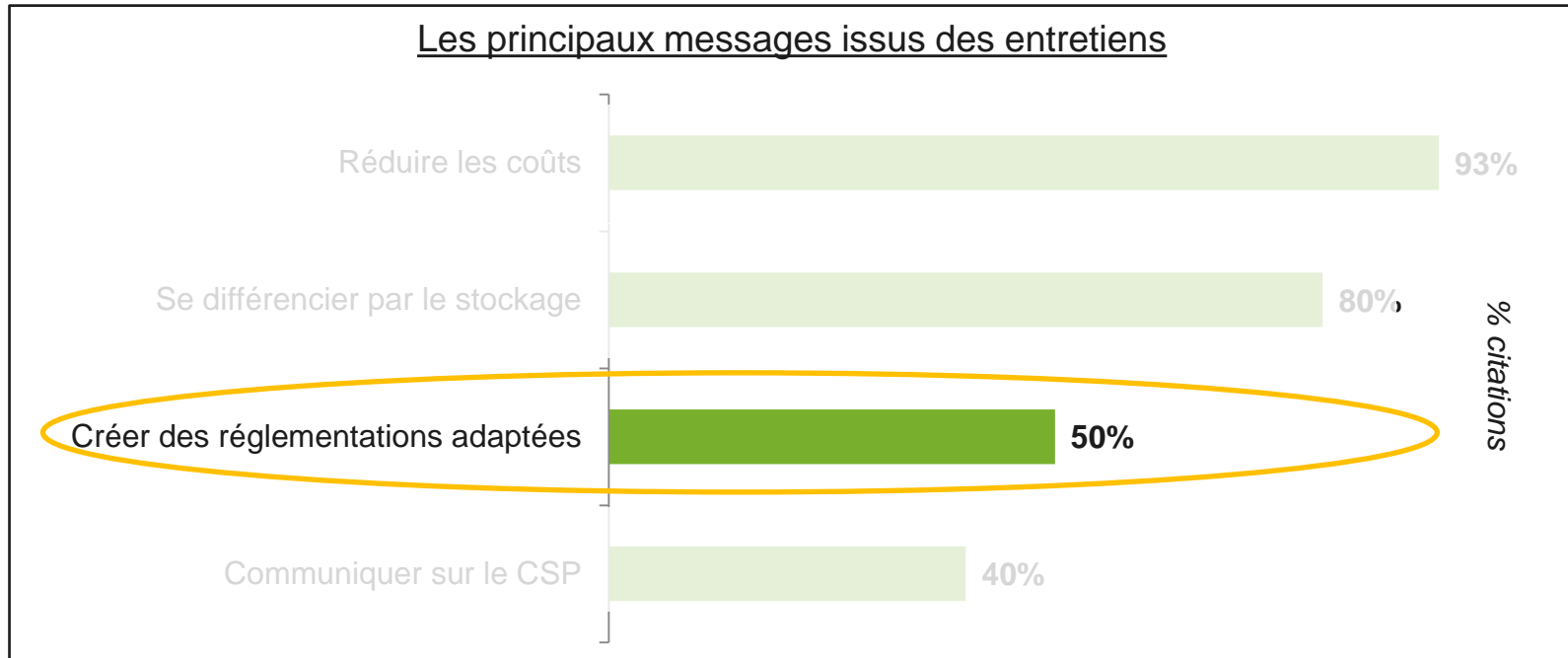
Par contre :

- Le stockage coûte cher car il implique d'augmenter la taille du champ solaire
- Le stockage est cher en lui-même : matière première et réservoirs

Durée de stockage idéale = durée qui permet de produire 24h/24 soit au moins 15 heures

Challenges à relever

Les principaux messages issus des entretiens



Les réglementations ont un impact très fort sur le développement du CSP

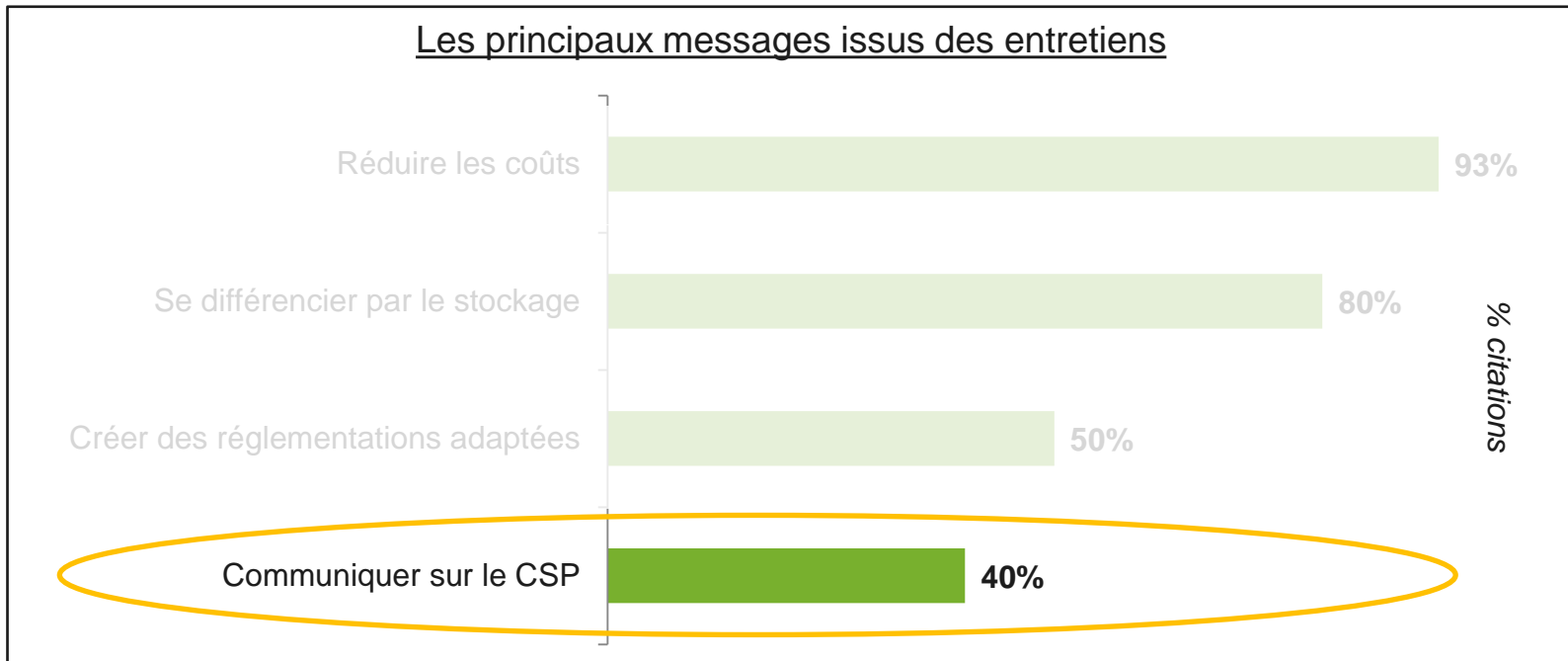
Le développement du marché du CSP passera par des réglementations adaptées :

- Taxation des émissions en CO₂
- Aides à l'investissement (prêts avec des faibles taux d'intérêt par exemple)
- Tarif de rachat bien encadré

Auprès des personnes interrogées, le tarif de rachat est assez controversé car s'il permet de lancer une filière comme ça a été le cas en Espagne, son arrêt a provoqué une véritable hécatombe sur le marché

- Cadre réglementaire pour l'hybridation qui pourrait aider à lancer le marché
- Tarifications qui prennent en compte de la valeur de l'énergie produite avec stockage
- Fin des subventions aux énergies fossiles comme c'est le cas dans certains pays encore aujourd'hui

Les principaux messages issus des entretiens



Une technologie parfois méconnue des investisseurs ce qui peut freiner son développement

- Des technologies qui sont peu connues des décideurs : banques, organismes de financement, industriels, ce qui nuit à leur développement
- Les retours d'expérience des projets nouvellement installés ou en construction viendront consolider la connaissance sur le CSP
- Pour pallier à cette méconnaissance, des actions sont mises en place :
 - Création d'associations du solaire thermique dans différents pays (USA, Afrique du Sud, Espagne...)
 - Des conférences spécialement dédiés au CSP dans les pays d'intérêt (CSP Today en Inde, LATAM, USA, MENA, Afrique du Sud) avec la présence d'investisseurs

SYNTHÈSE

La vision des industriels

Industriels

Réduire les coûts	<ul style="list-style-type: none">▪ En optimisant chaque composant▪ En augmentant le rendement de conversion des centrales▪ En bénéficiant de la courbe d'apprentissage▪ En se fournissant et en fabricant localement dans des pays à moindre coût de main d'œuvre
Se différencier par le stockage	<ul style="list-style-type: none">▪ Pour être la seule énergie renouvelable non intermittente et résoudre des problèmes de stabilité de réseau ou de pic de consommation journalier
Créer des réglementations adaptées	<ul style="list-style-type: none">▪ Pour aider le marché à décoller via des feed-in-tariff ou des aides à l'investissement
Communiquer sur le CSP	<ul style="list-style-type: none">▪ Pour permettre aux financeurs et décideurs de bien connaître la technologie CSP et ses atouts

Introduction

Etat actuel et dynamique du marché mondial

Analyse des opportunités par applications

Positionnement et enjeux technologiques des acteurs interrogés

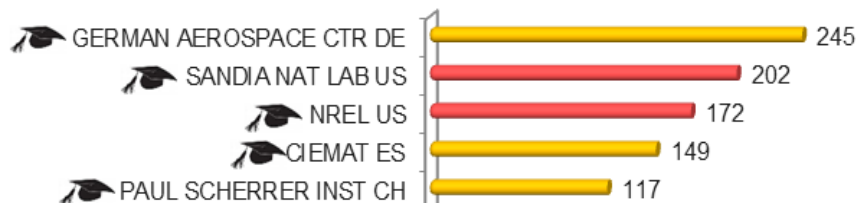
Positionnement des acteurs interrogés

Challenges à relever par les industriels

Les enjeux technologiques vus par les académiques « leaders »

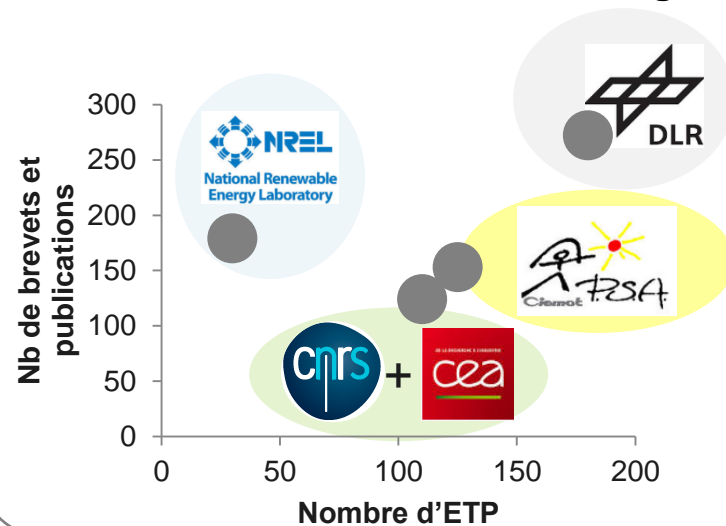
Les enjeux technologiques vus par les académiques « leaders »

Top 5 des organismes publiant



Source : extrait de l'étude bibliométrique

Positionnement des acteurs interrogés



Organisme de recherche	Pays	Personne interrogée	Fonction
German Aerospace Center (DLR)	Allemagne	Robert Pitz-Paal	Co-directeur de l'institut sur la recherche solaire
NREL	USA	Mark Mehos	Principal Program Manager on CSP
PSA-CIEMAT	Espagne	Eduardo Zarza Moya	Head of CSP Research and Development Unit

NB : depuis 2011, mise en place de l'Institute for Solar Research

Chiffres clés CSP

- Début des travaux : 1980
- Nombre de personnes : 180-200
(~3% du total DLR)
- Budget 2012 : 14 millions €
- Nb de brevets : 27
- Nb de publications : 245

Répartition du budget

Budget total : 14 millions €

70%
Recettes externes
contrats industriels, projets européens,
programmes nationaux

30%
Fonds internes

Scope

- **Technologies** :
 - Tour, Fresnel, cylindro-parabolique
- **Applications** :
 - Électricité, chaleur, carburants

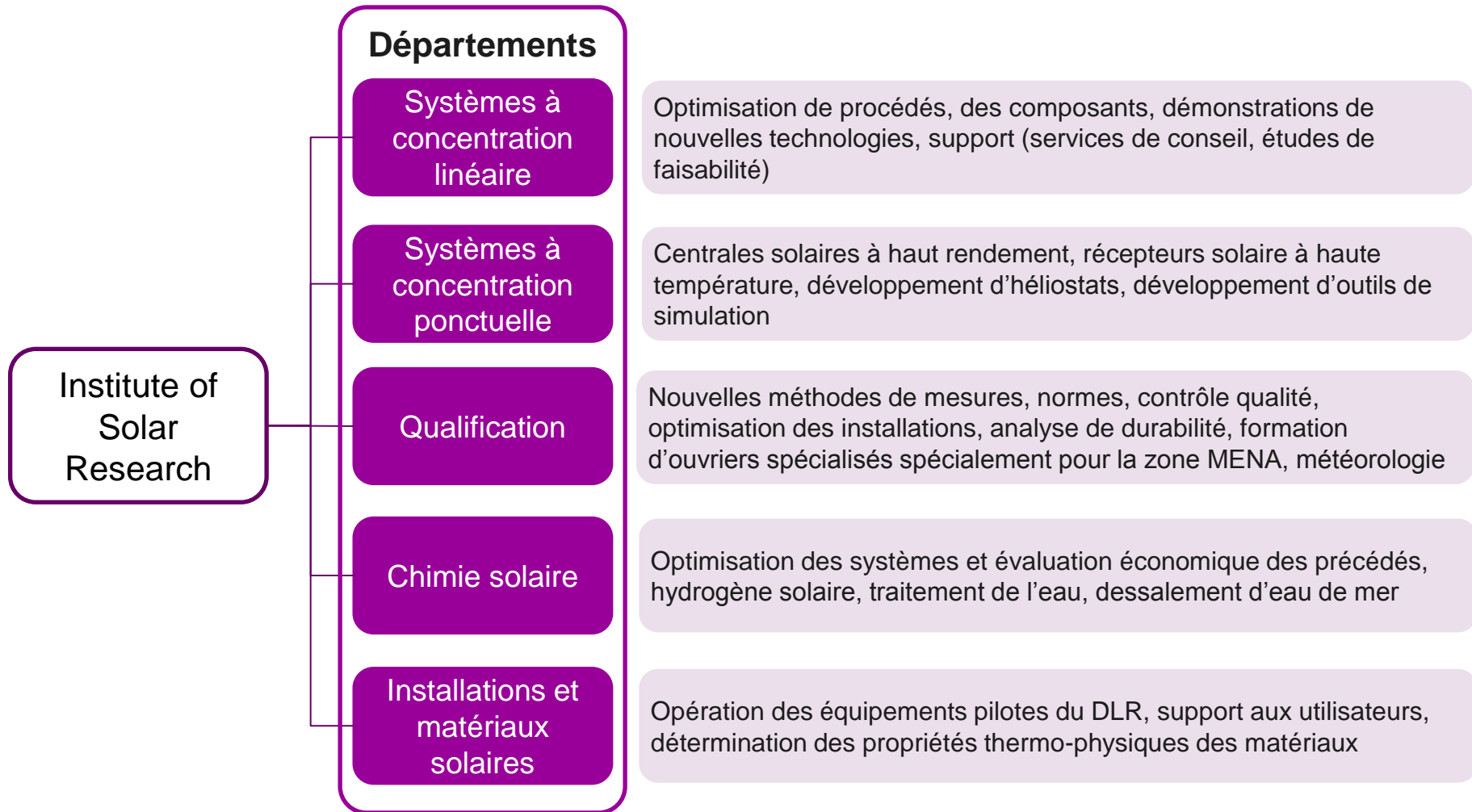
Equipements

- Une équipe de 25 personnes à la Plataforma Solar de Almeria (Espagne)
- Centrale à tour de 1,5MW à Jülich (Allemagne)
- Four solaire à Cologne

Collaborations

- Des **collaborations internes** au sein du DLR avec l'Institute of Technical Thermodynamics (stockage), l'Institute of Materials Research (matériaux céramiques HT), et l'Institute of Combustion Technology (turbines à gaz)
- Des **collaborations académiques internationales** : Plataforma Solar de Almeria, CSIRO, NREL, CNRS...
- Des **partenariats industriels** : par exemple, depuis septembre 2013, un partenariat avec Industrial Solar et Viessmann pour le développement d'un système hybride de production de vapeur industrielle avec la technologie de Fresnel

Organisation



Axes d'innovation

1- Améliorer le rendement des centrales : objectif de 20% d'ici 2018 (vs. 15-16% aujourd'hui)

2- Réduire les coûts

- Méthodes avancées de fabrication des composants
- Augmentation de la température des fluides de transfert qui a un impact sur la température de fonctionnement du système et donc sur le rendement
- Développement de fluides de transfert de chaleur de prochaine génération

3- Améliorer les solutions de stockage

Développement de technologies de stockage : sels fondus, particules solides, briques céramiques, stockage thermochimique (à plus long terme)

4- Créer des normes adaptées au solaire thermique à concentration

Développement de méthodes de qualification des composants et de normes pour l'industrie

5- Développement de procédés chimiques solaires

Production d'hydrogène solaire, dessalement de l'eau

Roadmap :

Court-terme

Services R&D pour les partenaires industriels

Moyen-terme

Réduire les coûts de production de 15-20c€/kWh à <10c€/kWh

Long-terme

Production de combustibles solaires à bas coût



NB : depuis 2011, mise en place de l'Institute for Solar Research

Chiffres clés CSP

- Début des travaux : 1980
- Nombre de personnes : 20-30
(1,2% total NREL)
- Budget 2012 : 8 millions \$
- Nb de brevets : 7
- Nb de publications : 172

Scope

- **Technologies** :
 - Tour (à l'origine recherches sur la technologie cylindro-parabolique)
- **Applications** :
 - Électricité

Equipements

- Four solaire
- Accès possible à la centrale à tour pilote du Sandia National Lab

Répartition du budget

N.D

Collaborations

- **Partenaires industriels** : Abgenoa, Acciona, Flabeg, Schott...
- **Collaborations académiques** : nationales (Sandia National Lab, University of Boulder-Colorado) et internationales (DLR, CNRS, CIEMAT, PSI...)



Organisation

Départements

Caractérisation des collecteurs / récepteurs

Détermination du rendement optique, mesure des pertes de chaleur, développement et test de concentrateurs, caractérisation optique des centrales CSP, tests de durabilité de matériaux, de revêtements...

Réflecteurs avancés et matériaux d'absorbteurs

Développement et caractérisation de matériaux optiques pour les miroirs et les revêtements des tubes récepteurs (évaluation des performances, détermination du taux de dégradation et de la durée de vie...)

Stockage thermique et fluides de transfert avancés

Evaluation des propriétés des fluides de transfert (mesure des propriétés thermo-physiques, des écoulements de fluide, du transfert de chaleur, simulation thermodynamique), amélioration des fluides et sels fondus existants, développement de nanofluides avancés et de PCM (matériaux à changement de phase) pour le stockage

Modélisation et analyse de systèmes CSP

Evaluation de la ressource solaire, prédiction des coûts et des performances, qualification de l'impact environnemental, développement du logiciel SolTrace qui permet de modéliser les systèmes et d'analyser leurs performances

Groupe CSP

Axes d'innovation

1- Améliorer le rendement des centrales

Augmentation de la température de fonctionnement du système (> 650°C) via le développement de fluides de transfert haute température et du cycle supercritique (50% de rendement vs 42% pour le cycle de Rankine)

2- Réduire les coûts

Développement d'absorbeurs et de récepteurs de nouvelle génération (objectifs : matériaux de réflecteurs avec une durée de vie de 20 à 30 ans et un coût inférieur à 25\$/m², miroirs avec une réflectance supérieure à 95% et une résistance forte aux salissures)

→ La recherche sur les matériaux est fondamentale dans la réduction des coûts

3- Améliorer les solutions de stockage

Mettre en place un stockage thermique à bas coût à plus haute température : sels fondus moins chers, béton, sable, revêtements protecteurs spécifiques (« metal oxide spinel », programme de la Sun Shot Initiative *Degradation Mechanisms and Development of Protective Coatings for TES and HTF Containment Materials* depuis Janvier 2013)

Roadmap 2020 : définie par le programme Sunshot Initiative lancé par le DoE en 2011, pour des centrales à tour à cycle supercritique au CO₂

Design assumption			Cost assumptions					Performance and cost		
Storage (hours)	Plant capacity (MW)	Power cycle gross efficiency	Site preparation \$/m ²	Solar field \$/m ²	Power plant \$/kW	storage \$/kWh	receiver \$/kW	capacity factor	total installed cost \$/kW	LCOE (c\$/kWh)
14	200	0,55	10	75	880	15	110	66%	3770	6

Chiffres clés CSP

- Début des travaux : 1977
- Nombre de personnes : 125
(~9% du total CIEMAT)
- Budget 2012 : 6 millions €
- Nb de brevets : 4
- Nb de publications : 149

Répartition du budget

Budget total : 6 millions €

30%
Recettes externes
Projets européens,
contrats industriels...

70%
Gouvernement espagnol

Scope

- **Technologies** :
 - Tour, Fresnel, cylindro-parabolique, Dish-Stirling
- **Applications** :
 - Électricité, chaleur, carburants, dessalement

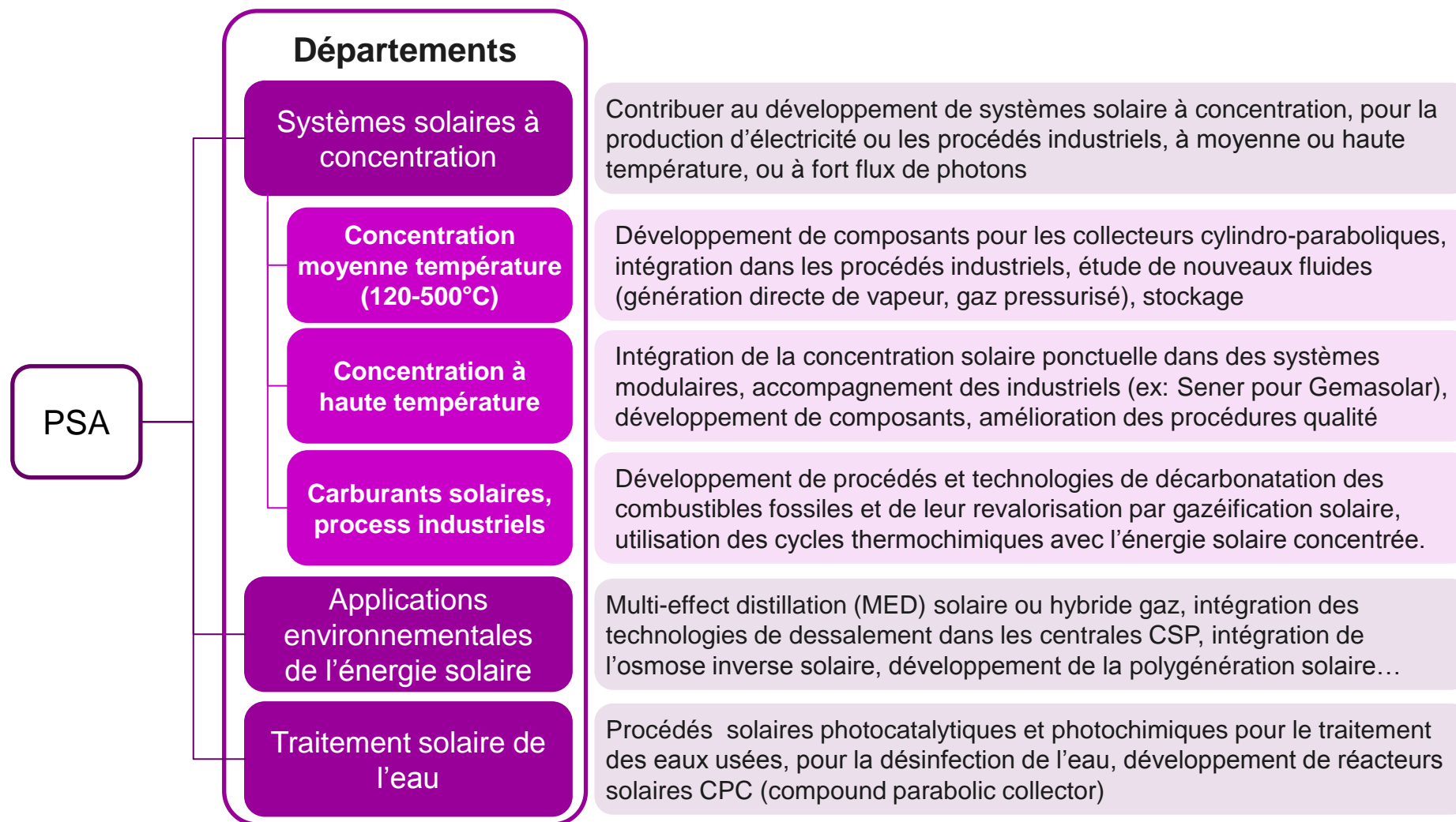
Equipements

- 2 tours (7 et 2,7 MW)
- Système cylindro-parabolique de 1,2MW, avec stockage et module de dessalement
- Système expérimental d'écoulement diphasique et de génération directe de vapeur
- Circuit de test des HTF huiles pour le cylindro-parabolique, boucle d'essai pour les fluides innovants
- Démonstrateur Fresnel
- Four solaire de 60kW

Collaborations

- **Partenaires académiques** : DLR, PSI, CNRS, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Weizmann Institute of Science (Israel)
- **Partenaires industriels** : Iberdrola, Abengoa Solar, Gamesa, SENER, Endesa, Acciona, ENEA, Fichtner...

Organisation



Axes d'innovation

1- Améliorer le rendement des centrales

En augmentant la température de fonctionnement, en réduisant les pertes de chaleur au niveau du récepteur, en augmentant la réflectance des miroirs, en améliorant les systèmes de contrôle pour produire plus d'électricité avec autant d'énergie solaire

2- Réduire les coûts

En améliorant chacun des composants, principalement ceux du solar block

3- Améliorer les solutions de stockage

Recherches sur un nouveau concept basé sur la chaleur latente plutôt que sur la chaleur sensible avec des matériaux à changement de phase (PCM)

4- Créer des normes adaptées au solaire thermique à concentration

PSA est très impliqué au niveau national et international sur les normes. Une norme est déjà applicable : UNE206009 « Centrales thermosolaires, terminologie ».

Roadmap : PSA a participé à la définition de la Roadmap Technologique publiée par ESTELA*. L'objectif est que le solaire thermique à concentration soit compétitif avec les énergies conventionnelles d'ici 2020-2025 et que les coûts de l'électricité soient réduits par deux d'ici 2025.

* Strategic Research Agenda 2020-2025 – ESTELA, décembre 2012

Axes d'innovation	Thèmes scientifiques & projets	
	CNRS	CEA
Améliorer le rendement des centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Qualification de nouveaux matériaux pour récepteurs solaires à haute température <i>Projet ANR Optisol</i> • Développement d'une technologie solaire thermodynamique à miroirs de Fresnel fonctionnant à une température supérieure à 500°C et reposant sur une solution innovante incluant un tube absorbeur résistant aux hautes températures sans maintien sous vide <i>Projet LFR 500 (AMI) en partenariat avec Solar Euromed et HEF</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement d'un démonstrateur CSP basé sur des miroirs Fresnel à Cadarache avec la société ALSOLEN du groupe ALCEN
	<ul style="list-style-type: none"> • Collaboration CEA / CNRS sur la conception et l'expérimentation d'un récepteur solaire original à air chaud (700-800 °C) pour centrale à tour sur le grand four solaire d'Odeillo (Pyrénées-Orientales) 	





Axes d'innovation	Thèmes scientifiques & projets	
	CNRS	CEA
Réduire les coûts	<ul style="list-style-type: none"> • Projet LFR500 • Analyse des systèmes de conversion thermodynamique et outils d'évaluation des performances des centrales solaires et des systèmes hybrides <i>Projet ANR-SEED DrySRP qui vise au développement d'un système de refroidissement sec et de production d'eau pour centrale électrosolaire thermodynamique à cycle de Rankine</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Projet avec la fondation MAScIR (Moroccan foundation for Advanced Science, Innovation and Research) qui vise à optimiser la durabilité des centrales à miroirs de Fresnel développées par le CEA pour le compte d'ALCEN, en vue de leur implantation sous un climat désertique et en bord de mer.
Améliorer les solutions de stockage	<ul style="list-style-type: none"> • Nouveaux fluides de transfert • Recherche d'un dispositif de stockage thermique intégré au récepteur solaire <i>Projet ANR-SEED In-STORES</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un module de stockage thermique dans un lit de roches sur le démonstrateur de Cadarache
	<ul style="list-style-type: none"> • Projet STARS (ADEME) qui vise à développer une solution de stockage thermique pour les centrales à concentrateurs linéaires de Fresnel avec AREVA 	

Axes d'innovation	Thèmes scientifiques & projets	
	CNRS	CEA
Créer des normes adaptées au solaire thermique à concentration	<ul style="list-style-type: none"> Projet DURASOL (équipement d'excellence) : Etude du vieillissement accéléré des composants et systèmes solaires photovoltaïques et thermiques et des corrélations climatiques via des plates-formes multi-sites pour fournir des outils et des méthodes de test aux industries du solaire afin de promouvoir de nouveaux standards de design pour concevoir les produits de demain 	
Développement de procédés chimiques solaires	<ul style="list-style-type: none"> Production d'hydrogène à partir de ressources hydrocarbonées Cycles thermochimiques de dissociation de l'eau Recyclage et valorisation du CO₂ pour la production de combustibles de synthèse 	<ul style="list-style-type: none"> Démonstration de la valorisation de l'énergie thermique solaire pour le dessalement, la production de froid et la fabrication d'hydrogène par électrolyse

SYNTHÈSE

Positionnement des académiques « leaders »

Des centres de recherche français bien positionnés sur toutes les thématiques d'intérêt

	 National Renewable Energy Laboratory	 PSA	 DLR	 CNRS CEA
Améliorer le rendement des centrales	✓	✓	✓	✓
Réduire les coûts	✓	✓	✓	✓
Améliorer les solutions de stockage	✓	✓	✓	✓
Créer des normes adaptées au solaire thermique à concentration	✓	✓	✓	✓
Développement de procédés chimiques solaires			✓	✓

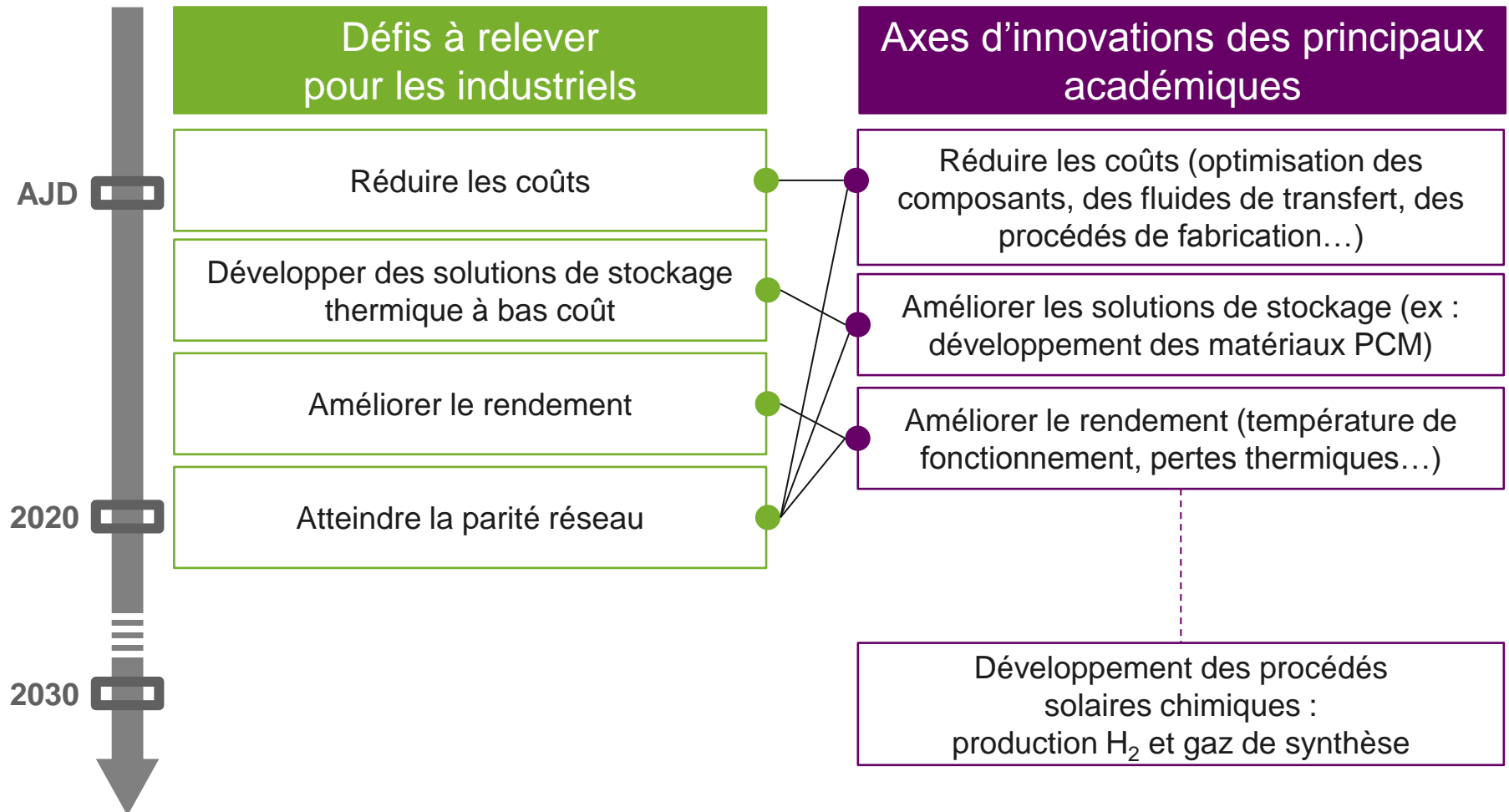
Académiques « leaders »

- **Des centres de recherche très orientés vers les besoins industriels** et qui travaillent en étroite collaboration avec eux
- Les axes de recherche à court-moyen terme sont identiques :
 - **Amélioration du rendement des centrales** via l'augmentation de la température de fonctionnement du système, qui nécessite une optimisation de la réflectance des miroirs, le développement de fluides de transfert de chaleur qui permettent de travailler à plus haute température
 - **Réduction des coûts du champ solaire** (travail sur tous les composants pour les optimiser)
 - **Développement du stockage** (nouveaux sels fondus, matériaux à changement de phase...)
- A plus long terme, le DLR et PSA travaillent sur la **production de combustibles solaires**.
- Le DLR et PSA sont également impliqués dans des groupes de travail sur les **normes et les méthodes de qualification des composants**
- Seul le NREL a orienté ses recherches uniquement vers les centrales à tour pour la production d'électricité du fait du programme Sunshot Initiative, le DLR et PSA travaillent sur d'autres technologies et applications.

Synthèse

Axes d'innovations

Les retours du terrain montrent une vraie adéquation entre les priorités R&D des leaders académiques et les besoins des industriels, en particulier pour adresser la réduction des coûts qui pourrait ouvrir un marché potentiel important



Partie B : Etude solaire thermique concentré

B.4 Recommandations

Réalisation : CEA, Bureau d'Etude Marketing



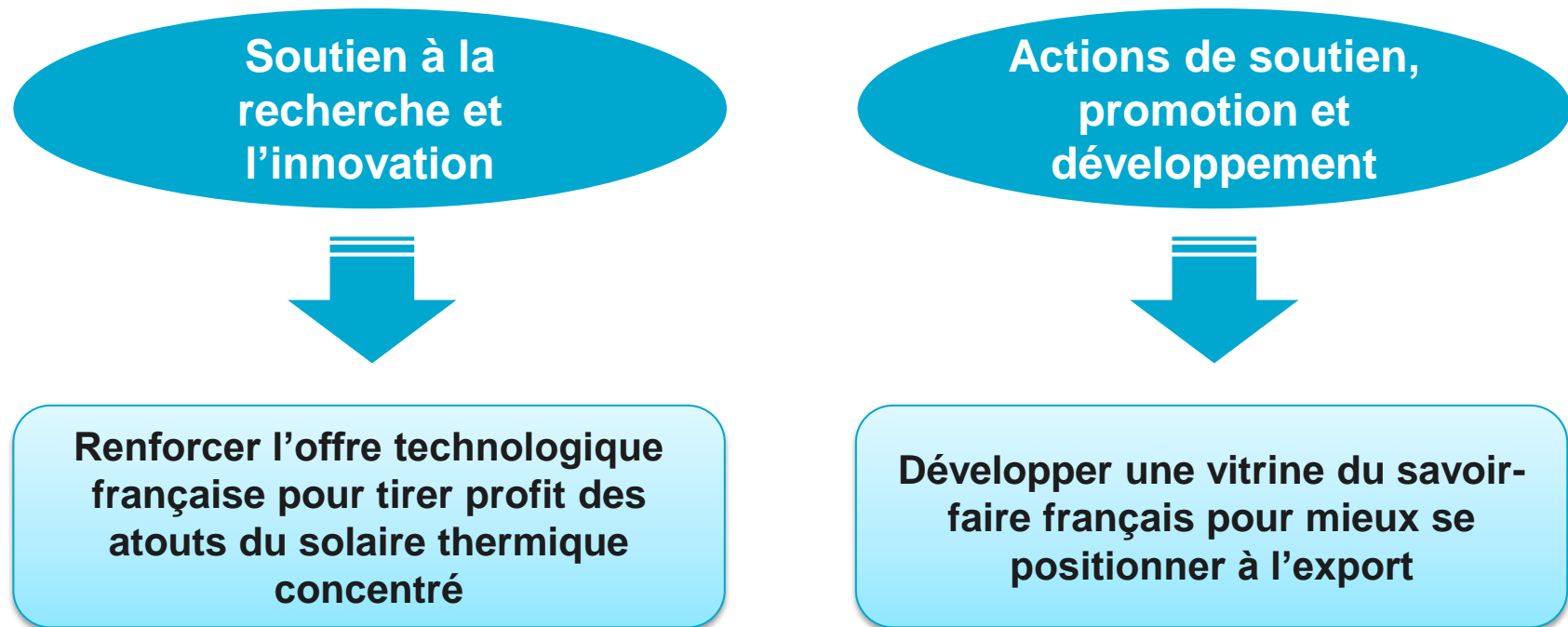
Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

Recommandations (1/3)

Leviers de développement de la filière

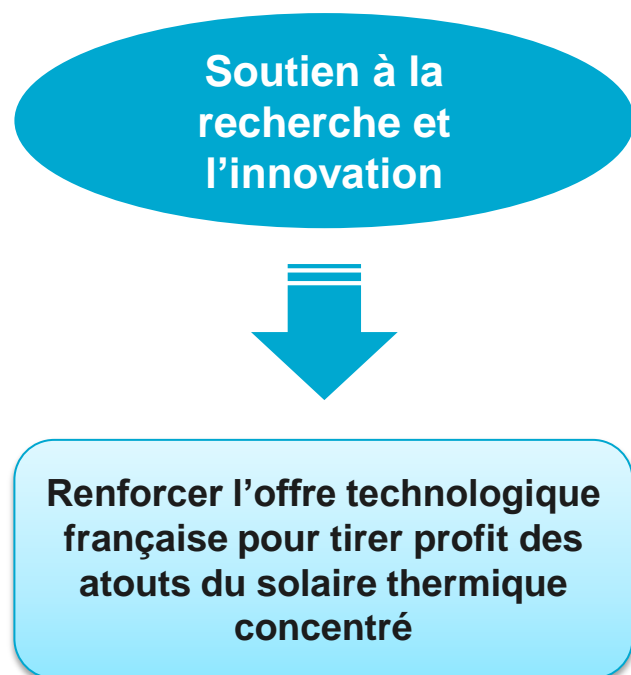
2 leviers peuvent être actionnés pour développer la filière du solaire thermique à concentration en France : soutien financier et actions de promotions



Recommandations (1/2)

Soutien à la recherche et l'innovation

Le soutien à la recherche et l'innovation passe par la mise en place de financements R&D adaptés et le ciblage d'applications à fort potentiel identifiées



- **Mettre en place / poursuivre des financements R&D adaptés pour développer les technologies françaises et répondre au mieux aux grands enjeux identifiés (amélioration du rendement et du stockage, baisse des coûts)**
 - Par exemple, comme les appels d'offre AMI ADEME en 2012 qui ont permis de financer quatre projets de développements et d'expérimentations (Microsol, LFR500, eCare, Stars)
 - Financements R&D pour les démonstrateurs, mais aussi au niveau plus amont, par exemple sur les composants ou le stockage
- **Se positionner sur les applications spécifiques à fort potentiel identifiées**
 - Centrales de 3ème génération à haut rendement où la R&D française est bien positionnée au plan international
 - Comme les applications industrielles et l'hybridation et pas uniquement sur les grandes centrales reliées au réseau

La mise en place d'un plan de soutien impliquant les industriels, l'Etat et les organismes de financement devrait permettre à la filière française de se positionner sur le marché, avec au cœur de ce plan de soutien l'aide au financement, la création de références par les démonstrateurs et la promotion de la technologie et de la filière.



- **Favoriser l'export**

- Mieux se coordonner avec l'action internationale de l'Etat
- Créer des liens avec les pays d'intérêt en allant y installer des démonstrateurs, en y finançant des projets via des organismes comme l'AFD, pour que les entreprises françaises puissent se positionner sur les appels d'offres avec des références
- Renforcer les dispositifs de soutien à l'export (réseaux d'ambassades, Ubifrance, Ademe international, Oséo) pour permettre plus de prospection et avoir plus d'offres

- **Mieux communiquer en France sur le solaire thermique concentré qui reste une technologie encore pas assez connue des décideurs et des financeurs**

- Disséminer les connaissances via études, livres blancs, roadmaps technologiques

- **Adapter le cadre législatif français**

- Introduire de l'hybridation dans les textes de loi français pour développer les démonstrateurs hybrides (avec des énergies fossiles ou renouvelables comme la biomasse)
- Créer d'un fonds chaleur spécifique CSP
- Simplifier les démarches pour construire un démonstrateur

- **Françoise FABRE, Directrice CVT Ancre**
francoise.fabre@cea.fr
01 64 50 12 35
- **Arnaud Witomski, Coordinateur de l'étude, CEA - bureau d'étude marketing**
arnaud.witomski@cea.fr
04 38 78 04 14
- **Cécile Coutard, chargée d'étude marketing, CEA - bureau d'étude marketing**
cécile.coutard@cea.fr
04 38 78 14 15
- **Daphné Boulard, chargée d'étude bibliométrie, CEA - bureau d'étude marketing**

Partie B : Etude solaire thermique concentré

Annexes

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

- **Annexe A : Brevets de référence**
- **Annexe B : Focus sur quelques acteurs chinois**
- **Annexe C : Focus sur quelques acteurs français**
- **Annexe D : Généralités sur les brevets**
- **Annexe E : Source des cartographies – projets CSP**
- **Annexe F : Calcul des ratios CSP/EnR par pays**
- **Annexe G : Répartition des coûts - Données et sources**
- **Annexe H : Le financement des projets**
- **Annexe I : Dernières news**

TOP 10 DES BREVETS LES PLUS CITES PAR DES BREVETS DU CORPUS

Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant	Statut juridique
CONVERSION OF SOLAR ENERGY	24	WO02097341	2001	SUNTRUST US	Délivré
Solar collector system	22	US4117682	1976	Smith Otto J M (Inventeur)	Expiré
Parabolic trough solar energy collector assembly	22	US4135493	1977	BE AEROSPACE US	Expiré
Method of making precision parabolic reflector apparatus	21	US4268332	1975	SUN TRAC INDUSTRIES US	Expiré
SOLAR ENERGY CONVERSION SYSTEM	21	US3924604	1975	G T Schjeldahl (Inventeur)	Expiré
Method of manufacturing parabolic trough solar collector	20	US4372027	1980	SOLAR KINETICS GB	Expiré
LINEAR FRESNEL SOLAR ARRAYS	20	US2009056699	2006	AREVA FR	Délivré
Absorber pipe for solar heating applications	19	DE10231467	2002	SCHOTT DE , CARL ZEISS DE	Délivré
Method and apparatus for collecting solar energy	19	US3884217	1974	ECOTHERMIA US	Expiré
Solar energy collector	19	US4291677	1977	Monk Robert J (Inventeur)	Expiré

BREVETS EN VIGUEUR PARMIS LES 100 PLUS CITES PAR DES BREVETS DU CORPUS

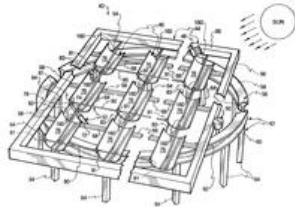
Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant
Conversion of solar energy	24	WO02097341	2001	SUNTRUST US
Linear fresnel solar arrays	20	US2009056699	2006	AREVA FR
Absorber pipe for solar heating applications	19	DE10231467	2002	SCHOTT DE , CARL ZEISS DE
Sunlight collecting system	16	US5979438	1997	MITAKA KOHKI JP
Solar energy collector system	16	US5899199	1995	AREVA FR, UNIVs SYDNEY AU
A parabolic solar concentrator module	15	WO02103256	2001	ENEA IT
Lightweight , low-cost solar energy collector	14	US2004055594	2003	CALTECH US, NASA, LITE TROUGH US
Calibration and tracking control of heliostats in a central tower receiver solar power plant	13	US2009107485	2008	ESOLAR US
Solar collector	13	US2006150967	2003	CARPE DIEM SOLAR DE
Heliostat for sunlight concentration system and method of controlling the same	13	JP2004037037	2002	MITAKA KOHKI JP
Solar thermal aerosol flow reaction process	13	US6872378	2001	NREL US, UNIV COLORADO US, DOE US, MIDWEST RES INST US
Hybrid central receiver	12	US5417052	1993	NREL US, DOE US, MIDWEST RES INST US
Method and control system for operating a solar power tower system	12	US2009217921	2008	BRIGHTSOURCE US

Annexe A : brevets de référence (3/4)

BREVETS EN VIGUEUR PARMIS LES 100 PLUS CITES PAR DES BREVETS DU CORPUS

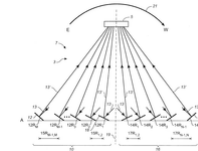
Titre	Nombre de citations	Numéro de publication	Année	Déposant
Feedback control method for a heliostat	11	US7207327	2004	UNITED TECHNOL US
Multi-tube solar collector structure	11	WO2005078360	2005	AREVA FR
Improved trough reflectors for solar energy collectors	10	WO2007087680	2007	MIRALITE AU
High temperature solar receiver	10	US2008011290	2007	BRIGHTSOURCE US, ATK US
Sunlight heat collector, sunlight collecting reflection device, sunlight collecting system, and sunlight energy utilizing system	9	WO2006025449	2005	UNIV TOKYO JP
Multi-receiver heliostat system architecture	9	US2009038608	2007	ANGELES TECHNOLOGIES US
Solar thermal aircraft	9	US2005242232	2004	LAWRENCE LIVERMORE NAT SECURITY US
Molten salt receiver cooling system	9	US6701711	2002	UNITED TECHNOL US
Solar dish concentrator with a molten salt receiver incorporating thermal energy storage	9	US7051529	2002	UNITED TECHNOL US
Thermally controlled solar reflector facet with heat recovery	9	US2002185124	2007	BOEING, UNITED TECHNOL US
Parabolic trough or dish reflector for use in concentrating solar power apparatus and method of making same	9	US2007223096	2006	CRVC LU, GUARDDIAN IND US
Method for controlling the orientation of a heliostat on a receiver, heliostat apparatus and solar power plant	8	US2009249787	2006	GERMAN AEROSPACE CENTER DE
Thin Film Trough Solar Collector	8	US2007240704	2006	Prueitt Melvin L (Inventeur)

CONVERSION OF SOLAR ENERGY - WO2097341 – 2001 – SUNTRUST US



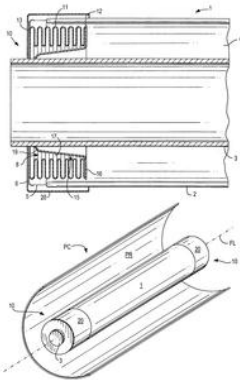
An array of elongated concave parabolic trough-shaped reflectors is disclosed. The orientation of the array is biaxially kept essentially perpendicular to rays of the sun by an optical control such that sunlight is reflected and concentrated along a focal line of each elongated reflector by which (a) water in a tube disposed at the focal line is heated by reflected line focused sunlight impinged thereon and/or (b) line focused reflected sunlight is optically transformed into point focused reflected sunlight using Fresnel lenses from which electricity is generated using solar cells upon which the point focused reflected sunlight is impinged.

LINEAR FRESNEL SOLAR ARRAYS - US2009056699 – 2007 – AREVA FR



Described herein are solar energy collector systems, components for solar energy collector systems, and methods for installing solar energy collector systems. The components for solar energy collector systems include but are not limited to solar radiation absorbers, receivers, drives, drive systems, reflectors, and various support structures. The solar energy collection systems, solar radiation absorbers, receivers, drives, drive systems, reflectors, support structures, and/or methods may be used, for example, in LFR solar arrays

Absorber pipe for solar heating applications - DE10231467 – 2002 – SCHOTT DE



The absorber pipe (1), especially for a parabolic collector for a solar heat collecting apparatus, is described. The absorber pipe (1) includes central metal pipe (3), a glass sleeve tube (2) surrounding the nine so that an annular space (4) is formed between them and an expansion compensating device connecting the central metal nine and a glass-metal transitional element (5) on a free end of the sleeve tube (2).The expansion compensation device (10) connects the metal pipe and sleeve tube, so that they can slide relative to each other, and includes folding bellows (11) for that purpose. Furthermore it also includes a connecting element (15), which has either a cylindrical or a conical section (17, 18, 18) and which connects an interior end of the folding bellows with the metal pipe.

Annexe B : Focus sur quelques acteurs chinois (1/2)

Zhejiang Supcon Solar Technology (filiale du Zhejiang Supcon Group)

Une des entreprises chinoises leaders sur le CSP en Chine.

- **Nom en chinois :** 浙江中控太阳能技术有限公司
- **Année de création :** 1993 (pour le Supcon Group)
- **Localisation :** Hangzhou
- **Nombre d'employés :** Entre 201 et 500 (d'après le profil LinkedIn de la filiale solaire).
- **Cœur de métier :** pour le Supcon Group : automatique, design engineering
- **Pour quels secteurs d'activité ?** Diversifiés : industrie, bâtiments ; activité solaire : 1 des 6 branches du groupe, concentrée sur le CSP (technology supplier –héliostat, molten salt heat storage- mais aussi développeur et EPC contractor pour les centrales CSP)
- **Clients affichés :** N/D
- **Projets en cours :** projet de tour solaire 50MW dans la province de Qinghai
- **Informations financières :** pour Supcon Group : \$300 million
- **R&D (collaborations, brevets...)** : 20 brevets affichés sur leur site
- **'Ouverture' à l'international :**
 - Site Internet : <http://www.supconsolar.com/#!>
 - Version anglaise ? Oui

Beijing WiSword Hi-Tech Development

Une entreprise sur laquelle on trouve peu d'informations pertinentes sur le Net (pas de site Internet dédié, même en chinois)

- **Nom en chinois :** 北京智慧剑科技发展有限责任公司 (une de ses filiales : 保定奥能太阳能科技有限公司)
- **Année de création :** 2005
- **Localisation :** Beijing
- **Nombre d'employés :** de l'ordre de la centaine de personnes
- **Cœur de métier :** solar heat pipe pour le CSP
- **Clients affichés :** N/D
- **Projets en cours :** participe à l'établissement d'un parc industriel sur le solaire thermique dans la province du Shangdong
- **Informations financières :** N/D
- **R&D (collaborations, brevets...)** : 200 brevets affichés
- **'Ouverture' à l'international :**
 - Site Internet : Non

Annexe B : Focus sur quelques acteurs chinois (2/2)

Shanghai ParaSol Energy

Une entreprise qui travaille en collaboration étroite avec une université chinoise de rang 1, l'université Shanghai Jiaotong.

- Nom en chinois : 上海晶电新能源有限公司
- Année de création : 2011
- Localisation : Shanghai
- Nombre d'employés : 11 à 50 (donnée affichée sur un répertoire d'entreprises chinois, à confirmer)
- Cœur de métier : CSP (notamment Réflecteur, Concentrateur optique)
- Clients affichés : de grands développeurs chinois comme Shanghai Electric ou Datang
- Projets en cours : impliqué dans un projet de centrale CSP 10MW dans la province du Qinghai (technologie : tour solaire)
- Informations financières : Revenu compris entre 1 et 2 millions RMB (entre 120 000 et 250 000€, donnée affichée sur un répertoire d'entreprises chinois, à confirmer)
- R&D (collaborations, brevets...) : 8 brevets annoncés sur le site ; une collaboration importante avec l'Université Shanghai Jiaotong
- 'Ouverture' à l'international :
 - Site Internet : <http://www.para-solenergy.com/english/index.aspx>
 - Version anglaise ? Oui

Tianjin Lantian Solar Tech. Co

Une filiale d'un gros groupe étatique chinois, le CETC (China Electronics Technology Group Corporation). La société se présente comme une société leader en Chine sur le CPV.

- Nom en chinois : 蓝天太阳是中国电子科技集团公司
- Année de création : 2009
- Localisation : Tianjin
- Nombre d'employés : N/D
- Cœur de métier : Solaire (PV, thin films, CPV modules)
- Clients affichés : N/D
- Projets en cours : Un projet de centrale CPV à Tianjin évoqué
- Informations financières : N/D
- R&D (collaborations, brevets...) : N/D
- 'Ouverture' à l'international :
 - Site Internet : http://www.tjsolartech.com/lantian_english/index.do
 - Version anglaise ? Oui

Annexe C : Focus sur quelques acteurs français (1/3)

Solar
Block



PRESENTATION GENERALE

Date de création	CA	Effectif total	Structure financière
2001	Total : 9,34 Md€ EnR : 572 M€	Total : 48000 EnR : 1250	Rachat de la société américaine AUSRA en 2010 pour développer la branche solaire
ACTIVITES		POSITIONNEMENT TECHNOLOGIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> Présentation générale: AREVA Solar propose des solutions clés en main utilisant la technologie CLFR (réflecteur à miroirs de Fresnel linéaires) La filiale d'Areva aurait plus de 500 MW de projets CSP en portefeuille. 		<ul style="list-style-type: none"> Centrale à concentrateur linéaire de Fresnel Stockage thermique à sable fondu en développement 	
R&D		POSITIONNEMENT MARCHÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Effectif R&D: N.D 24 brevets déposés par Areva Solar Mise en place d'un centre de test à Beaumont-Hague pour optimiser les performances de la technologie CLFR par l'étude du revêtement de surface des tubes du récepteur. Partenaires: CEA, CNRS, Sandia National Labs 		Secteurs applicatifs <ul style="list-style-type: none"> Centrales hybrides gaz / solaire Centrales fossiles augmentées par l'énergie solaire Off-grid Chaleur industrielle 	
		<ul style="list-style-type: none"> Clients: Construction de deux centrales CSP dans l'Etat du Rajasthan qui produiront 125 MW chacune (initialement mises en opération prévues en mai 2013, repoussées à mars 2014) En Australie, projet Solar Dawn avec CS Energy et Wind prospect CWP pour la construction d'une centrale hybride solaire thermique et gaz naturel de 250 MW. 	

Annexe C : Focus sur quelques acteurs français (2/3)

Solar
Block



FOCUS ON SOLAR SOLUTIONS

PRESENTATION GENERALE

Date de création	CA (04/12)	Effectif total	Structure financière
2007	4,77 M€	46	-
ACTIVITES		POSITIONNEMENT TECHNOLOGIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> Présentation générale: Conception de systèmes de tracking pour des modules PV et CPV Bureau d'études avec une gamme de services couvrant toute la chaîne de vie d'un tracker, depuis les études préliminaires jusqu'à l'exploitation et la maintenance Recherche & développement des technologies à concentration solaire 		<ul style="list-style-type: none"> gamme complète de trackers solaires Exotrack 	
R&D		POSITIONNEMENT MARCHÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Effectif R&D: N.D 6 brevets déposés Partenaires: CEA, INES, CNRS 		Secteurs applicatifs <ul style="list-style-type: none"> Centrales solaires thermodynamiques PV 	
		<ul style="list-style-type: none"> Clients: EDF Energies Nouvelles, La compagnie du Vent, JMB Energie 	

Annexe C : Focus sur quelques acteurs français (3/3)



UN CONCENTRÉ D'ÉNERGIES

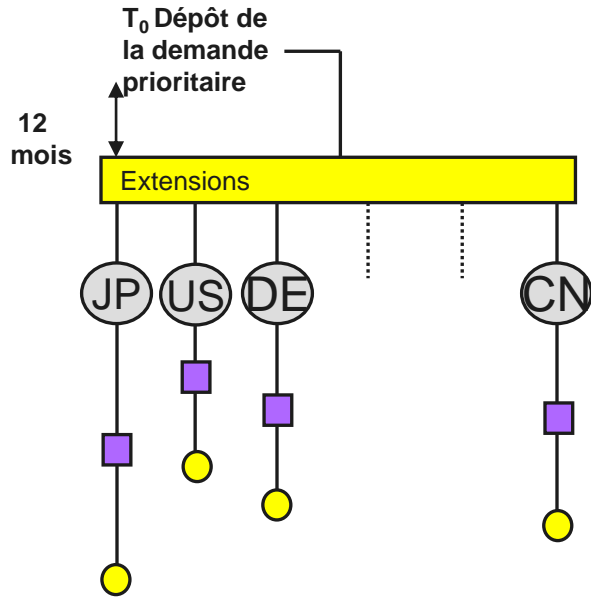
Power
Block

PRESENTATION GENERALE			
Date de création	CA	Effectif total	Structure financière
2009	n.a	12	Levée de fonds de 1,1M€ en juillet 2011
ACTIVITES		POSITIONNEMENT TECHNOLOGIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> Présentation générale <p>Exoès développe des solutions de conversion de chaleur en électricité, récupération de chaleur à l'échappement, exploitation de chaleur perdue</p>		<ul style="list-style-type: none"> Développement d'un moteur Rankine SHAPE. Ce module breveté convertit l'énergie issue d'une source chaude en électricité et chaleur avec un rendement global de 90 %. 	
R&D		POSITIONNEMENT MARCHÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Effectif R&D: N.D 2 brevets déposés Partenaires: CEA, Schneider Electric, Grundfos... 		Secteurs applicatifs	
		<ul style="list-style-type: none"> Transport Aéronautique Solaire Biomasse Récupération de chaleur industrielle 	
		<ul style="list-style-type: none"> Clients: 	

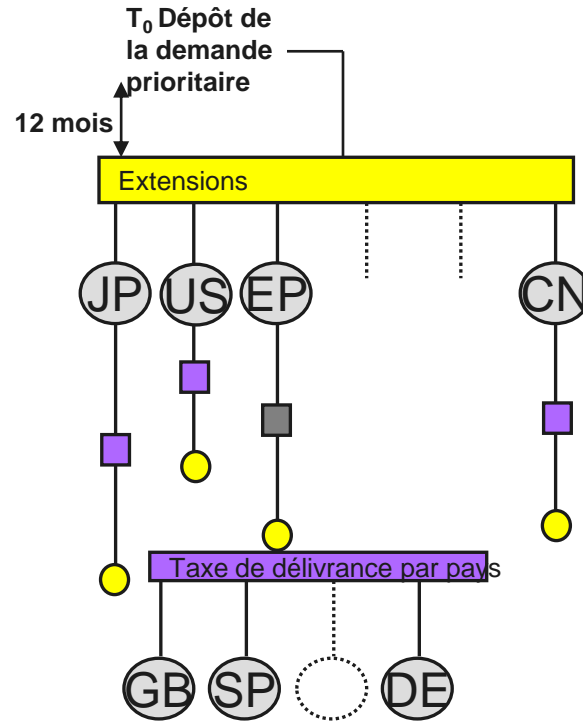
Annexe D : Généralités sur les brevets

Modalité de dépôts

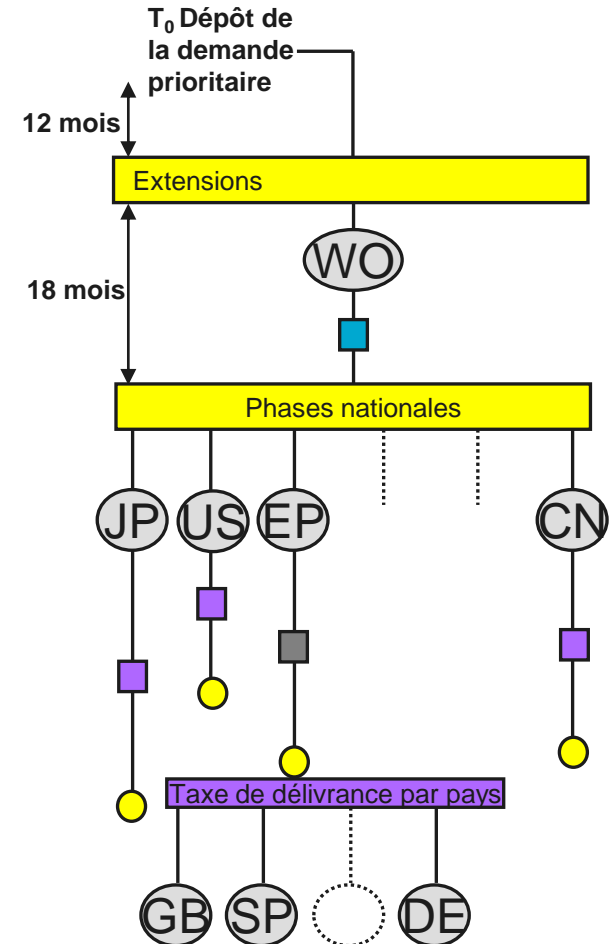
Dépôts nationaux directs



Dépôts par voie Européenne



Dépôts par voie PCT



Annexe D : Généralités sur les brevets

Définitions

- Famille de brevets : une famille de brevets se définit comme un ensemble de brevets (Brevets prioritaires + extensions) déposés dans divers pays (ou offices de brevets) pour protéger une même invention.
- Publication des brevets : en contrepartie de la protection que confère un brevet, celui-ci est publié afin de faire partie de l'état de la technique. Cette publication a lieu 18 mois après le dépôt de la demande.
- Délivrance : après examen par l'office de brevets concerné, une demande de brevet est délivrée si elle satisfait aux quatre critères de brevetabilité (Invention, Nouveauté, Activité inventive, Application industrielle).
- PCT (WO): traité de coopération en matière de brevets (Patent Cooperation Treaty) établi en 1970. Le traité est ouvert aux états ayant signés la Convention de Paris pour la protection de la Propriété industrielle (1883) – 144 signatures en mars 2012. Le traité permet de demander la protection d'un brevet pour une invention simultanément dans un grand nombre de pays en déposant une demande « internationale » de brevet et ainsi de repousser dans le temps les « phases nationales » lors desquelles le choix des pays où l'on souhaite être protégé s'effectue.
- Brevet Européen (EP) : La convention sur le Brevet Européen (CBE), connue sous le nom de « Convention de Munich », est un traité multilatéral instituant l'Organisation Européenne des Brevets (OEB) et instituant un « brevet Européen ». Le brevet européen créé par la convention n'est pas un titre unitaire valable dans tous les pays signataires : il s'agit d'un groupe de brevets nationaux indépendants. Cette demande de brevet unique, qui fait l'objet d'un examen unique par l'Office Européen des Brevets, permet de bénéficier de la protection dans tous les pays contractants jusqu'à la délivrance. Une fois délivré, il est nécessaire de payer la taxe de délivrance (et le cas échéant d'effectuer la traduction du texte) dans chaque pays choisi pour y conserver la protection.

- Les cartographies sont issues du site CSP Today Global Tracker <http://social.csptoday.com/tracker/projects>
- Les différents statuts des projets sont définis comme suit :

■ **Announced:**

A project is announced when it has appeared in the press but there is no other evidence of progress made towards the construction and operation of the project.

■ **Planning:**

A project is under planning when feasibility or pre-feasibility studies are being carried out. This includes land siting studies, Solar Resource Assessment and Pre-feasibility.

■ **Development:**

This means that there is evidence that the developer is actively trying to find the capital, permits and contractors to build the project. A project is under development when it has one or more of the following: environmental impact permit, land having been purchased, water permit, an EPC on-board, financing obtained or procurement having started.

■ **Construction:**

Once a project has obtained a Notice to Proceed, it could be considered as "Under Construction". In essence, any construction activity would indicate the project is being built. Some indicators of early activity include: land grading, hiring construction or specialized contractors and building access roads. Anything beyond this point would definitely show the project is getting built.

The final stages of construction include building connection to the grid, installation of electric tracing and inclusion of molten salts.

■ **Commissioning:**

Once a plant is built there is a period of time reserved for testing and calibrating equipment. This is known as commissioning.

■ **Operation:**

This indicates when the project has started feeding electricity into the grid or is providing thermal energy.

- Les différentes étapes de construction d'une centrale reliées au réseau sont les suivantes :
 - **1 à 2 ans** : contrôle du site, négociation des contrats de revente, accords réglementaires, interconnexion des réseaux, et bouclage financier
 - **1,5 à 2 ans** : ingénierie, permis
 - **1,5 à 2 ans** : construction



**Temps total
4 à 6 ans**

Annexe F : Calcul des ratios CSP/EnR par pays



Pays	Date	Objectifs CSP (MW)	Objectifs EnR (MW)	CSP/EnR
Algérie	2020	1500	2600	58%
Bahrain	n.d	n.d	n.d	
Egypte	2020	1100	8520	13%
Iraq	2016	80	7700	1%
Libye	2020	125	1069	12%
Kowait	2030	1100	7700	14%
Qatar	2020		640	0%
Arabie Saoudite	2032	25000	54000	46%
Syrie	2025	50	2910	2%
Yemen	2025	100	710	14%
Israël	2020	n.d	2760	
Jordanie	2020	300	1800	17%
Liban	2020	0	455-565	
Malte	2020	0	160	0%
Maroc	2020	n.d	6000	
Territoires Palestiniens	2020	20	130	15%
Tunisie	2030	500	4000	13%

Source : rapport IRENA – MENA Renewables Status Report, Juin 2013



Date	Prévisions CSP 2020	Prévisions EnR	CSP/EnR
2020	2690 GWh	333819 GWh	0,8%

Source : Enerfuture



Date	Objectifs CSP (MW)	Objectifs EnR (MW)	CSP/EnR
2030	1200	21534	5,6%

Source : entretien Michael Sudarkasa



Date	Prévisions CSP 2020	Objectifs EnR	CSP/EnR
2020	2300 GWh	20% de la production qui devrait être le double de la production actuelle soit 20% de 63252GWh*2	9%

Source : entretiens/fiche pays



Date	Prévisions CSP 2020	Prévisions EnR	CSP/EnR
2020	4020 MW	216125 MW	1,9%

Source : Enerfuture



Date	Prévisions CSP 2020	Objectifs EnR	CSP/EnR
2020	491 GWh	41000 GWh	1,2%

Source : [Australian Government – Dpt of Environment](#)



Date	Prévisions CSP 2020	Prévisions EnR	CSP/EnR
2020	2445 GWh	1497858 GWh	0,16%

Source : Enerfuture

Annexe G : Répartition des coûts

Données et sources

• Données

Source	Cylindro-parabolique				Tour			
	Champ solaire + fluides	Power block	Stockage	Autres	Champ solaire + fluides	Power block	Stockage	Autres
Entretiens	50%	25%	25%	0%	50%	25%	25%	0%
Acwa Power	50%	28%	16%	6%	-	-	-	-
IEA	35%	5%	9%	51%	-	-	-	-
NREL	49%	18%	9%	24%	50%	14%	6%	30%
Fichtner	48%	18%	8%	26%	-	-	-	-
CSIRO	47%	14%	20%	19%	41%	16%	8%	35%
IRENA	40%	20%	15%	25%	50%	10%	10%	30%
DLR	52%	12%	19%	17%	46%	14%	17%	23%
CSP Today	34%	11%	17%	38%	33%	16%	4%	47%
Moyenne	45%	17%	15%	23%	45%	16%	12%	27%

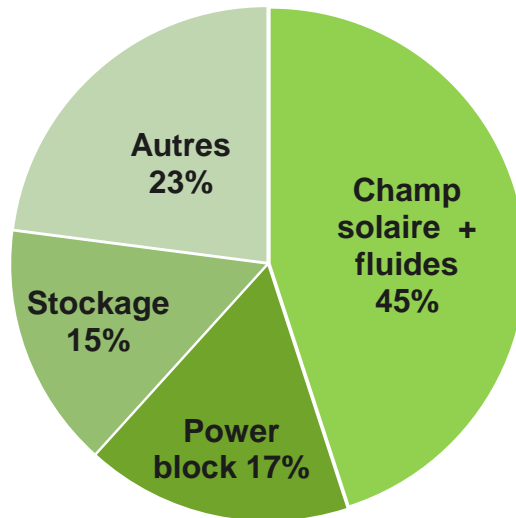
• Sources

- Entretiens
- *Concentrating Solar Power Plants - Status and Costs* – Fichtner – Octobre 2010
- *Concentrated Solar Power Plants, Reducing Cost by increasing Local Content* – Acwa Power, Solar Forum 2012
- *Solar thermal power plants – on the way to commercial market introduction*, DLR, Hans Müller Steinhagen, 2009
- *Technology Roadmap Concentrating Solar Power*, IEA – 2010
- *Renewable energy technologies: cost analysis series*, IRENA – Juin 2010
- *Cost and performance data for power generation technologies*, NREL – Février 2012
- *Concentrating solar power – drivers and opportunities for cost-competitive electricity*, CSIRO, Mars 2011
- *CSP Parabolic Trough Report 2014: cost, performance and thermal storage* – CSP Today
- *CSP Solar Tower Report 2014: cost, performance and thermal storage* – CSP Today

Annexe G : Répartition des coûts CAPEX

- Le champ solaire est la partie la plus importante des coûts totaux d'une centrale quelque soit la technologie
- Des postes de coût relativement identiques pour les deux technologies

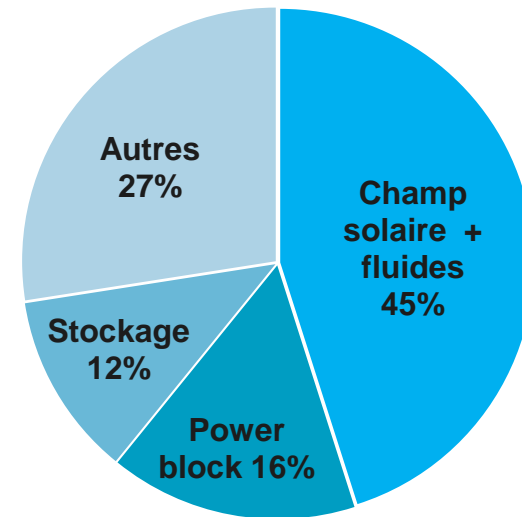
Répartition moyenne du CAPEX d'une centrale CSP cylindro-parabolique



Champ solaire + fluides : structures métalliques, récepteurs, miroirs, échangeurs, fluides de transfert

Autres : engineering, infrastructures, installations électriques, coûts de développement, coût de financement

Répartition moyenne du CAPEX d'une centrale CSP à tour



Champ solaire + fluides : héliostats, récepteurs, générateurs de vapeur

Autres : engineering, infrastructures, installations électriques, coûts de développement, coût de financement

NB :

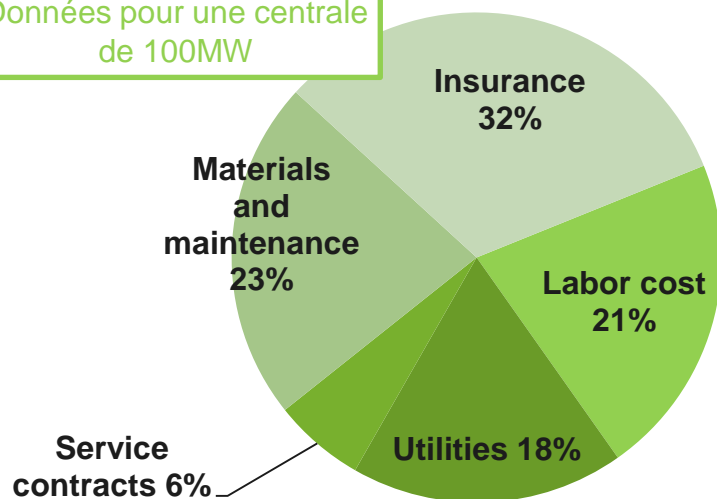
- Calcul réalisé sur une moyenne entre les données obtenues dans les entretiens et différentes études (Cf. Slide Répartition des coûts - Données et sources)
- La part du stockage et du champ solaire peut varier en fonction de la taille du système de stockage (sur les données considérées, stockage de 7 à 8h)

Annexe G : Répartition des coûts OPEX

- Une répartition similaire des postes de dépenses
- La part la plus importante de l'OPEX est due aux assurances. Les coûts de main d'œuvre et de maintenance représentent chacun environ un quart de l'OPEX total.

Répartition moyenne du CAPEX d'une centrale CSP cylindro-parabolique

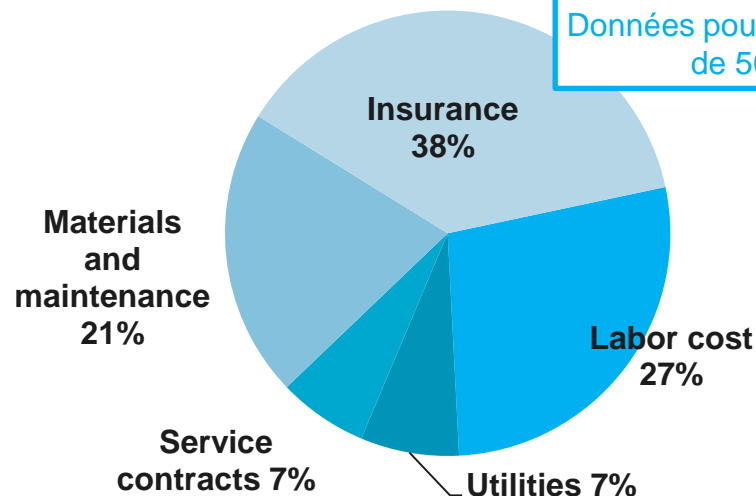
OPEX annuel : 6,8 M€
Données pour une centrale de 100MW



Utilities: eau, électricité, back-up fuel

Répartition moyenne du CAPEX d'une centrale CSP à tour

OPEX annuel : 3,1 M€
Données pour une centrale de 50MW



Utilities: eau, électricité, back-up fuel

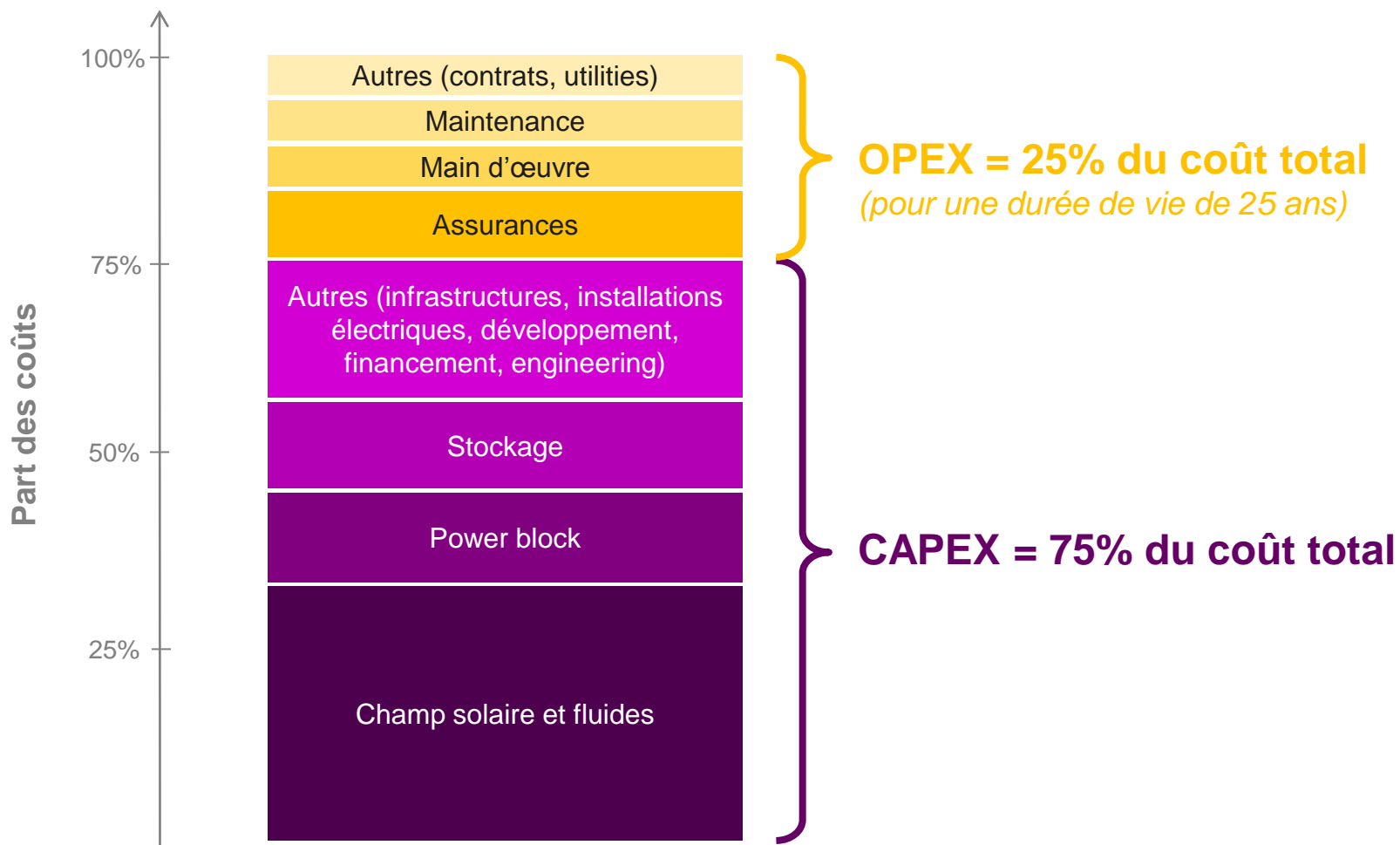
NB :

- Ces données sont issues des rapports CSP Today *CSP Solar Tower 2014: Cost, Performance and Thermal Storage* et *CSP Solar Parabolic Trough 2014: Cost, Performance and Thermal Storage*
- Les données ont été calculées pour une centrale cylindro-parabolique au Chili et pour une centrale à tour en Afrique du Sud.

Annexe G : Répartition des coûts

Synthèse

- Le CAPEX représente la part principale du coût total d'une centrale avec le champ solaire pour environ 30% du total
- L'OPEX représente un quart du coût total.



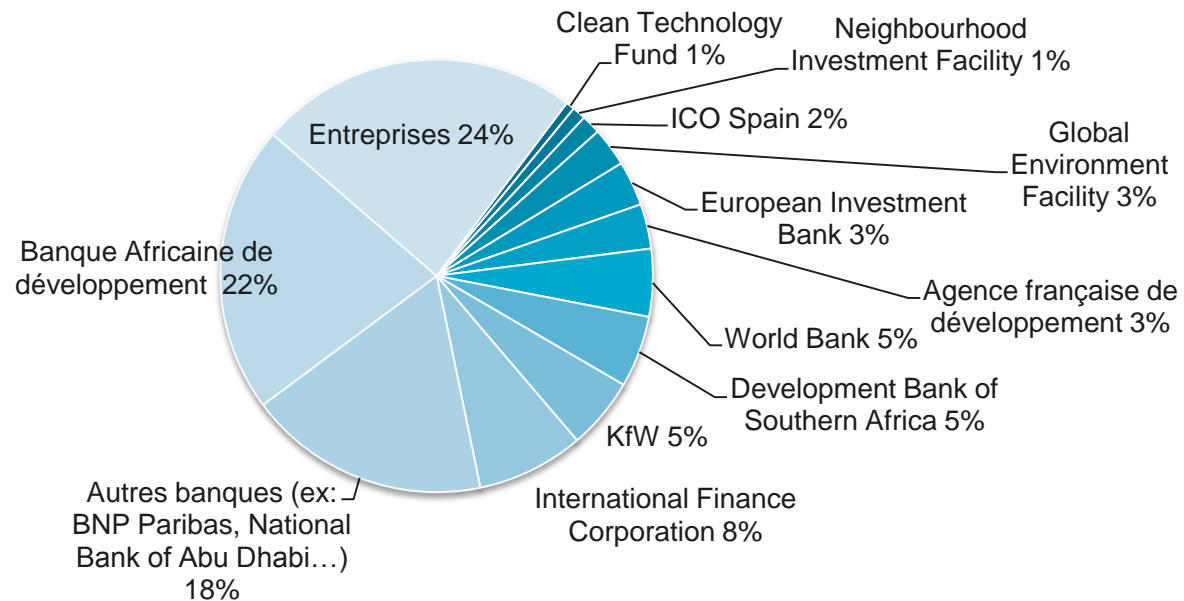
NB : répartition des coûts basée sur les données précédentes, pour une technologie à tour ou cylindro-parabolique. Cette répartition peut évoluer selon le pays d'implantation, la taille de la centrale ou la durée du stockage

Annexe H : Le financement des projets

Zoom sur la zone MENA + Afrique du Sud

→ La moitié des financements provient de banques d'investissement internationales, ¼ des financements est industriel, ¼ est issu d'organismes de financements africains.

Répartition des investissements réalisés (3 milliards) sur les 8 projets > 20MW en opération ou en construction de la zone MENA



Name	Country	MWe	Technology	Status
Ain-Beni-Mathar ISCC	Morocco	20.00	Parabolic Trough	Operation
Bokpoort	South Africa	50.00	Parabolic Trough	Construction
Hassi-R'mel	Algeria	25.00	Parabolic Trough	Operation
KaXu Solar One	South Africa	100.00	Parabolic Trough	Construction
Khi Solar One	South Africa	50.00	Tower	Construction
Kuraymat ISCC	Egypt	20.00	Parabolic Trough	Operation
Noor I	Morocco	160.00	Parabolic Trough	Construction
Shams 1	UAE	100.00	Parabolic Trough	Operation

SolarReserve, based in California, announced at the end of last year that it was opening an office in Perth to pursue both large-scale CSP and photovoltaic projects, **with a focus on the off-grid mining sector**. This could include gold, uranium, iron ore, copper and other mines.

<http://social.csptoday.com/markets/csp-potential-mining-australia#sthash.vLqIPDB3.dpuf>

Saudi Electricity Company (SEC) announced that they have selected **CSP to produce electricity with the 550MW Duba 1 project**, an Integrated Solar Combined Cycle power plant (ISCC) located 50kmNorth of Duba near Tabuk, on the Red Sea coast of Saudi Arabia. This is the first time CSP has been chosen to be deployed above very small scale in the country.

<http://pv.energytrend.com/news/20140110-6041.html>

South Africa's draft Integrated Resource Plan (IRP) revision (Update report 2013) is out for review. A significant development is the proposed **increase in CSP capacity from the initial 1200 MW to 3300 MW**.

<http://social.csptoday.com/markets/need-increase-csp-allocation-sa#sthash.UKLxni0k.dpuf>

Chile's Ministry of Energy and government agency for entrepreneurship, COFO, has **awarded a tender for South America's first concentrated solar power (CSP) plant**. The tender for the **110MW molten salt power technology** plant was awarded to sustainability technology developer, **Abengoa**.

http://www.pv-tech.org/news/chile_to_build_110mw_csp_tower

The **California Energy Commission has blocked the construction of Brightsource's 500MW Palen project**. The Palen Solar Electric Generating System's (PSEGS) plans involved two CSP towers generating 250MW of energy each.

http://www.pv-tech.org/news/california_rejects_another_brightsource_csp_project

The Asian Development Bank (ADB, Manila) has announced that it will loan USD 150 million to China to build a **50 MW concentrating solar power (CSP) plant in Qinghai Province**, Northwestern China.

<http://www.solarserver.com/solar-magazine/solar-news/current/2013/kw50/concentrating-solar-power-adb-loans-usd-150-million-to-china-to-build-50-mw-csp-plant.html>