

L'intégration du photovoltaïque dans les bâtiments

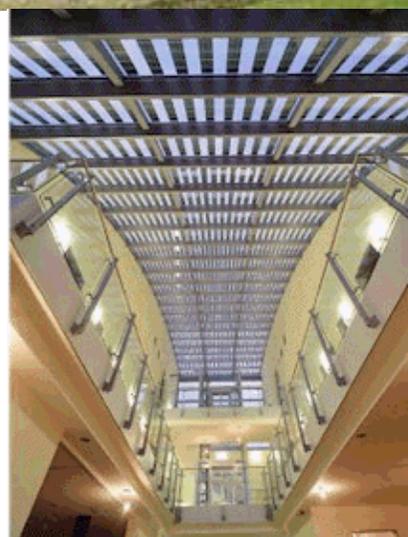


Philippe Malbranche
INES RDI

Tél : 33 4 79 44 45 46

Mél : philippe.malbranche @ cea.fr

www.ines-solaire.fr



Sommaire



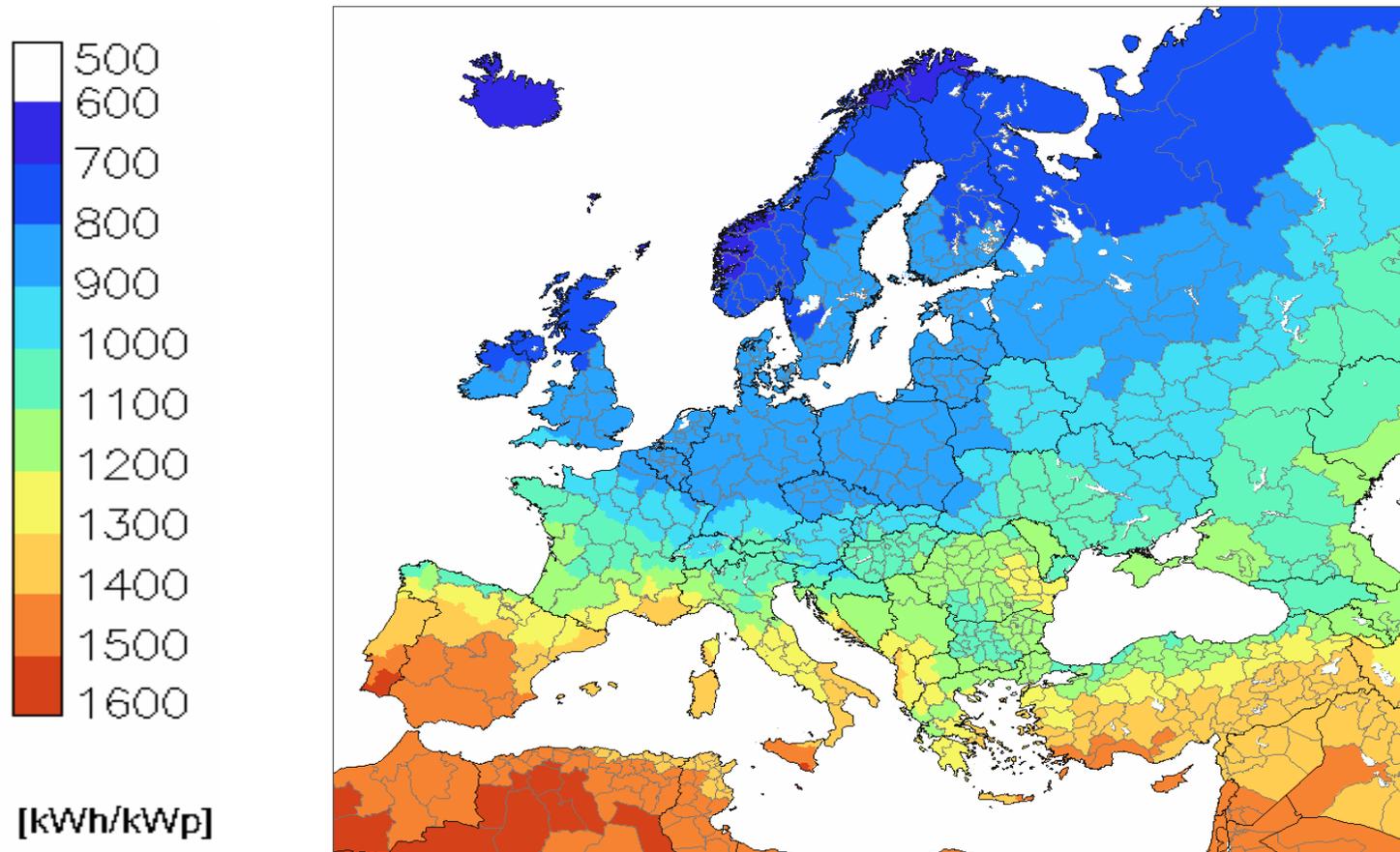
- **Le photovoltaïque :**
 - ◆ les chiffres clés actuels
 - ◆ les tendances : prix et performances

- **Le photovoltaïque intégré au bâtiment :**
 - ◆ Pourquoi, comment,
 - ◆ Les attentes et les évolutions

La disponibilité de la ressource :



Production énergétique en kWh/ kWc

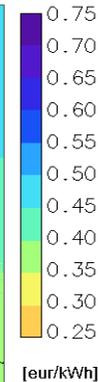
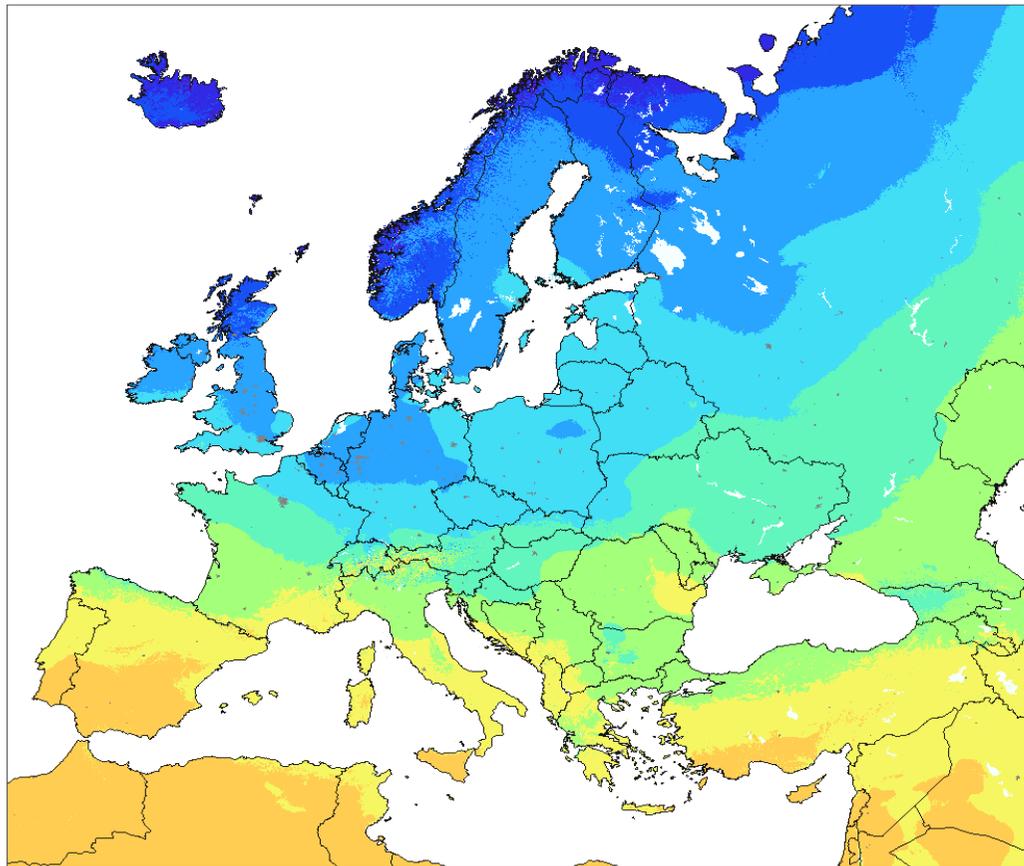


Source: European Commission, DG Joint Research Centre

Les prix de revient actuels :



- **Modules : 3 à 5 €/Wc, Systèmes : 4 à 10 €/Wc**
- **Variable selon l'ensoleillement, de 0,25 à 0,65€/kWh**



Hypothèses d'un petit système individuel : < 5 kWc

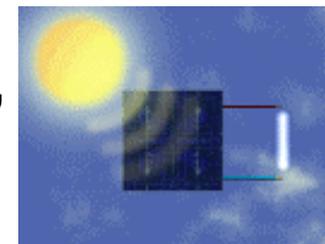
- Coût du système: 6 €/Wc
- Durée d'amortissement : 20 ans
- Taux d'intérêt: 4%
- Inflation: 2%
- Coût annuel de maintenance = 1% de l'investissement.
- Inclinaison optimisée

Source: European Commission, DG Joint Research Centre

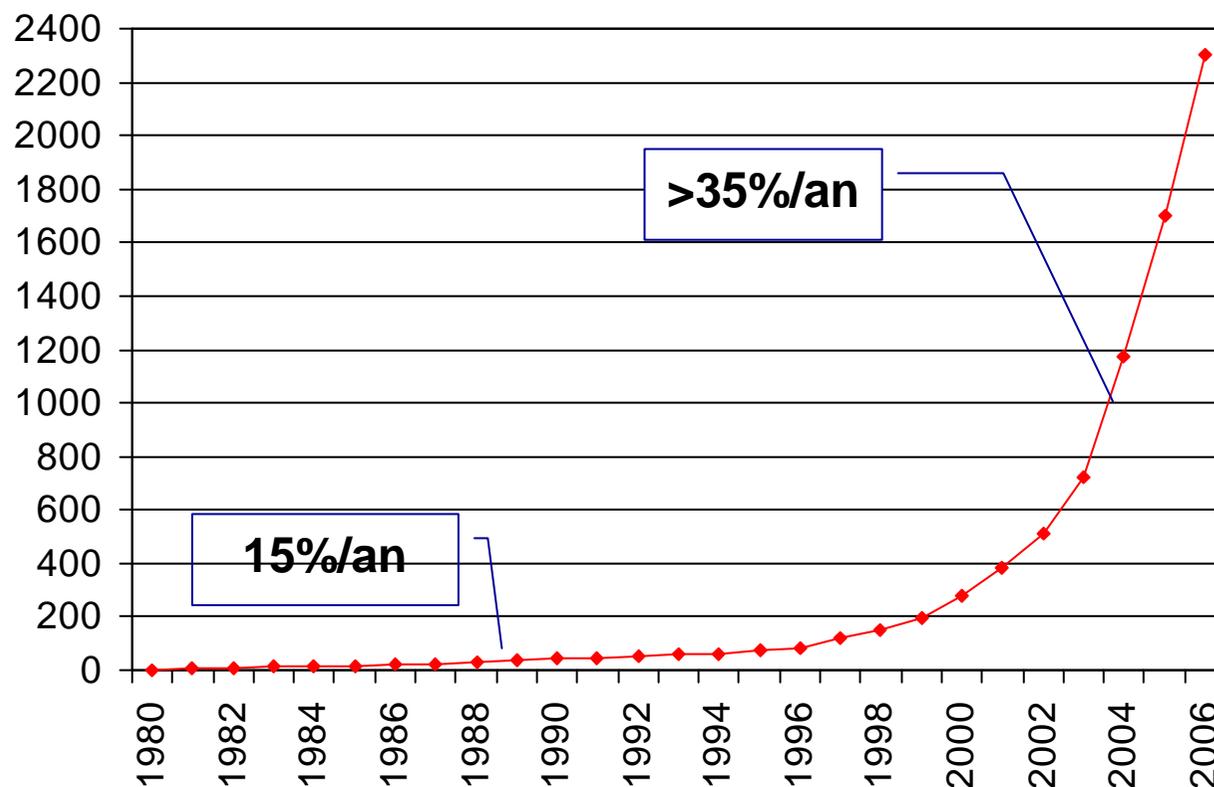
Un marché mondial en forte croissance



... qui s'appuie sur les dynamiques japonaise, allemande et américaine



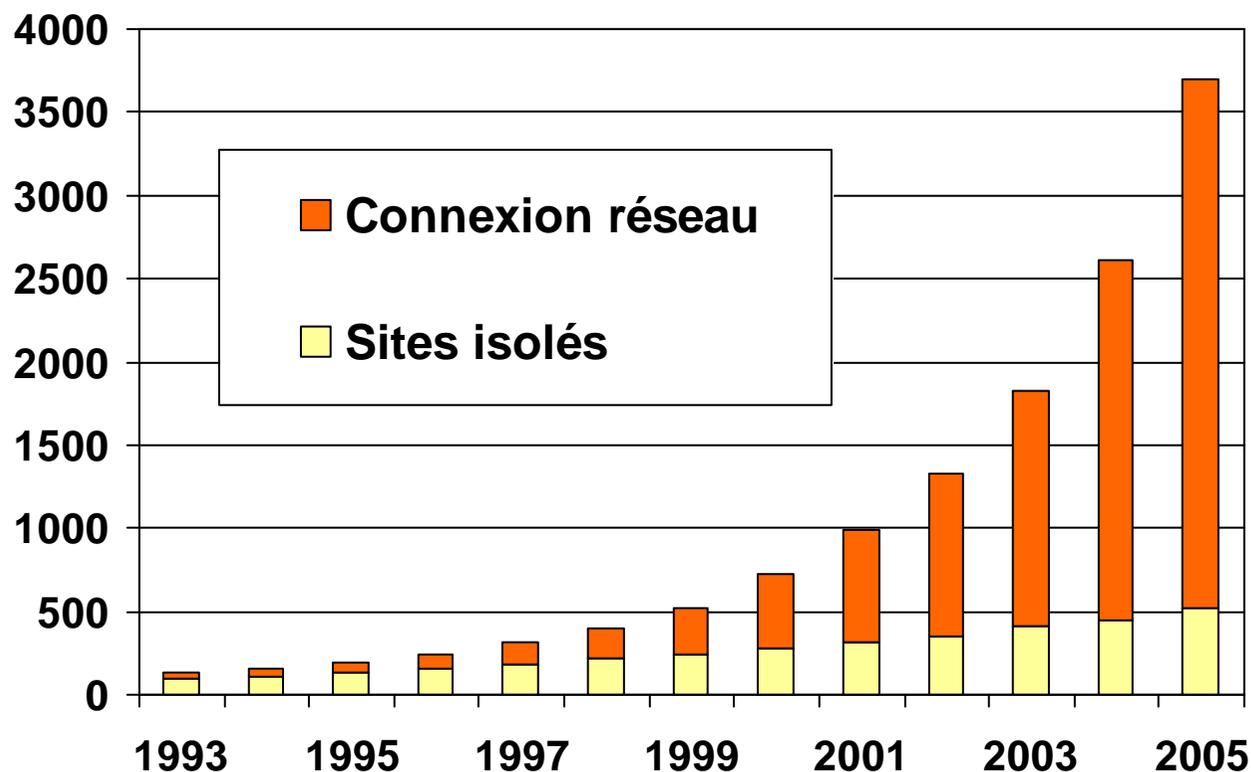
- **Plus de 2000 MW en 2006, pour un CA de près de 10 G€**
- **La croissance s'accélère :**
 - ◆ 15% par an autrefois
 - ◆ 35% par an sur les 6 dernières années



Répartition des installations par type



- L'application « connexion au réseau » est majoritaire



L'électricité photovoltaïque en sites isolés :



Applications professionnelles

Electrification rurale

La production sur le réseau électrique : de 1 à 10 kW



Maisons individuelles, lotissements



Des villes entières : 550 maison, soit 2,2 MW à Ota, Japon

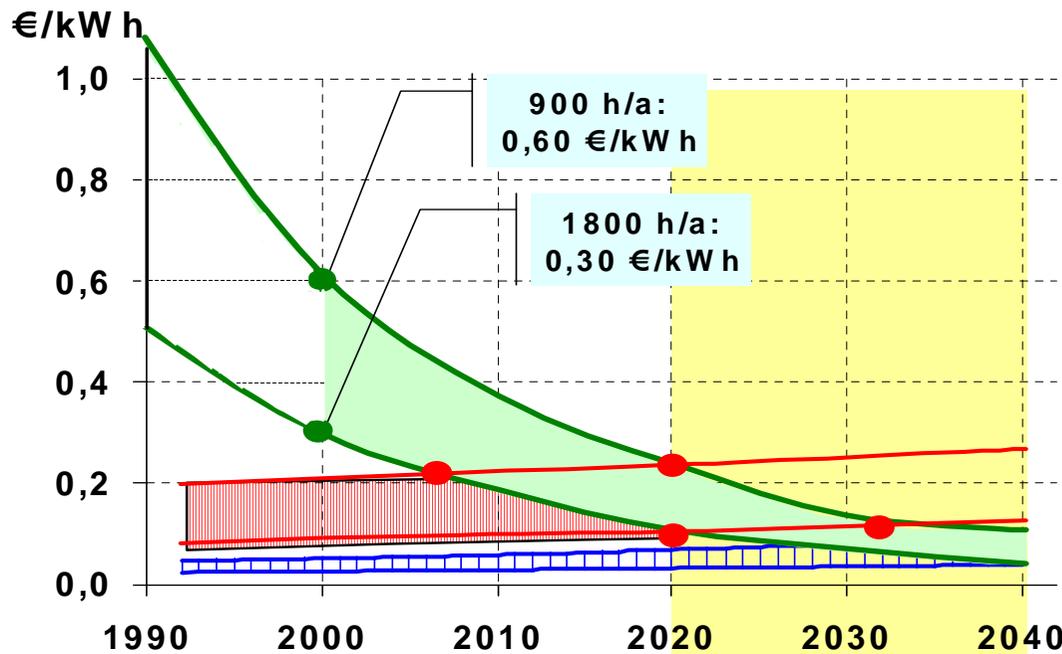
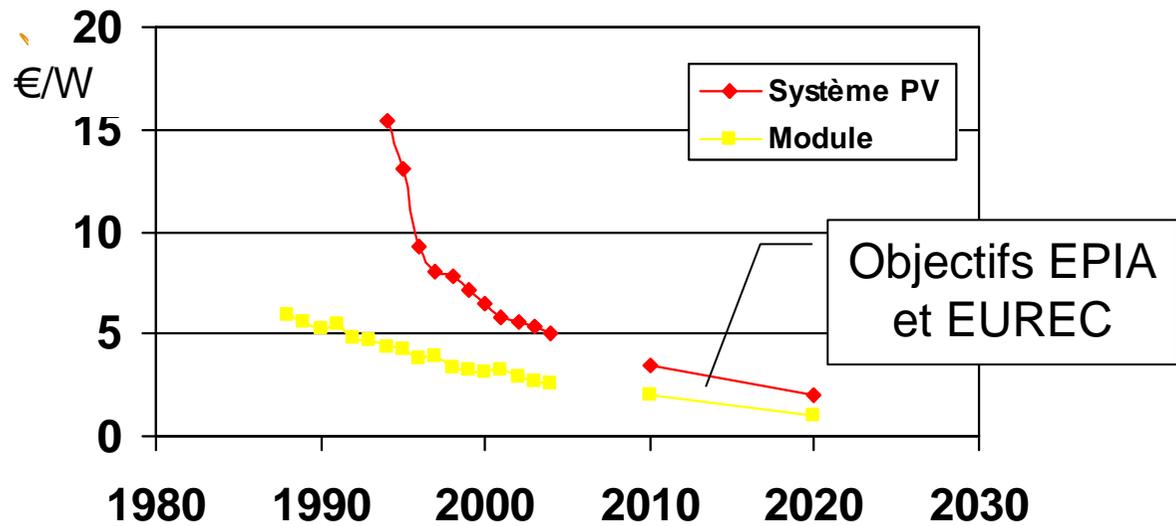


Des centrales de 1 à 10 MW, et bientôt 100 MW



Colloque National Électricité solaire photovoltaïque, 20-22 mars 2007

Les prix : baisse régulière, objectifs 2010 et 2020 en continuité



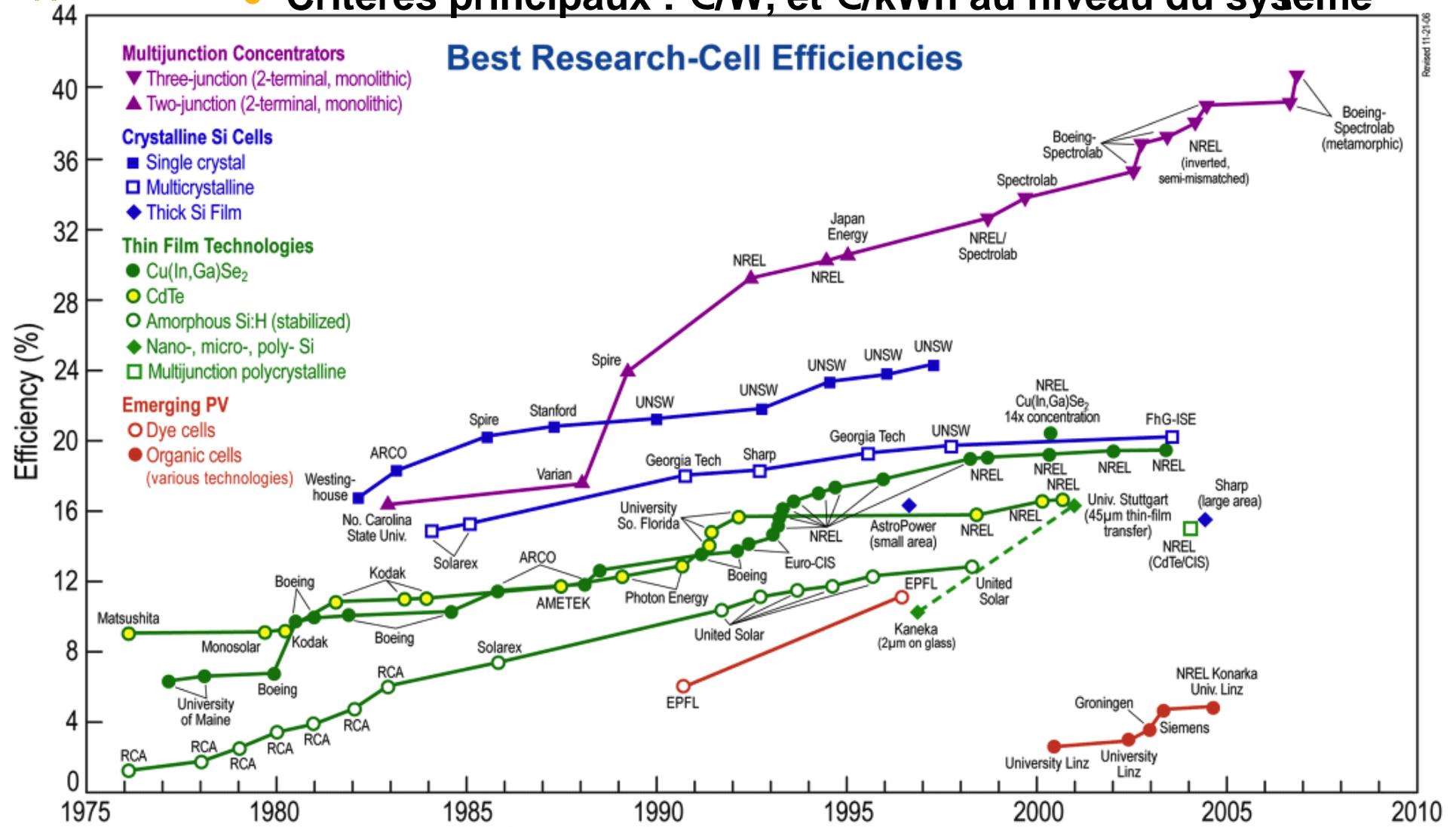
- **Baisse régulière de 5% par an**
- **Le module photovoltaïque ne représente que la moitié des coûts du « système intégré »**
- **Une électricité progressivement compétitive sur toutes les niches du marché**

Une technologie dominante, parmi un éventail de possibilités

- Tous les rendements sont en constante augmentation



- Critères principaux : €/W, et €/kWh au niveau du système



Colloque National Électricité solaire photovoltaïque, 20-22 mars 2007

Résumé des caractéristiques actuelles



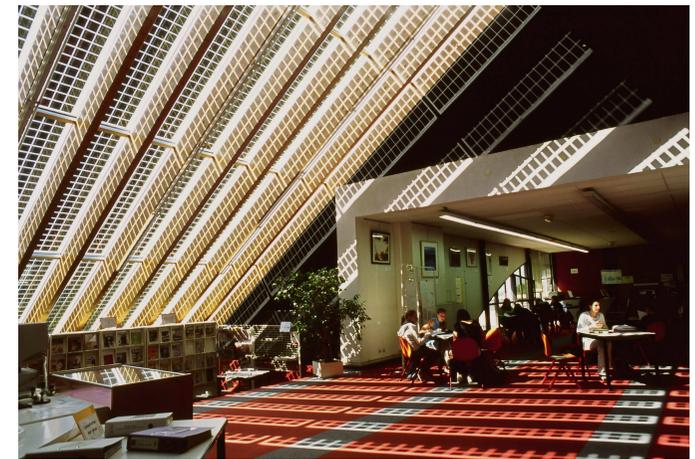
La technologie silicium présente les caractéristiques suivantes :

- **Performances énergétiques :**
 - ◆ de 80 à 150 kWh/m².an, en France métropolitaine
 - ◆ Donc de 20 à 50 kWh/ m² **habitable** par an
- **Garantie : 10 à 25 ans**
- **Durée de vie : Au-delà de 25 ans**
- **Bilan énergétique : rembourse son énergie en 2 à 4 ans, donc génère 5 à 15 fois plus d'énergie que celle nécessaire à sa fabrication**

L'intégration dans les bâtiments

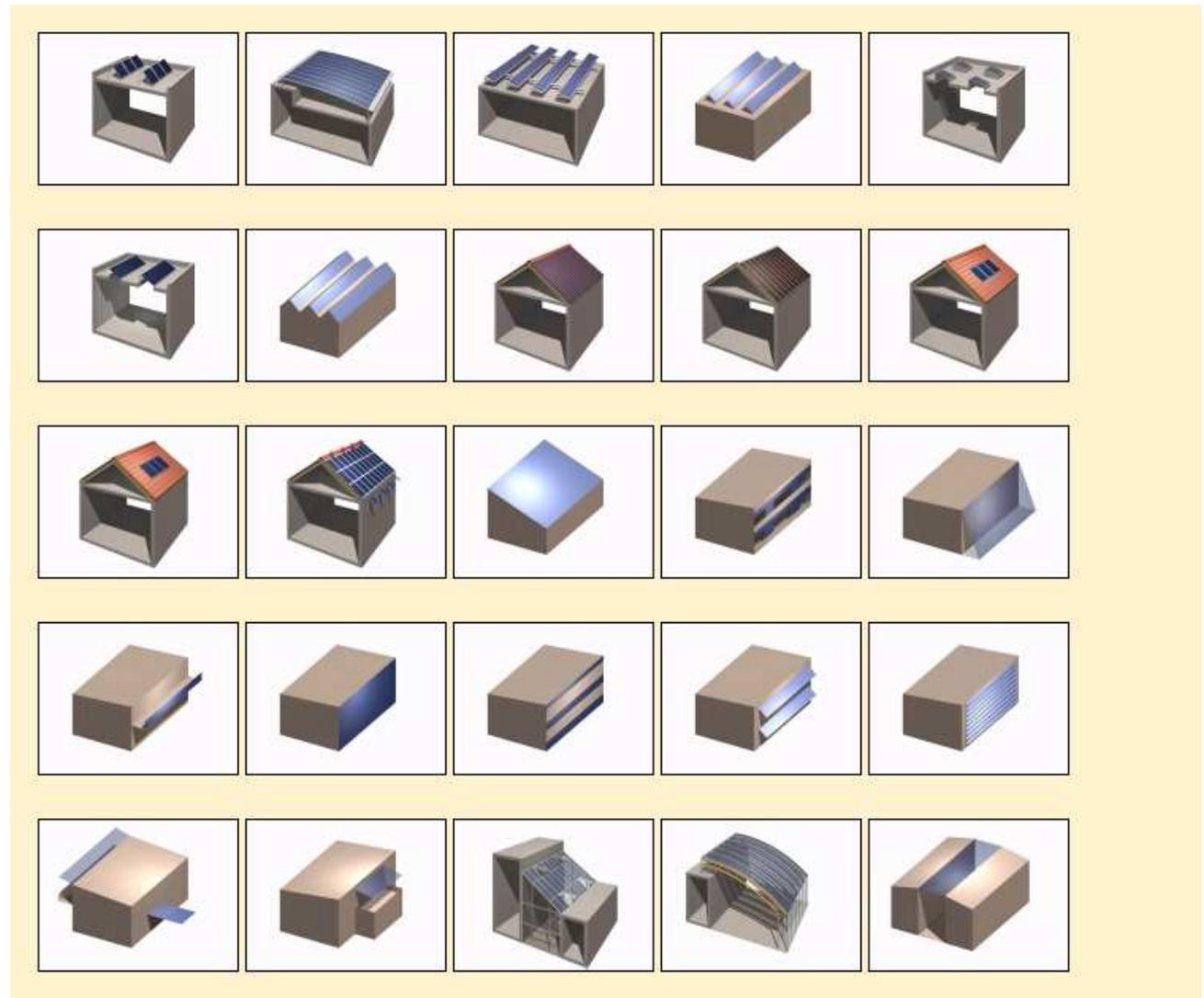


- **La surimposition :**
 - ◆ interférence minimale avec l'enveloppe
 - ◆ Type d'installation le plus courant
- **L'intégration dans l'enveloppe du bâtiment :**
 - ◆ Assurer le clos et le couvert
 - ◆ Produire l'électricité
 - ◆ Éventuellement, contribuer :
 - ✓ aux échanges thermiques
 - ✓ au confort visuel
- **Apporter des services rendus nouveaux**



L'intégration dans les bâtiments n'entraîne aucune emprise au sol

- **Exemples d'installation dans les bâtiments :**



Potentiel énergétique en France : 200 TWh

Différents types d'installation – surimposition



- **Surimposition :**

- ◆ sur toiture inclinée couverte en éléments discontinus
- ◆ sur toiture-terrasse ou toiture revêtue d'une étanchéité
- ◆ fixation par l'extérieur sur un mur isolé ou non
- ◆ fixation sur une façade légère,
- ◆ visière de balcon ou brise-soleil,
- ◆ garde-corps de balcon



Différents types d'installation – réalisation intégrée

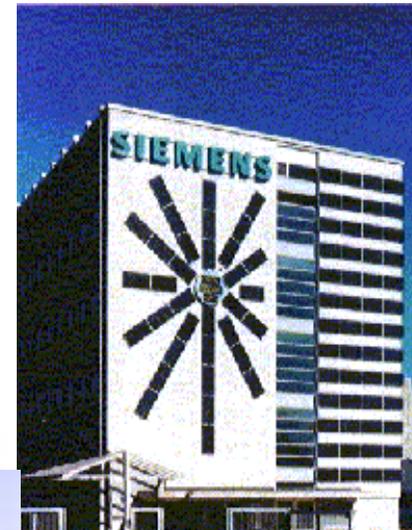
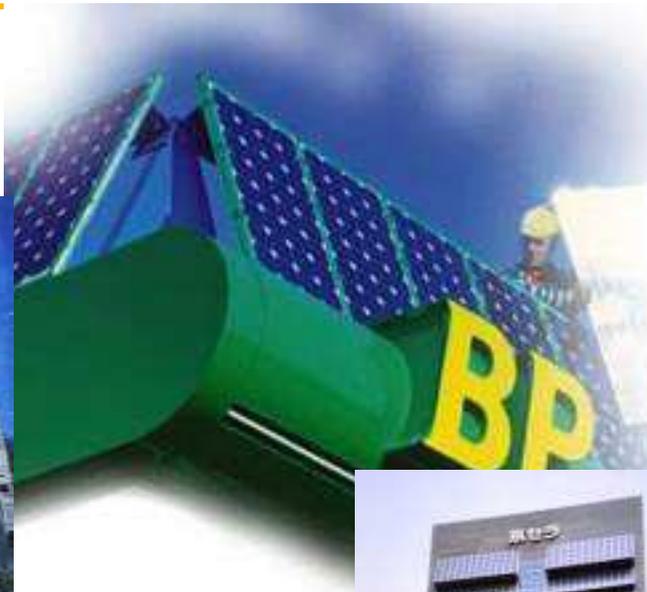


- **Réalisations intégrées reprenant les fonctions de clos et couvert**

- ◆ élément de toiture inclinée couverte en éléments discontinus
- ◆ paroi extérieure opaque d'un remplissage de façade rideau ou élément de bardage devant un mur en béton
- ◆ élément de verrière ou véranda
- ◆ élément de façade ou toiture double-peau



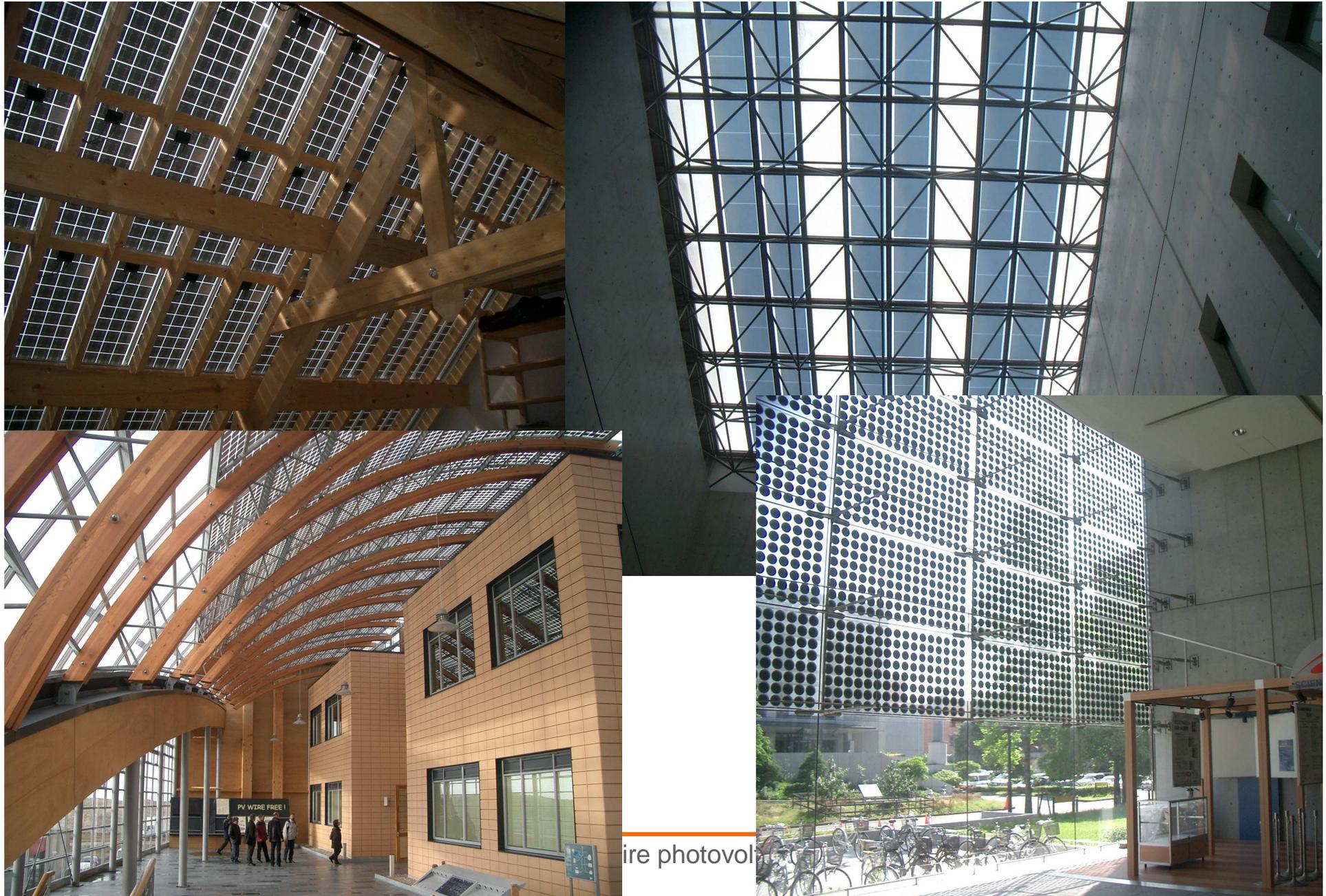
Des immeubles à forte image de marque



Des immeubles avec des ambiances intérieures agréables



L'intégration dans le bâtiment : en toiture et en façade

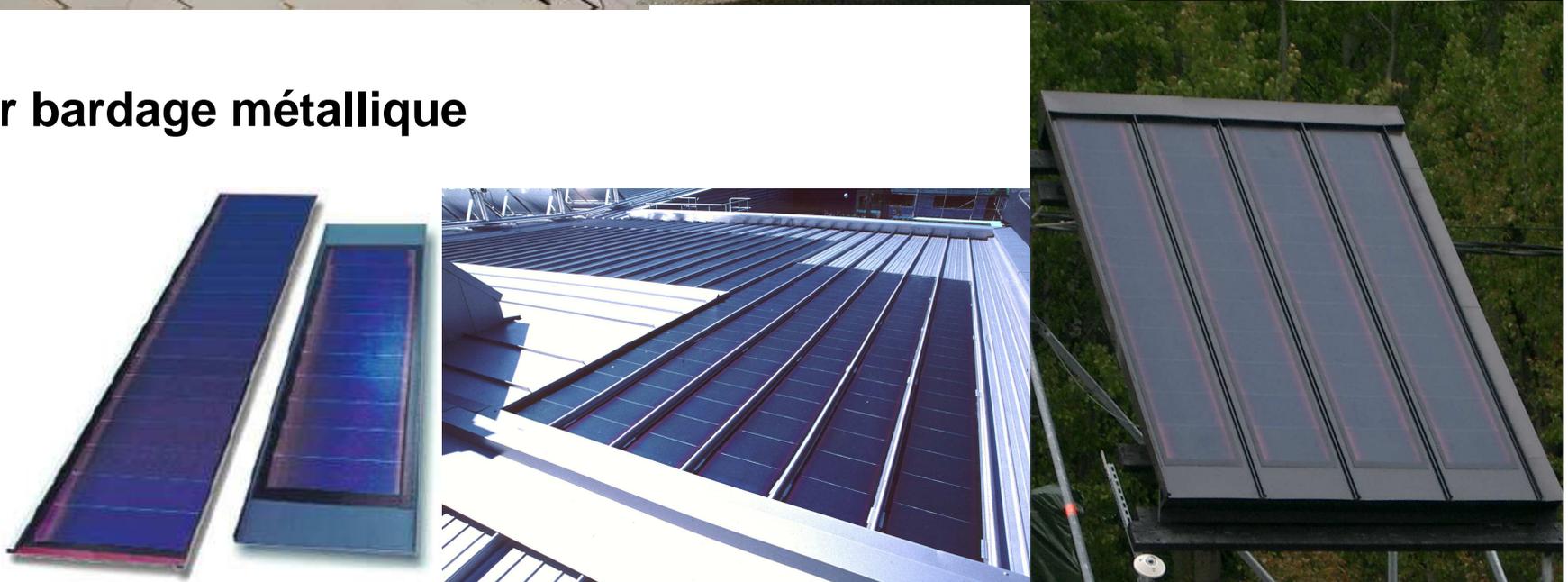


Les produits existants pour une intégration opaque

● Pour toitures en tuile ou ardoise



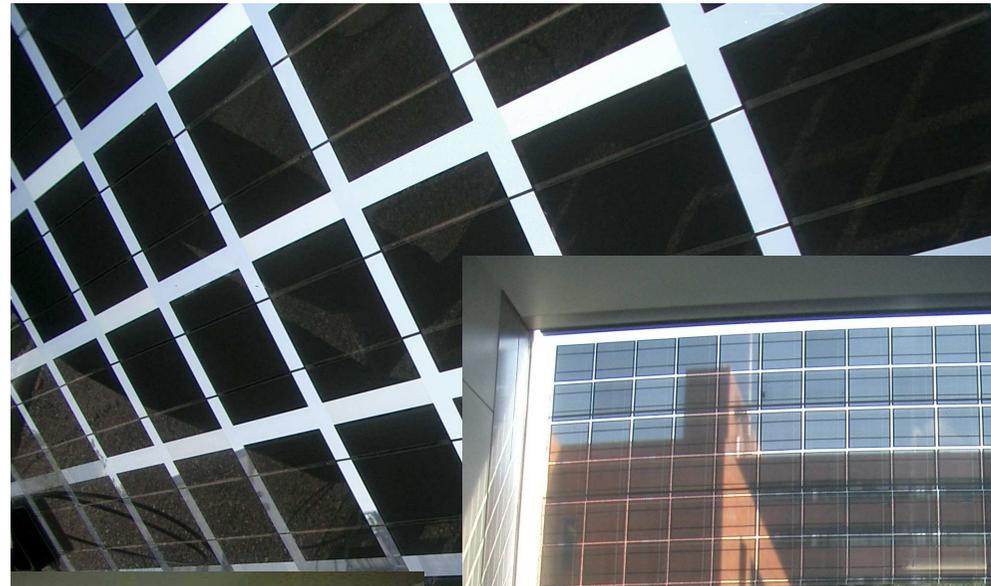
● Pour bardage métallique



Les produits existants pour une intégration transparente



- **Modules au silicium cristallin : espacement des cellules à la demande**



- **Modules au silicium amorphe : trous ou stries pour donner l'effet « transparence »**



L'intégration à l'enveloppe engendre des nouvelles contraintes



Certaines plus difficiles ...

- **Températures de fonctionnement**
- **Positions : horizontale, verticale**
- **Étanchéité**
- **Résistance au feu**
- **Conditions d'installation**
- **Durée de vie : peut-on atteindre 50 ans ?**

Certaines mutualisées ...

- **La pose**

D'autres allégées ...

- **Humidité**

Les spécifications techniques des systèmes se modifient



Des critères additionnels sont à mettre en place :

- **Étanchéité et fiabilité**
- **Fixations, aptitude au montage et au remplacement**
- **Coût de la pose**
- **Esthétique : aspect, couleurs, formes**
- **Adaptation à tous types de modules**
- **Ventilation**
- **Résistance à la salissure en milieu urbain**
- **Performance énergétique globale :**
 - ◆ Productivité électrique
 - ◆ Pour les produits non-opaques :
 - ✓ Apports lumineux
 - ✓ Confort thermique d'été et d'hiver

Nouvelle procédure
CSTB : Valénergie

L'intégration permet aussi une diversification des produits

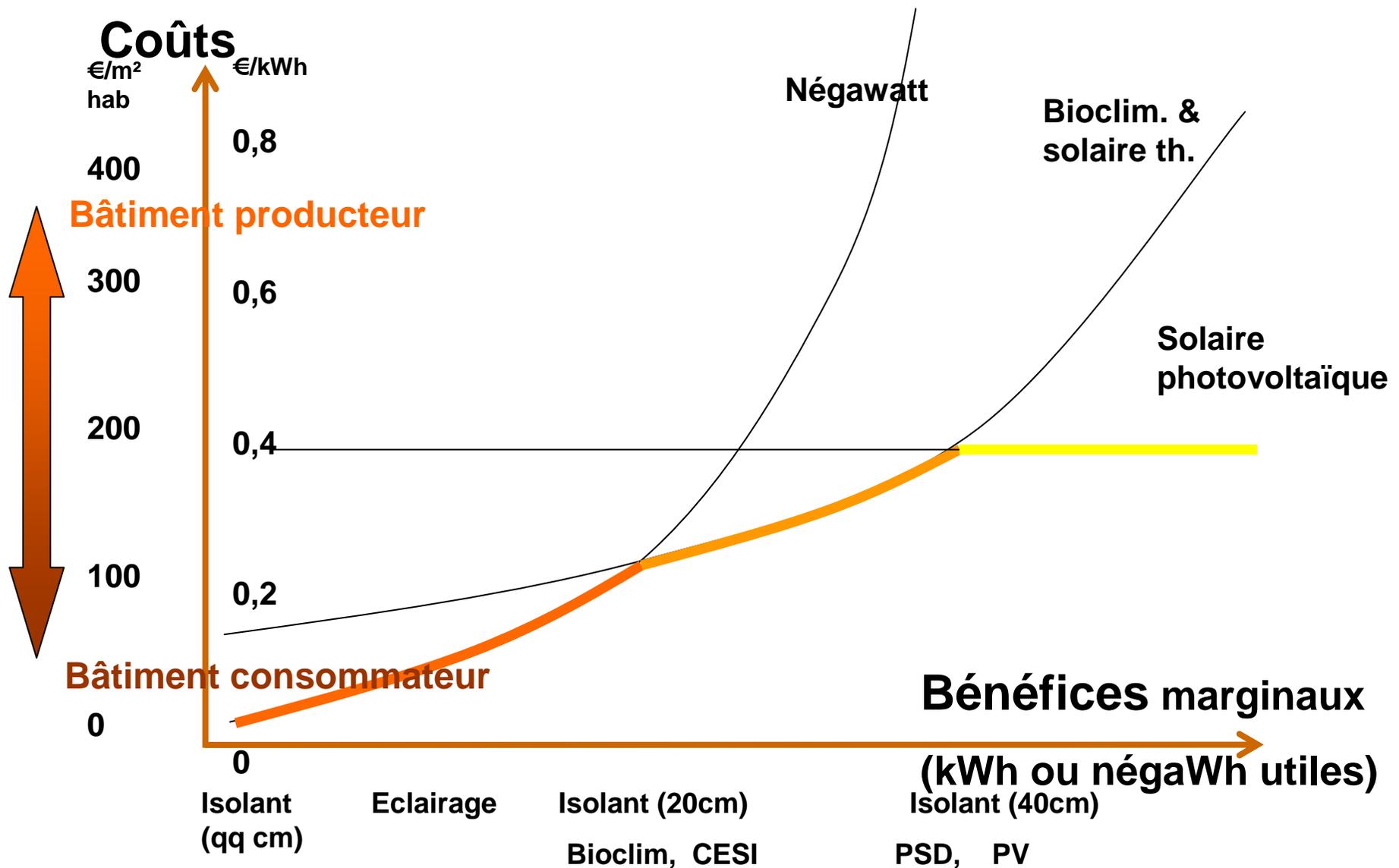


- **l'apparition de produits innovants, « multifonctionnels » :**

- ◆ Transparence variable
- ◆ Fenêtre « permanente », à LED



L'optimisation du bâtiment impose une approche globale



La situation actuelle



- **Au niveau mondial, la part des installations intégrées est minime, pour cause :**
 - ◆ De prix de revient plus élevés (conception, installation)
 - ◆ D'incitations diverses peu favorables pour l'intégration
 - ◆ Une évolution apparaît, suite à l'exemple français

- **En France, un tarif spécifique a été annoncé en juillet 2006, à 0,55€/kWh**

- **Ce marché montre le besoin :**
 - ◆ D'un nouveau cadre juridique
 - ◆ De réglementation appropriée
 - ◆ D'outils financiers particuliers
 - ◆ De nouvelles normes :
 - ✓ Énergétiques
 - ✓ Dimensionnelles ?