

Fed PV : historique, évolution et axes de recherche

Denis MENCARAGLIA, Jean-Paul KLEIDER

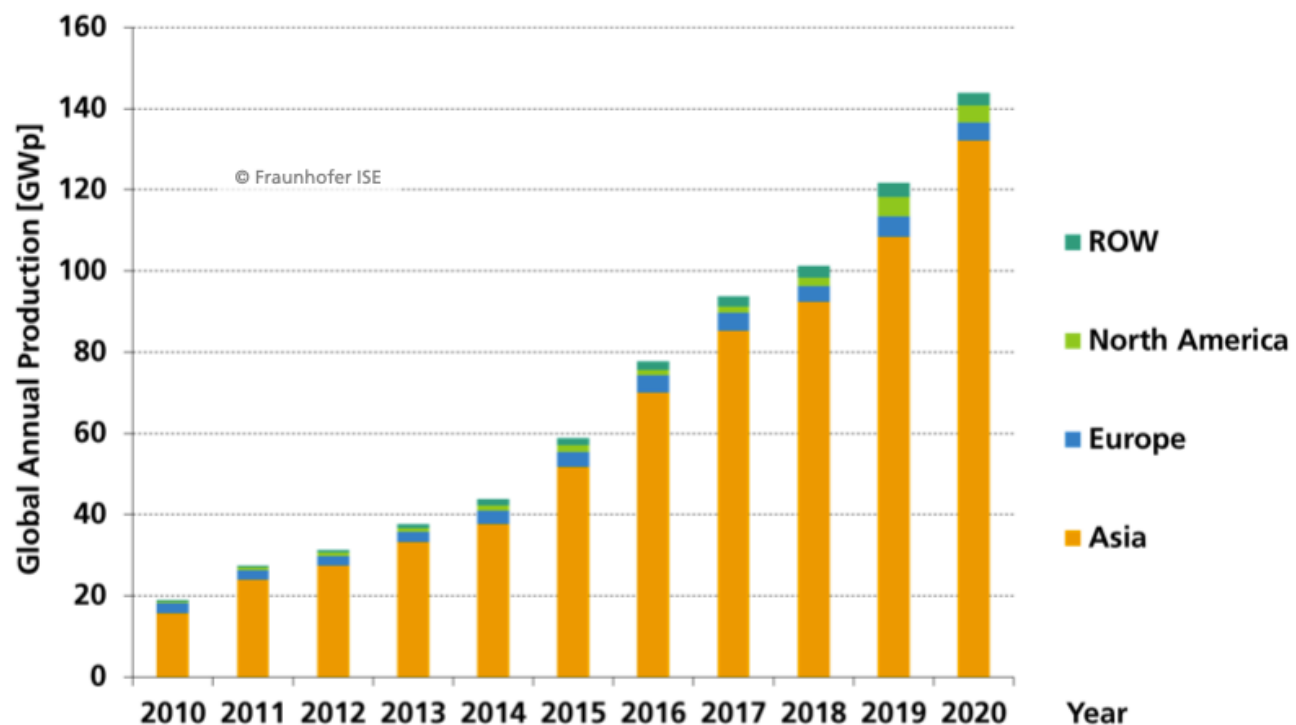
Laboratoire Génie électrique et électronique de Paris (GeePs)
(UMR 8507 CNRS / CentraleSupélec - Université Paris-Saclay - Sorbonne Université)



- ✓ Quelques données de base PV et évolution dans le Monde
- ✓ Historique FedPV
- ✓ Axes de recherche et évolution
- ✓ Effectifs et domaines d'activités principaux des labos FedPV
- ✓ JNPV (Journées Nationales du Photovoltaïque)

PV Module Production by Region

Global Annual Production



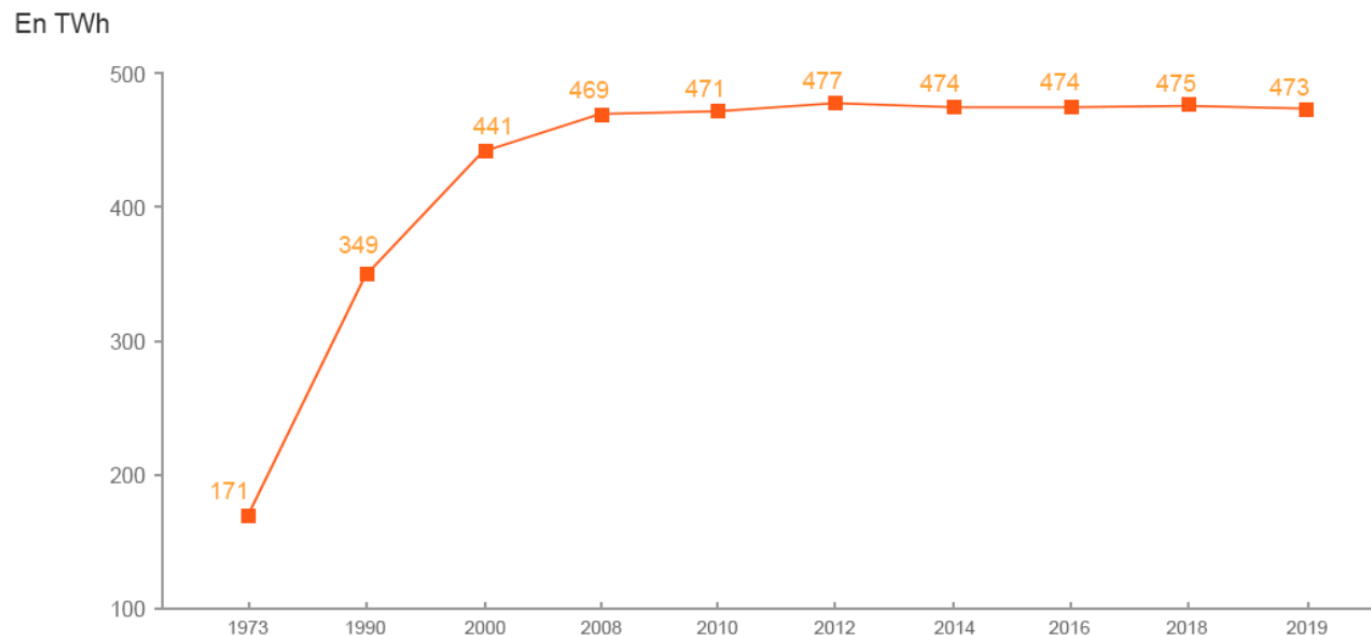
About 82% of the global PV module production was from Asia in year 2010. It increased to about 92% of total global production in year 2020. The annual production has increased by a factor of 7 in this decade.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: IHS Markit 2021. Graph: PSE Projects GmbH 2021

Production mondiale 2020 (150 GWc) correspond à $0,75 \times 1 \text{ Gm}^2$ de modules à 20% = 750 km^2
soit un carré de 27,5 kms. Surface « relativement petite » mais quel besoin énergétique ainsi couvert ?

Comparons avec la consommation électrique actuelle de la France :



Évolution de la consommation électrique en France entre 1973 et 2019
(en mode corrigé des aléas climatiques et des effets calendaires)

Source RTE - Bilan électrique 2019

© EDF

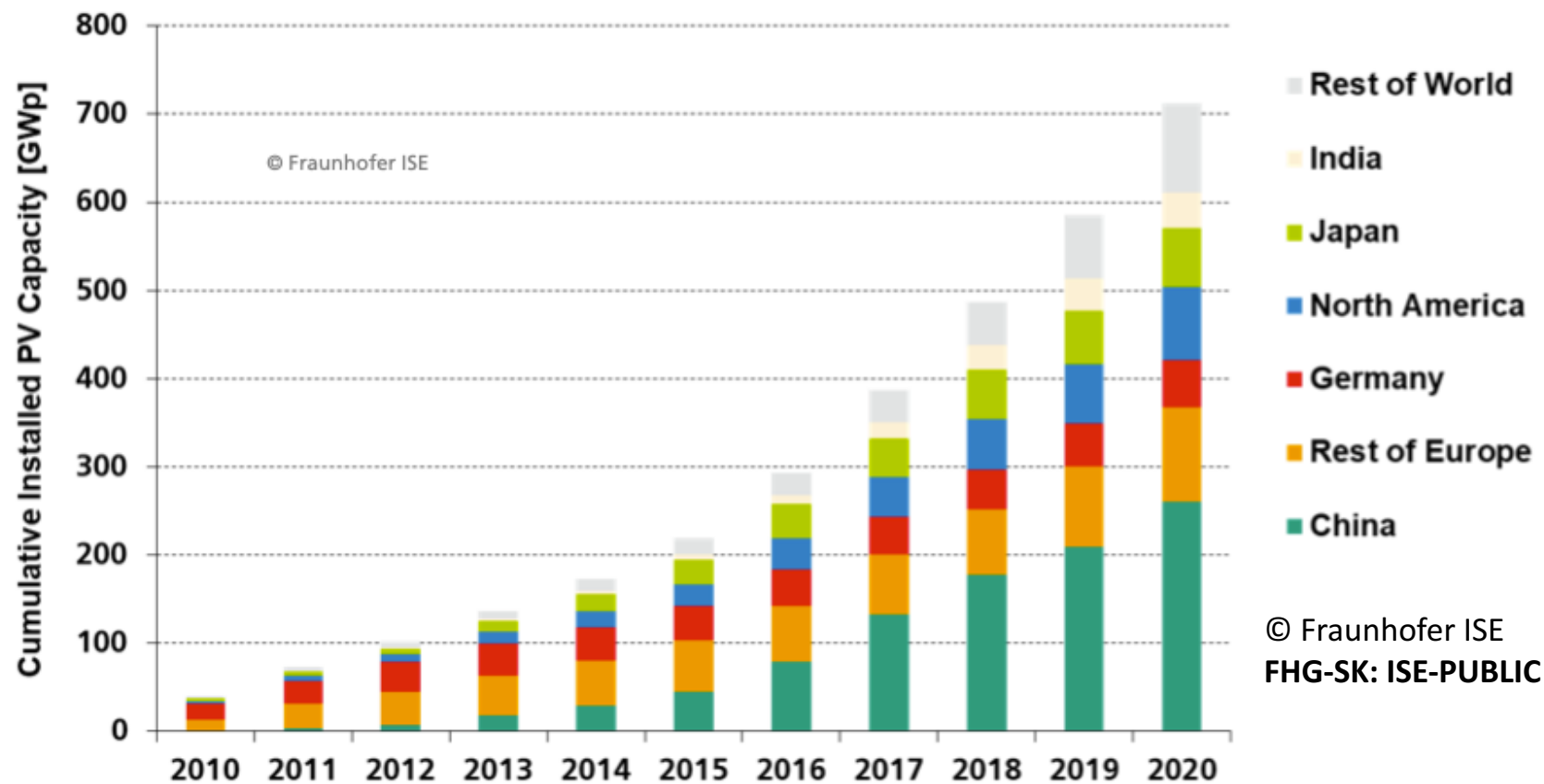
Quelle surface de modules à 20% à la latitude de Paris pour couvrir cette consommation ?

$$470. 10^9 \text{ kWh} / (3,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{j}) \times 0,2 \times 365 \text{ j}) = 1,907. 10^9 \text{ m}^2 = 1907 \text{ km}^2$$

soit un carré de 44 kms de côté

La production PV mondiale en 2020 permet donc de couvrir 0,4 x la conso électrique française actuelle

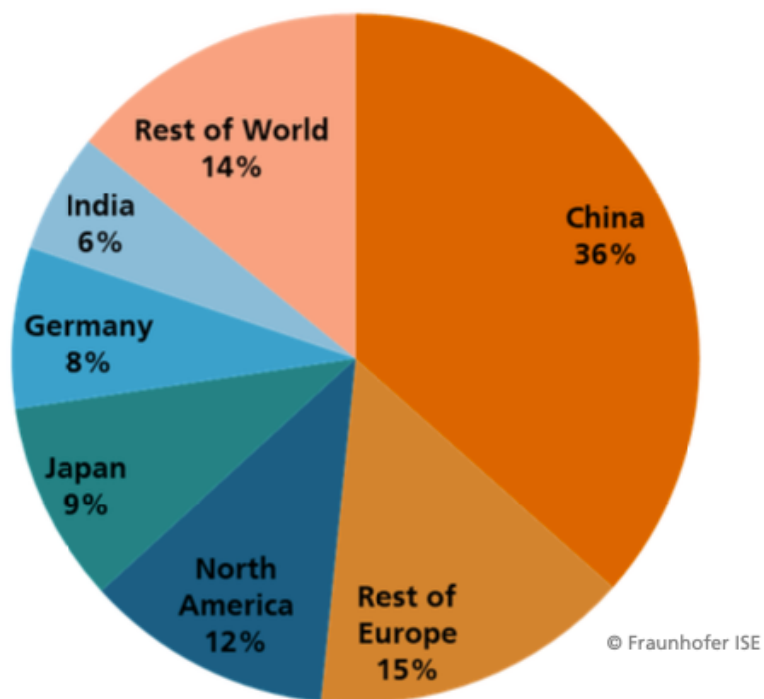
Global Cumulative PV Installation From 2010 to 2020



Data: IRENA 2021. Graph: PSE Projects GmbH 2021

Global Cumulative PV Installation by Region

Status 2020



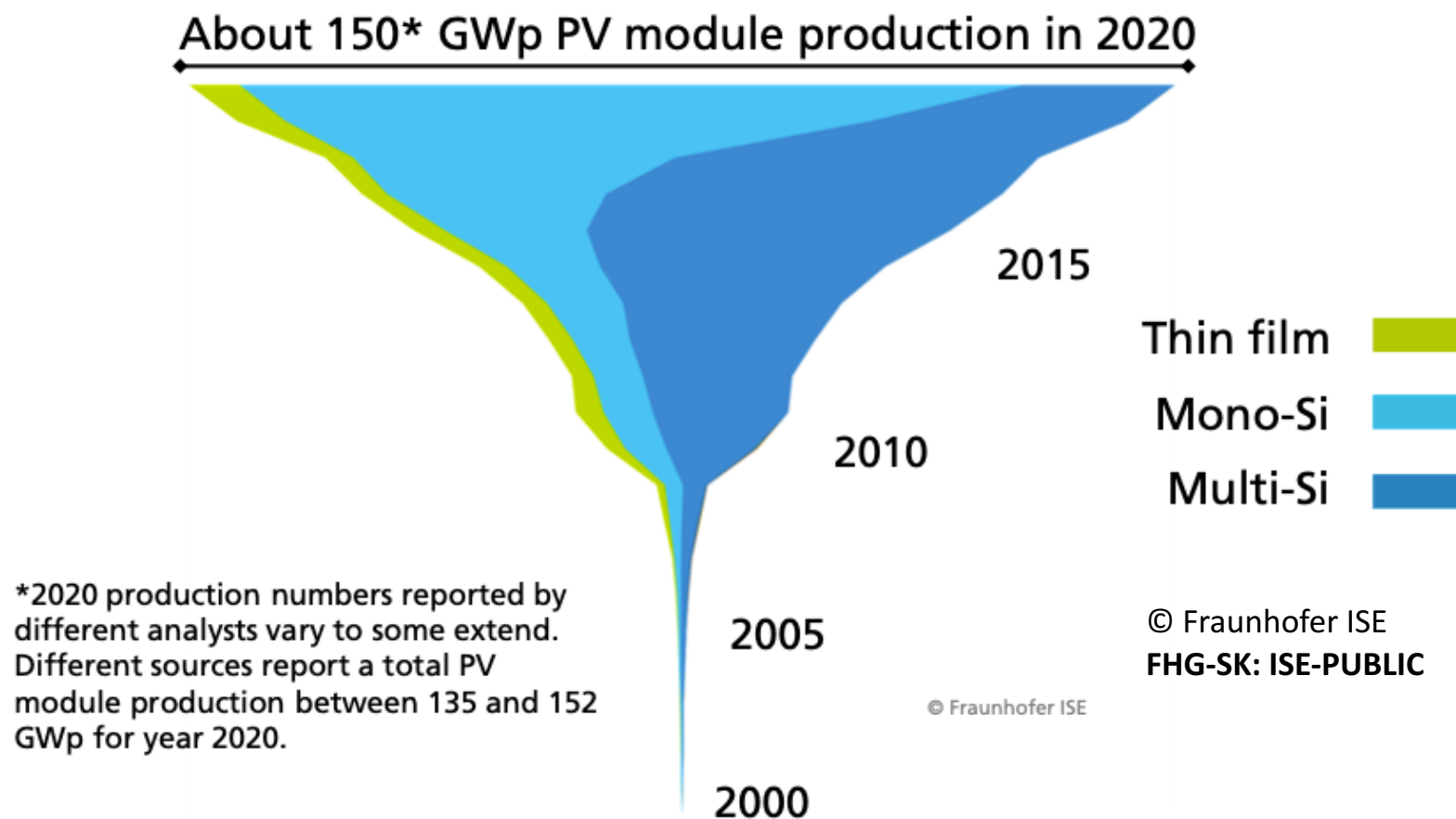
The total cumulative installations amounted to 708 GWp at the end of year 2020.

All percentages are related to global installed PV capacity, including off-grid systems.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: IRENA 2021. Graph: PSE Projects GmbH 2021

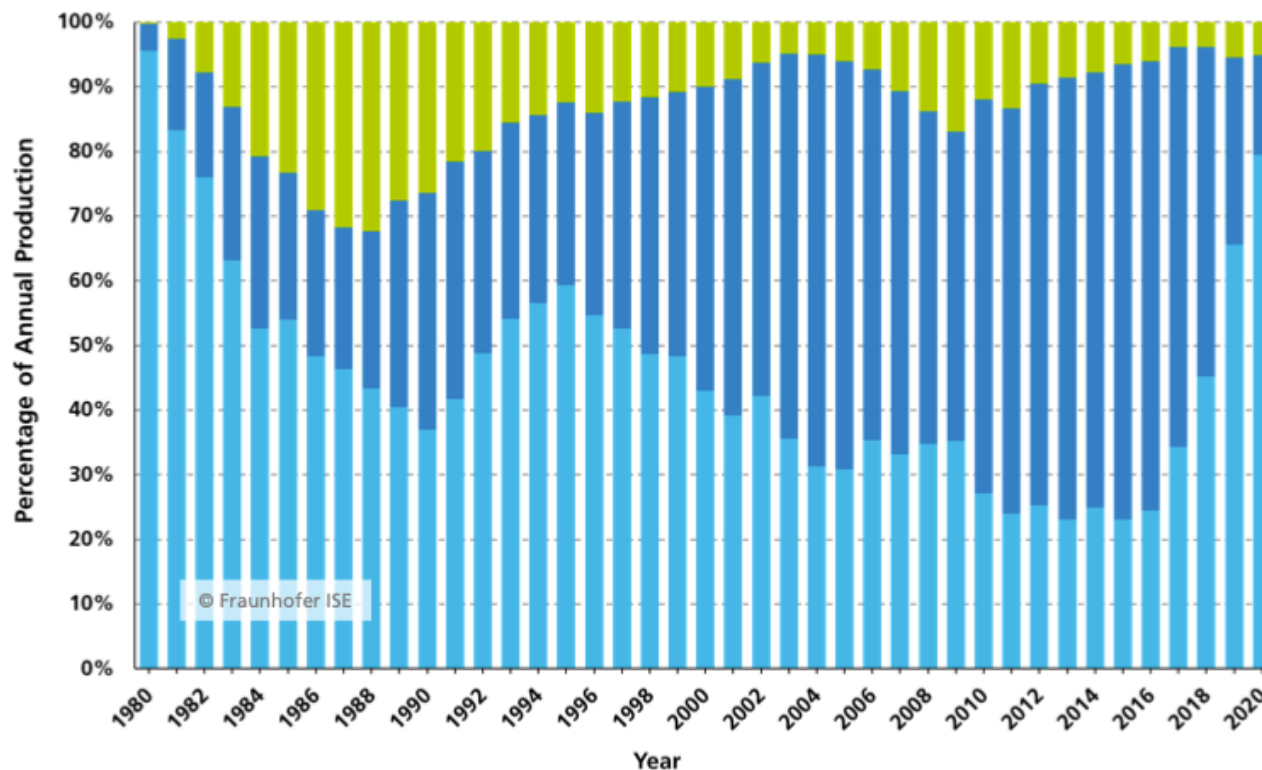
Annual PV Production by Technology Worldwide (in GWp)



Data: from 2000 to 2009: Navigant; from 2010: IHS Markit. Graph: PSE Projects GmbH 2021

PV Production by Technology

Percentage of Global Annual Production



Production 2020 (GWp)

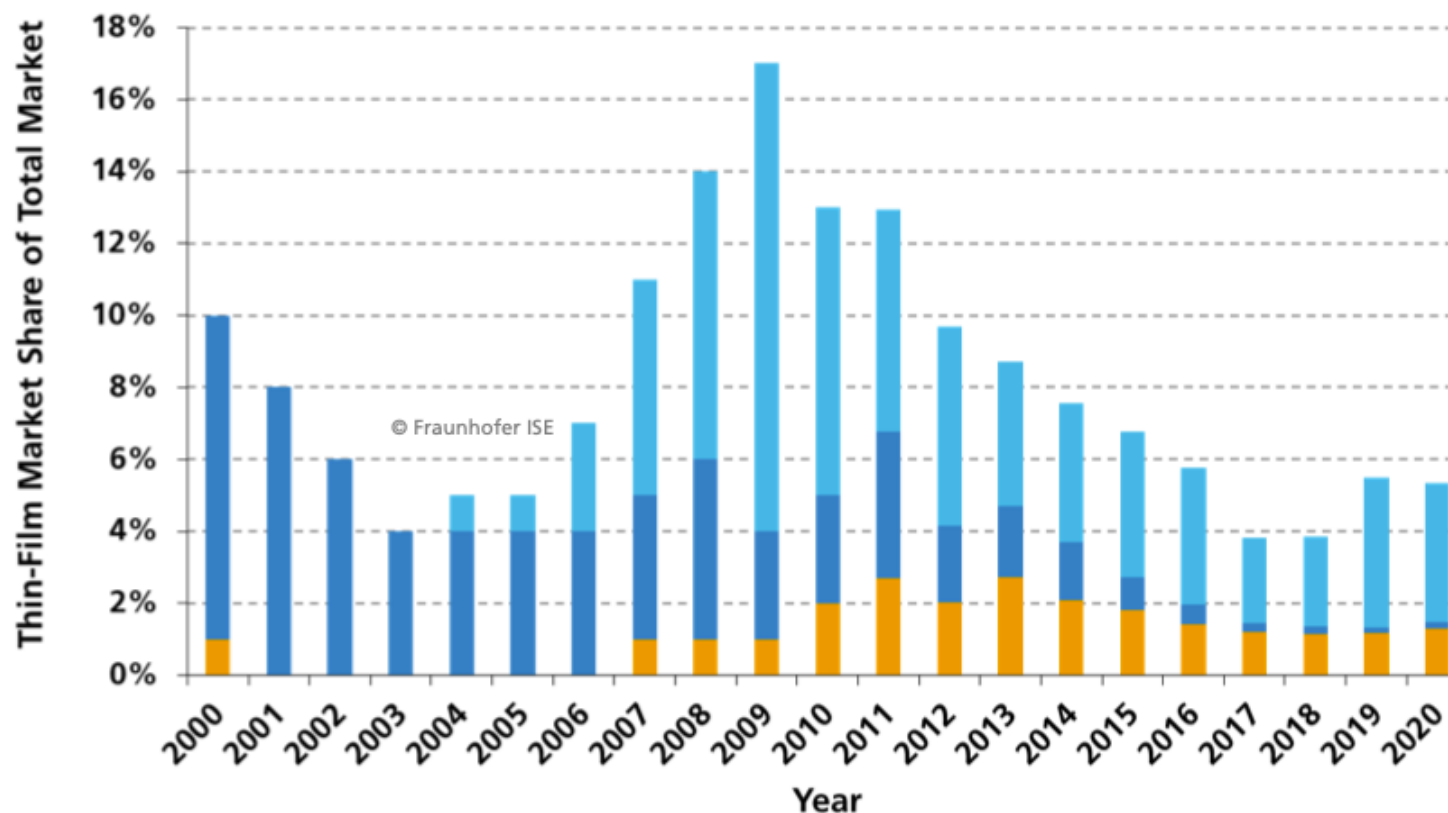
Thin film	7.7
Multi-Si	23.3
Mono-Si	120.6

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: from 2000 to 2009: Navigant; from 2010: IHS Markit. Graph: PSE Projects GmbH 2021

Market Share of Thin-Film Technologies

Percentage of Total Global PV Production



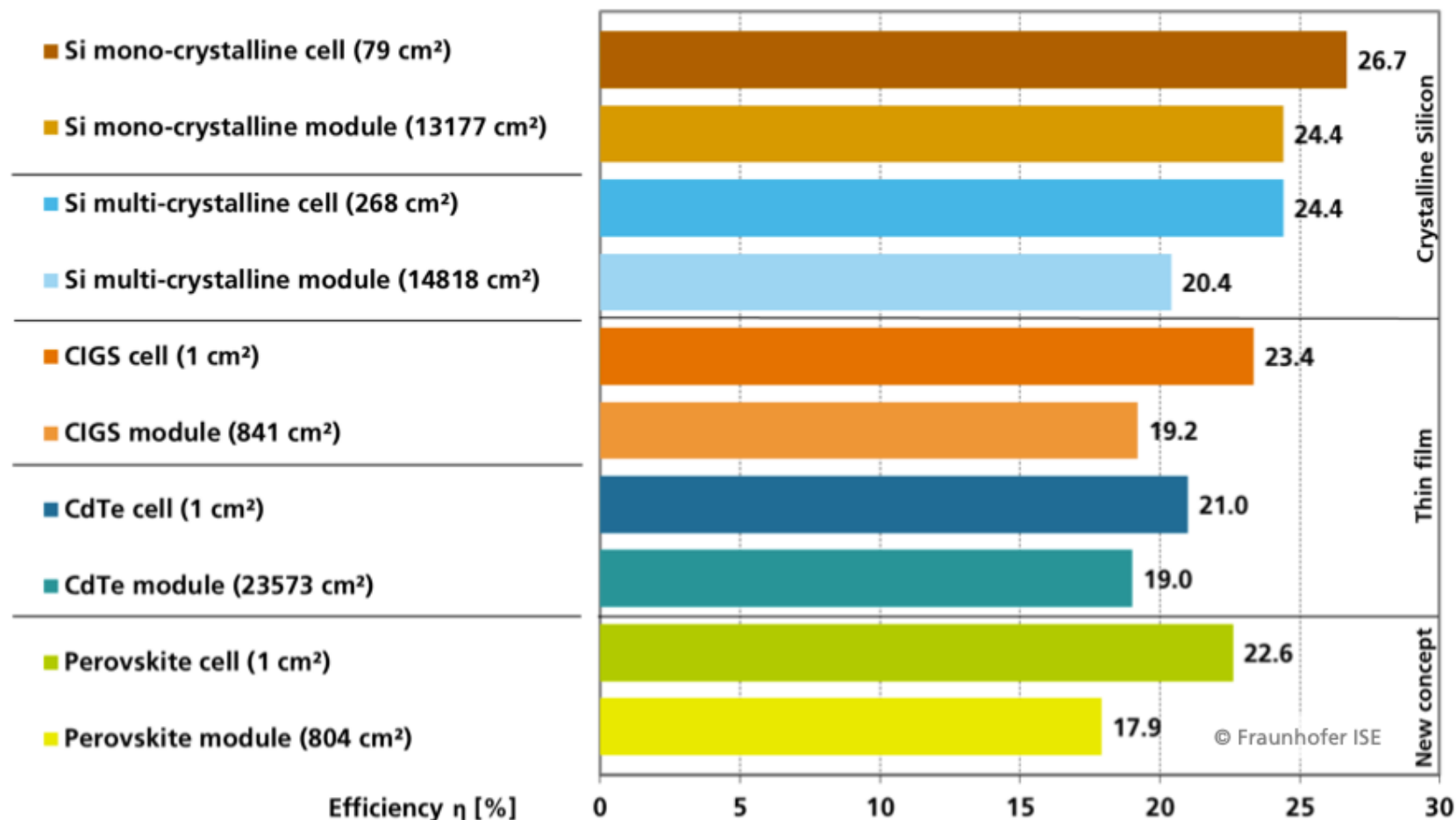
Production 2020 (GWp)

CdTe	6.1
a-Si	0.2
CI(G)S	1.5

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: from 2000 to 2009: Navigant; from 2010: IHS Markit. Graph: PSE Projects GmbH 2021

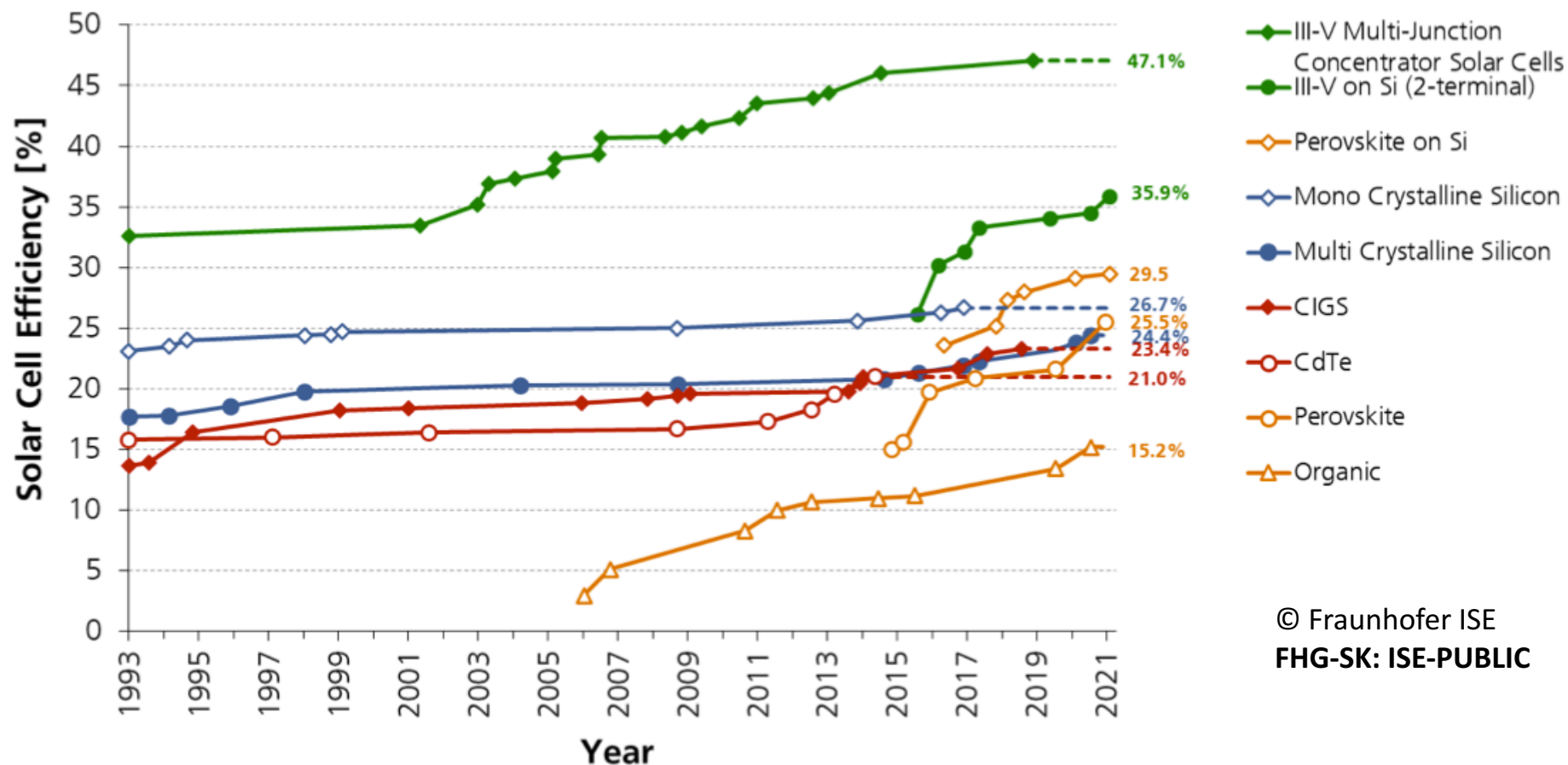
Efficiency Comparison of Technologies: Best Lab Cells vs. Best Lab Modules



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: Green et al.: Solar Cell Efficiency Tables (Version 58), Progress in PV: Research and Applications 2020. Graph: PSE Projects GmbH 2021

Development of Laboratory Solar Cell Efficiencies



Data: Solar Cell Efficiency Tables (Versions 1 to 58), Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 1993-2021. Graph: Fraunhofer ISE 2021

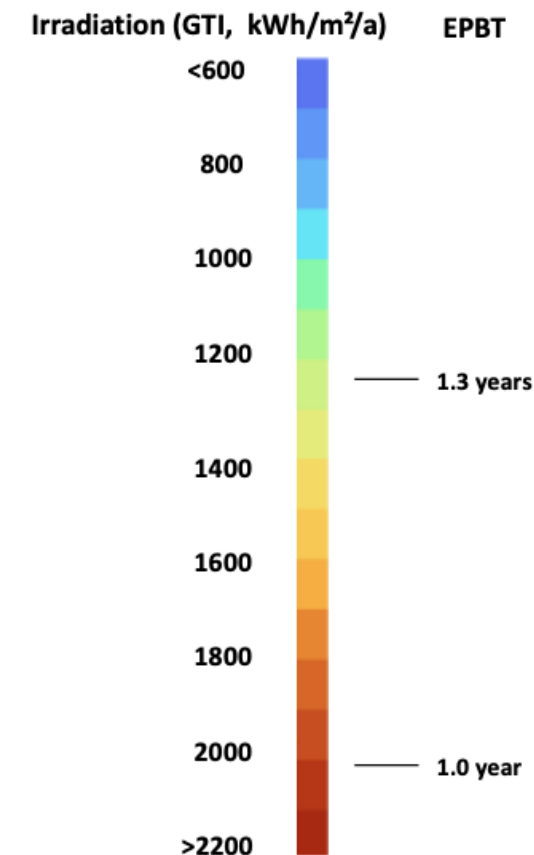
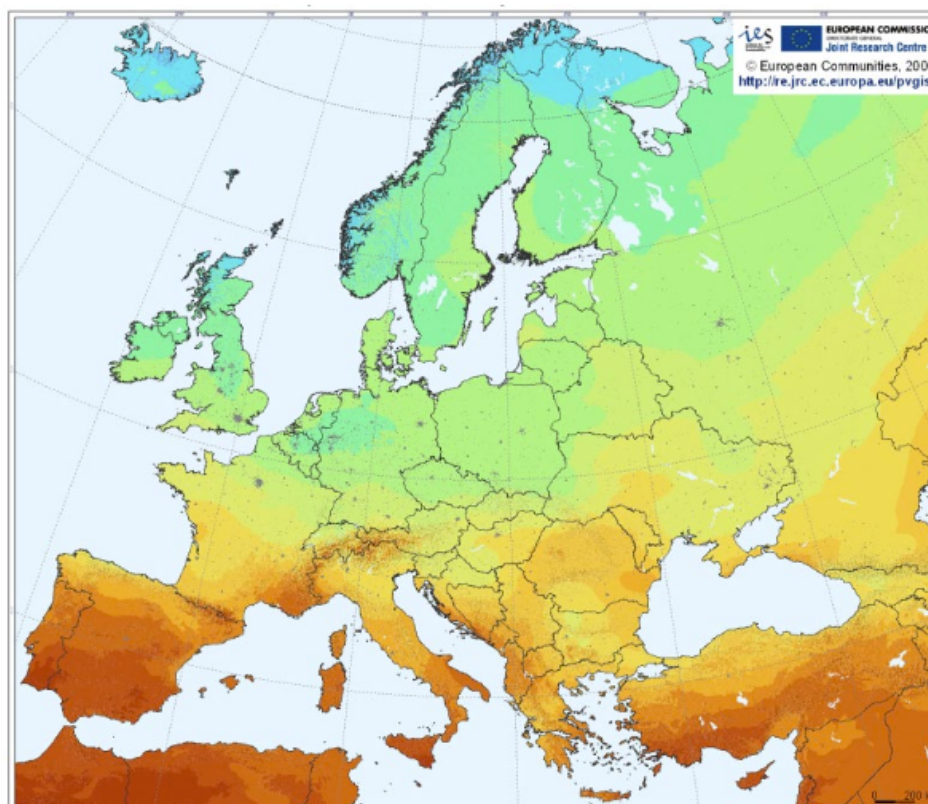
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Energy Pay-Back Time of Silicon PV Rooftop Systems

Geographical Comparison

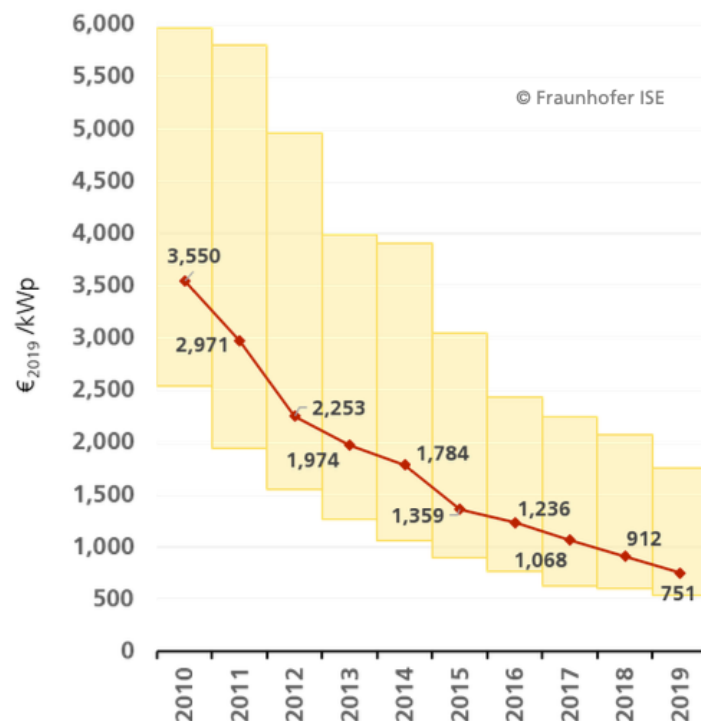
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

- Rooftop PV-system using mono-crystalline Silicon cells* produced in China
- EPBT is dependent on irradiation, but also on other factors like grid efficiency**.
- Better grid efficiency in Europe may decrease the EPBT by typically 9.5 % compared to PV modules produced in China.



Data: Lorenz Friedrich, Fraunhofer ISE. Image: JRC European Commission. Graph: PSE 2020 (Modified scale with updated data from Fraunhofer ISE)

Global Weighted Average Total Installed Costs For Large PV Systems (with 5th percentile and 95th percentile)



Total installed cost for large PV systems decreased by about 16% on year-to-year basis in the last decade.

The 5th percentile is a value associated with the location within the data where 5% of data is below that value. In year 2019 the 5th percentile was 539 €/kWp.

The 95th percentile is the value where 5% of the data has is a larger value. In year 2019 the 95th percentile was 1751 €/kWp.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: IRENA (2020), Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Currency converted from USD to EUR.

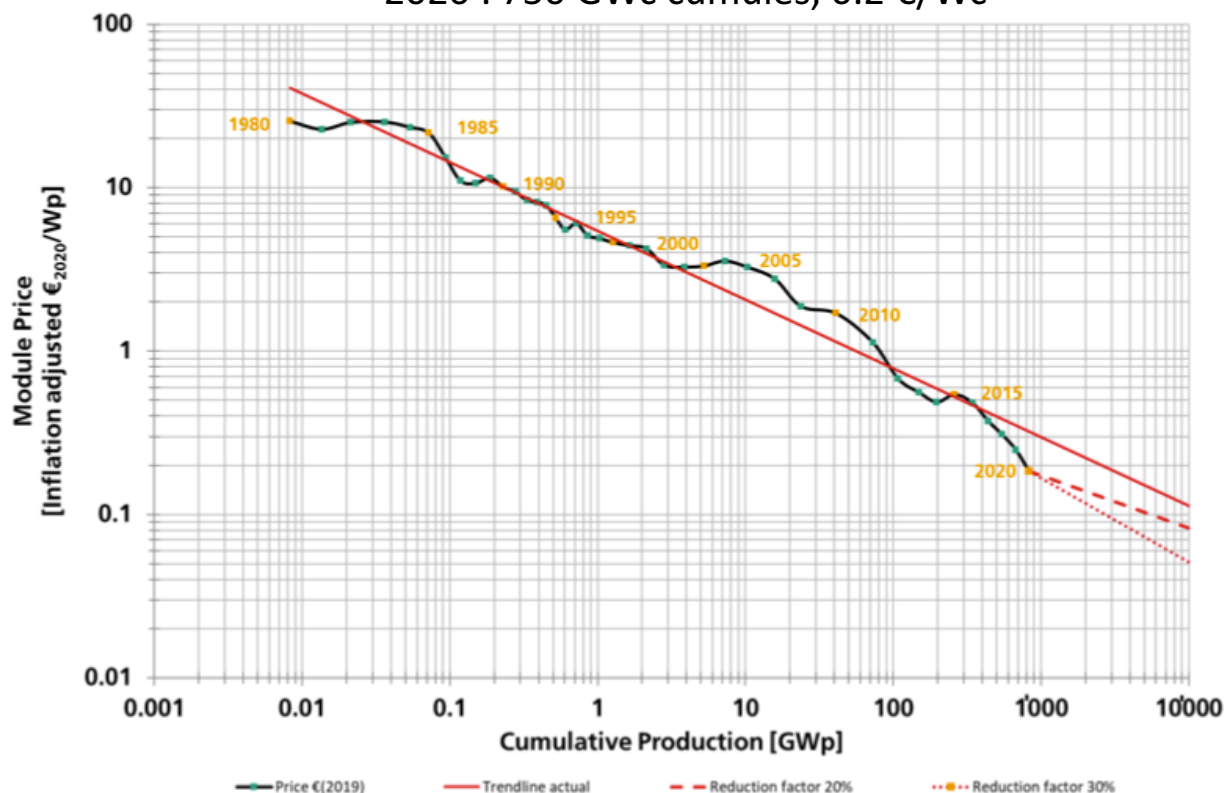
Price Learning Curve

Includes all Commercially Available PV Technologies

1980 : 10 MWc cumulés, 20 €/Wc

2000 : 3 GWc cumulés, 3 €/Wc

2020 : 750 GWc cumulés, 0.2 €/Wc



Learning Rate:

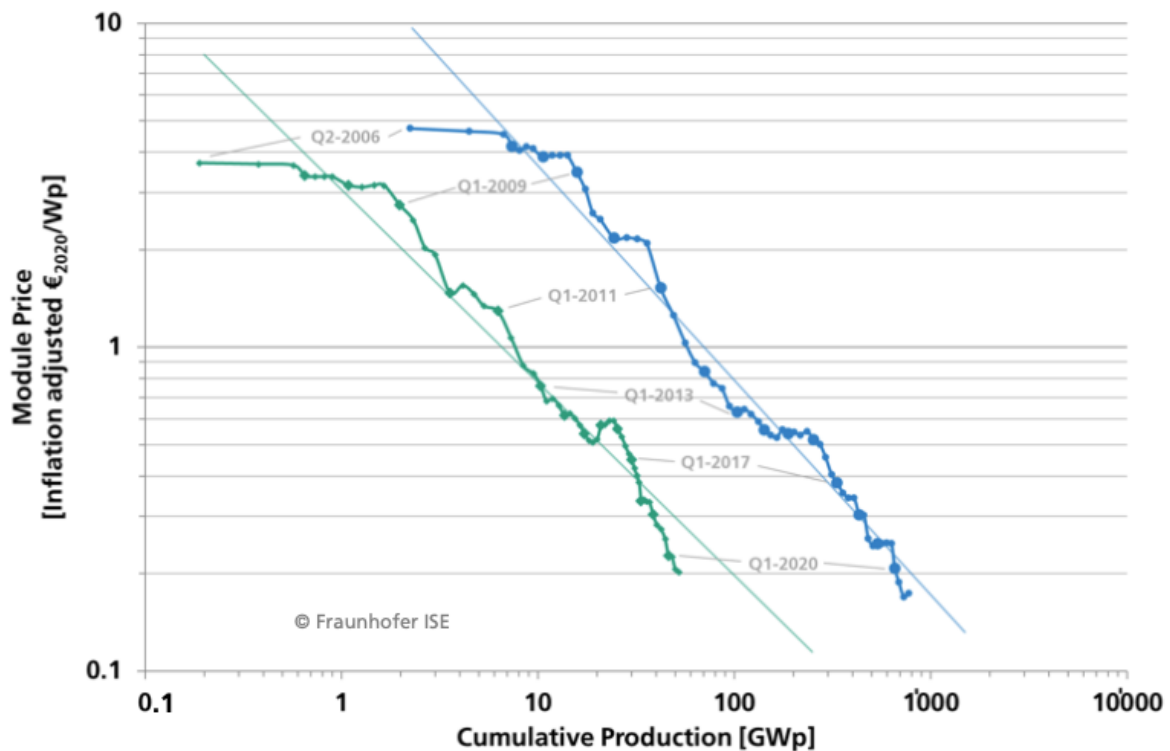
Each time the cumulative PV module production doubled, the price went down by 25% for the last 40 years.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: from 1980 to 2010 estimation from different sources: Strategies Unlimited, Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011: IHS Markit; Graph: PSE 2021

Price Learning Curve by Technology

Cumulative Production up to Q4-2020



Estimated cumulative PV module production up to Q4-2020:

● c-Si	773 GWp
◆ Thin Film	52 GWp

Crystalline Technology
(from Q2-2006 to Q4-2020) **LR 32**

Thin Film Technology
(from Q2-2006 to Q4-2020) **LR 30**

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Data: from 2006 to 2010 estimation from different sources : Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011: IHS Markit. Graph: PSE 2021

Historique de FedPV

2010: création de FedPV (Fédération PhotoVoltaïque d'Ile-de-France)

5 laboratoires franciliens (IRDEP, LPICM, ILV, LPN, LGEP)

Objectifs:

- **Fédérer la communauté française autour de l'énergie solaire photovoltaïque**
- **Etre à la base du programme scientifique de l'IPVF**
- **Organiser des Journées Nationales du PV**

2015: renouvellement et extension de FedPV (Fédération PhotoVoltaïque)

→ 5 labos franciliens + Icube, INL, FOTON, ENS Cachan, IMN, IM2NP

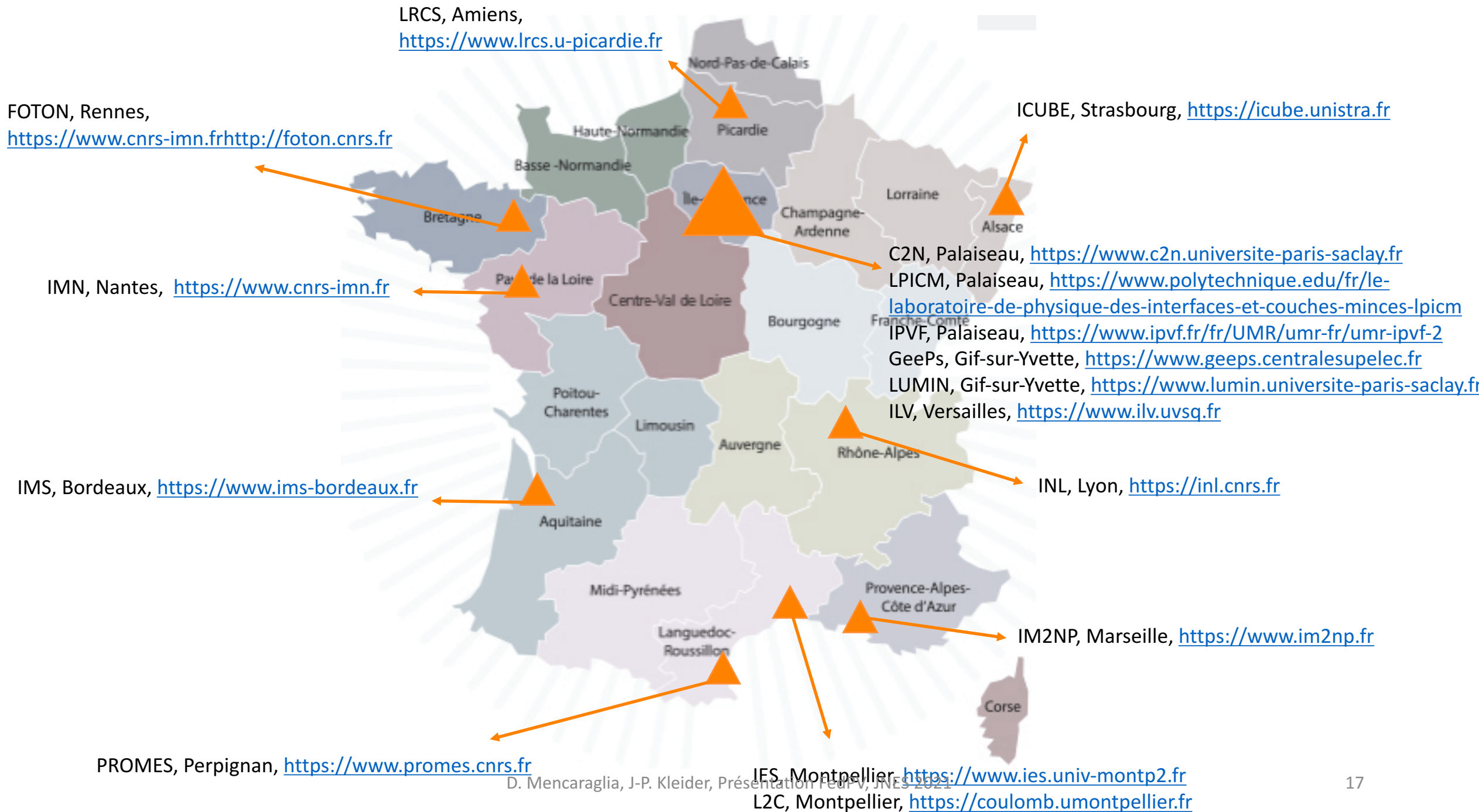
→ 11 laboratoires



2020: renouvellement et nouvelle extension de FedPV

→ + PROMES, L2C, IES, IMS, LRCS

→ 16 laboratoires

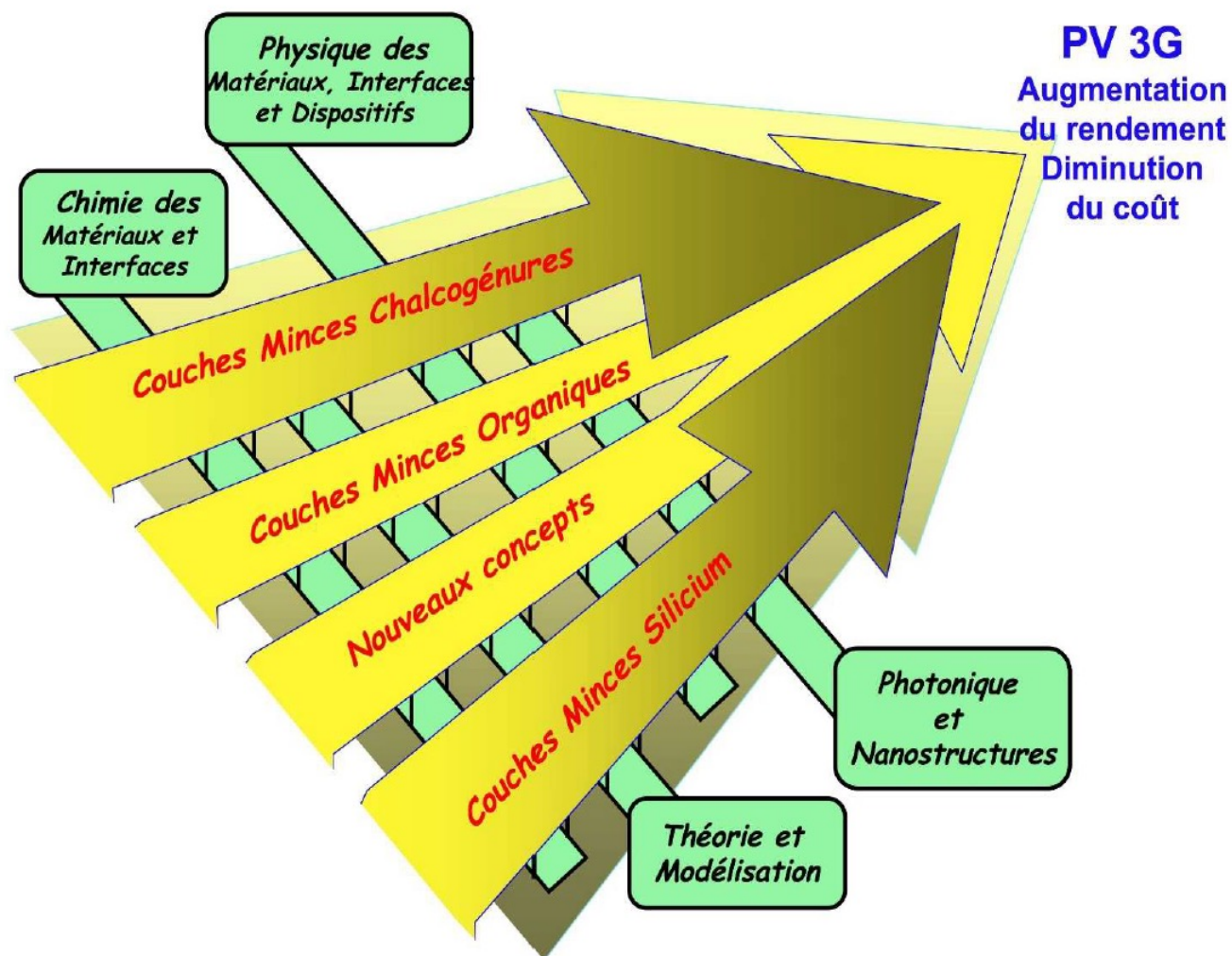


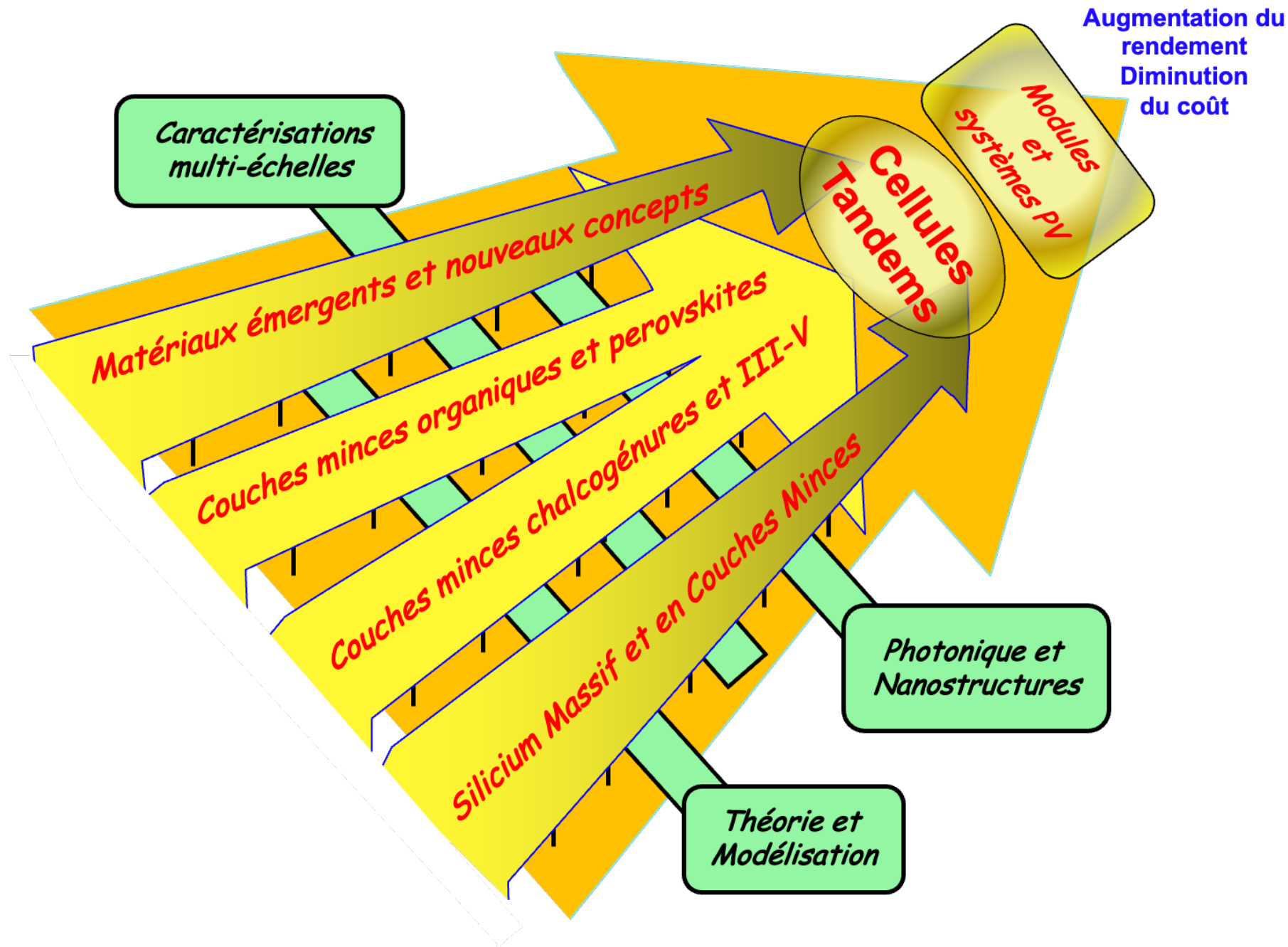


Jean-Paul Kleider
Directeur

Bureau

Denis Mencaraglia (JNPV), Thomas Fix (Icube), Yvan Cuminal (IES), Muriel Bouttemy (ILV),
Ludovic Escoubas (IM2NP), Lionel Hirsch (IMS), Mohamed Amara (INL) Olivier Durand (FOTON),
Nicolas Barreau (IMN), Jean-François Guillemoles (IPVF), Antoine Tiberj (L2C), Emmanuelle Deleporte (LUMIN), Pere Roca i Cabarrocas (PICM), Alexis
Vossier (PROMES), Frédéric Sauvage (LRCS), Stéphane Collin (C2N)





Les effectifs et les domaines d'activité principaux en 2021:

	matériaux	cellules PV	Caractérisation	Modélisation	Nbre permanents	Nbre non-permanents
C2N					6	10
GeePs					13	13
ICube					15	6
IES					8	3
ILV					5	0
IM2NP					14	5
IMN					14	5
IMS					5	4
INL					9	4
FOTON					14	3
umr IPVF					12	20
L2C					3	0
LPICM					9	11
LRCS					1	10
LUMIN					3	4
PROMES					3	1
Total					134	99



Journées Nationales du PhotoVoltaire 2021

DOURDAN
30 nov. - 3 déc. 2021



[Accueil JNPV](#) [JNPV 2021](#) [Appel à Comm](#) [Comités](#) [Infos pratiques](#) [Contact](#) [Archives JNPV2020](#) [ARCHIVES 2011-19](#) [En images](#) [FedPV](#)

Affichages : 135348

La **Fédération** de recherche du **PhotoVoltaire**, **FedPV**, organise chaque année les **Journées Nationales du PhotoVoltaire**, **JNPV**, en partenariat avec d'autres organismes ou instituts tels que l'IPVF, l'INES, la Région Ile-de-France, l'ADEME, l'Observ'ER...

Basée sur le triptyque Recherche - Industrie - Enseignement, cette manifestation s'adresse à l'ensemble de la communauté scientifique française travaillant sur le Photovoltaïque.

Les JNPV, dans la tradition des Journées Nationales du CNRS, sont avant tout un lieu d'échanges pour la communauté française du photovoltaïque, afin de partager résultats, analyses et perspectives. Les Journées sont aussi une occasion de rencontres favorisant, au-delà des exposés scientifiques, les échanges plus informels, voire le démarrage de futures collaborations. Elles visent également à favoriser les indispensables échanges entre les milieux académiques et industriels pour un déploiement rapide et compétitif du photovoltaïque. Des tarifs attractifs sont adoptés pour faciliter la participation des doctorants et leur permettre d'y présenter leurs travaux.

Les JNPV ont, dès leur première édition en 2011, regroupé dans une excellente ambiance de travail et d'échanges une grande partie de la communauté photovoltaïque française. Celle-ci a non seulement démontré sa richesse et son dynamisme mais aussi l'excellence de ses résultats. Nul doute que ces JNPV ont créé une nouvelle dynamique dans le domaine en France.

En permettant la structuration d'une communauté, la création de nouveaux liens entre les participants, les laboratoires, les organismes publics, les industriels, les Journées Nationales du PhotoVoltaire permettront de grandes réalisations. La 11^e édition qui se déroulera du 30 novembre au 3 décembre 2021 s'inscrit dans cette dynamique.



NEWS

▣ 22 juillet 2021 : 1^{er} Appel à communications et Ouverture du site de soumission des communications

D. Mençaraglia, J-P. Kleider, Présentation FedPV, JNES 2021

L'appel à communication couvre l'ensemble des thématiques PV :

1. Silicium (cristallin, couches minces, ...)
2. Couches minces chalcogénures (CIGS, CZTS, ..) et CdTe
3. Nouveaux matériaux
4. Multi-jonctions
5. Concepts hauts rendements et III-V
6. Caractérisations avancées
7. Cellules hybrides et organiques, pérovskites
8. Micro- et Nano-photonique, Nanofils
9. Fiabilité, Systèmes, Réseaux, CPV
10. Aspects industriels (équipementiers, réalisations industrielles)
11. Autres filières ou autres aspects PV non représentés dans la liste ci-dessus