



Photovoltaïque - Où en sommes-nous ?

Berne 13 mars 2024

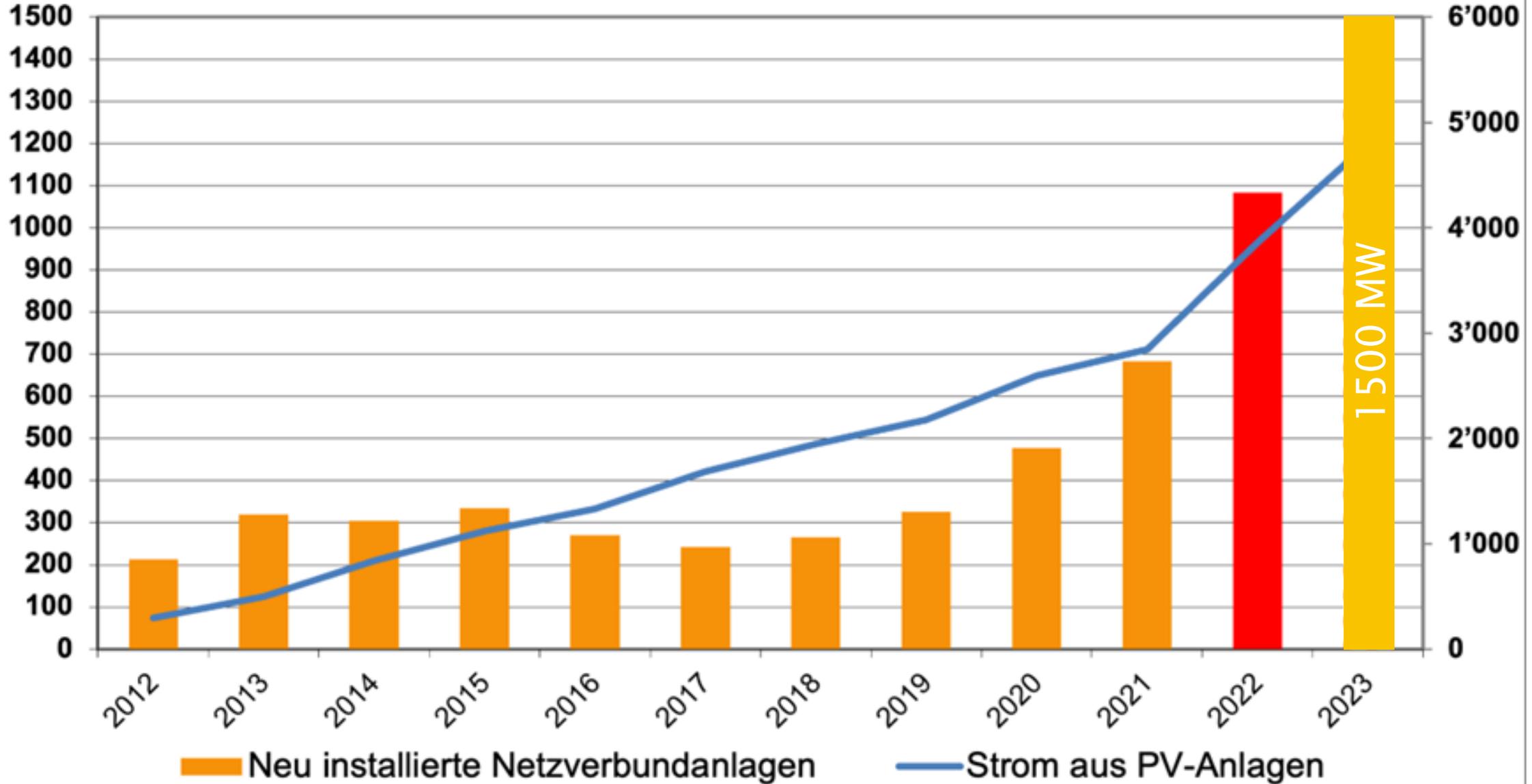
Prof. Dr. Christof Bucher

Haute école spécialisée bernoise | Laboratoire pour des systèmes photovoltaïques

Certains disent que nous avons beaucoup de PV

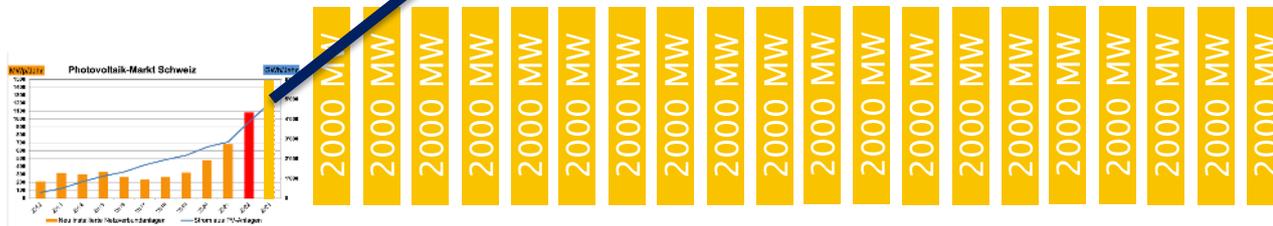
MWp/Jahr

GWh/Jahr

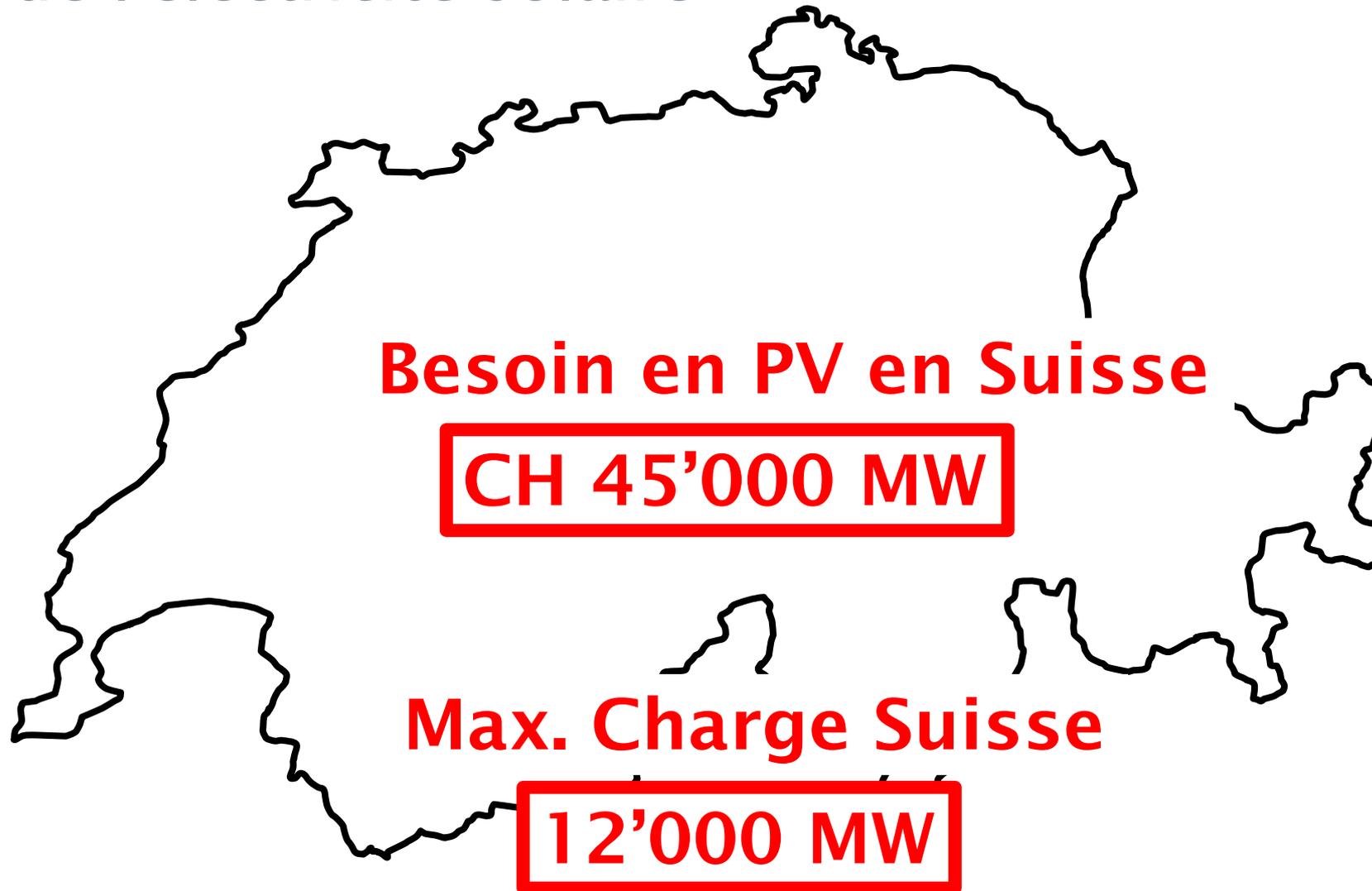


Mais que reste-t-il à faire ?

- ▶ 45 GW
- ▶ 45 TWh



Exporter de l'électricité solaire



Exporter de l'électricité solaire

DE: 400'000 MW

FR: 100'000 MW

Besoin en PV en Suisse

CH 45'000 MW

AU: 41'000 MW

IT: 80'000 MW*

Puissances électriques en Suisse

- ▶ Charge verticale maximale du réseau (Swissgrid): 8.4 GW
- ▶ Puissance prévue des installations PV : 40-50 GW (45 TWh de nouvelles énergies renouvelables)
- ▶ Centrales de pompage-turbinage en Suisse : env. 3,5 GW
- ▶ Exportation d'électricité solaire : pas possible à grande échelle
- ▶ Bénéficiaires à tout moment (malgré l'autoconsommation) : Villes, gros consommateurs, ...

**Quelle est la puissance maximale que nous pouvons injecter dans le réseau ?
Est-ce que c'est 10 GW ?**

A l'avenir, une installation PV de 10 kW ne pourra pas injecter 10 kW dans le réseau.

2 kW à 5 kW semblent plus réalistes.

Le débat actuel sur l'extension du réseau ne reflète pas cette réalité.

Les bons exemples : Puissance de raccordement au réseau << puissance PV



Schule Zürich
SolarLog



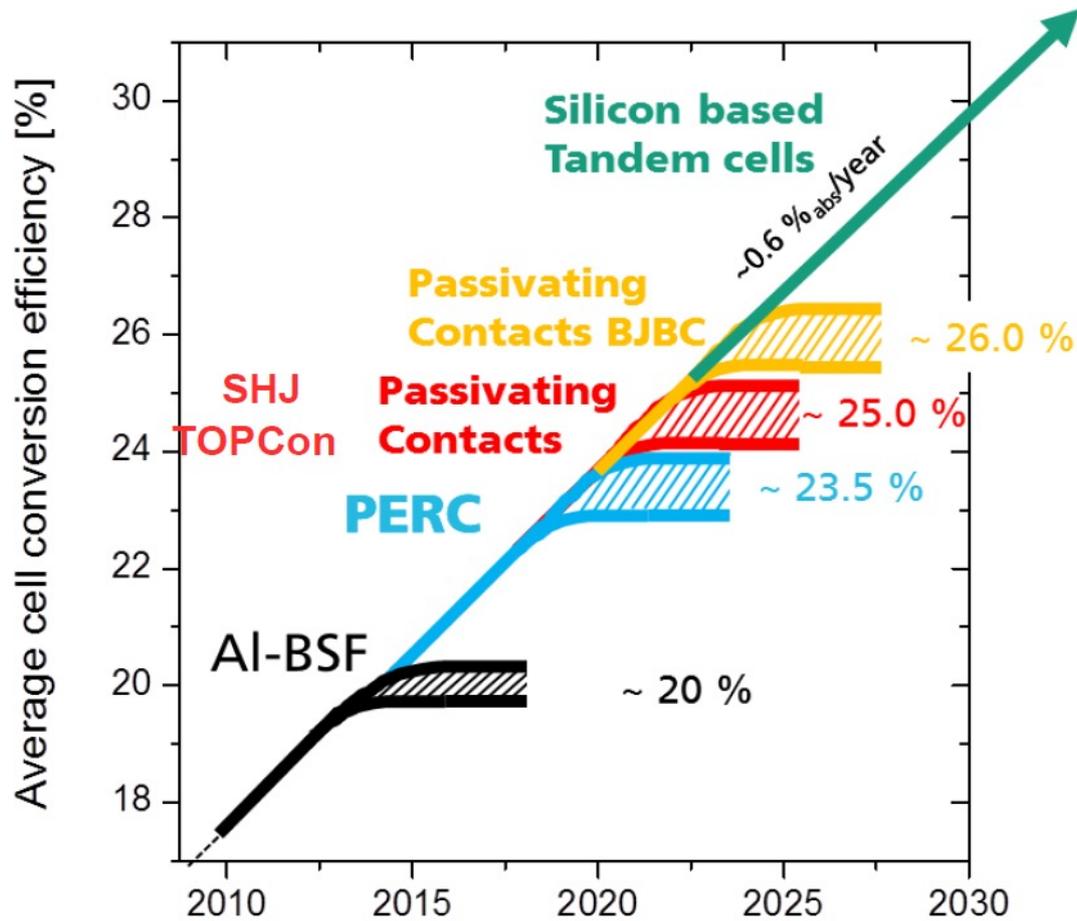
Grossen Frutigen, SEL
Smart Energy Link



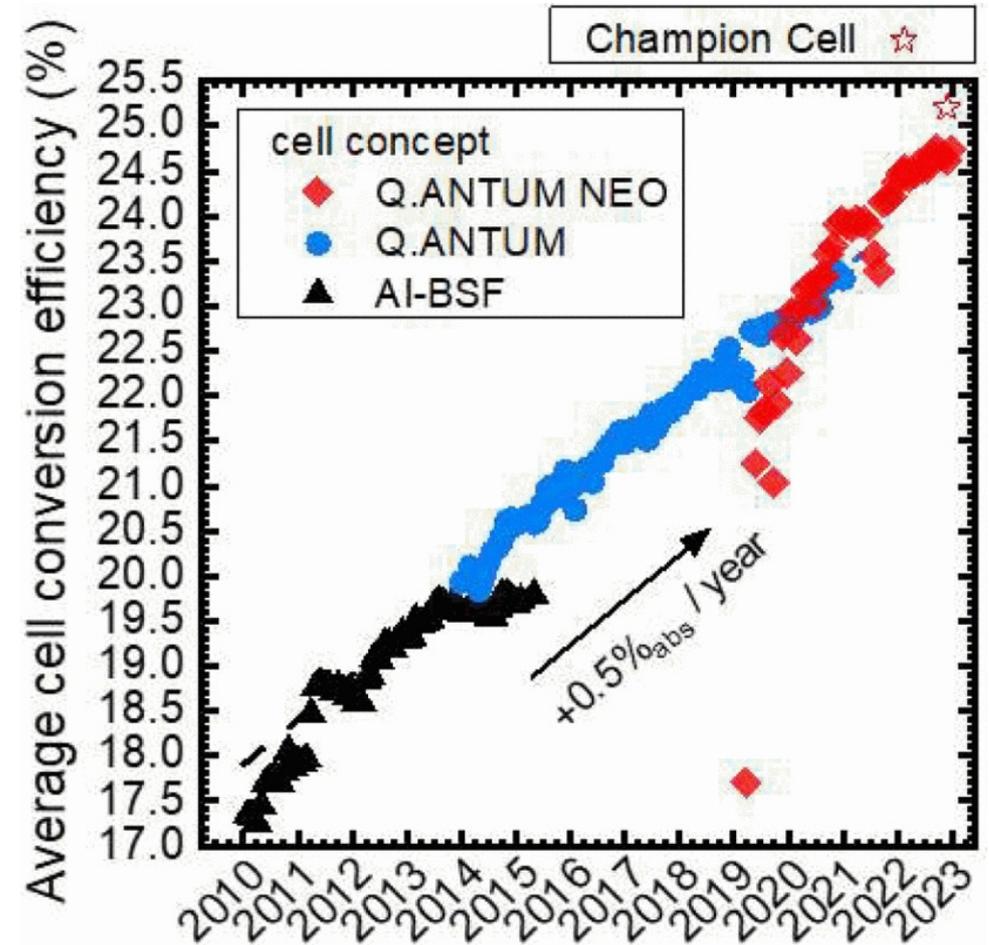
H. Fischer
Solarmanager

→ pas extra cher, mais extra bon marché !

Rendements de différentes cellules solaires

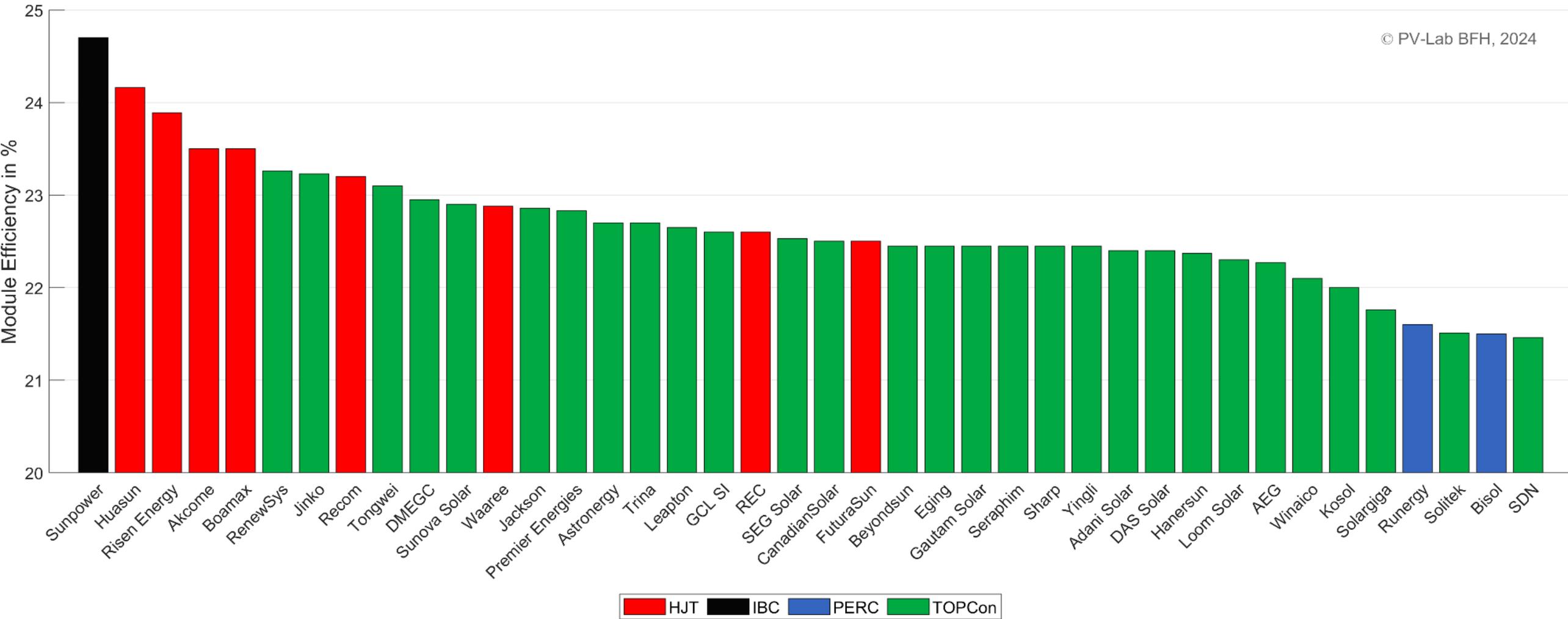


Fraunhofer ISE



M. Junghänel et al.

Les plus hauts rendements des modules PV annoncés



Pertinence des rendements

- ▶ OFEN, 2019 : Potentiel toits + façades = 67 TWh
- ▶ Calculé avec 17% de rendement
- ▶ Et si nous avons un rendement de 23% ?

- ▶ **67 TWh / 17*23 → 90 TWh**

Les toits et les façades des maisons suisses pourraient produire 67 TWh d'électricité solaire par an

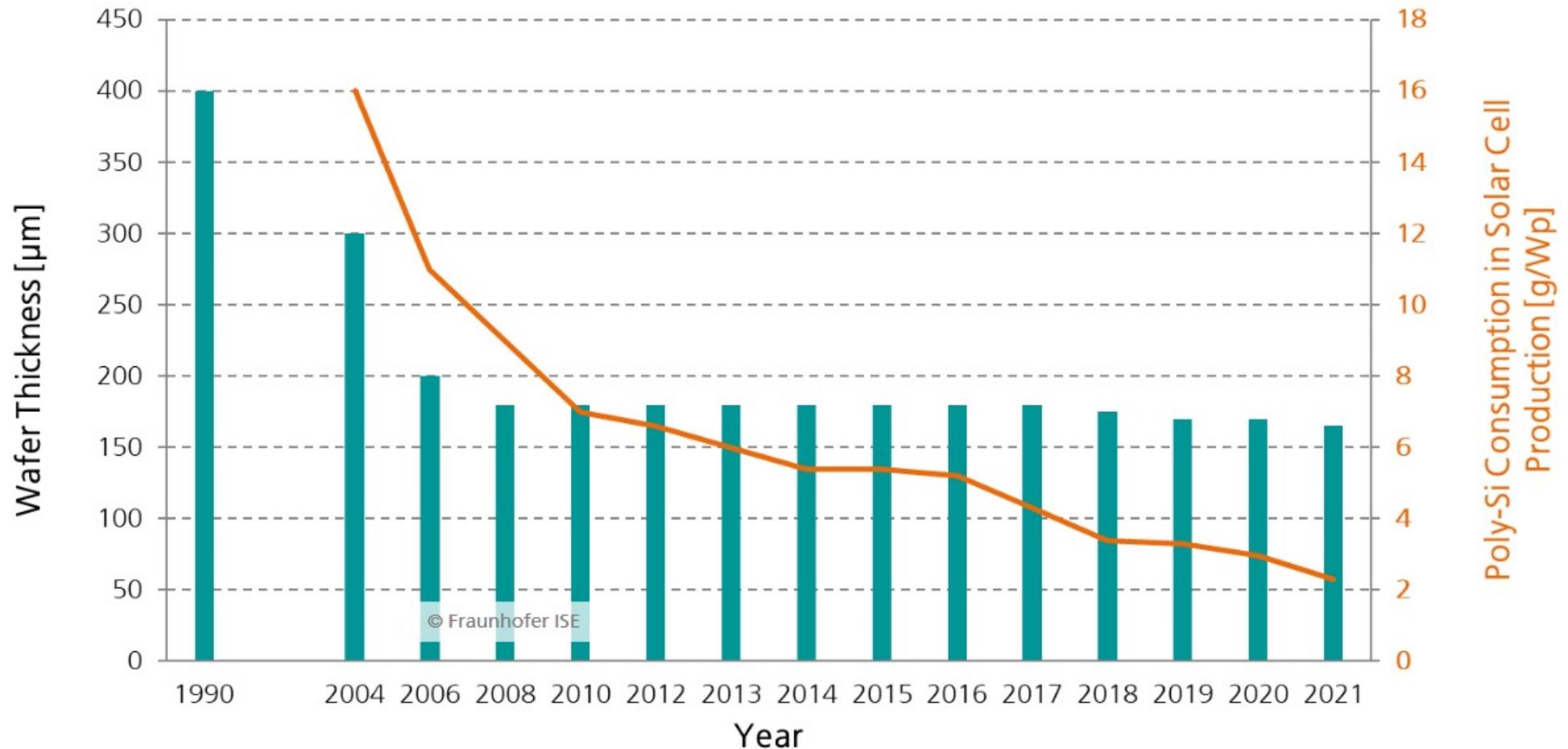
Berne, 15.04.2019 - L'application interactive accessible sur www.facade-au-soleil.ch couvre désormais l'ensemble du parc immobilier suisse. Elle permet de déterminer dans quelle mesure les façades d'un bâtiment se prêtent à l'exploitation de l'énergie solaire. Sur la base de ces données, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) estime à quelque 17 térawattheures (TWh) par an le potentiel d'électricité solaire des façades moyennement à très bien adaptées. En comptant les toits, dont le potentiel peut être déterminé sur www.toitsolaire.ch, le potentiel d'électricité solaire exploitable avoisine les 67 TWh/an pour l'ensemble du parc immobilier suisse.

La façade ou le toit de ma maison se prêtent-ils à la pose de panneaux solaires? Il est désormais très facile de répondre à cette question pour n'importe quel bâtiment situé en Suisse. Dans le cadre d'un projet commun, l'Office fédéral de l'énergie, l'Office fédéral de topographie (swisstopo) et l'Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse ont en effet développé un outil en ligne, le cadastre solaire, qui est accessible au public sur les sites toitsolaire.ch et facade-au-soleil.ch.

En matière d'électricité solaire, les toits ne sont pas les seuls à avoir du potentiel,...

En septembre 2018, l'OFEN avait déjà chiffré le potentiel d'électricité solaire des toits suisses à 50 TWh par an (voir communiqué de presse du 26.9.2018).

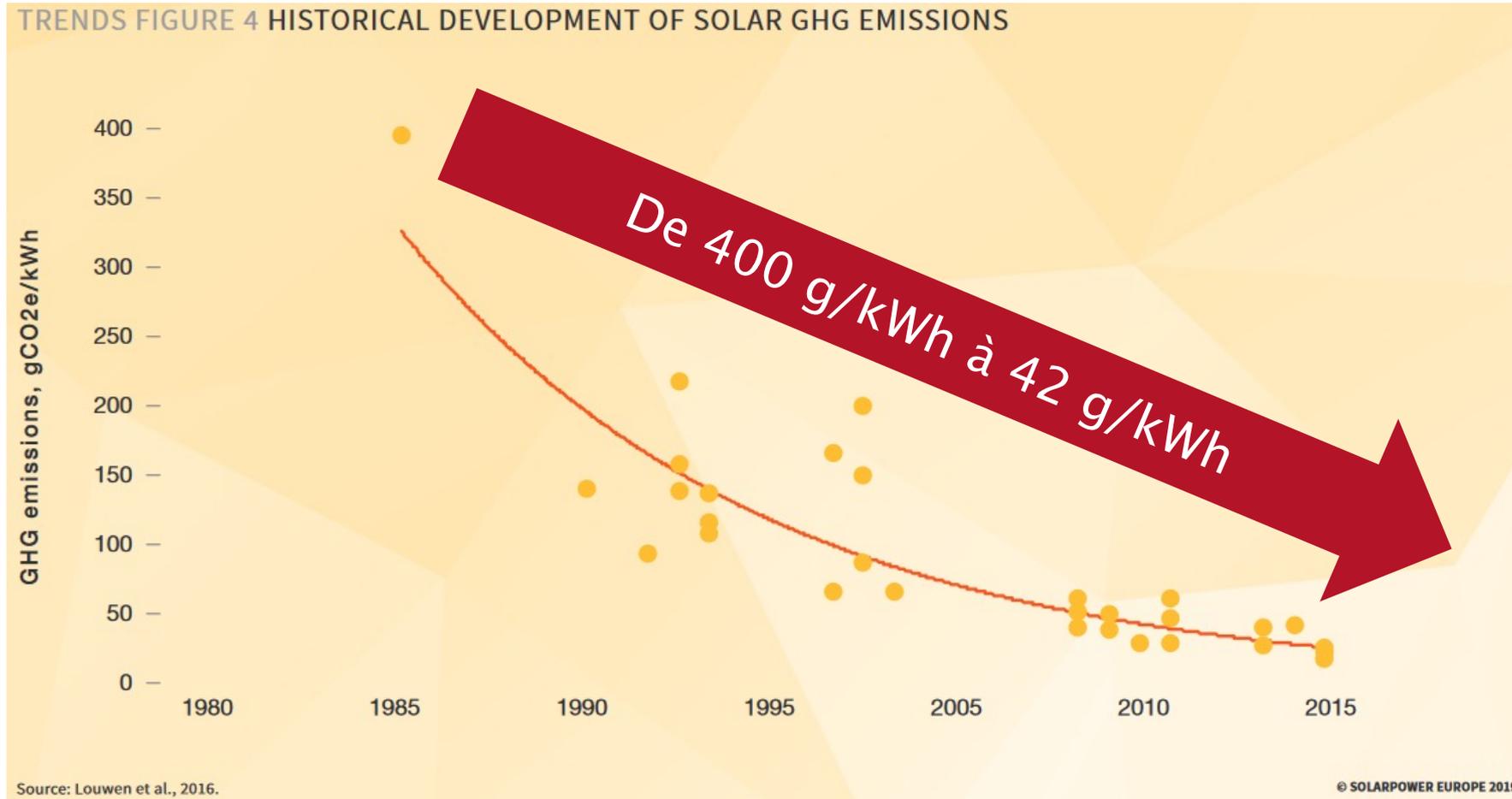
De 16 g à 2 g de silicium par watt en 20 ans



Data: until 2012: EU PV Technology Platform Strategic Research Agenda, from 2012: ITRPV 2015; ISE 2016 without; 2017 to 2020 with recycling of Si. Graph: PSE Projects GmbH 2021

► **Quelle: Fraunhofer ISE**

Impact CO₂ de l'électricité solaire



Agri-photovoltaïque



- ▶ Simple
- ▶ Pas cher
- ▶ Rapide
- ▶ Faites-le vous-même !

Pas de blé, de pommes de terre, de maïs



© Hofgemeinschaft Heggelbach

Fruits, baies, légumes

Framboises
biologiques,
"classique"

Framboises
biologiques,
Agri-PV



La diversité fait la différence



Ce qui aide le PV en Suisse

- ▶ Réduire les obstacles (autorisations, prescriptions, processus, ...)
- ▶ Des gestionnaires de réseau motivés
 - "Raccordement au réseau compatible avec le tournant énergétique".
- ▶ Design de marché approprié, avec mesures d'accompagnement si nécessaire
 - ▶ Possibilités étendues d'autoconsommation → acte modificateur unique
 - ▶ Limites inférieures et, le cas échéant, supérieures de la rétribution du courant injecté → Sécurité des investissements



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Merci de votre attention

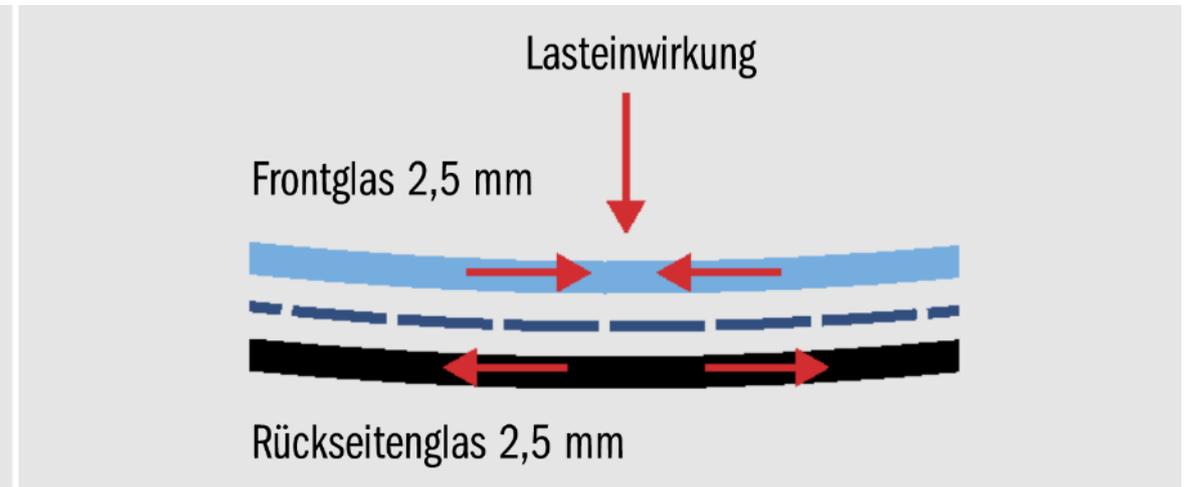
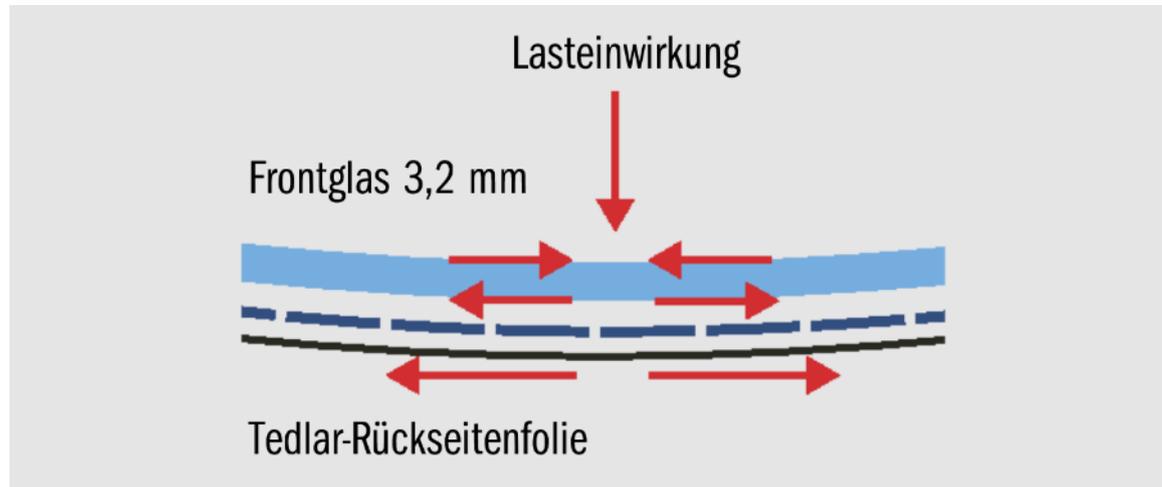
Tendance : modules verre-verre bifaces, durée de vie de 40 ans

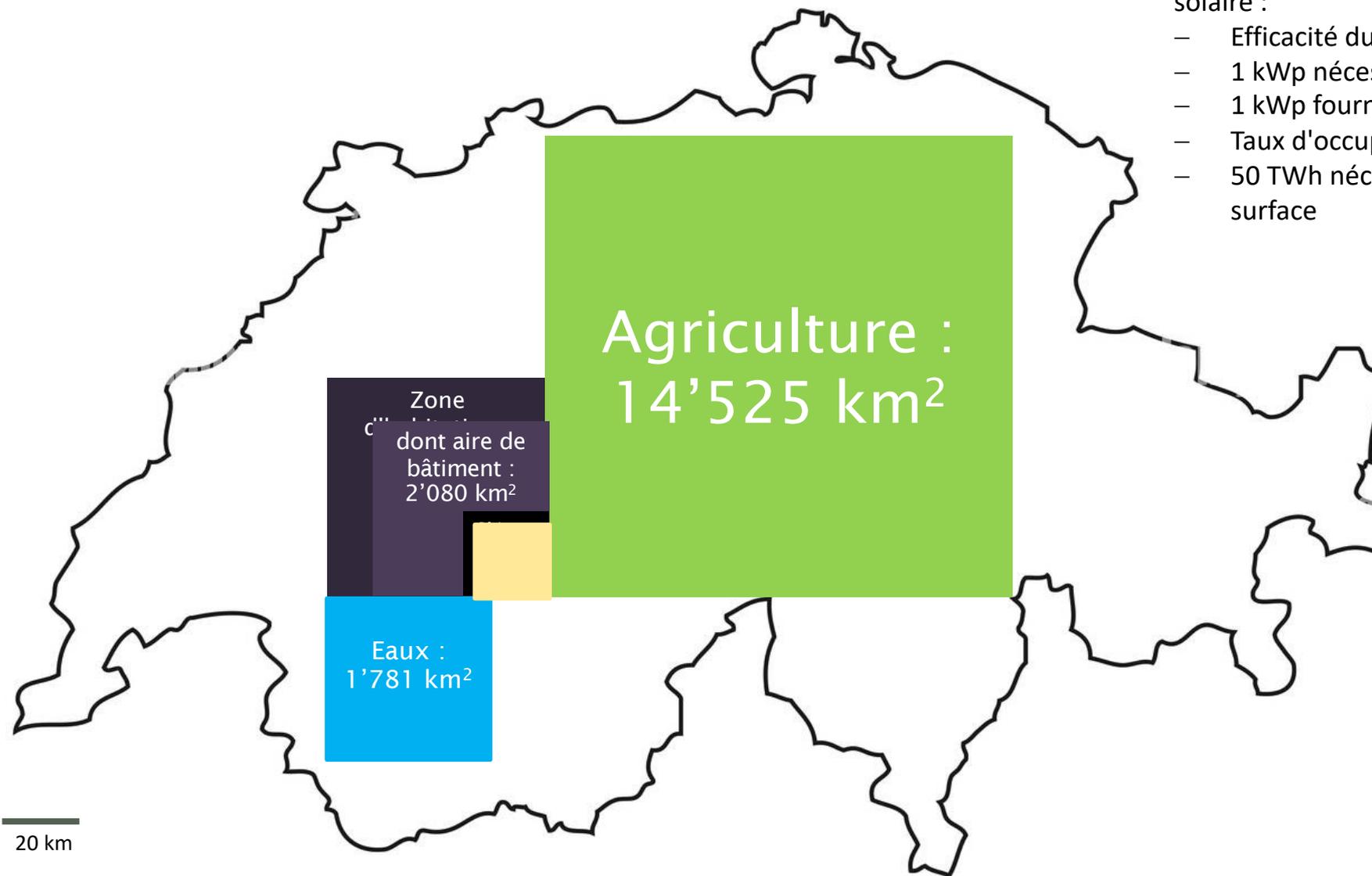
▶ Film pour verre

- Standard jusqu'en 2018 environ
- Plus sensible aux ruptures cellulaires
- Durée de vie d'environ 30 ans

▶ Verre-verre

- En plein essor depuis le PERC (modules bifaces)
- Durée de vie d'environ 40 ans





Hypothèses pour 50TWh d'électricité solaire :

- Efficacité du module 20%
- 1 kWp nécessite une surface de 5 m²
- 1 kWp fournit 1 MWh/an
- Taux d'occupation : 7
- 50 TWh nécessitent 375 m² de surface

Besoin en surface du photovoltaïque

=

à peine 1% de la surface du pays
(moins que la surface au sol des bâtiments)

International

- ▶ Le photovoltaïque est la source d'électricité la moins chère dans de nombreux endroits du monde
 - ▶ Prix de gros du pétrole = env. 10x prix de l'électricité solaire
- Peu importe ce que fait la politique. Le photovoltaïque commence à dominer le monde de l'énergie.
- Pas de lien direct avec la situation du photovoltaïque en Suisse

Tendances en matière de photovoltaïque

- ▶ Le rendement augmente
 - ▶ L'empreinte carbone diminue
 - ▶ Les coûts baissent
- Le besoin en surface diminue
 - L'écologie s'améliore
 - La rentabilité augmente

Le potentiel des toits est suffisant. Pourquoi Alpine PV, Agri-PV et Infrastructure PV ?

Accélération de la construction

- ▶ Pas de dépendance à l'assainissement
- ▶ Pas de conflits d'utilisation des bâtiments
- ▶ Nouvelles entreprises
- ▶ Nouveaux professionnels
- ▶ Nouveaux fournisseurs

Courant d'hiver

- ▶ >50% du rendement énergétique pendant le semestre d'hiver



- ▶ Gondo Solar: 18 MWp → 30 GWh?

"Solarexpress" : état d'avancement des

► Statistiques HUM2

Alpine PV competence
A project to support implementation activities by the Swiss universities of applied sciences

HOME MAP STATISTICS KNOWLEDGE ABOUT

Filter Plants:

Eng 71a

Status

in planning
 under construction
 construction completed
 connected to grid
 decommissioned
 discarded

Status of Planning Application

Not Submitted
 Submitted
 Approved
 Denied
 Under Revision

Canton
▼

Nominal DC Power of Plant in MW
0 100

Annual Yield in GWh
0 100

Specific Annual Yield in kWh/kWp
0 2000

Reset Filters

MATCHING PLANTS
29 Results found

Plant Name	Nominal Power (MW)	Annual Yield (GWh)	Specific Annual Yield (kWh/kWp)
Albigna Solar	none	none	none
Alpin Solar Ybrig	9	12	1333
Bernina Solar	60	128	1600
Engadin Solar	30	37	1233
Gibidum Solar	0	40	0
Glarus Süd Solar	10	13	1300