

LES ORRES 10-11 mai 2021

Smart
Mountain
for
tomorrow

PHOTOVOLTAÏQUE EN TERRITOIRE DE MONTAGNE : POTENTIEL ET PERSPECTIVES

Anis JOUINI – CEA / INES

Interreg
Alpine Space



FRANCE 20/21
Presidency

OCOVA
ALP MED NET



GOVERNEMENT
*Liberté
Égalité
Fraternité*

RÉGION
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR

La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE

Hautes-Alpes
le département

LES ORRES

Interreg
Alpine Space
AlpGov

QUI SOMMES NOUS ?

CEA

INES Institut National de l'Énergie Solaire



19,900 employés
5.4 milliards €
700 Brevets par an



Most innovative organisations

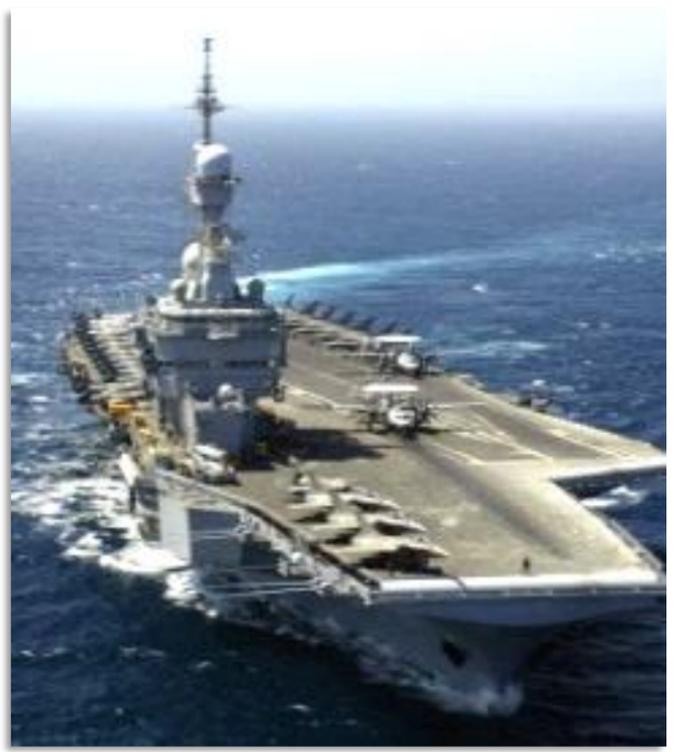
1st européen



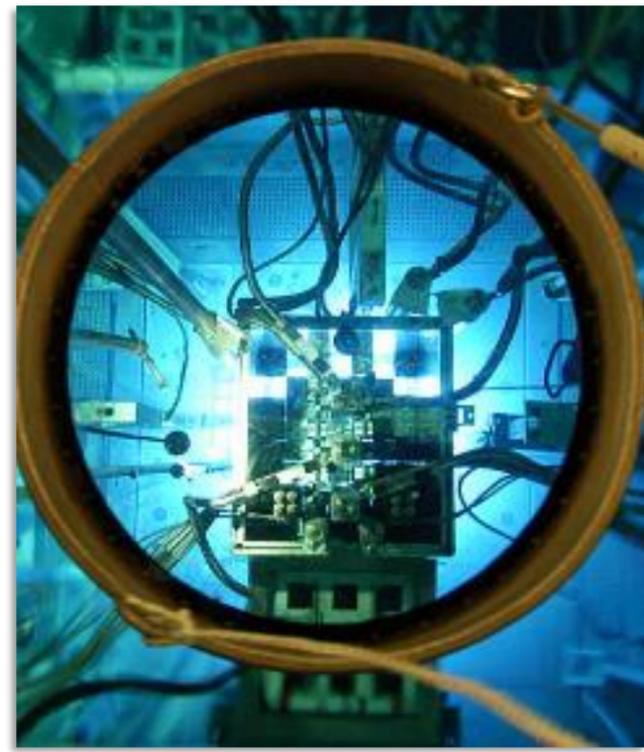
3^{ème} global



Défense



Energie nucléaire



Recherche Technologique



Recherche fondamentale





▲ Chambéry

Cadarache ►





22 000 m²

Parc équipements > **120 M€**

~ **500** personnes

Budget~ **50 M€**



Techerche, innovation

Education, capacity building

11 labos



+ 2 labo



& partenaires : 2CA, ECM, SERMA, Steadysun

INES Plateforme formation



Champs d'activité

► Composants et systèmes

Premium PV Cellules & modules | Process & équipement | X-IPV | Electronique de puissance | Centrales PV



& Développement numériques

Integration réseaux | Diagnostic & Monitoring | Energy management systems | Stockage | Smart grids & Smart cities

cea

ines
INSTITUT NATIONAL
DE L'ENERGIE SOLAIRE



CONTEXTE

LA GRANDE TRANSFORMATION

Solaire Photovoltaïque 359

Gaz de pointe **275**

Tour solaire thermique **168**

Eolien terrestre **135**

Nucléaire **123**

Charbon **111**

Gaz **83**

Géothermie **76**

175

155

141

109

91

56

41

40

2009

2019

LCOE Levelized
Cost of Energy

Prix de l'électricité
produite nouvelles
centrales

en \$ par MWh

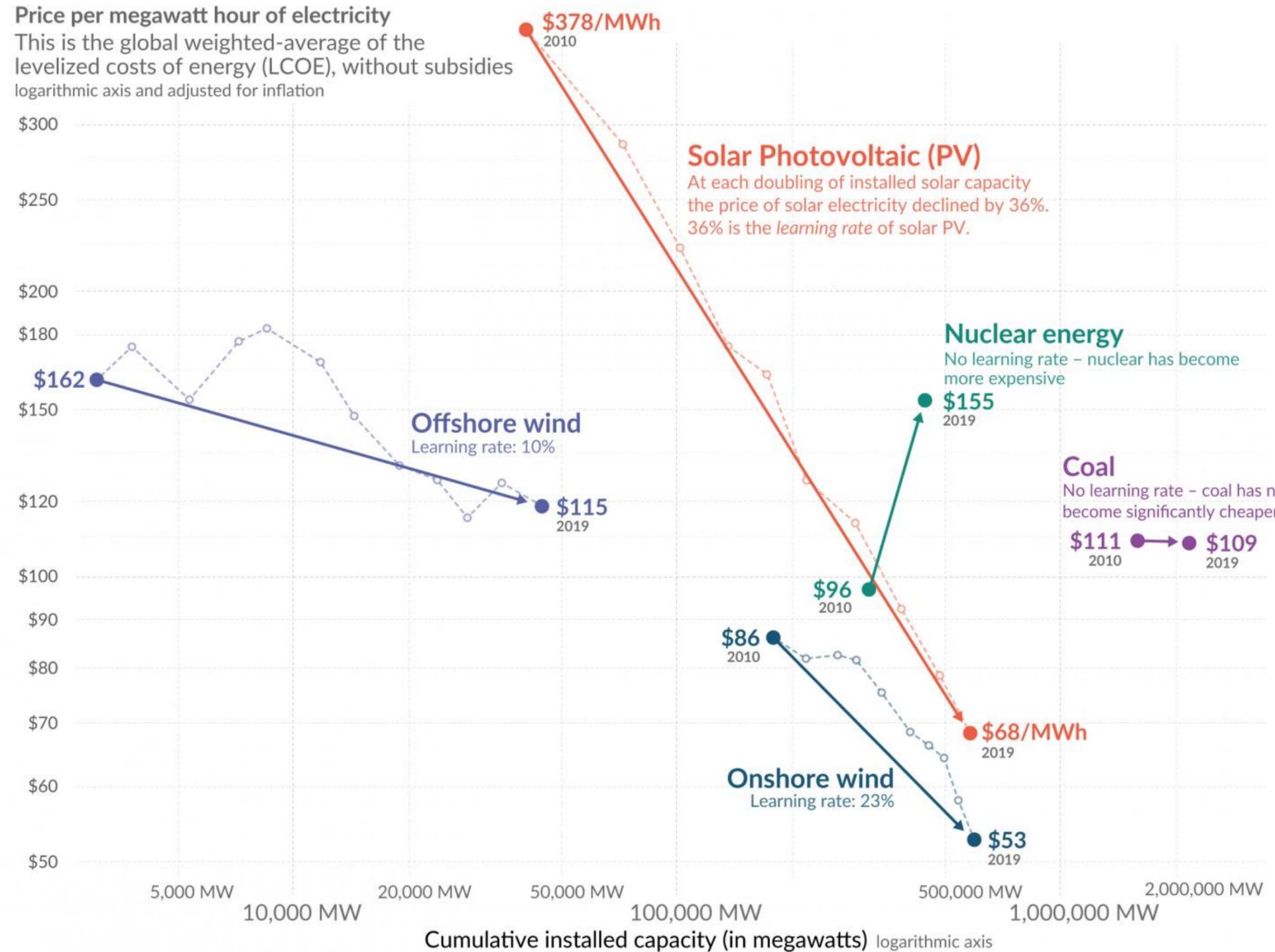


Electricity from renewables became cheaper as we increased capacity – electricity from nuclear and coal did not

LCOE Levelized Cost of Energy

Prix de l'électricité produite nouvelles centrales

en \$ par MWh



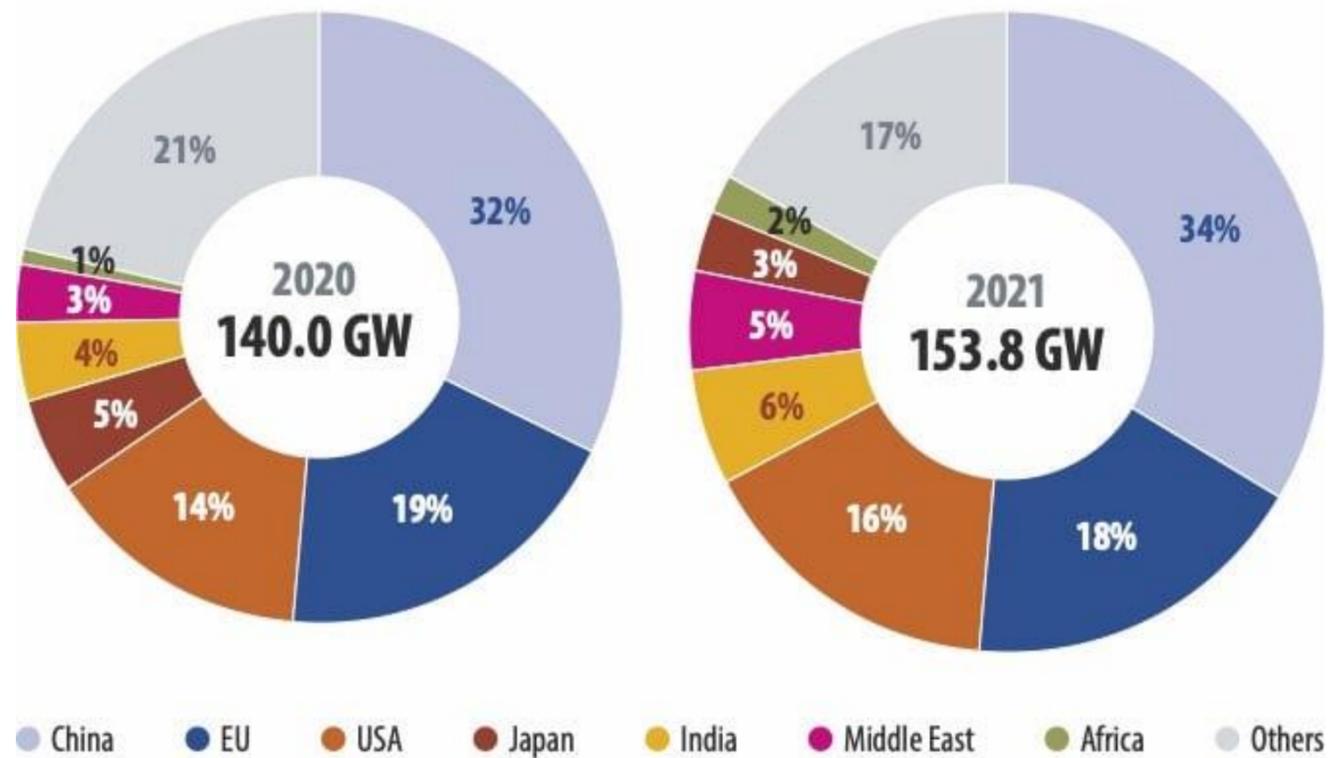
Source: IRENA 2020 for all data on renewable sources; Lazard for the price of electricity from nuclear and coal – IAEA for nuclear capacity and Global Energy Monitor for coal capacity. Gas is not shown because the price between gas peaker and combined cycles differs significantly, and global data on the capacity of each of these sources is not available. The price of electricity from gas has fallen over this decade, but over the longer run it is not following a learning curve.

Le PV continue sa croissance, quoiqu'il arrive

Ses prix baissent encore et baisseront encore

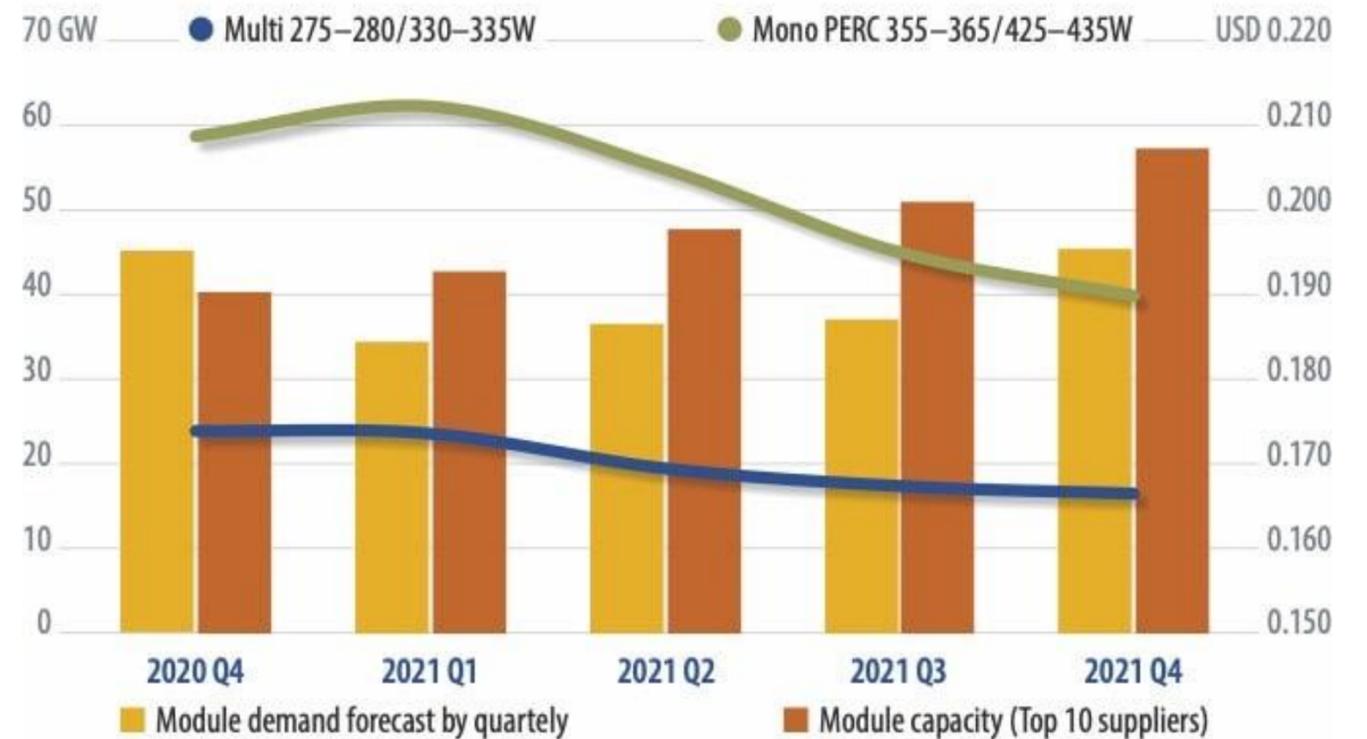
Module demand forecast for 2020 and 2021

Source: PV InfoLink



Module demand, capacity, price trends (Q4 2020–2021)

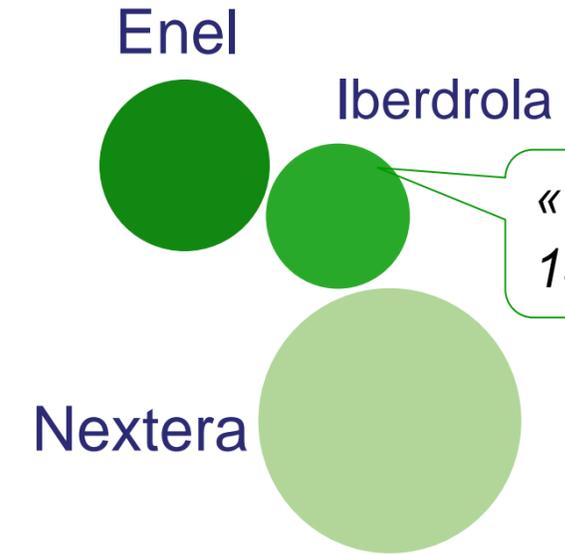
Source: PV InfoLink



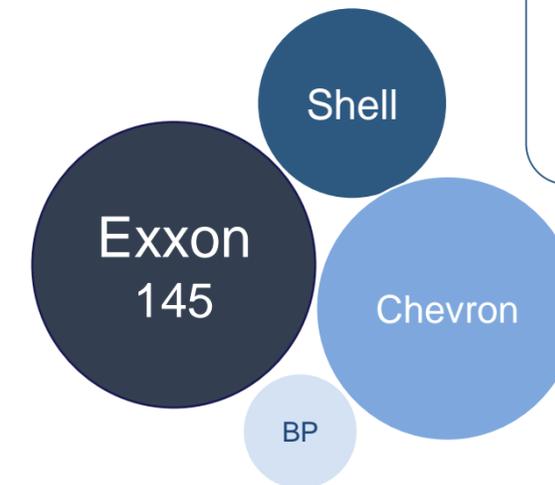
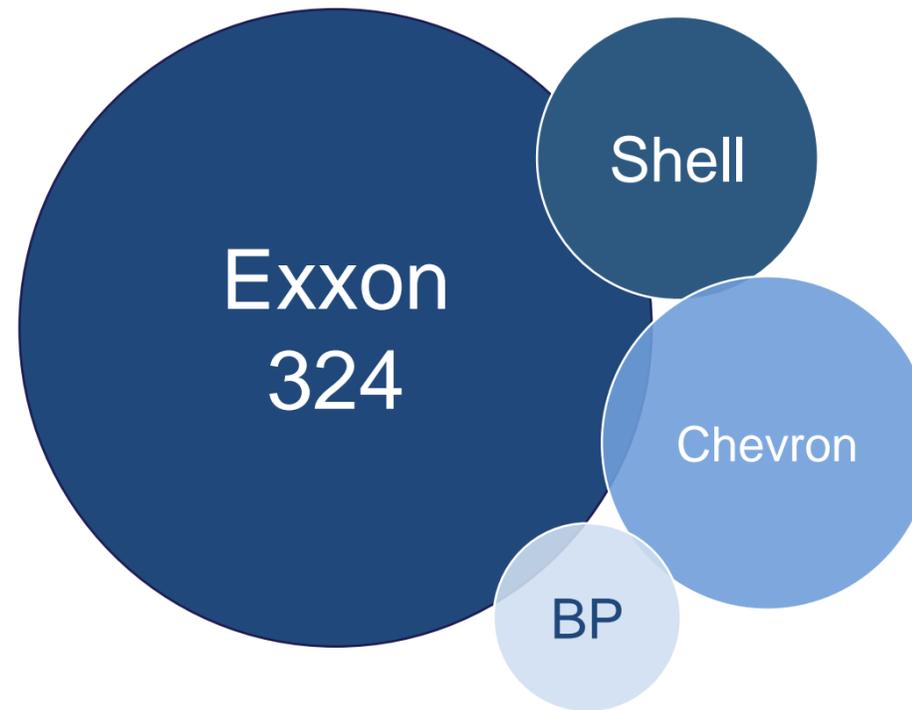
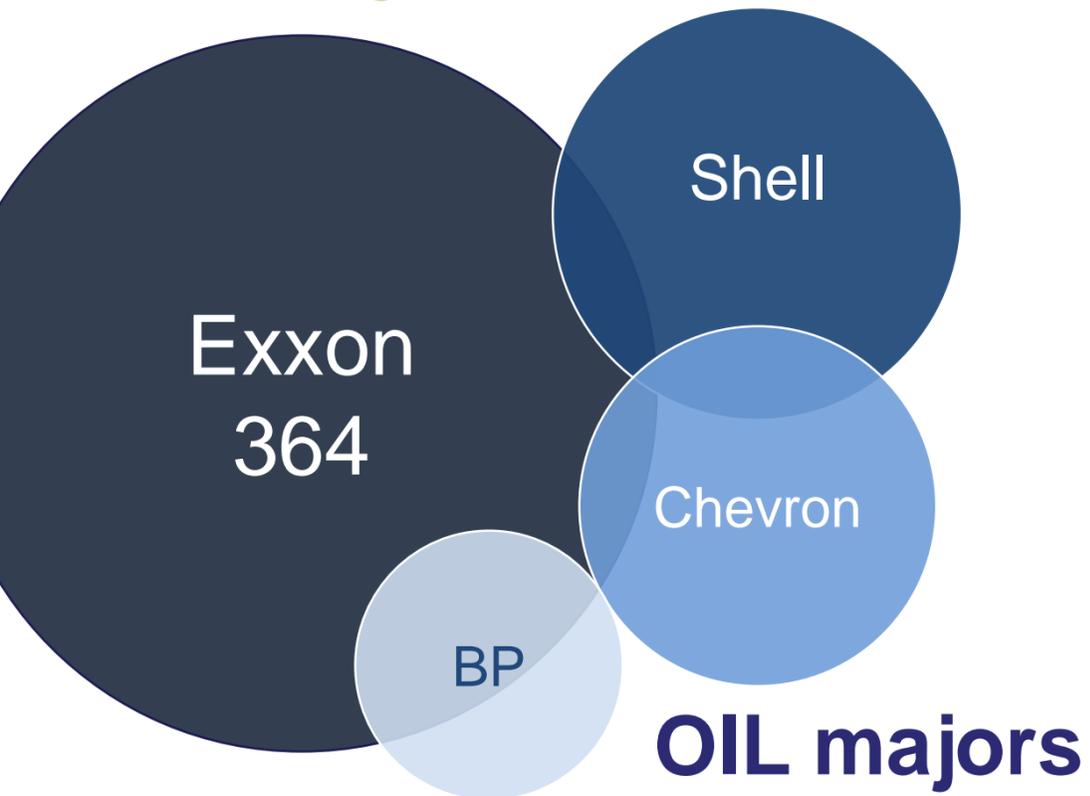
Changements de majors

« 160 milliards € d'ici 2030 pour solaire, éolien, SmartGrid, mobilité électrique et économies d'énergie »

GREEN majors



« 75 Mds € d'ici 2025
150 Mds € d'ici 2030 »



Total «devenir en dix ans une major multi-énergies.»

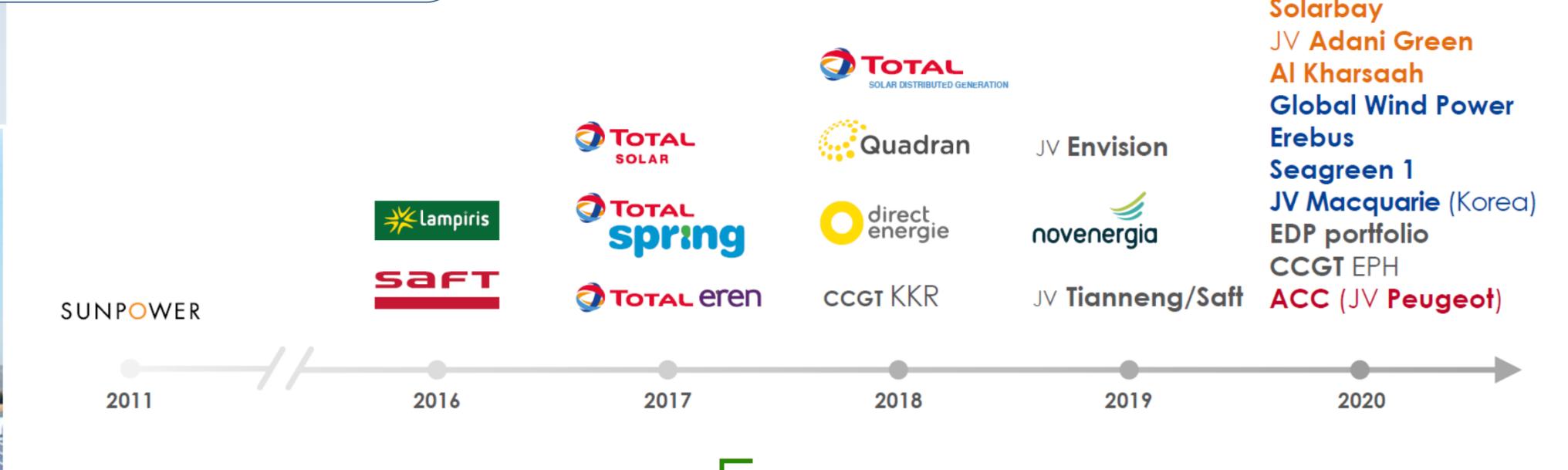
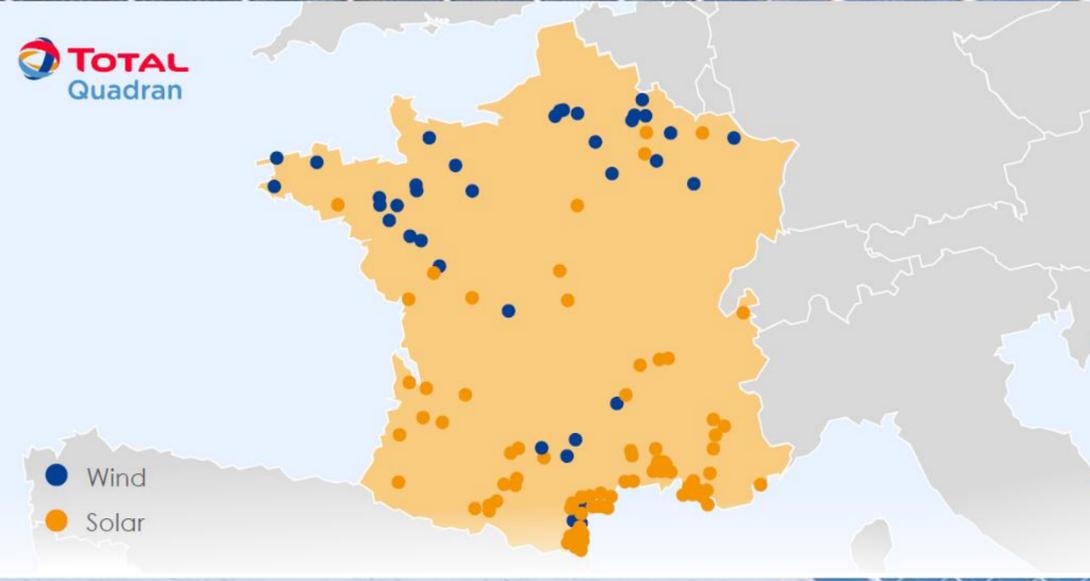
2010

2015

2020

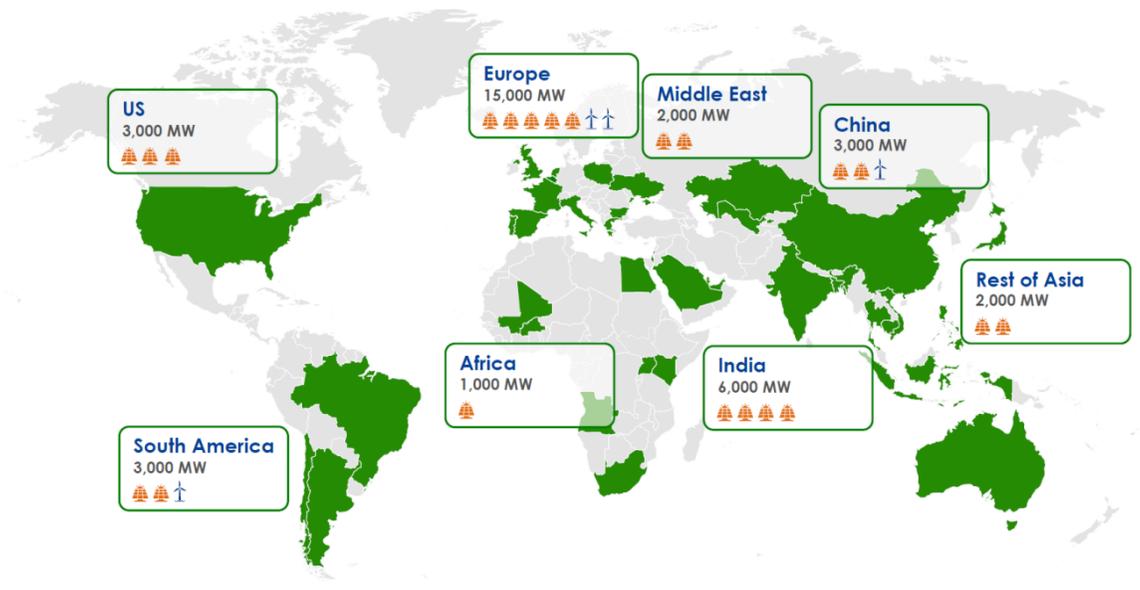
Becoming a world leader in renewables

2016 – 2020
« 8 milliards € d'investissements. »



- Ignis
- Powertis
- Solarbay
- JV Adani Green
- Al Kharsaah
- Global Wind Power
- Erebus
- Seagreen 1
- JV Macquarie (Korea)
- EDP portfolio
- CCGT EPH
- ACC (JV Peugeot)

Global footprint for building a unique renewables portfolio

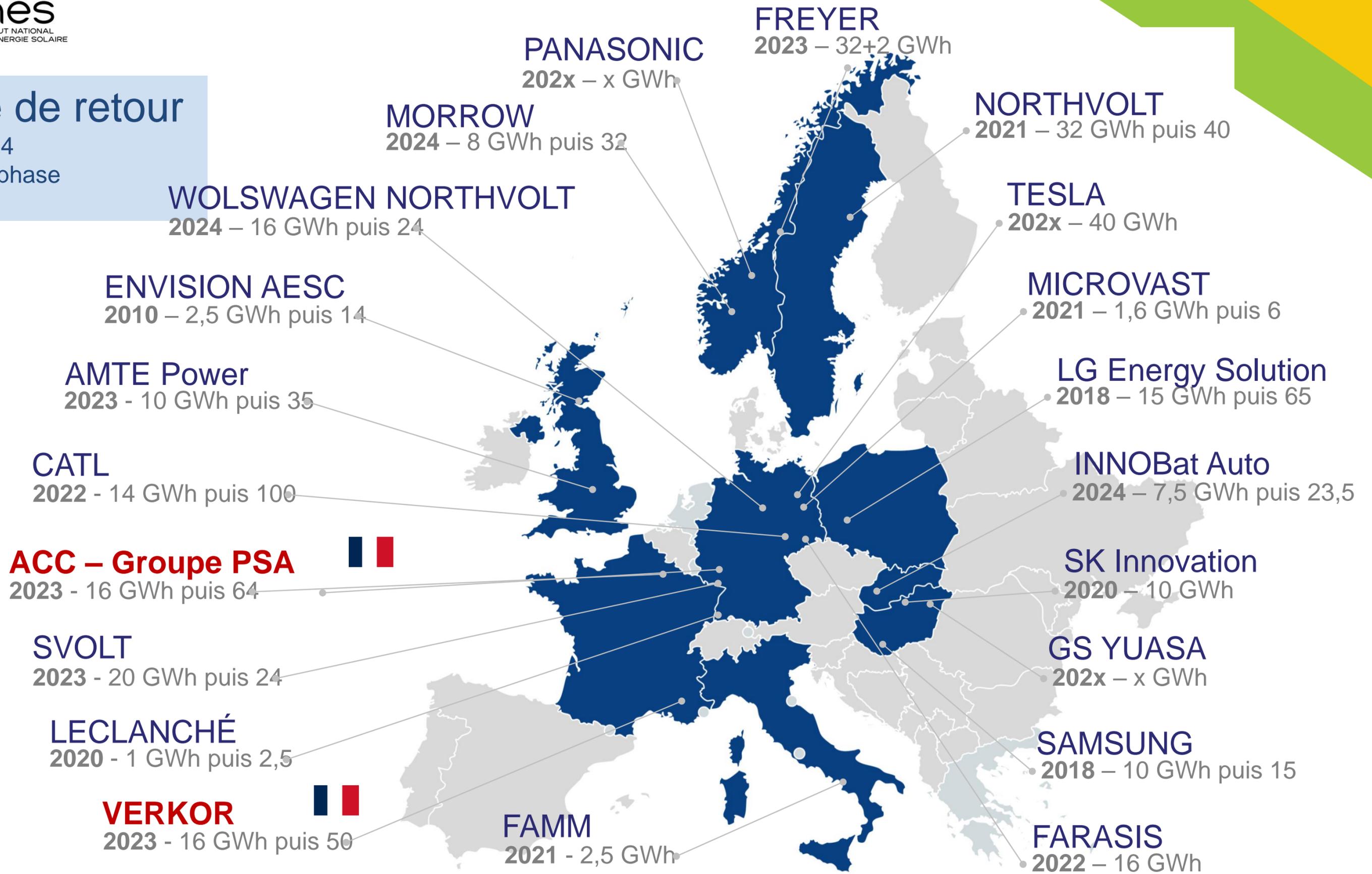


New regions rebalancing Group geopolitical profile



La batterie de retour

215 GWh d'ici 2024
+ 323 en seconde phase



VERKOR



2023 - 16 GWh puis 50

FAMM

2021 - 2,5 GWh

ACC – Groupe PSA



2023 - 16 GWh puis 64

SVOLT

2023 - 20 GWh puis 24

LECLANCHÉ

2020 - 1 GWh puis 2,5

Renaissance du photovoltaïque

10 GW de production d'ici 2023

SolarPower Europe
20 748 abonnés
1j • 🌐

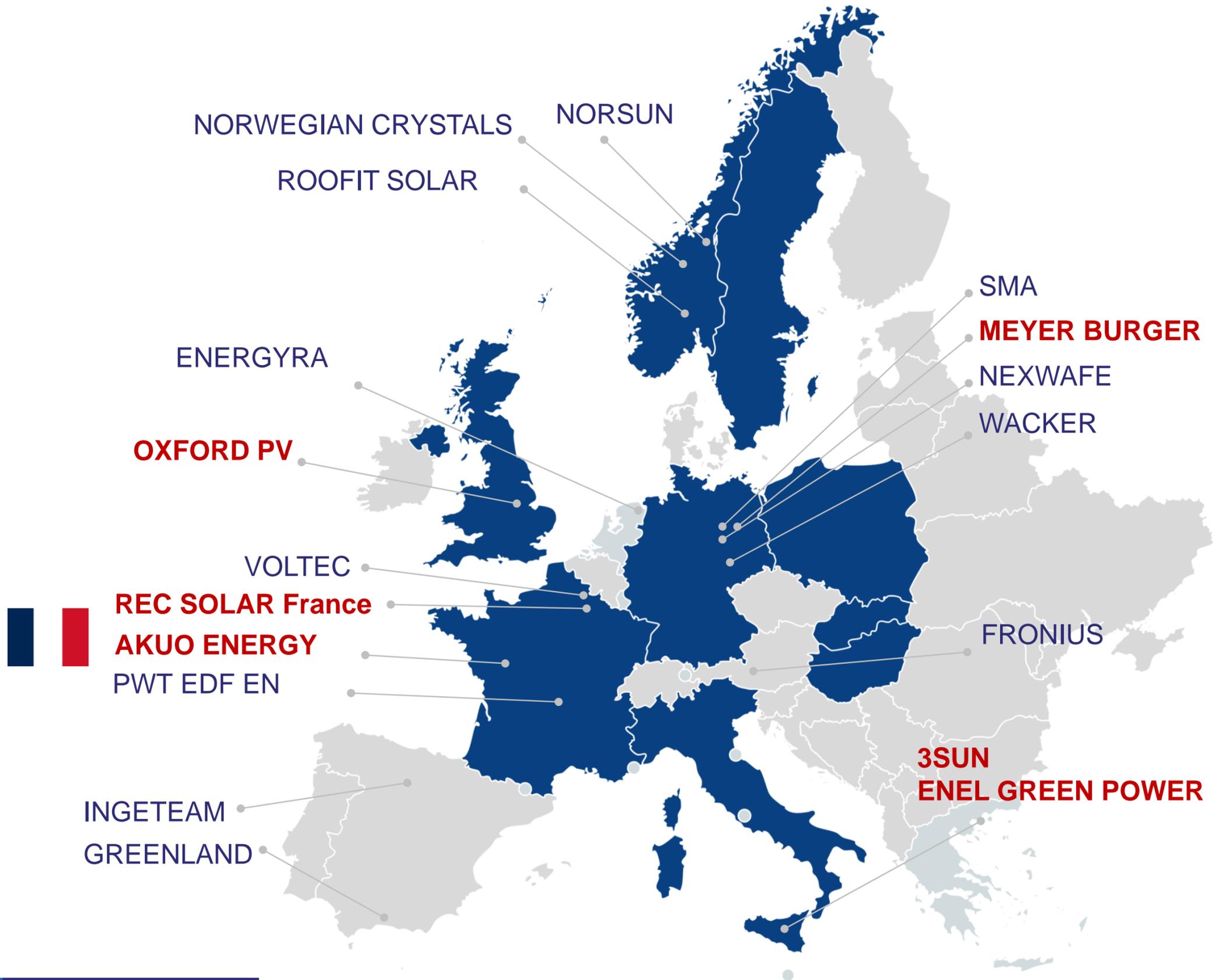
"When people hear #solar, we want them to think #Europe." Kadri Simson, European Commissioner for Energy

How to capture the booming demand for solar in Europe? Together with EIT InnoEnergy, today we have launched the #EUSolarInitiative, aiming at anchoring a strong solar manufacturing industry in the EU across the entire value-chain.

Our press release [1](#) #EUIndustryDays #EUGreenDeal

[Voir la traduction](#)

SolarPower Europe and EIT InnoEnergy launch the European Solar Initiative
solarpowereurope.org • Lecture de 3 min



The logo for CEA (Commissariat à l'énergie atomique et alternative) is a red square containing the lowercase letters 'cea' in white.The logo for INES (Institut National de l'Énergie Solaire) features a stylized sun icon to the left of the text 'ines' in a bold, lowercase font. Below 'ines' are the words 'INSTITUT NATIONAL DE L'ÉNERGIE SOLAIRE' in a smaller, uppercase font.

PHOTOVOLTAIQUE EN MONTAGNE

LA GRANDE TRANSFORMATION



Enel and French PV institute achieved an efficiency of 25.0% for a heterojunction solar cell

The solar cell calibration laboratory ISFH CalTeC has certified the efficiency of the cell, which was made with a standard M2 wafer.

AUGUST 28, 2020 CATHERINE ROLLET

MODULES & UPSTREAM MANUFACTURING TECHNOLOGY AND R&D FRANCE

25% !!!

NEW WORLD-CLASS CERTIFIED RECORD FOR HETEROJUNCTION SOLAR CELL EFFICIENCY

CEA and Enel Green Power have reached a heterojunction solar cell record efficiency of 25.0% active area (213 cm²) on M2 wafer on industrial pilot line at INES.

World-class result certified by CalTeC

27-08-2020



LA MONTAGNE : MARCHÉ PIONNIER DU SOLAIRE...



... avec stockage

...ou des montagnes
de solaire ?



Centrales



Résidentiel



Bâtiments, fleuves, lacs, Voies ferrées, routes...





PV EVERYWERE

X-IPV

Parmi les innovations du CEA à **INES**



Défense & bâtiment

4kg/m²



BIPV

Systèmes autonomes



COMMUNICATION

Ballon stratosphérique



MARINE

Bifacial/à la forme



ROUTE

Multi-fonctions



VIPV

Véhicules électriques



SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

35GW à **44GW en 2028**
 Baisse du LCOE, optimisation du CAPEX et OPEX
 Augmentation de la **puissance des modules (>500W)**
 Avènement de la technologie biface : **50% en 2026**
 Croissance du marché des trackers : **40% en 2024**

Convertisseurs

Hauts rendements (>99%)
 Compacité des solutions
 Organe intelligent des systèmes



Caractérisation modules

Benchmark en systèmes
 Labélisation
 Vieillessement accéléré, durabilité



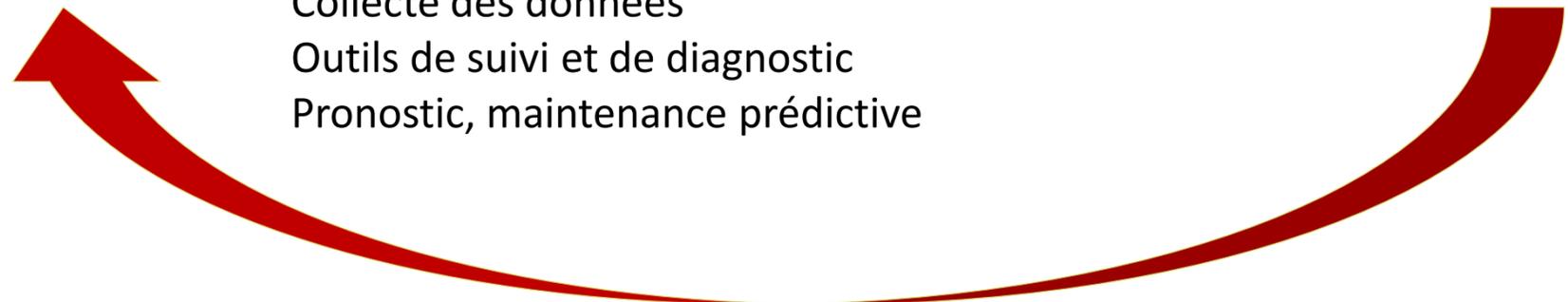
Centrales photovoltaïques

Design par la simulation et la modélisation
 Collecte des données
 Outils de suivi et de diagnostic
 Pronostic, maintenance prédictive

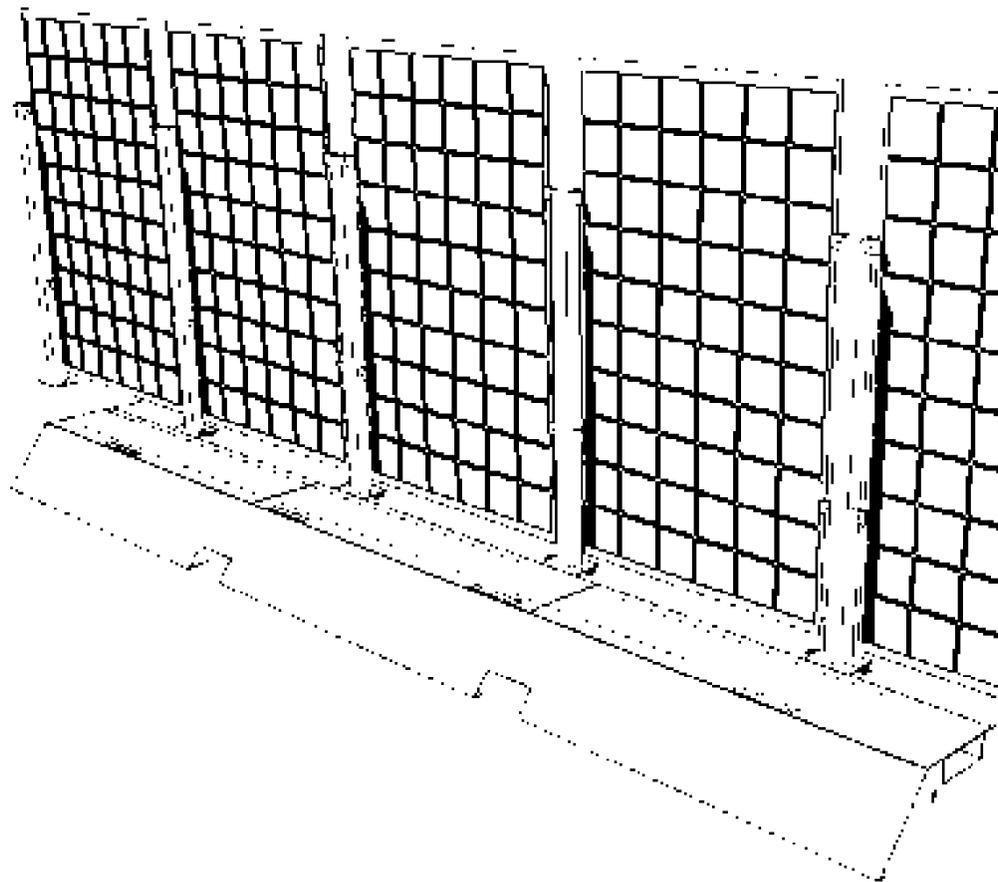


ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Découpe modules
 Recyclage du Kerf
 Recyclage du verre



NOUVELLES CENTRALES



Centrales photovoltaïques innovantes

- Flottantes,
- Agri-voltaïques,
- Linéaire et grand linéaires (routes, berges, voies ferrées)
- Moyenne tension

Convertisseurs de nouvelles génération

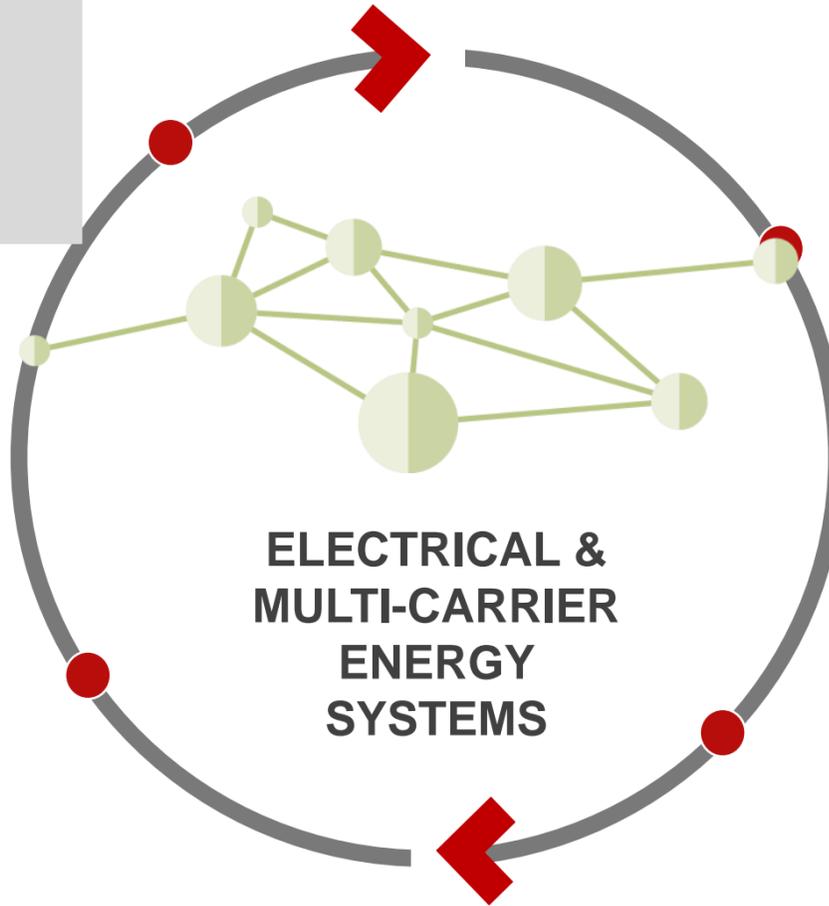
- Topologies
- Semi-conducteurs de dernière génération comme SiC et GaN
- ▶ Compact, moins cher, meilleure performance et durée de vie

ENERGY SYSTEMS



Modélisation & simulation

- Analyse multicritères
- Dimensionnement
- Stratégie et contrôle de pilotage

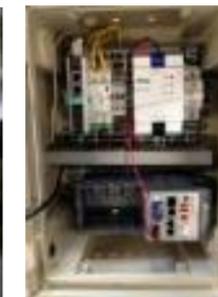


Validation en laboratoire et pilote

- Hardware in the loop
- Micro-réseaux électriques et thermiques couples @ INES



Monitoring

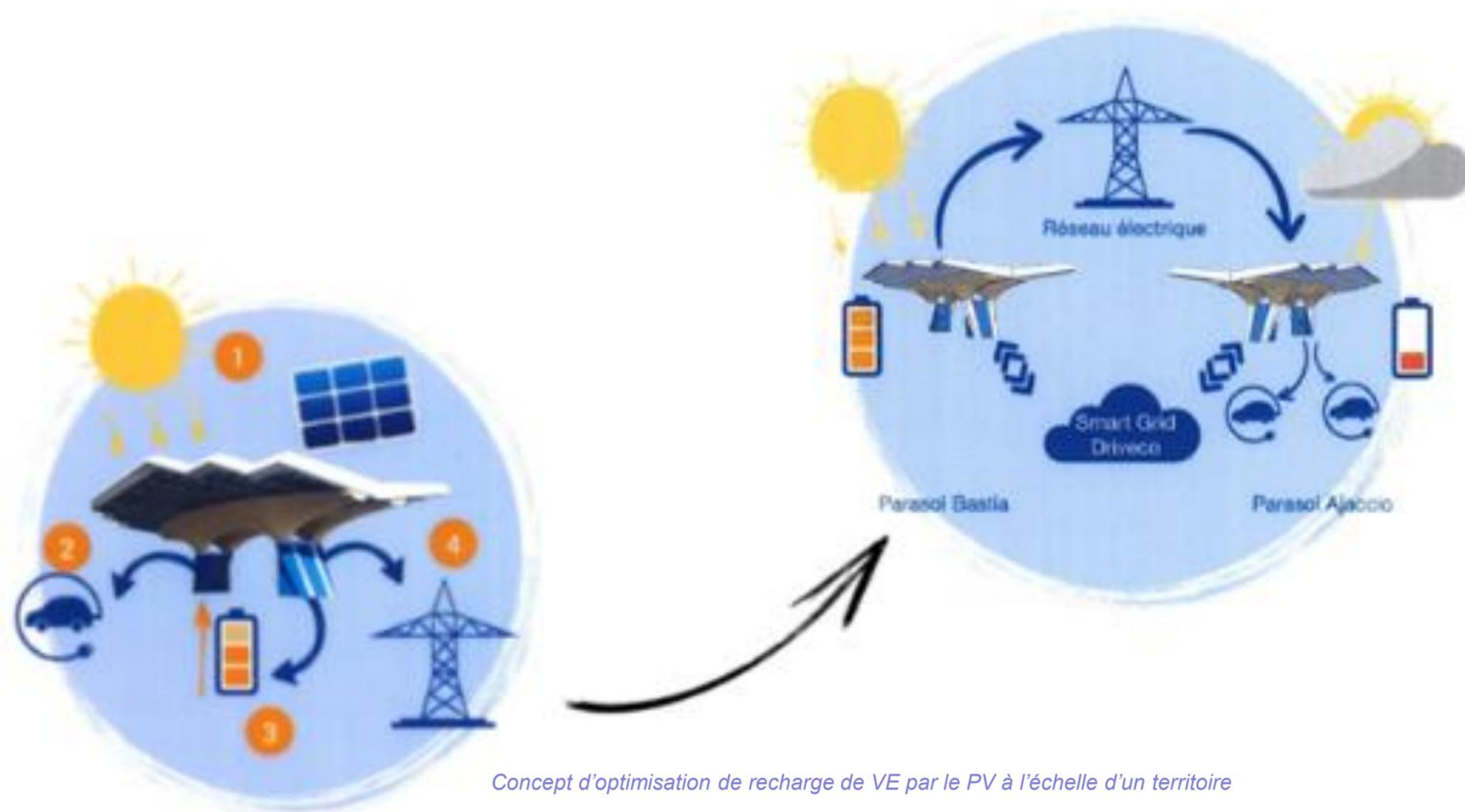


Déploiement

SMART CHARGING

CONTEXTE :

Développement du marché du véhicule électrique sur un territoire avec mix énergétique fortement carboné
Solution proposée : Le Parasol - la station de recharge pour véhicules électriques à l'énergie 100% solaire



- Optimisation de recharge de Véhicule Electrique avec énergie photovoltaïque produite sur la zone de recharge ou sur une autre zone de recharge sur le territoire et en production excédentaire
- Le réseau électrique sert pour le transit entre les deux stations et le taux d'autoproduction pour la recharge véhicule est optimisée
- Intégration de prévision de production photovoltaïque et de planification de recharge du véhicule électrique

SMART CHARGING - station de recharge 100 % solaire

Filiale de Corsica Sole, exploitant et producteur d'énergie solaire en Corse, DRIVECO conçoit et développe des solutions complètes de recharges pour véhicules électrique

Divers projets de R&D depuis 2014 pour le design électronique du Parasol et sur le logiciel d'optimisation de charge photovoltaïque (utilisation énergie solaire x 2)

Installation de stations à Ajaccio et Bastia

Transfert de la technologie & logiciels à DRIVECO pour déploiement commercial

Bastia



Ajaccio



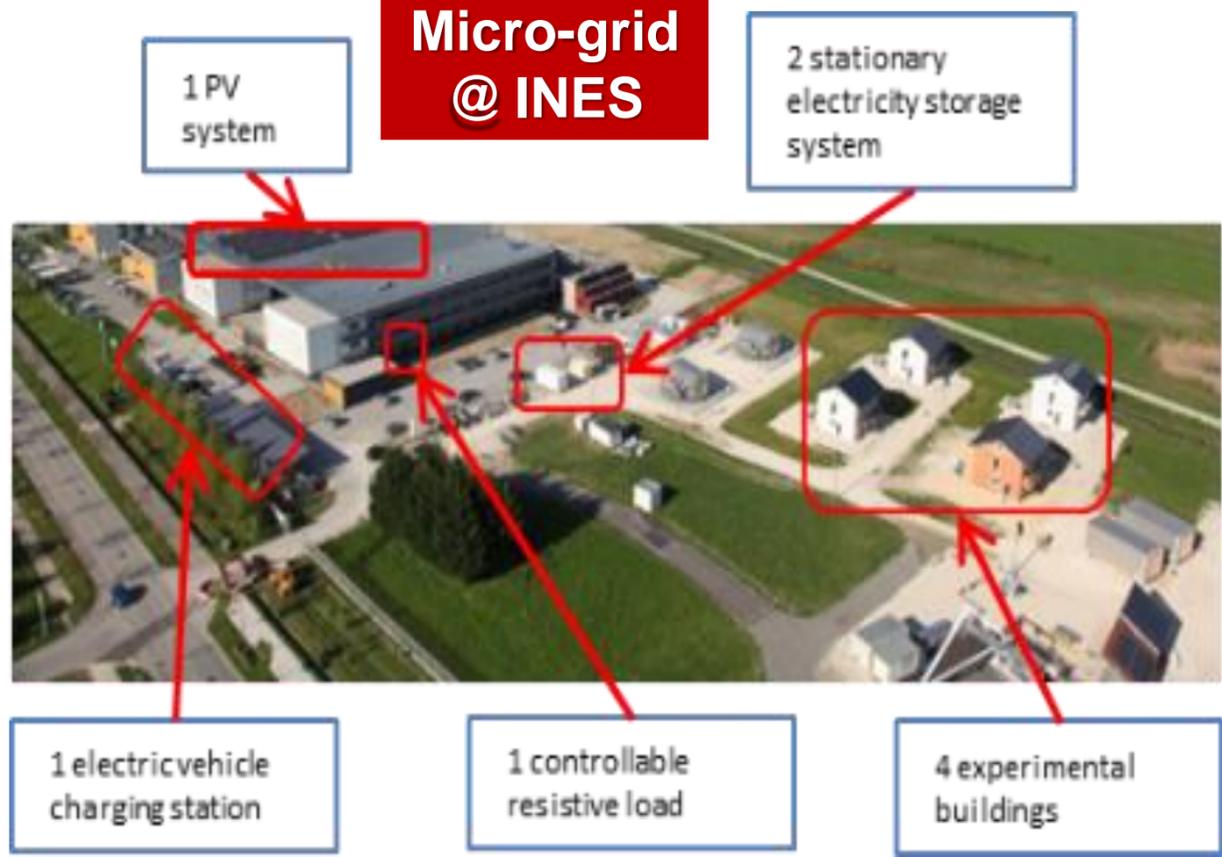
Partenariat avec


AMBASSADOR - Autoconsommation à l'échelle d'un quartier

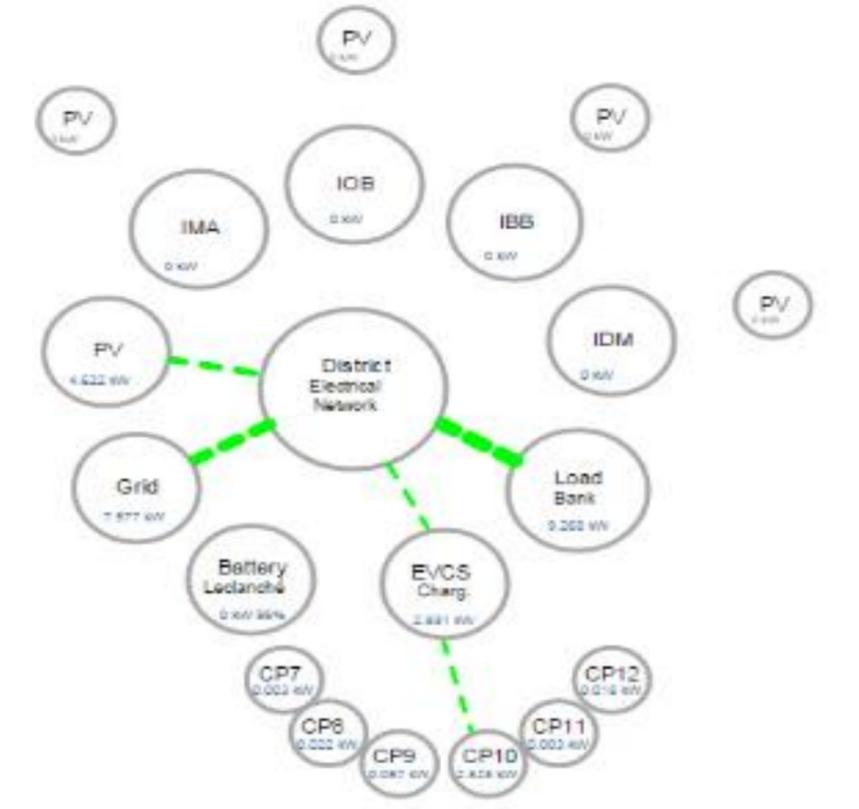
Objectifs :

- Autoconsommation de l'énergie PV à l'échelle d'un site complet (micro-grid)
- Achat et vente de l'électricité au meilleur prix en fonction du marché de l'énergie et des moyens de production et stockage

Micro-grid @ INES



Le cas d'étude INES en simulation



Aperçu des flux en « temps-réel » du micro-grid INES

INTEGRATION ENERGETIQUES

Solutions digitales pour piloter les réseaux locaux, bâtiments et quartiers :

► Autoconsommation

Building management & digital management en lien avec les réseaux

- Maximiser l'adéquation entre production et consommation à l'échelle du bâtiment ou du quartier
- Développer les solutions numériques de contrôle et pilotage
- Améliorer les performances en combinant production d'énergie, stockage multi-vecteurs et profils de consommation
- Intégration de capteur pour interopérabilité entre les systèmes
- Amélioration du service à l'utilisateur et réduction de l'impact environnementale

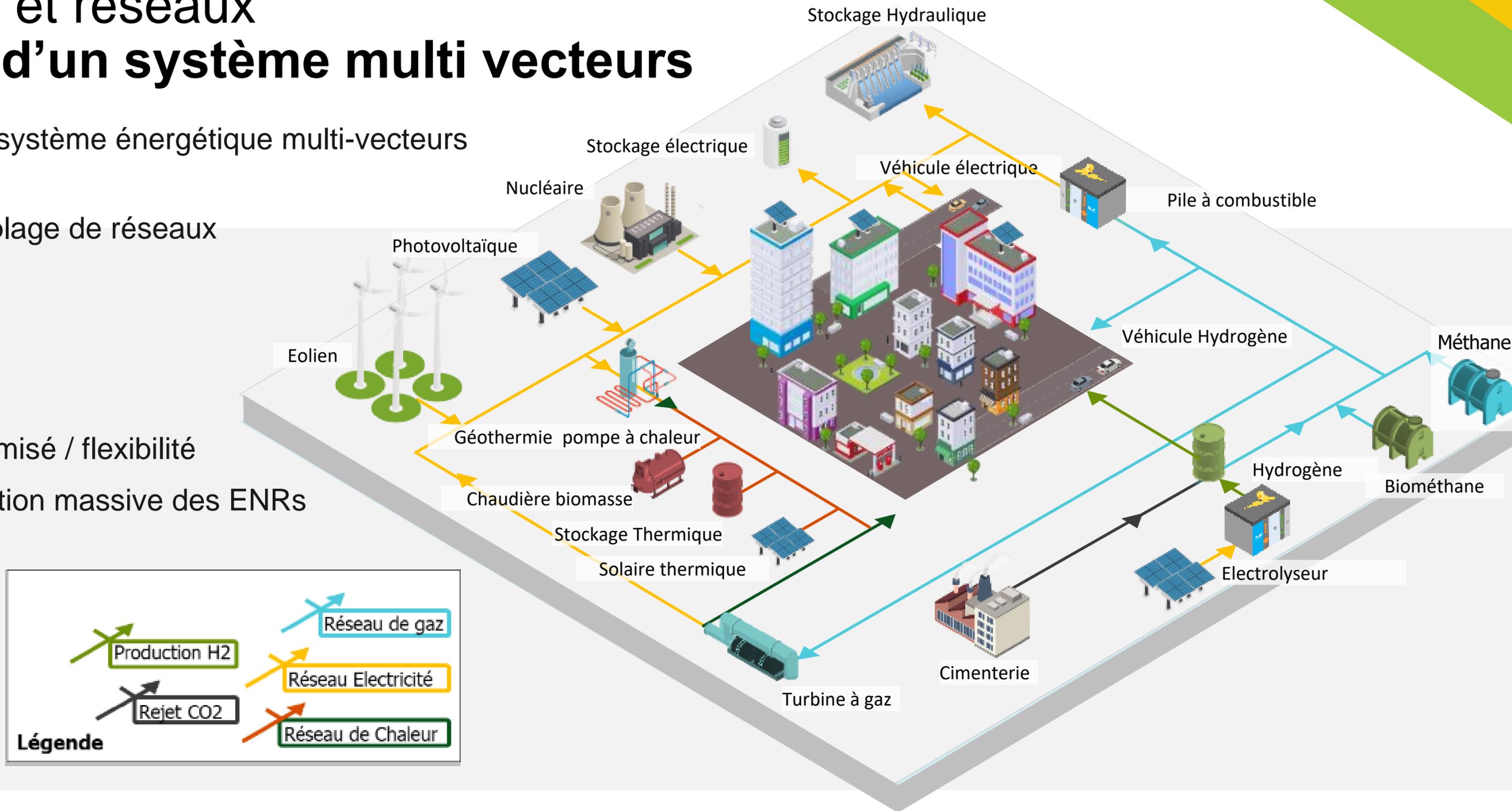


Systemes et réseaux Au cœur d'un système multi vecteurs

Optimisation du système énergétique multi-vecteurs

Réseaux et couplage de réseaux

➔ Pilotage optimisé / flexibilité
pour une intégration massive des ENRs



Comment y aller ?

Accompagnement des territoires

Accompagnement à la rédaction de feuille de route en matière d'énergie :

En quelques mois, identifier les technologies pertinentes (production, distribution, consommation) pour atteindre les objectifs d'un territoire, séquencer les développements : programme d'actions et budgétaire pluriannuel

Formations

Sur mesure ou sur catalogue

Expertise et conseil

Intégration dans des projets européens comme terrain d'expérimentation / End-user

Démonstrateurs

"Integrated cyber-physical solutions for intelligent distribution grid with high penetration of renewables"

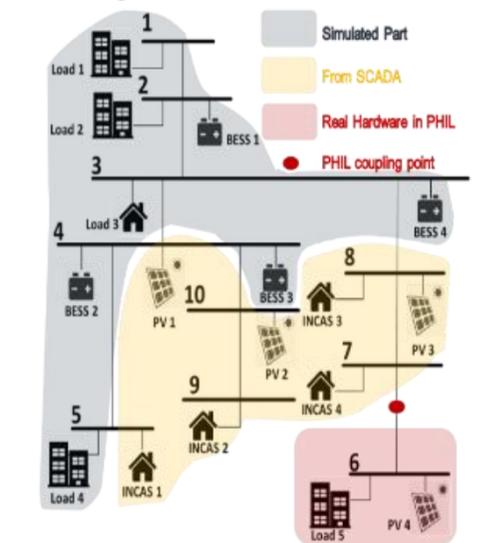
OBJECTIF :

Sécuriser et optimiser l'exploitation des futurs réseaux de distribution intelligents avec de nouveaux acteurs du marché distribué, et les technologies émergentes (production renouvelable, stockage d'énergie et gestion de la demande

RESULTATS / Développement d'outils :

- prévision des consommations,
- d'auto-réparation et de co-simulation de systèmes physiques-cyber.

Impact of communication scenarios to the distributed control algorithm.



V.H. Nguyen, T.L. Nguyen, Q.T. Tran, Y. Besanger and R. Caire, "Integration of SCADA services and Power-hardware-in-the-loop technique in cross-infrastructure holistic tests of cyber-physical energy systems", IEEE Transaction on Industry Applications, 2020.

Investigation of the DER integration at bus 6 and its response to the disturbance caused by the communication scenarios.



Fig1 : Voltage and frequency control in isolated µgrid by real time simulation (HIL)

Outils développés démontrés sur le réseau de distribution exploité par SOREA – Régie d'électricité de Maurienne

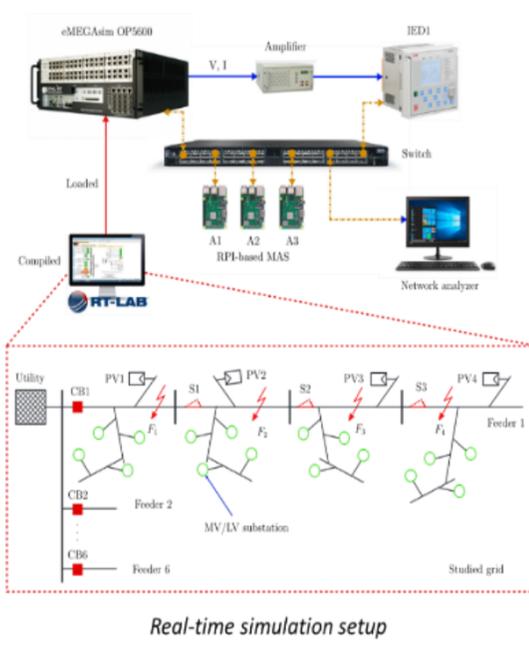
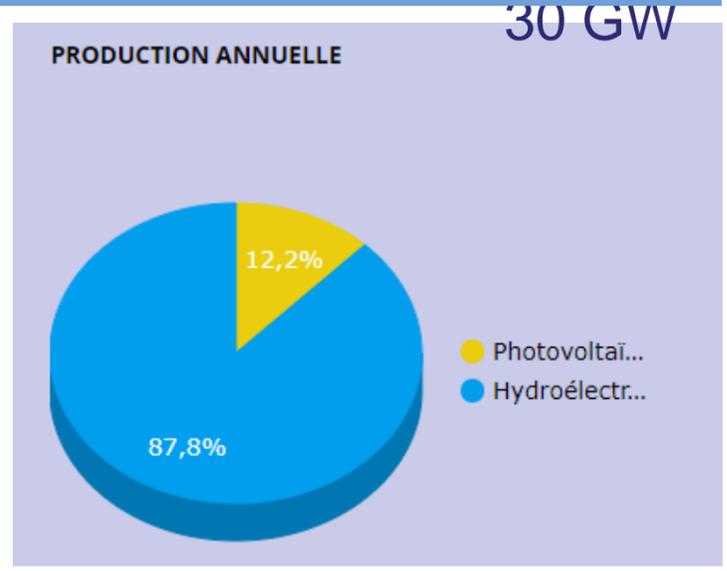


Fig2: Demonstration of the self-healing tool for SOREA network

LES ORRES 10-11 mai 2021

Smart
Mountain
for
tomorrow

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Interreg
Alpine Space



FRANCE 20/21
Presidency



GOVERNEMENT
*Liberté
Égalité
Fraternité*

RÉGION
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR

La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE

Hautes-Alpes
le département

LES ORRES

Interreg
Alpine Space
AlpGov