

## ÉNERGIE ÉLECTRIQUE 4.0



Pilotage intelligent et évaluation technico-économique-environnementale des stations de recharge alimentées par des sources photovoltaïques

Comité de suivi EE4.0 – axe 3

15 février 2024



Le projet s'inscrit dans **l'axe 3 intégration système, gestion de l'énergie et stockage**

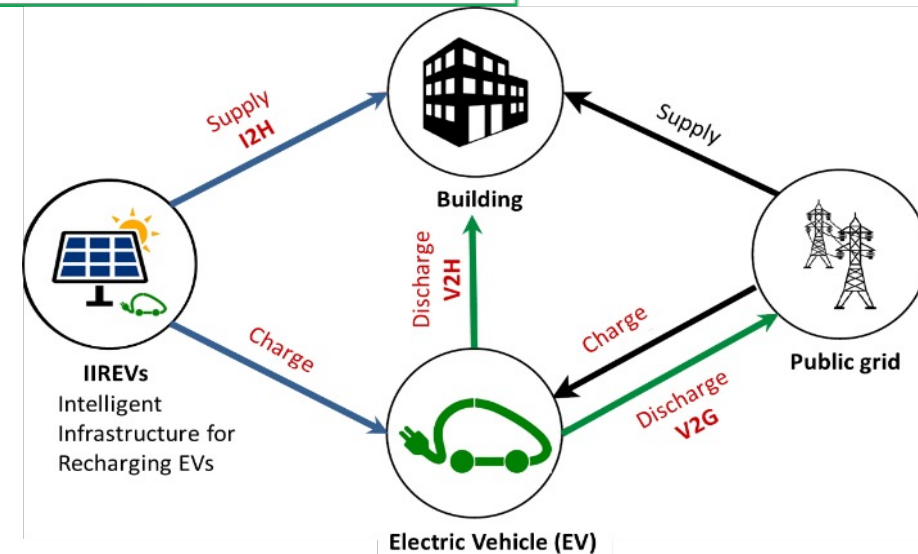
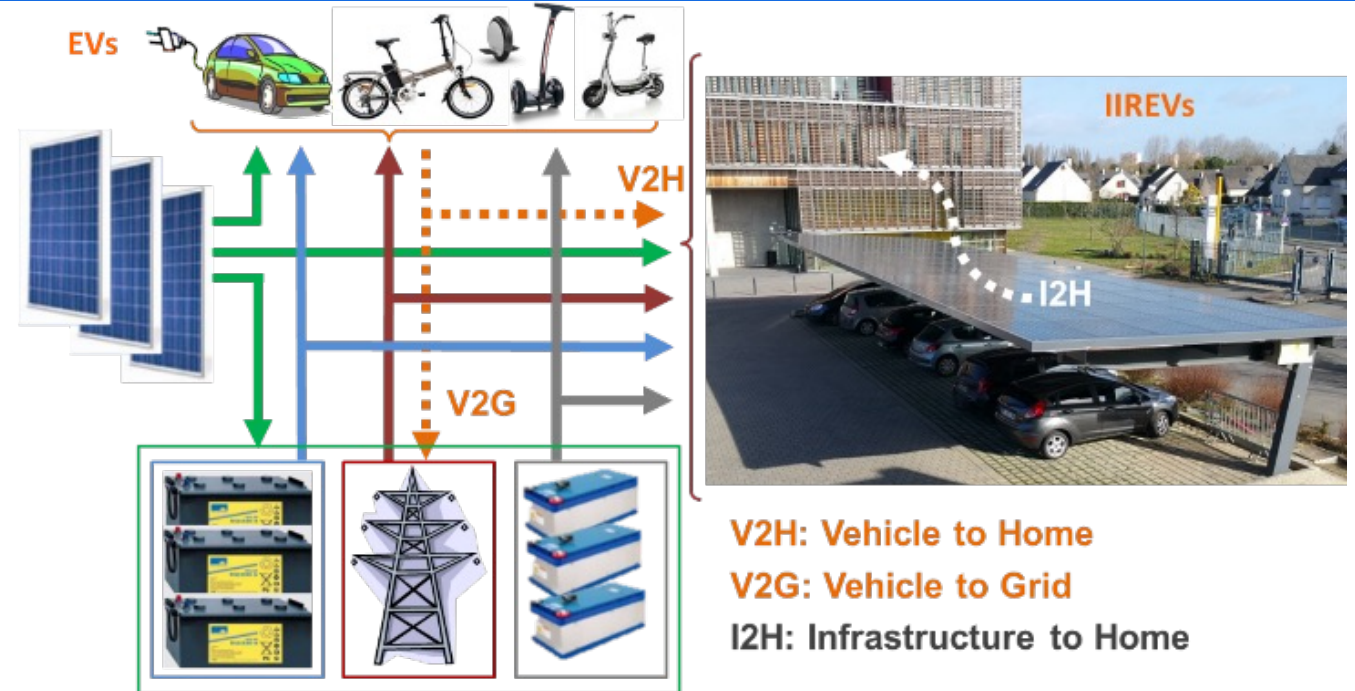
- Systèmes à énergie distribuée et Mobilité électrique
  - Electromobilité : station de recharge alimentée principalement avec de l'énergie photovoltaïque (optimisation technico-économique et acceptabilité de nouveaux usages)

## - Ouverture thématique vers

- Sciences humaines et sociales (Economie, acceptabilité de nouveaux usages, ...)
  - Laboratoires : Avenues (Electromobilité) et Costech (Acceptabilité de nouveaux usages)

# Contexte et objectifs du projet (1/2)

- Transition énergétique concernant les transports et la mobilité
- Infrastructure intelligente dédiée à la recharge des véhicules électriques (IIRVEs) basée principalement sur de l'énergie photovoltaïque (PV)
- **Objectif principal** : étude de l'efficacité énergétique et l'optimisation de la recharge des véhicules électriques (VEs)

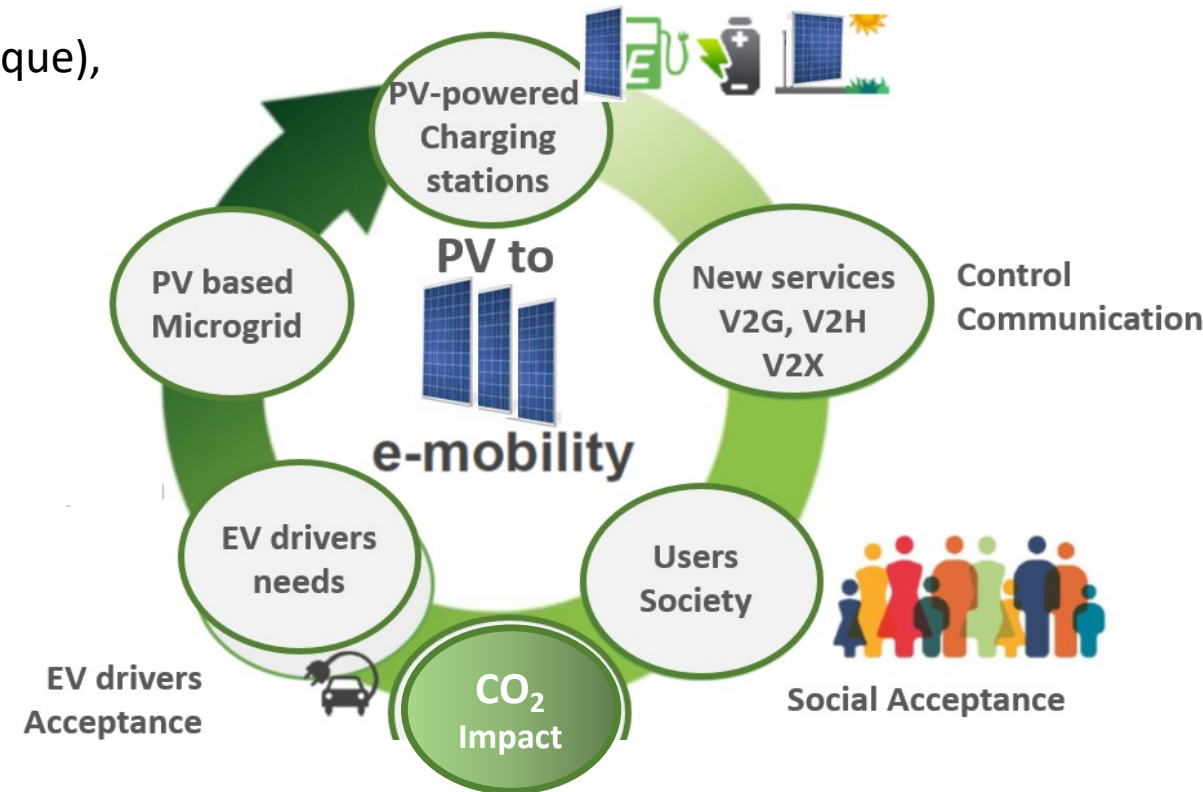


## Objectifs

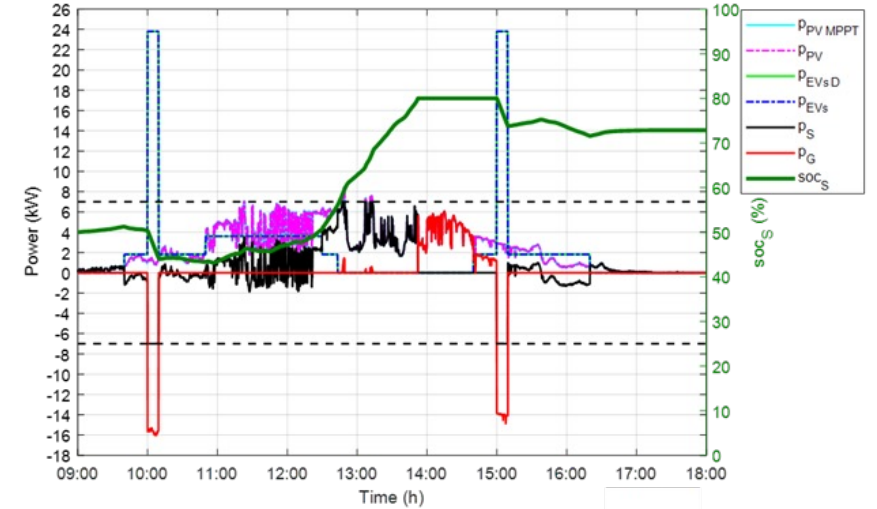
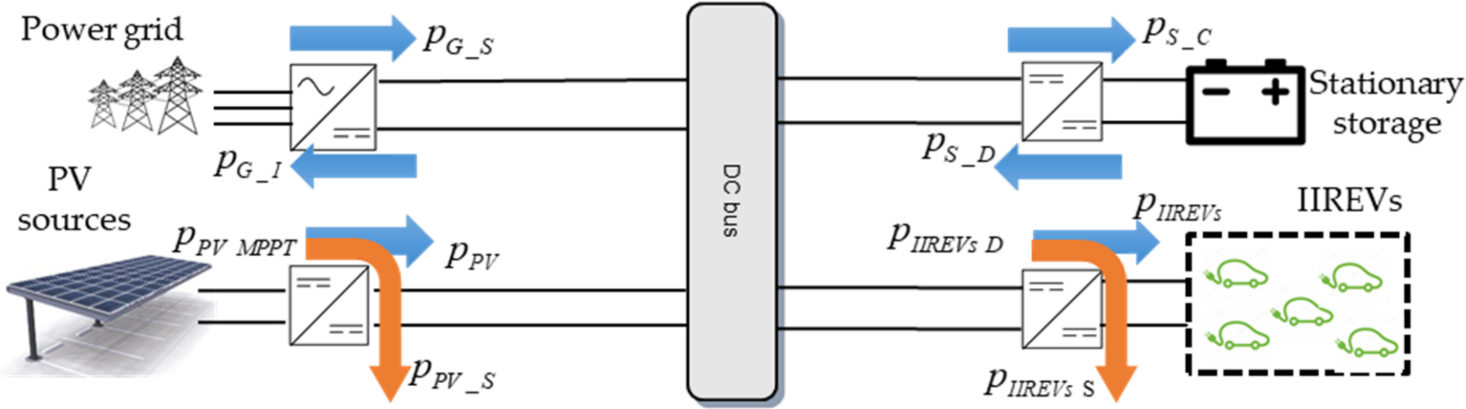
- Augmentation des bénéfices de l'énergie PV
- Prise en compte des informations « temps réel » issues de capteurs, des contraintes économiques (tarification dynamique), environnementales et des comportements humains
- Réduction de l'impact environnemental
- Acceptabilité sociale des IIRVEs

## Autres projets

- Thèse sous contrat doctoral MESRI (3<sup>e</sup> année 2021/2022)  
Montant dédié au projet proposé est de : 45 914 €
- Projet ADEME « PV2E\_MOBILITY : Énergie et puissance photovoltaïques embarquées et stationnaires pour et dans les transports », nov 2019 – nov 2022
- Projet international IEA PVPS Task 17 PV and Transport (<https://iea-pvps.org/research-tasks/pv-for-transport/>)
  - *Subtask 2: PV-powered Applications for Electric Systems and Infrastructures*



## Exigences préliminaires pour augmenter les avantages PV pour les stations de charge

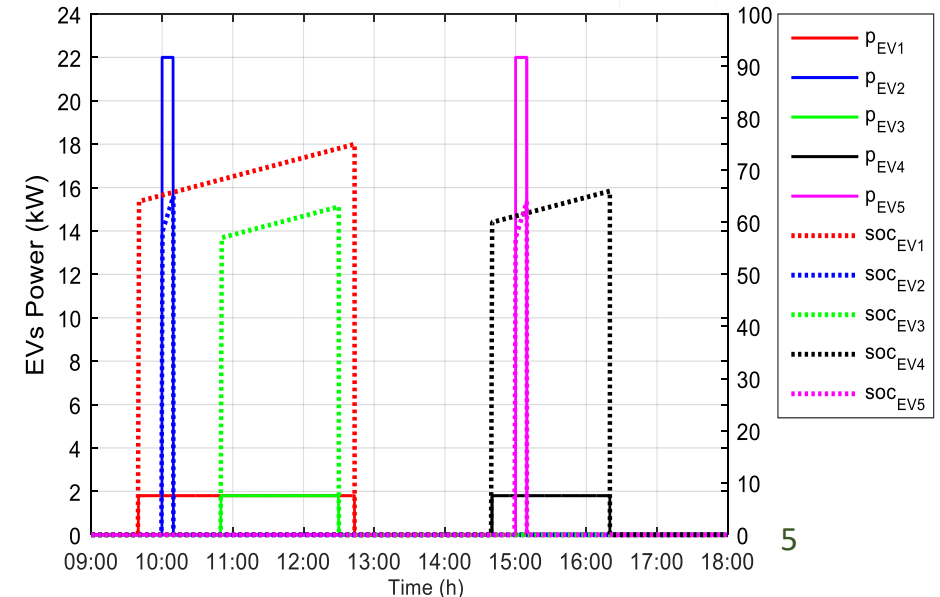
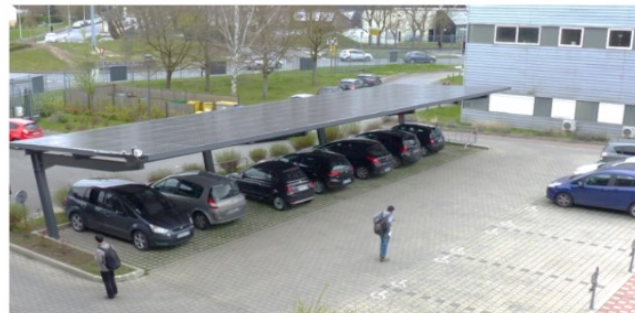


### Slow charging mode

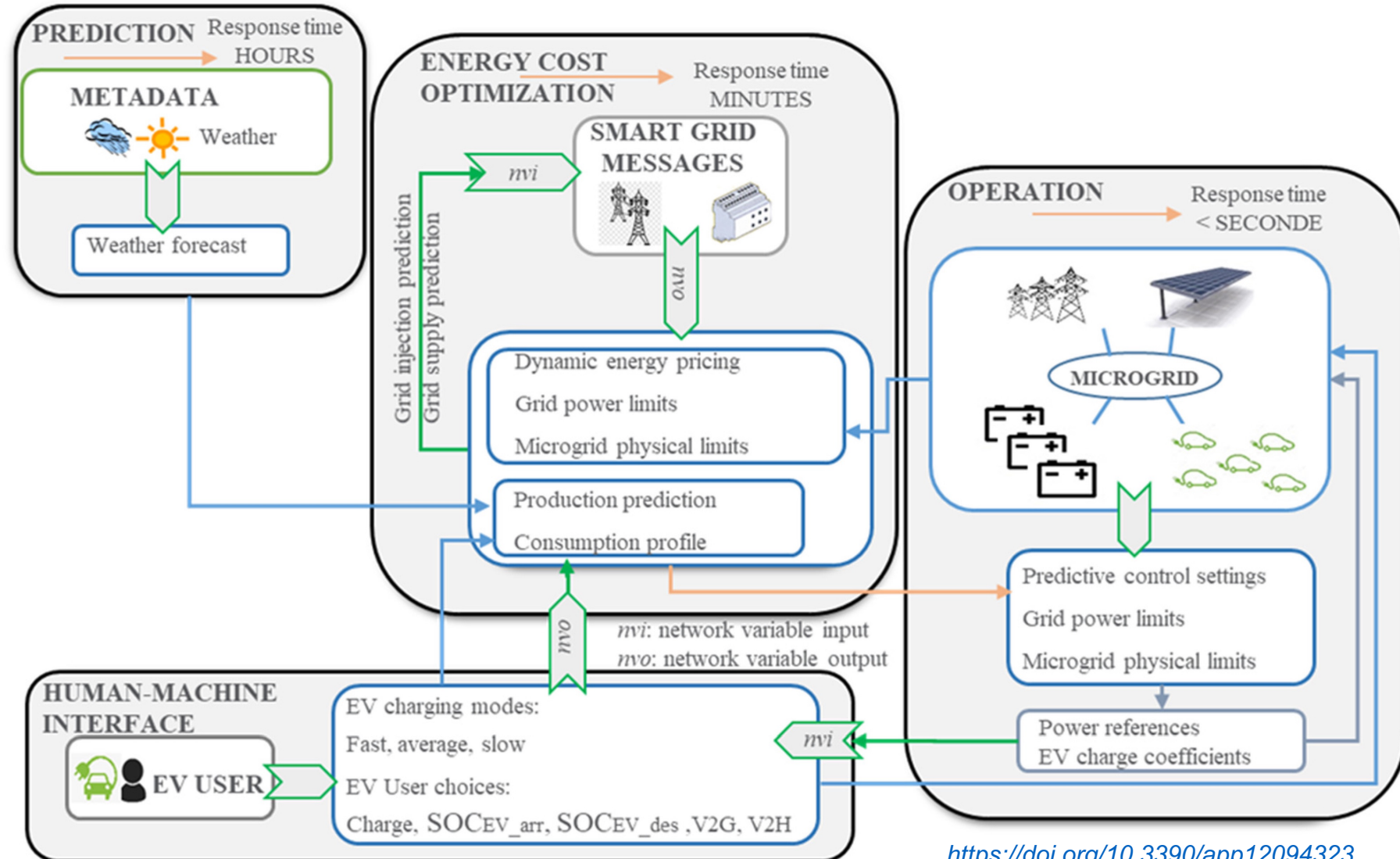
- Charging power of up to 7 kW
- Based on PV and stationary storage energy
- Stationary storage charged only by PV
- Stationary storage of optimized size
- EV battery filling up to 6 kWh on average
- User acceptance for long, slow charging

### Fast charging mode

- Charging power from 7 kW up to 22 kW
- Based on public grid energy
- Stationary storage power limited at 7 kW
- User acceptance of higher environmental charging costs



## Optimisation technico-économique des IIRVEs pour la gestion en temps réel



- Optimisation (MILP) des coûts énergétiques pour chaque arrivée/des départs d'un VE
- Contraintes : limitations physiques du système, interaction avec l'interface homme-machine, prédiction PV, maximisation PV
- Résultats expérimentaux sous différentes conditions météo
  - demandes VEs satisfaites
  - coûts énergétiques minimisés par rapport à un pilotage sans optimisation
  - utilisation de l'énergie PV maximisée

# Principaux résultats scientifiques (3/4)

## Méthodologie et outil d'évaluation pour le coût global et l'impact carbone, calculés sur ACV

Public grid charging station (PGCS) 56 gCO<sub>2eq</sub>/kWh (French case)

PV-powered charging station (PVCS) 68 gCO<sub>2eq</sub>/kWh with PV at 40 gCO<sub>2eq</sub>/kWh

$$Imp_n (kgCO_{2eq}) = CO_{2,n} (kgCO_{2eq}/kWh) \cdot Q_n (kWh)$$

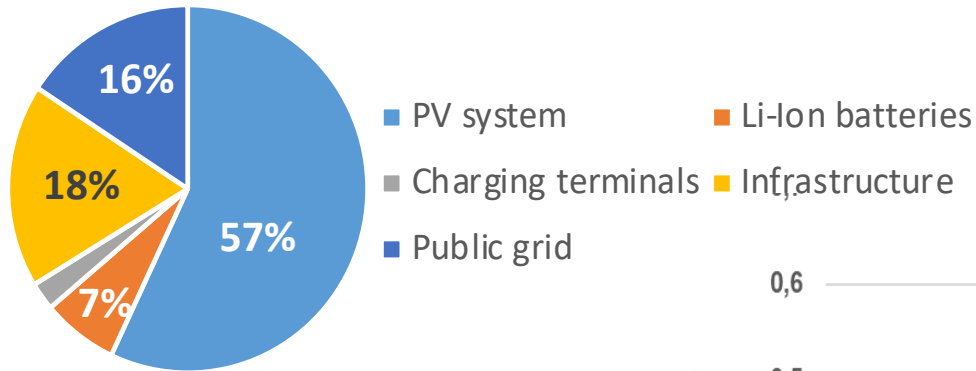
$$Imp_{PVCS} = 85\,961 \text{ kgCO}_{2eq}$$

with PV at 40 gCO<sub>2eq</sub>/kWh

$$Imp_{PGCS} = Imp_{CT,sus} + Imp_{PG}$$

$$Imp_{PGCS} = 77\,436 \text{ kgCO}_{2eq}$$

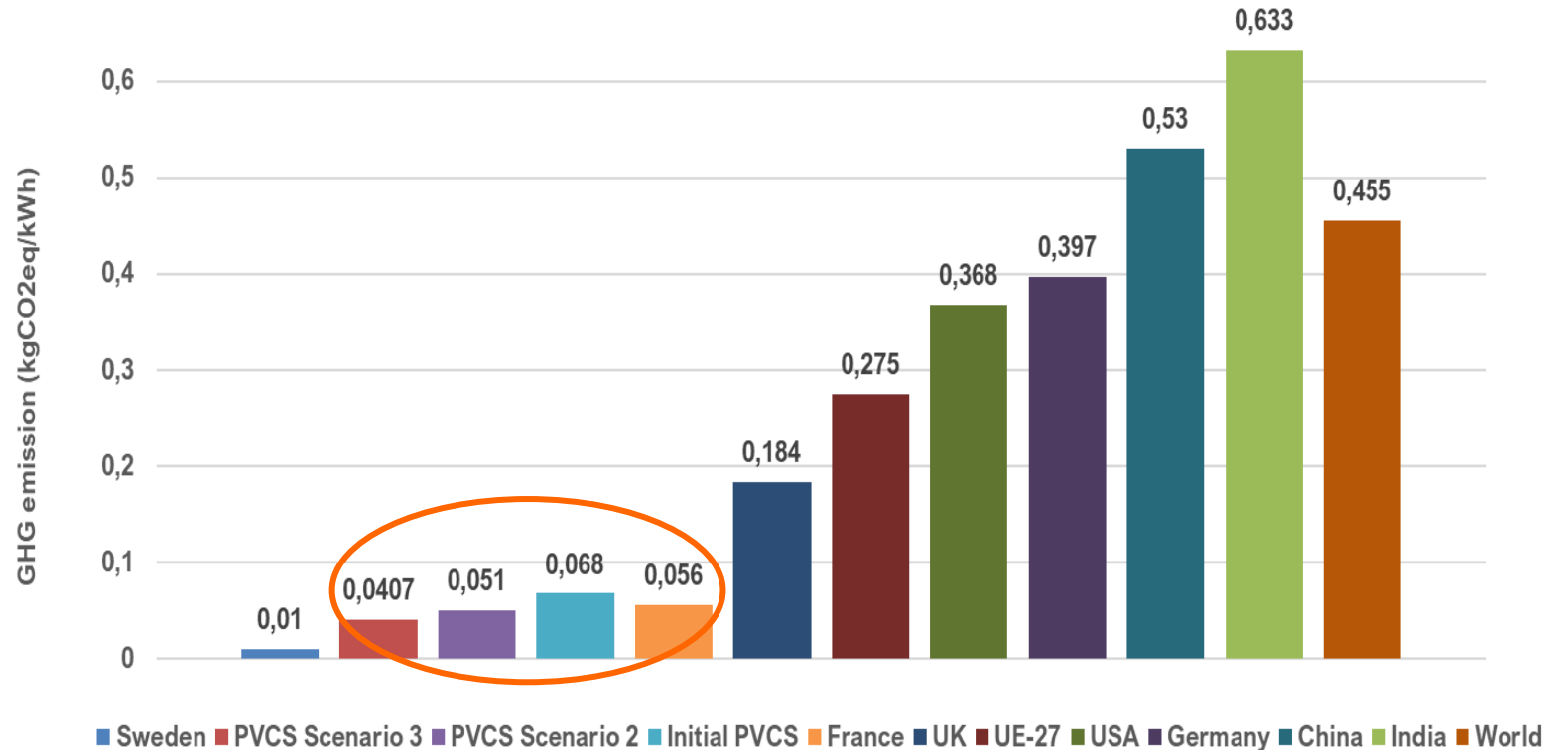
French public grid



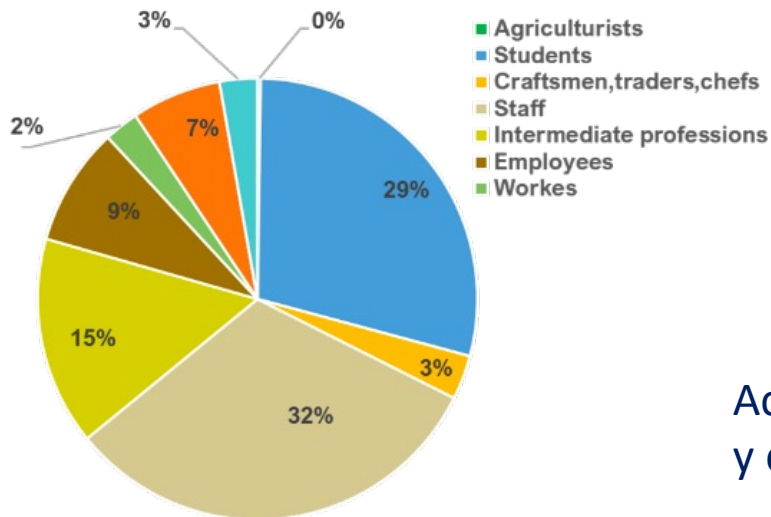
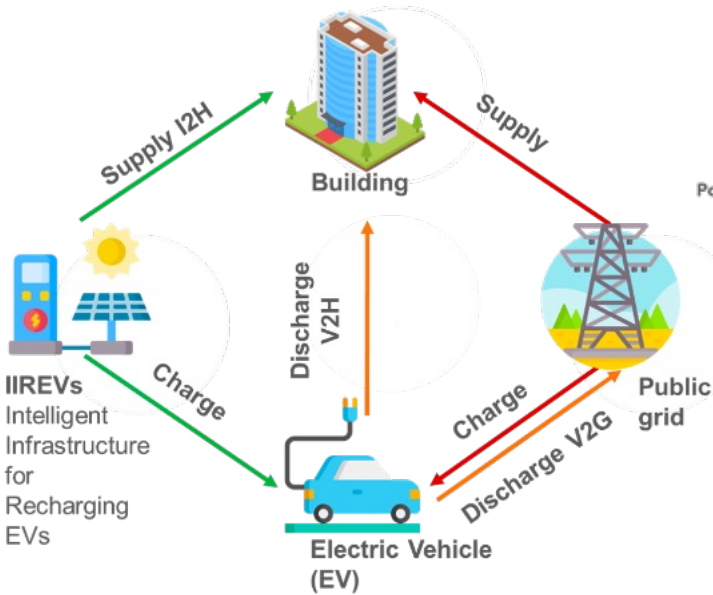
### Reduce the carbon impact of PVCS

S2: PV at 25 gCO<sub>2eq</sub>/kWh and recycled materials

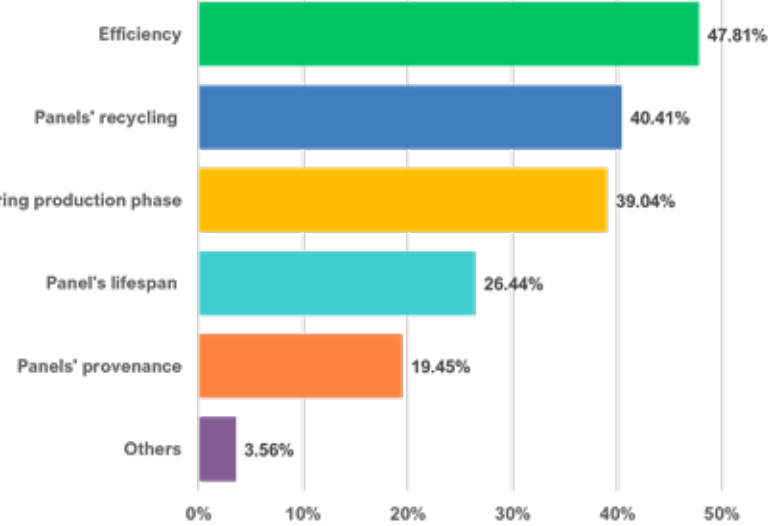
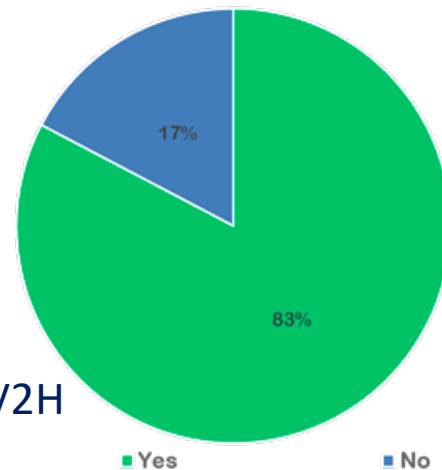
S3: PV at 10.6 gCO<sub>2eq</sub>/kWh and recycled materials



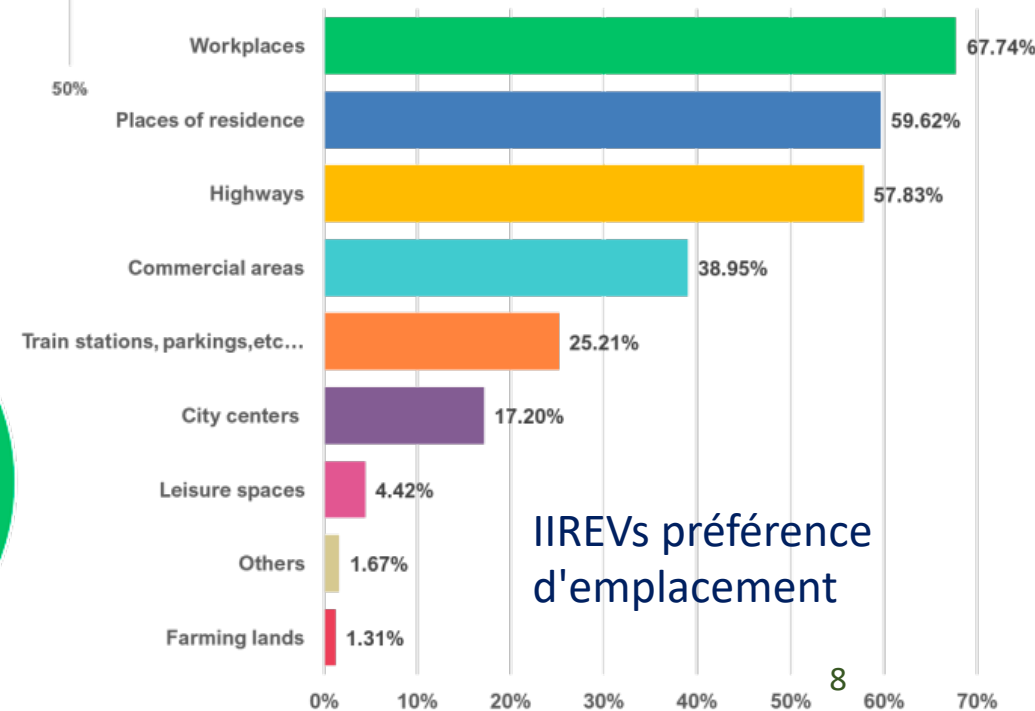
## Acceptabilité sociale des stations de recharge et des nouveaux services V2G/V2H



Acceptabilité y compris V2G/V2H



Principaux obstacles à l'utilisation des panneaux PV



IIREVs préférence d'emplacement



## **SMART\_PV4EV\_2** Pilotage intelligent et dimensionnement technico-économique environnemental des stations de recharge alimentées par des sources photovoltaïques

Etude de la co-optimisation du dimensionnement et de la gestion d'énergie en minimisant les coûts des composants au sein de l'IIRVEs, en s'assurant qu'aucun des composants du système n'est surdimensionné, tout en garantissant la meilleure gestion d'énergie selon trois ou quatre différents profils météorologiques (algorithme de dimensionnement qui détermine la taille optimale des composants du micro-réseau et simultanément assure la gestion optimale de l'énergie pour le micro-réseau).

- problème multi-objectif qui minimise le coût et l'impact carbone des composants des micro-réseaux sur un horizon de 30 ans et en utilisant la consommation sur un an, la température ambiante et les données d'irradiation solaire avec une résolution temporelle d'une heure (8760 heures).
- impact environnemental (i.e. basé sur l'impact Co2 principalement) pris en compte sur la durée de vie et en prenant en compte la base de données EcolInvent ou le logiciel Sima Pro.

Finalité : outil d'aide à la décision destiné aux parties prenantes afin d'obtenir la configuration optimale entre le dimensionnement et la gestion de l'énergie d'un micro-réseau de types IIRVEs selon trois critères qui sont : technique, économique et environnemental.

Merci !

**QUESTIONS ?**