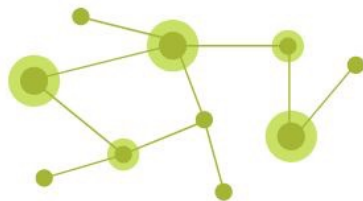


ÉNERGIE ÉLECTRIQUE 4.0



COMITE SCIENTIFIQUE

Présentation de
SMART PV4EV
25 avril 2025



Nom du projet :

SMARTPV4EV : Pilotage intelligent et évaluation technico-économique-environnementale des stations de recharge alimentées par des sources photovoltaïques (IIRVE) (2021-2024)

SMART_PV4EV_2 : Pilotage intelligent et dimensionnement technico-économique environnemental des IIRVE (2023-2025)

Nom du porteur : Manuela SECHILARIU (UTC, Avenues)

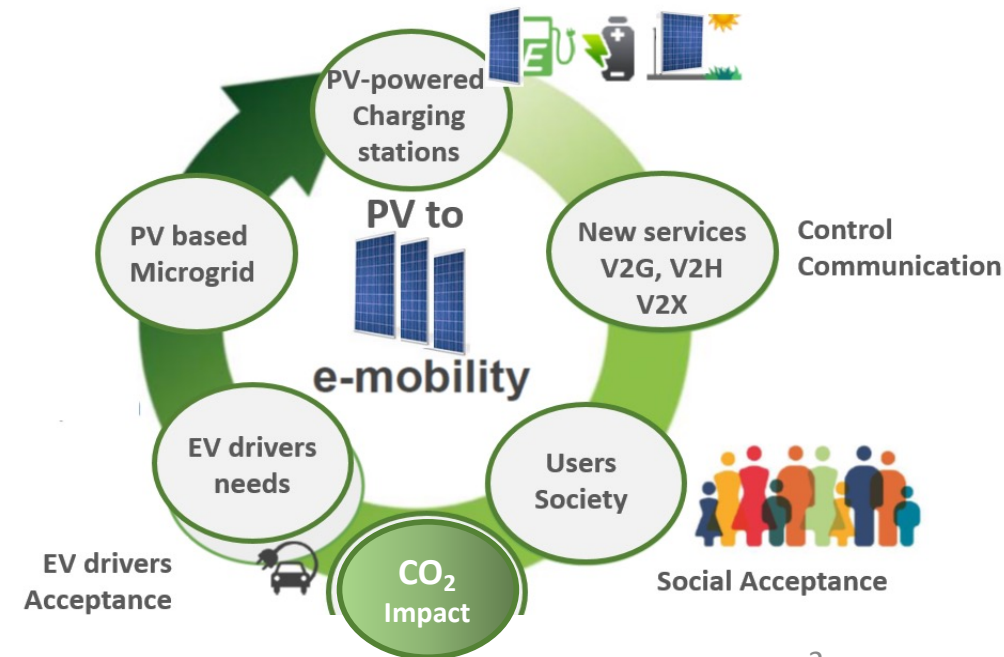
Partenaires impliqués :

Laboratoires GE : Avenues

Laboratoires hors GE : Costech

Autres partenaires :

Subventions : **2021 :** 166 800€ **2022 :** 55 200€
2023 : 127 800€

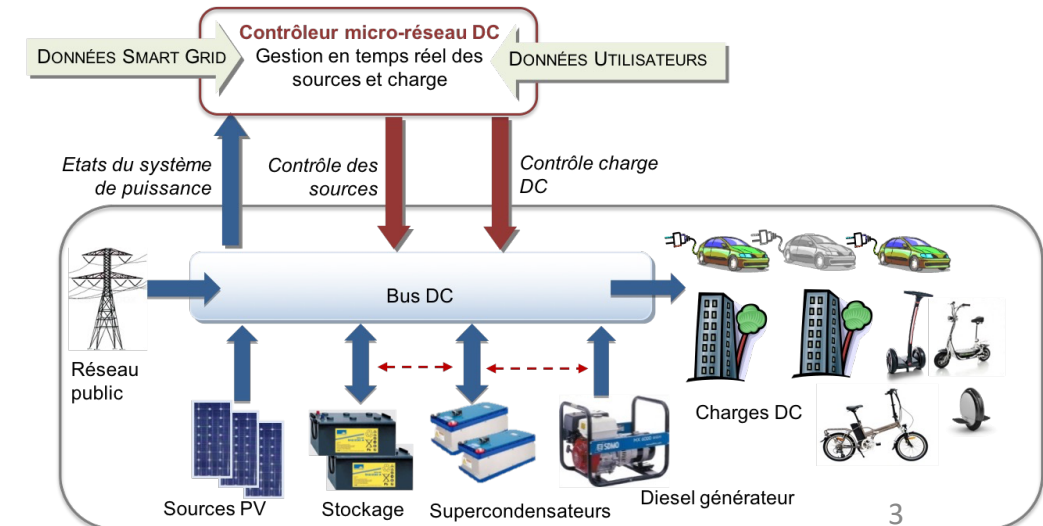
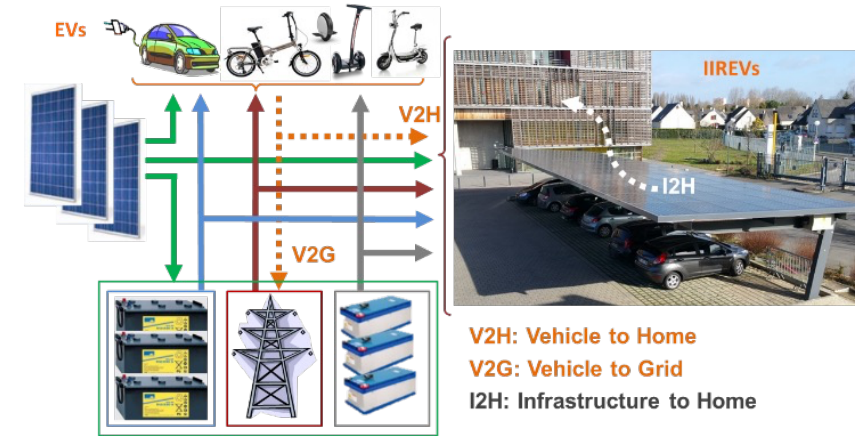


- Impact négatif des IIRVE sur la qualité de l'énergie du réseau
 - Incertitudes liées à la production PV intermittente et à la demande de recharge de VE
- Défi important : gestion dynamique des IIRVE
 - Minimiser les coûts énergétiques, maximiser l'utilisation de l'énergie PV, tout en respectant les demandes d'énergie individuelles des VE et les contraintes de recharge
 - Prendre en compte l'analyse des impacts sociaux, comportementaux, économiques et environnementaux, ainsi que sur la durabilité des IIRVE
- Verrous scientifiques, technologiques et sociétaux
 - Optimisation énergétique en « temps réel » et maîtrise des incertitudes
 - Interfaces communicantes pour diverses échelles
 - Modélisation sociale, impact sociétal, acceptabilité

→ Avenues - UTC

- Méthodologies de gestion dynamique optimisée d'énergie
 - Calcul et prise de décision en " temps réel "
 - Flux important de données, potentiellement incomplètes
 - Incertitudes d'évolution du système au cours du temps
 - Contrôle intelligent pour une recherche de solutions optimales
 - Algorithmes discrets et continus de commande
- Méthodes de co-conception sur durée de vie
 - Robustes sous incertitudes
 - Contexte technico-économique et environnemental
- Validation expérimentales des concepts et algorithmes

Exemple d'IIRVE



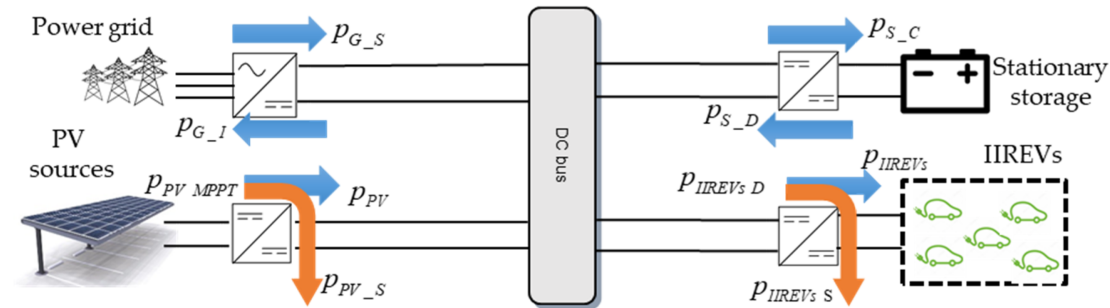
Objectif 1

- Augmenter la performance énergétique des IIRVE par l'optimisation des flux de puissances en temps réel et la maîtrise des incertitudes
- Augmenter les bénéfices de l'énergie PV
- Réduire l'impact environnemental
- Etudier l'acceptabilité sociale des IIRVE (collaboration SHS avec Costech UTC)



Objectif 2

- Concevoir un dimensionnement optimisé sous contraintes technico économiques et environnementales des IIRVE
- Concevoir une méthodologie de co-optimisation du dimensionnement et de la gestion d'énergie en minimisant les coûts des composants au sein de l'IIRVE



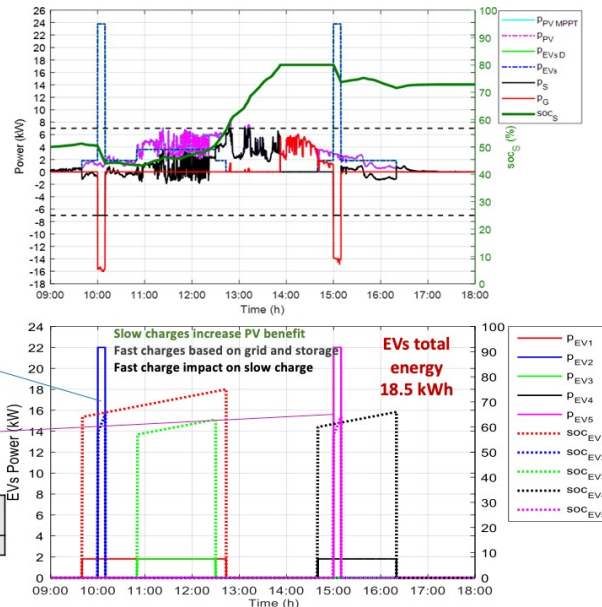
Méthodologies de gestion dynamique optimisée d'énergie permettant le calcul et la prise de décision "en temps réel"

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

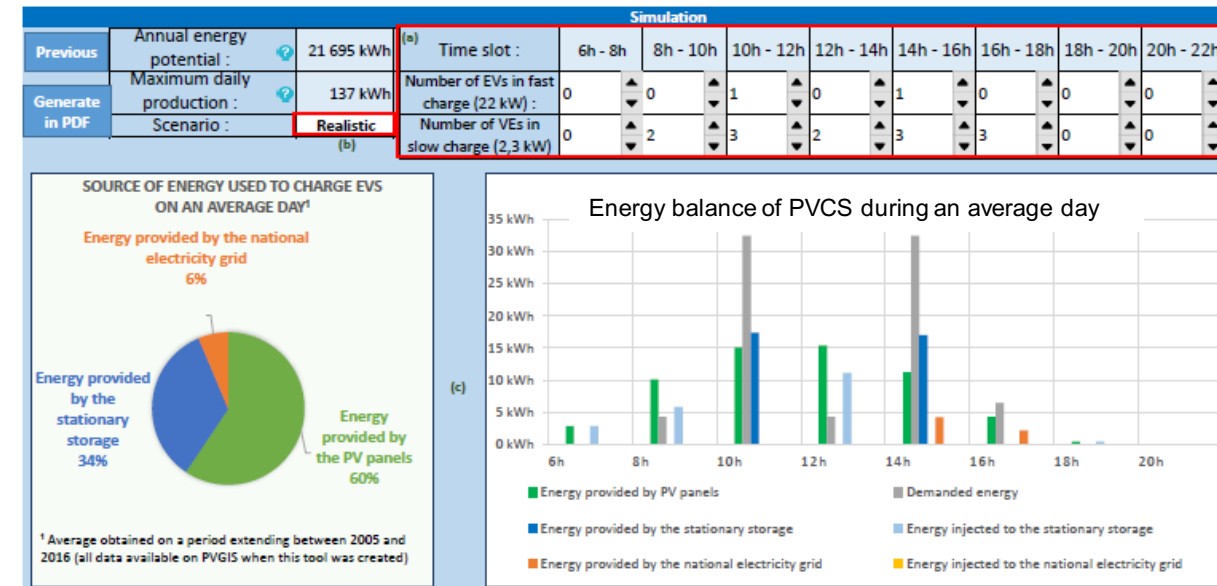
- 5 EVs to charge
- Initial and desired final EV SOC known
- Charging power: slow 1.8 kW and fast 22kW
- Arrival of EVs
 - EV1: 09:40 EV2: 10:00 EV3: 10:50 EV4: 14:40 EV5: 15:00

EVs energy flow									
EVs	EV energy demand	EV energy received	PV energy		Storage discharging energy		Grid supply energy		
	kWh	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
EV1	5.50	5.50	100	4.63	84.18	0.68	12.36	0.19	3.46
EV2	3.50	3.50	100	0.17	4.86	1.03	29.43	2.30	65.71
EV3	3.00	3.00	100	2.74	91.33	0.26	8.67	0	0
EV4	3.00	3.00	100	2.09	69.67	0.74	24.66	0.17	5.67
EV5	3.50	3.50	100	0.41	11.71	1.03	29.43	2.06	58.86

System energy flow				
PV energy (kWh)	Storage discharging energy (kWh)	Storage charging energy (kWh)	Grid supply energy (kWh)	Grid injection energy (kWh)
21.81	3.74	7.80	4.72	3.98



Exemple d'évaluation des avantages PV pour les IIRVE selon un scénario réaliste



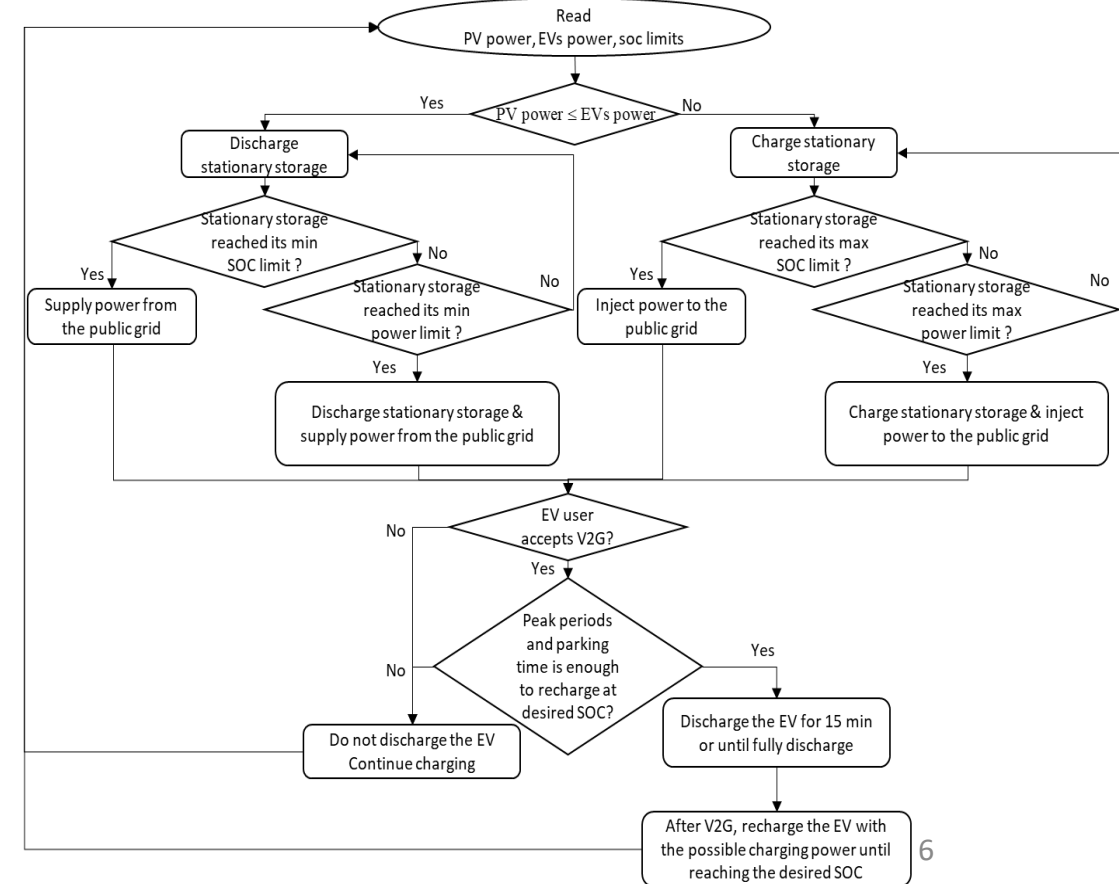
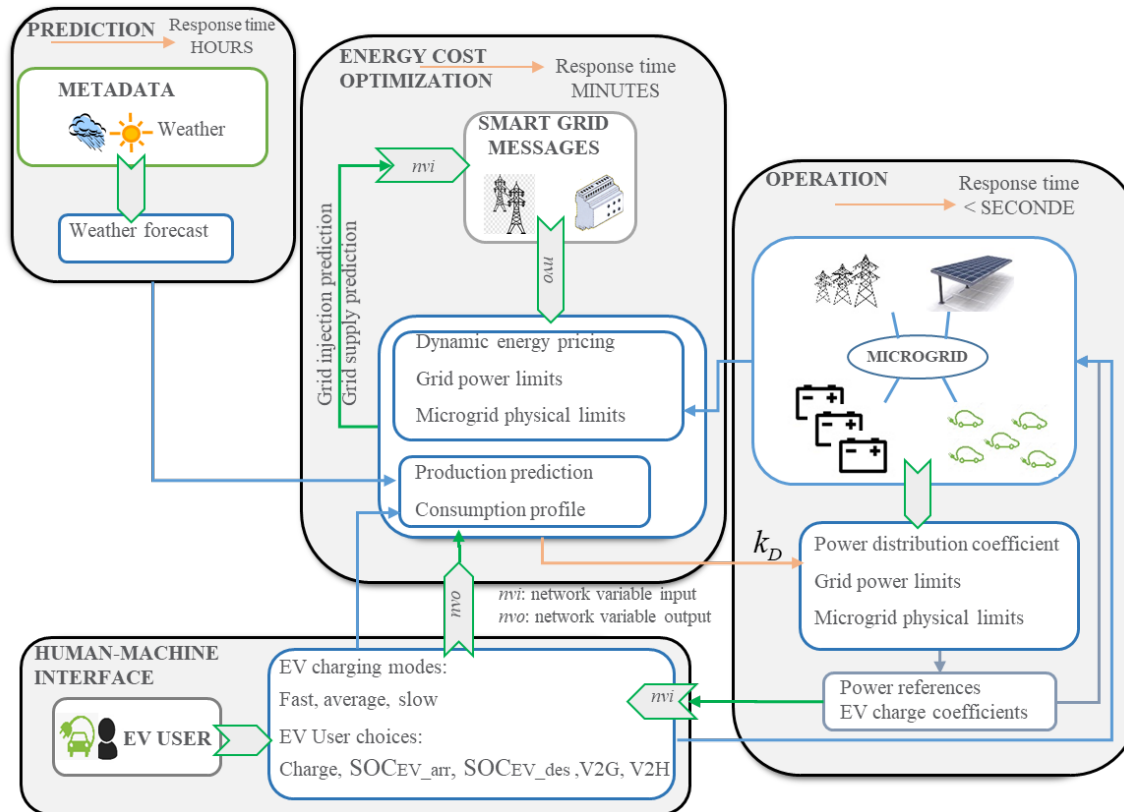
Pour un trajet urbain/périurbain quotidien moyen de 20 à 40 km, les avantages du photovoltaïque augmentent si

- Recharge quotidienne plutôt qu'hebdomadaire
- Mode de recharge lente plutôt que rapide
- Puissance variable plutôt qu'une puissance constante

Méthodologies de gestion dynamique optimisée d'énergie permettant le calcul et la prise de décision "en temps réel"

Optimisation technico-économique des IIRVE

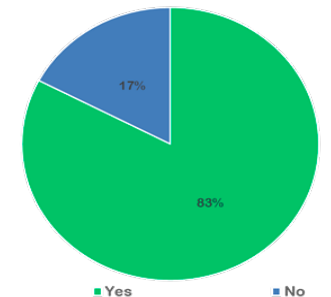
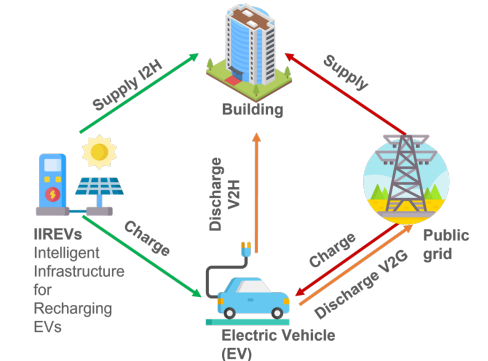
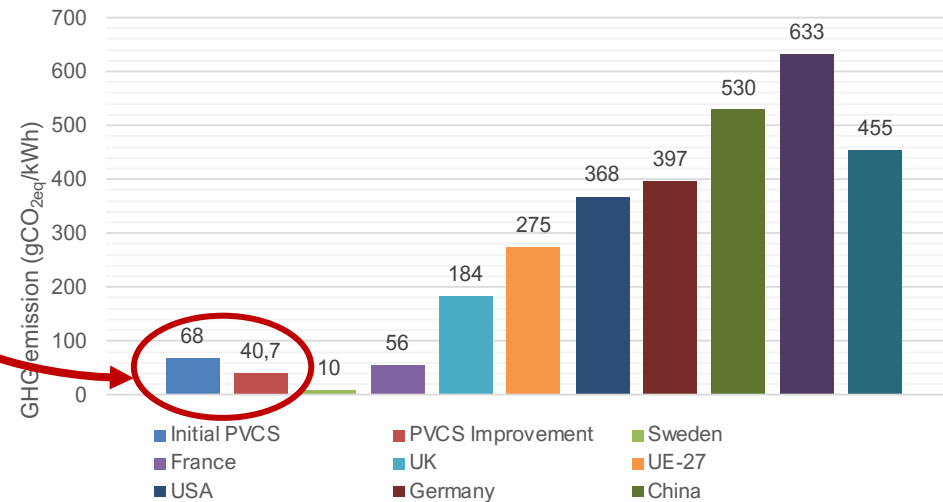
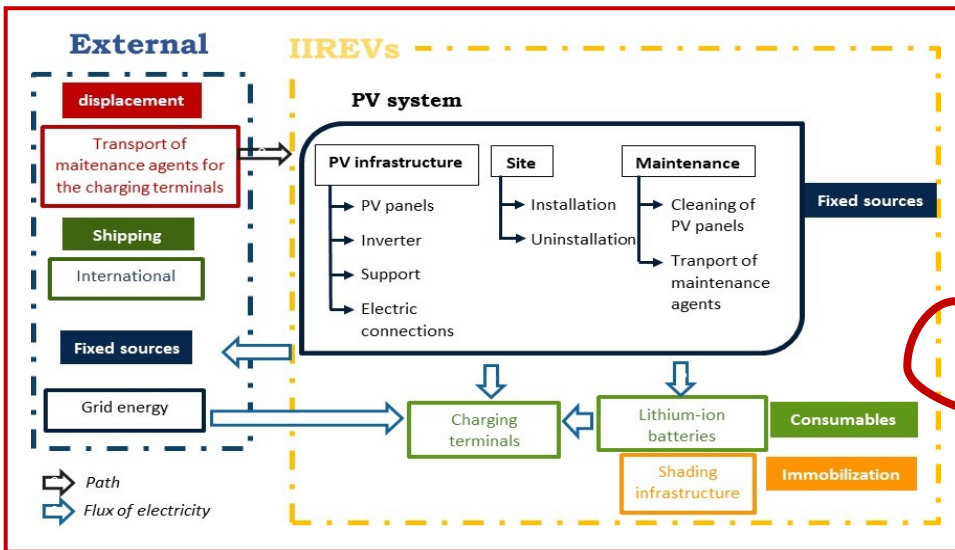
Développement d'algorithmes d'optimisation



Méthodologies de gestion dynamique optimisée d'énergie permettant le calcul et la prise de décision "en temps réel"

Comparaison impact CO₂ entre IIRVE, soit PVCS, et station alimentée par le réseau

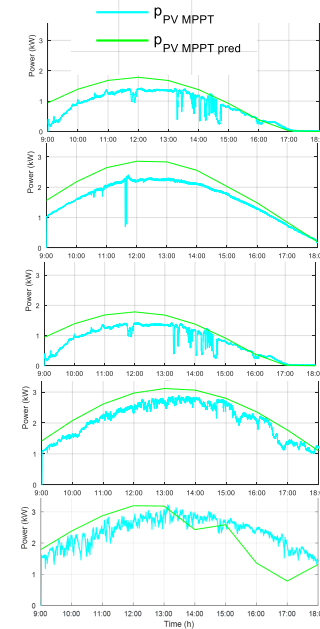
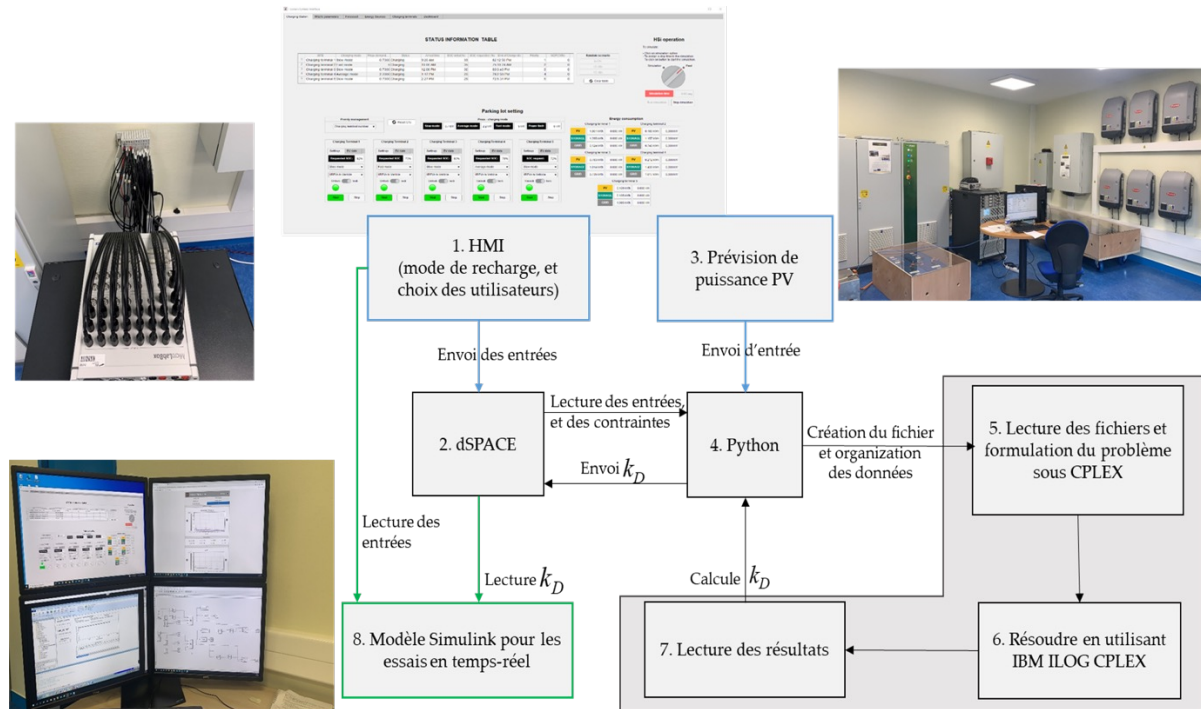
Acceptabilité sociale et des IIRVE et V2G, V2H et I2H



Méthodologies de gestion dynamique optimisée d'énergie permettant le calcul et la prise de décision "en temps réel"

Validation expérimentale par l'interface homme-machine

Exemple de résultats

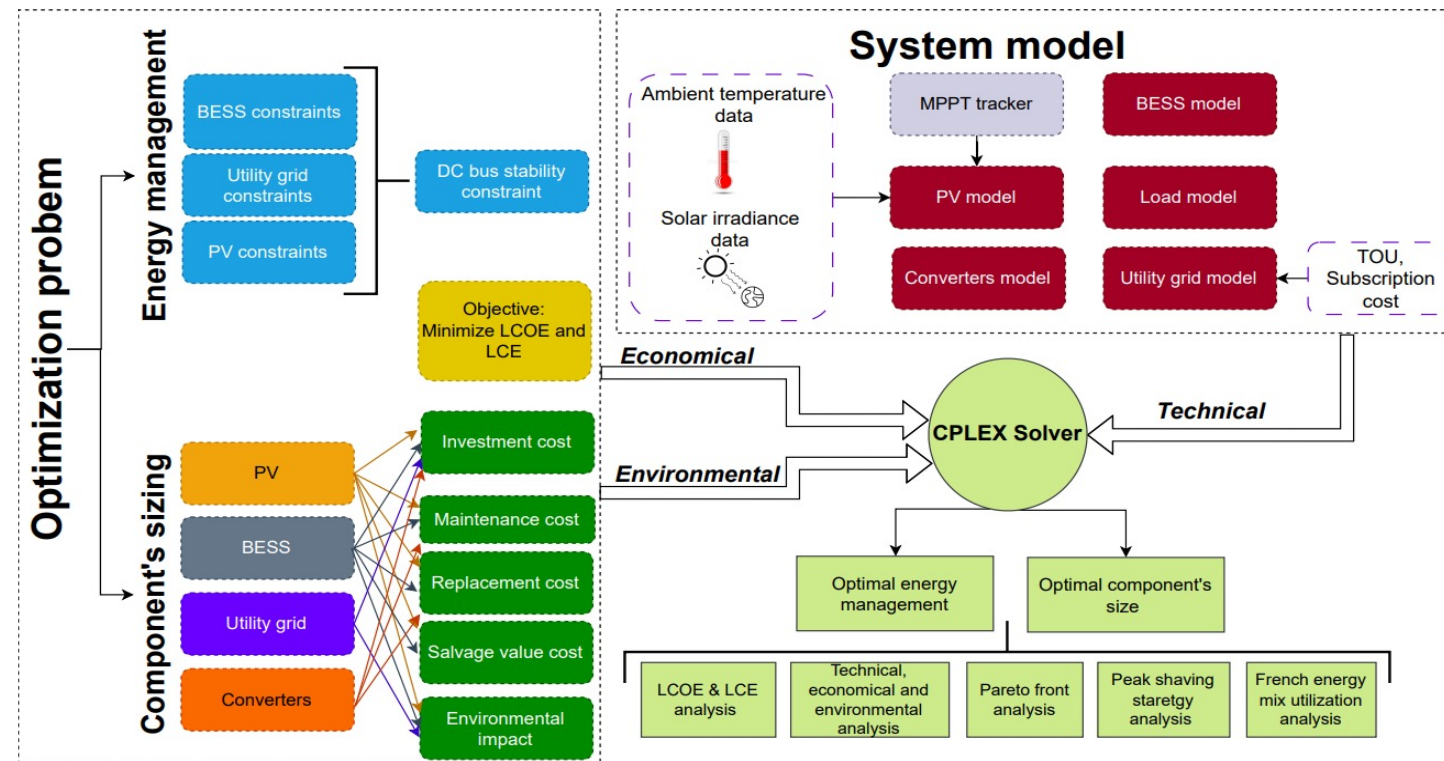


Case operation			Grid cost (c€)	Storage cost (c€)	Total cost (c€)
Case 1	27/10/2021 High irradiancies with fluctuations	Real-time exp w/o opt	83	6	89
		Real-time exp with opt	50	6	56
		Optimization for real conditions	33	5	38
Case 2	22/03/2022 High irradiancies w/o fluctuations	Real-time exp w/o opt	5	7	12
		Real-time exp with opt	-22	4	-18
		Optimization for real conditions	-71	4	-67
Case 3	08/11/2021 Low irradiancies with fluctuations	Real-time exp w/o opt	132	5	137
		Real-time exp with opt	67	5	72
		Optimization for real conditions	26	5	31
Case 4	10/04/2022 High irradiancies with low fluctuations	Real-time exp w/o opt	18	11	29
		Real-time exp with opt	-148	5	-143
		Optimization for real conditions	-154	5	-149
Case 5	14/05/2022 High irradiancies with low fluctuations	Real-time exp w/o opt	0	11	11
		Real-time exp with opt	-161	5	-156
		Optimization for real conditions	-172	5	-167

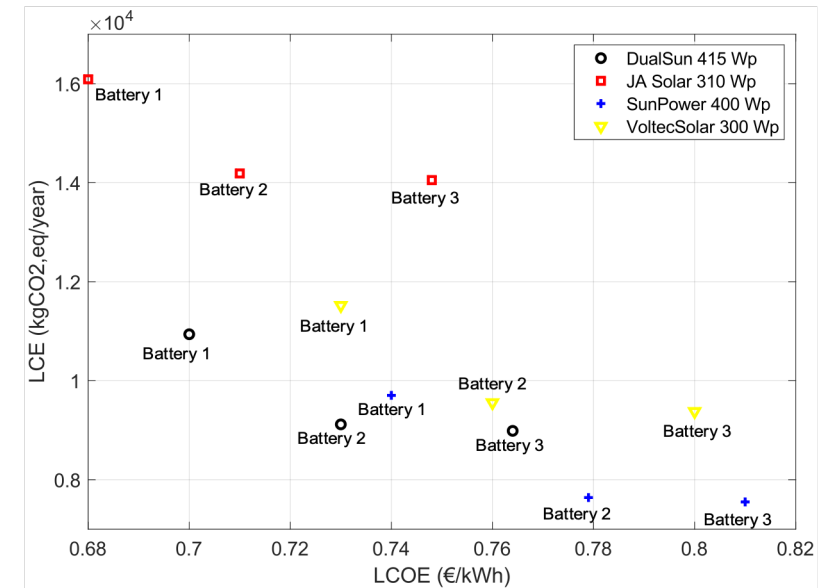
- Publications : 5 ACL, 6 CICL
- Projets : T_IPV (ADEME) et IEA PVPS Task 17 Transport & PV
- Thèse : 3^e année S. Cheikh-Mohamad, " Modeling and design of a photovoltaic infrastructure based on a microgrid and dedicated to electromobility"

Méthodologie de co-optimisation du dimensionnement et de la gestion d'énergie en minimisant les coûts des composants au sein de l'IIRVE

Méthodologie de co-optimisation



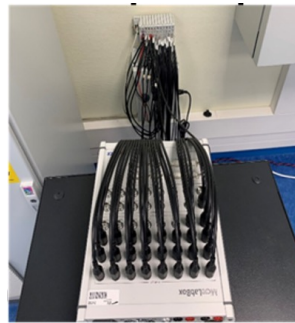
Exemple du résultat



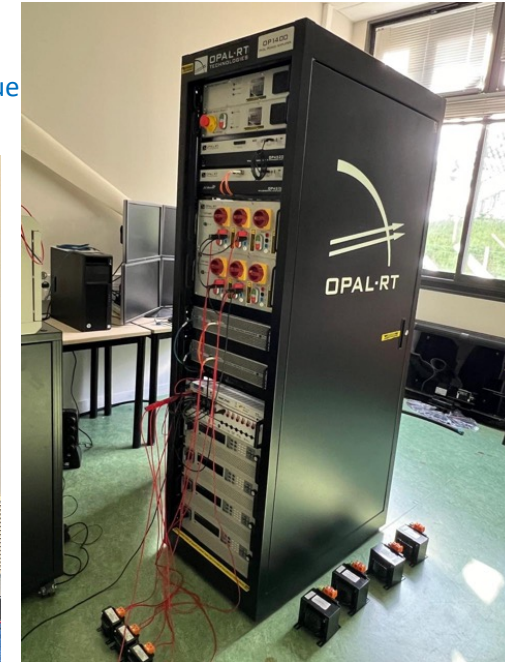
Travaux en cours : pilotage intelligent avec limitation de la puissance de charge en fonction de l'irradiation solaire (algorithme de contrôle et de gestion d'énergie)

- Publications : 2 ACL, 3 CICL
- Projets : T_IPV (ADEME) et IEA PVPS Task 17 Transport & PV
- Thèse : 2^e et 3^e année F. AGHA KASSAB, "Co-optimisation du dimensionnement et du contrôle d'un micro-réseau urbain".

Validation expérimentale réalisée sur la plateforme STELLA



Station de pilotage et
contrôle temps réel
(2021)
Armoires électronique
de puissance (2021)

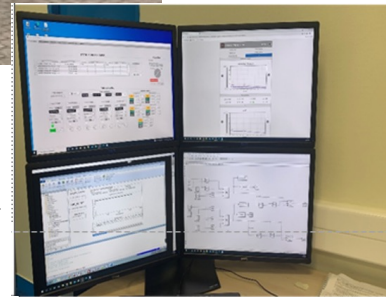


Stockage
électrostatique et
électrochimique
(2023)

Public Grid
Connection DC Load
Emulator 12kW Building
Connection



Inverters for
Building
Connection
FRONIUS
SYMO 3.7kW



Lead-acid storage
17.8kWh; 96V/185Ah

Li-ion storage
7.2kWh; 48V/150Ah Supercapacitors
0.294kWh; 300V/23,5F

Bornes de
recharge des
véhicules
électriques (2021)



Living Lab STELLA



Relever le challenge de la transition énergétique

In d Gestion des badges

Badges existants

Badge 01 Tag 04BA08326D7084 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Zoe Modifier	Badge 02 Tag 04B259D26C7080 Valide Oui Marque BMW Modèle i3 Modifier	Badge 03 Tag 044B64D26C7081 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Twingo E-Tech Modifier	Badge 04 Tag 049848D26C7084 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Zoe Modifier
Badge 05 Tag 04D58CD26C7080 Valide Oui Marque SEAT Modèle Mii Modifier	Badge 06 Tag 04C914D26C7084 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Zoe Modifier	Badge 07 Tag 044C0B326D7085 Valide Oui Marque MG Modèle MG4 Modifier	Badge 08 Tag 045108326D7085 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Zoe Modifier
Badge 09 Tag 047C05326D7084 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Zoe Modifier	Badge 10 Tag 0479A0CA936980 Valide Oui Marque MG Modèle MG5LR Modifier	Badge 11 Tag 04B93BCA936984 Valide Oui Marque TESLA Modèle Model Y Modifier	Badge 12 Tag 042470CA936980 Valide Oui Marque RENAULT Modèle Zoe Modifier



Living Lab STELLA

- Accueil
- État des bornes
- Graphiques temps réel
- Gestion des badges
- Limitation
- Démarrer une charge
- Statistiques des bornes
- Economie de CO₂
- Habitudes de consommation
- État borne WB
- Graphiques temps réel WB
- Limitation WB
- Déconnexion

Statistiques des bornes

Choisissez le graphique à générer

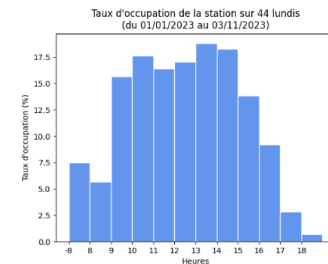
Seuil: 1 (Le seuil est la valeur minimale d'énergie à considérer pour ne pas prendre en

Sélectionnez une option pour les abscisses: Heure

Depuis le mois de: Janvier de l'année: 2023

Sélectionnez un type de visualisation: Station Sélectionnez un jour de la semaine: Lundi

Générer le graphique



Etat des bornes



Borne 1 connecteur 1	Borne 1 connecteur 2	Borne 2 connecteur 1	Borne 2 connecteur 2
Occupé	Occupé	Disponible	Occupé
Badge 17 Véhicule: BMW i4 Energie: 2.5 kWh Intensité: 15.2 A Puissance: 10.7 kW Véhicule triphasé	Badge 13 Véhicule: PEUGEOT e-208 Energie: 16.4 kWh Intensité: 29.3 A Puissance: 6.8 kW Véhicule monophasé		Badge 07 Véhicule: MG MG4 Energie: 19.3 kWh Intensité: 0.0 A Puissance: 0.0 kW Véhicule monophasé Charge terminée

Habitudes de consommation par utilisateur

Choisissez le graphique à générer

Seuil: 1 (Le seuil est la valeur minimale d'énergie à considérer pour ne pas prendre en

Sélectionnez une option pour les abscisses: Semaine

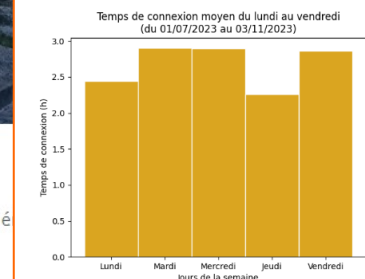
Sélectionnez une option pour les ordonnées: Temps de connexion

Depuis le mois de: Juillet de l'année: 2023

Sélectionnez un numéro de badge:

Badge 14

Générer le graphique



Relever le challenge de la transition énergétique

Intégration des sources renouvelables, transformation du parc automobile, optimisation des consommations par les réseaux intelligents : l'é de demain sera avant tout électrique ! La recherche en Génie Électrique est un élément clé pour la réussite de cette transition.

Retombées scientifiques

- Publications : 7 ACL, 9 CICL
- Actions structurantes entre laboratoires de la région : Costech (UTC)
- Nouveaux projets
 - T-IPV 2023-2025 (Ademe)
 - Task 17 PV & Transport (IEA PVPS)
- Thèses (contrat doctoral)
 - 3^e année 2021-2022) et
 - 2^e – 3^e année 2022-2024
- Diffusion de la science
 - Fête de la Science
 - Nuit de la Recherche
 - Actions de communication et de vulgarisation

Retombées économiques

- Ensemble de méthodologies de dimensionnement, de gestion et de services associés d'IIRVE
- Ensemble d'outils d'évaluation d'efficacité des IIRVE
- Ensemble d'outils d'aide à la décision à destination des collectivités et autres parties prenantes apportent un appui aux acteurs territoriaux pour favoriser l'émergence des IIRVE

Merci pour votre attention

SMARTPV4EV -> manuela.sechilariu@utc.fr

