



Webinaire

Smart Charging for Smart Cities

15 juin 2021 – 14h00 – 16h00



Mot d'accueil

M. Philippe DEGOBERT

Directeur du Campus Arts & Métiers de Lille

15 juin 2021

ARTS ET MÉTIERS LILLE & ÉLECTROMOBILITÉ

Philippe
DEGOBERT

Equipe Réseaux du L2EP

- Plateforme énergies Réparties **EPMLAB**
- Démonstrateurs: Domotique énergétique
 - 7,4 kVA et 22 kVA (Bornes Schneider Electric AC)
 - **150 kW (Borne DBT-CEV DC)**
- Production Photovoltaïque:
 - 2005 = 18 kWc (136m² BP Solar)
 - 2019 = 2 kWc (Car Port)
- Stockage stationnaire:
 - 2010 = 10 kWh PB-Gel (Energys)
 - **2015 = 15 kWh- Li-Ion (Saft)**



RECHERCHE

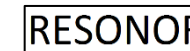
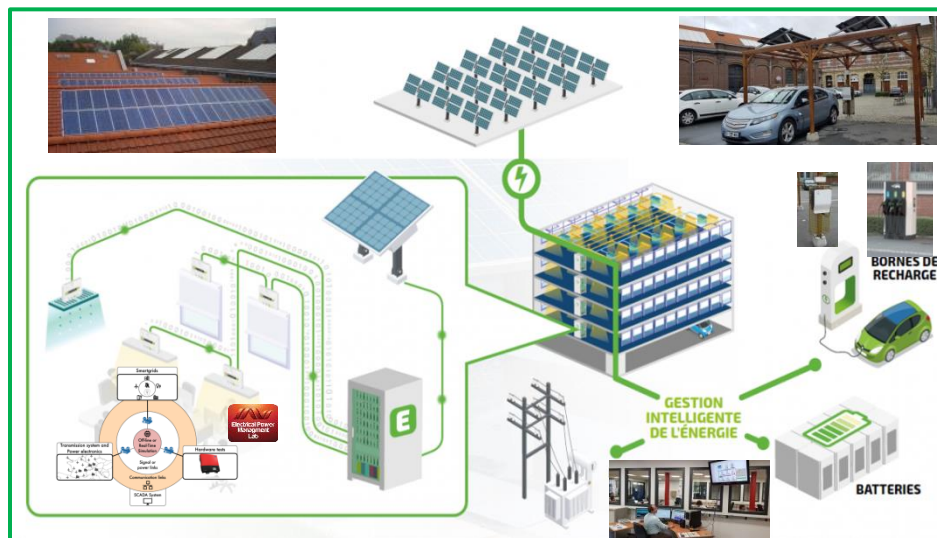


- ▶ **ZAC St Sauveur:** Optimisation énergétique dynamique de 450 bornes VE: **pointe appelée /2**
- ▶ **APC 2020:** Optimisation de l'autoconsommation photovoltaïque citoyenne: **grâce au VE jusqu'à 70% autoconsommation**
- ▶ **B2RI :** Flexibilité de la recharge rapide en liens avec les usagers du bâtiment: **DC à 150 kW + batterie centralisée**
- ▶ **GROUPEE 4.0: Service système V2X**
- ▶ **E-BUS - MEL**

FORMATION



- ▶ Programme Grande Ecole ingénieurs, 4 expertises : Efficacité énergétique pour l'usine du futur - Gestion industrielle - **Ingénierie des transports terrestres** Systèmes mécatroniques pour l'innovation industrielle
- ▶ 3 Mastères Spécialisés: **Manager de projets en infrastructures de recharge & véhicules électriques** - Manager en gestion des énergies nouvelles - Expert en robotique collaborative pour l'Industrie du Futur



Programme

14h00 : Restitution du projet B2RI : Borne de Recharge Rapide Intelligente

- **Daniel MARIN**, Ingénieur recherche au Campus Arts & Métiers de Lille
- **Thomas ROILLET**, Ingénieur études au Campus Arts & Métiers de Lille

15h00 : Table-ronde « La recharge intelligente au service de la mobilité dans la smart city »

Animation : M. Sébastien DROUART, Responsable R&D&I | Pôle MEDEE

- **Thomas MAILER**, Directeur technique | DBT-CEV
- **Aurélie BOTQUIN**, Experte Innovation | PARTENORD HABITAT
- **Matthieu MEESE**, Directeur Développement Territorial | EDF
- **Charles BROCARD**, Chargé d'opération à la Direction des Transports | MEL – Métropole Européenne de Lille
- **Nicolas DEVAUX**, Responsable de la mobilité électrique | ENEDIS Nord-Pas-de-Calais

Perspectives et conclusions :

- **Daniel MARIN**, Ingénieur recherche au Campus Arts & Métiers de Lille
- **Thomas ROILLET**, Ingénieur études au Campus Arts & Métiers de Lille

Rappel

Pour le bon fonctionnement de cette table ronde, nous vous recommandons :

- d'éteindre vos **micros et caméras**
- de poser vos **questions** exclusivement via **le chat**

Nous vous rappelons que **ce webinaire est enregistré.**



Restitution Finale 'B2RI'



Borne de Recharge rapide Intelligente

15 juin 2021



Charging Electric Vehicles



Restitution Finale 'B2RI'



- **Le Projet**
- **Résultats Scientifiques**
- **Conclusions et Perspectives**
- **Echanges**





Le projet

Restitution Finale 'B2RI' le 15 juin 2021

B2RI / Genèse du projet

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges



Industriel



Equipe réseaux



Arts et Métiers



Dispositif régional
'STIMuLE'

B2RI: 24 mois / 3 Partenaires / 1 Démonstrateur de la charge rapide



Principal Objectif

Caractériser la recharge rapide de véhicules Électriques grâce au démonstrateur 'B2RI' installé sur le campus des Arts et Métiers de Lille.

Retombées escomptées

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

- Développer la mobilité électrique grâce à des bornes de charge rapides adaptées aux usages
- Maîtriser le temps et le coût de la recharge en lien avec les capacités du bâtiment
- Baisser l'impact environnemental de la consommation électrique lors de la charge grâce au photovoltaïque
- Caractériser et accompagner l'industriel DBT dans le développement de borne de charge rapide intelligente
- Diffuser les résultats

Planning : Déroulé du projet

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

Phase 1: S2-
2019 & S1
2020

- Lancement du projet
- Construction du démonstrateur
- Inauguration 02/2020 (L1)

Phase 2 :
2020

- Essais de charge rapide
- Adaptations, dépannages
- Modélisation: jumeaux numérique (L2)

Phase 3 : S1-
2021

- Scénarios
- Résultats
- Rapport final
- Restitution de clôture (L3)

Perspectives



Démonstrateur 'B2RI'

Composants techniques , numériques et de communications

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

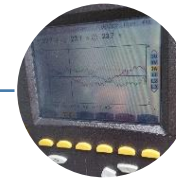
Echanges



Campus:
Poste 400 kVA



DBT :
Borne Ultra 150 kW



L2EP:
Chaîne de
Mesures



Essais: ZOE, I3, LEAF,
SOUL, TESLA3, E-TRON, E-
208,...



L2EP: Modélisations et
scénarios : Jumeaux
Numériques



Arts et Métiers :
communications, POC
mobilité 2020, Inaugurations,
Pitch-vidéos, news letters, ...

Modélisations 'B2RI' : travaux

Projet

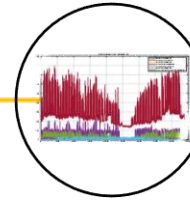
Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

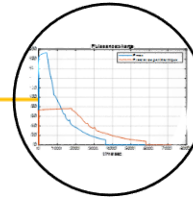
Echanges



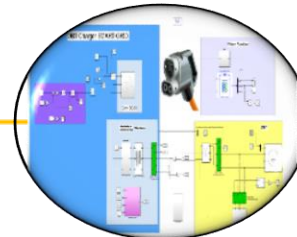
Démonstrateur
B2RI



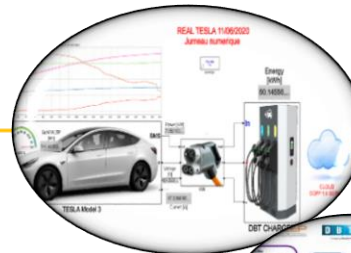
Données réelles de la borne et du bâtiment



Modèles = éléments du jumeau numérique



Jumeau numérique :
Comportement du chargeur rapide



Jumeau numérique du
démonstrateur



Scénarios : Impacts et chiffres

Appuis aux développements de la Borne DBT

Projet

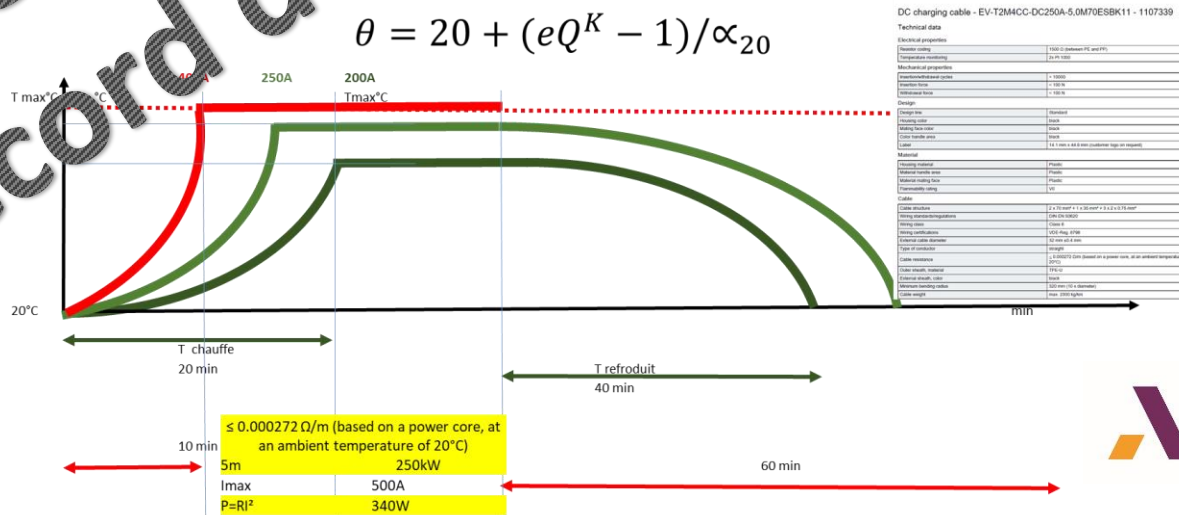
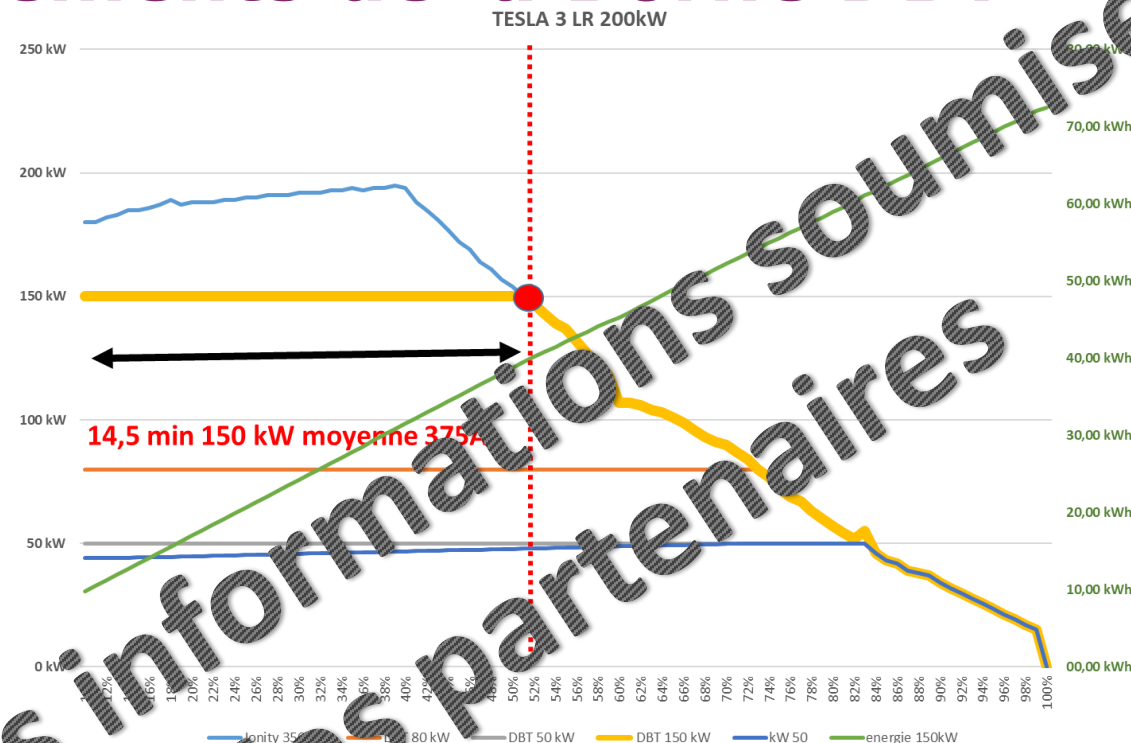
Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

Accélérer la recharge (sans modifier le matériel)

- Concept de surcharge ponctuelle des câbles de charge DC
- Validation du concept avec le Service R&D
- Modélisations L2EP : Puissance et temps selon le véhicule
- DBT : développement de la solution logiciel en cours
- Estimation pour DBT, Exemple de méthodologie de création d'abaque de température en fonction du temps et courant passant dans le câble



DC charging cable - EV-T2M4CC-DC250A-5,0M70E8BK11 - 1107339

Technical data	
Electrical properties	
Insulation resistance	≥ 1000 MΩ
Mechanical properties	
Weight	1.5 kg
Length	5.0 m
Outer diameter	40 mm
Inner diameter	30 mm
Material	PE
Color	Black
Marking	EV-T2M4CC-DC250A-5,0M70E8BK11
Compliance	CE
Approval	
Approval number	EV-T2M4CC-DC250A-5,0M70E8BK11
Approval date	2020-08-11
Approval status	Valid
Approval type	Technical approval
Approval scope	EV-T2M4CC-DC250A-5,0M70E8BK11
Approval reference	EV-T2M4CC-DC250A-5,0M70E8BK11
Approval version	1.0
Approval status	Valid

Utilisation des informations des partenaires a l'accord des partenaires

Construire le Jumeau Numérique

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

DEMONSTRATEUR B2RI MODELISATION

Données d'entrée

Besoins: contrat énergie, Puissance, essais ...

Productions ENR:

- solaire (ENSAM)

Prix, couts: (Partenaires)

- **Puissances:** (Partenaires)

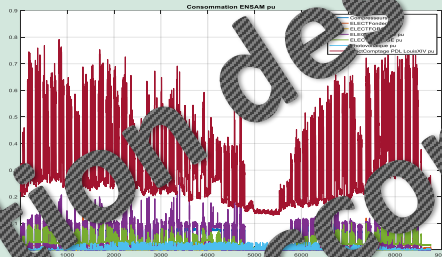
Facteurs Emissions:

- CO2, Usagers:
- Comportements
- Utilisation VE
- Chaîne de mesures



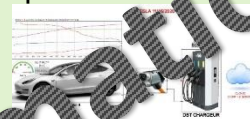
Éléments de la modélisation

- **Campus, Consos**
 - Ateliers
 - Résidence
 - école
- **VE:**
 - Modélisation recharge rapide
 - Cycles WLTP
 - Charge combinées
 - Impacts températures
 - Services réseaux
 - Charges en parallèle

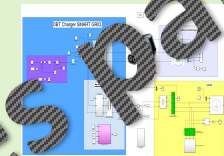


Modéliser le Démonstrateur

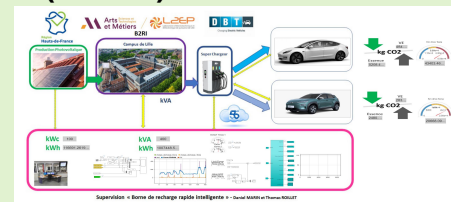
- **Charge rapide: (1min/1h)**
Caractéristiques
Comparaison Bibli



- **Chargeur DBT: (μ s/10s)**
Fonctionnement détaillé en D



- **Démonstrateur B2RI: (1h/1an)**



Scénarios

Données de sortie

- **Energie (kWh):**

- Pmax
- km charge/temps
- aux ENR

Emissions (kg)

- CO2,
- **Prix:** recharge (€TTC)

- **Scénario Campus**

- « Smart charging »
- PV : puissance régulée
- Horaire : Séquençage de charge
- Réduction des couts

Utilisation des informations des partenaires a l'accord des partenaires

Différents Eléments du simulation dynamique

Projet

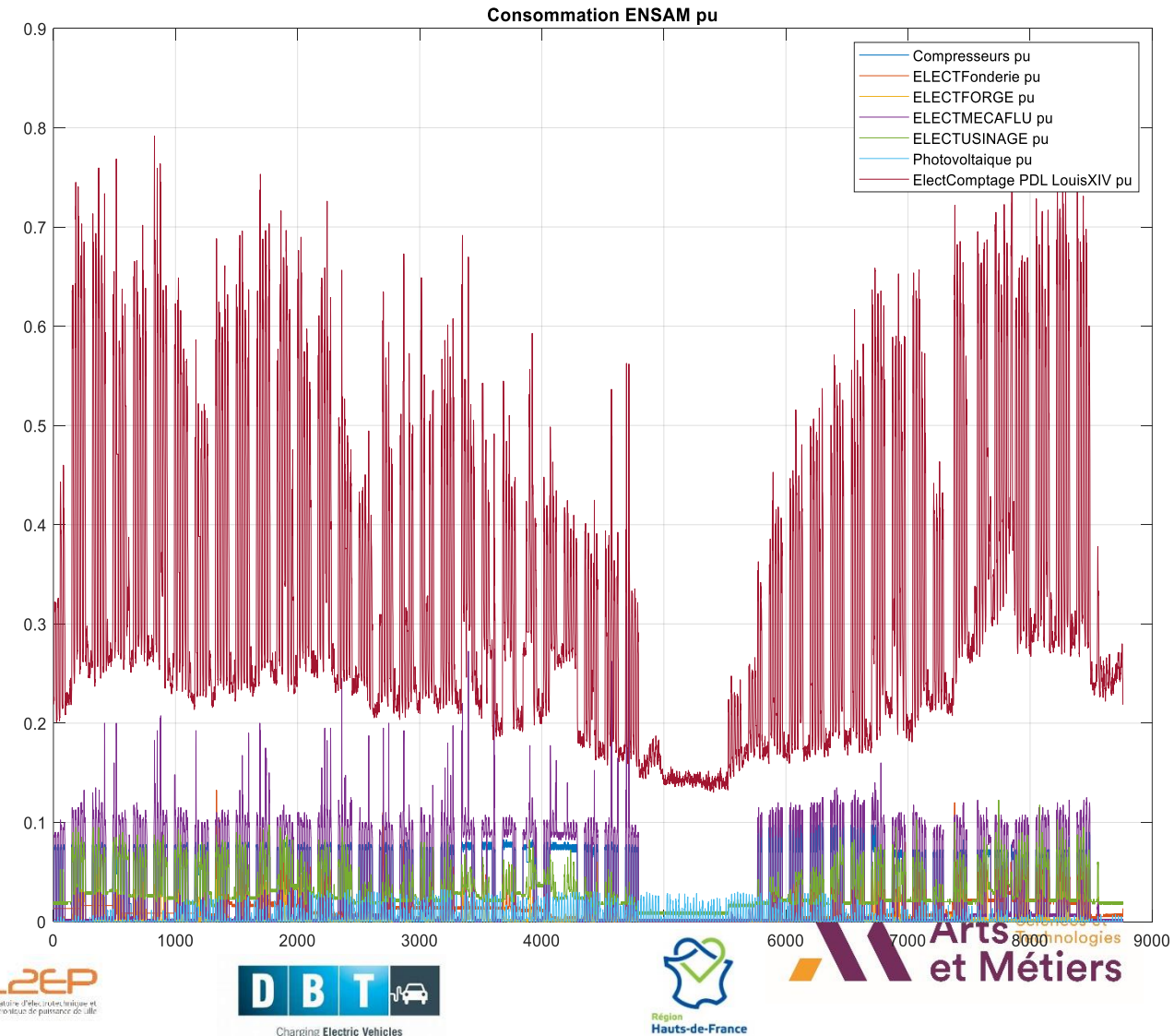
Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

Eléments numériques de la modélisation:

- Cycle charge/décharge WLTP
- Modélisation de la batterie et du chargeur DBT: autonomie et km
- Simulation simplifié du chargeur : impact de la température de la batterie sur la puissance et le temps de charge
- Modélisations du campus ENSAM :
 - Consommations annuelles des différents secteurs
 - Production PV ...



Résultats: Charge AC 22kW de ZOE

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

Impact réseau AC

Caractéristique de la charge



T charge = 2h

Pmax=22kW

Thdi=10%-30%



Résultats: Charge DC CCS Tesla

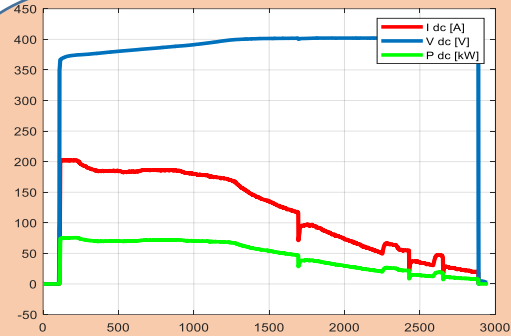
Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

Caractéristique de la charge DC

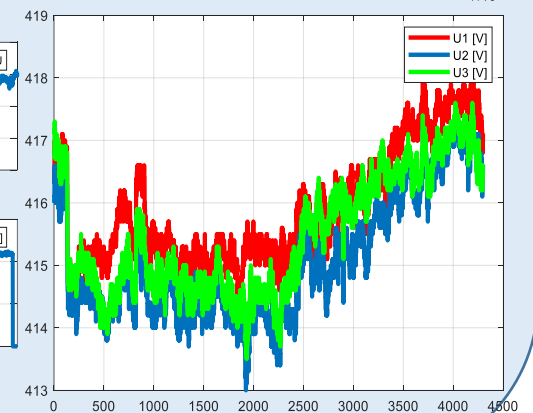
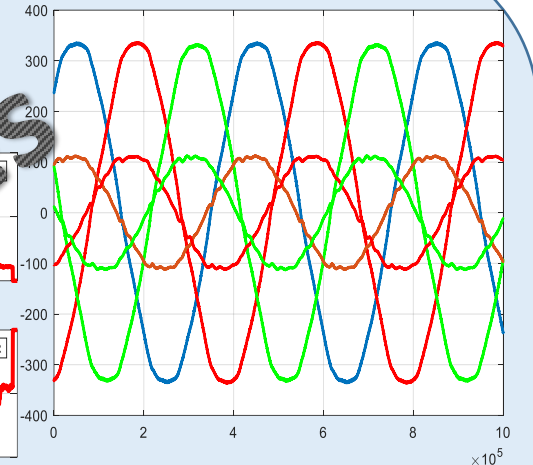
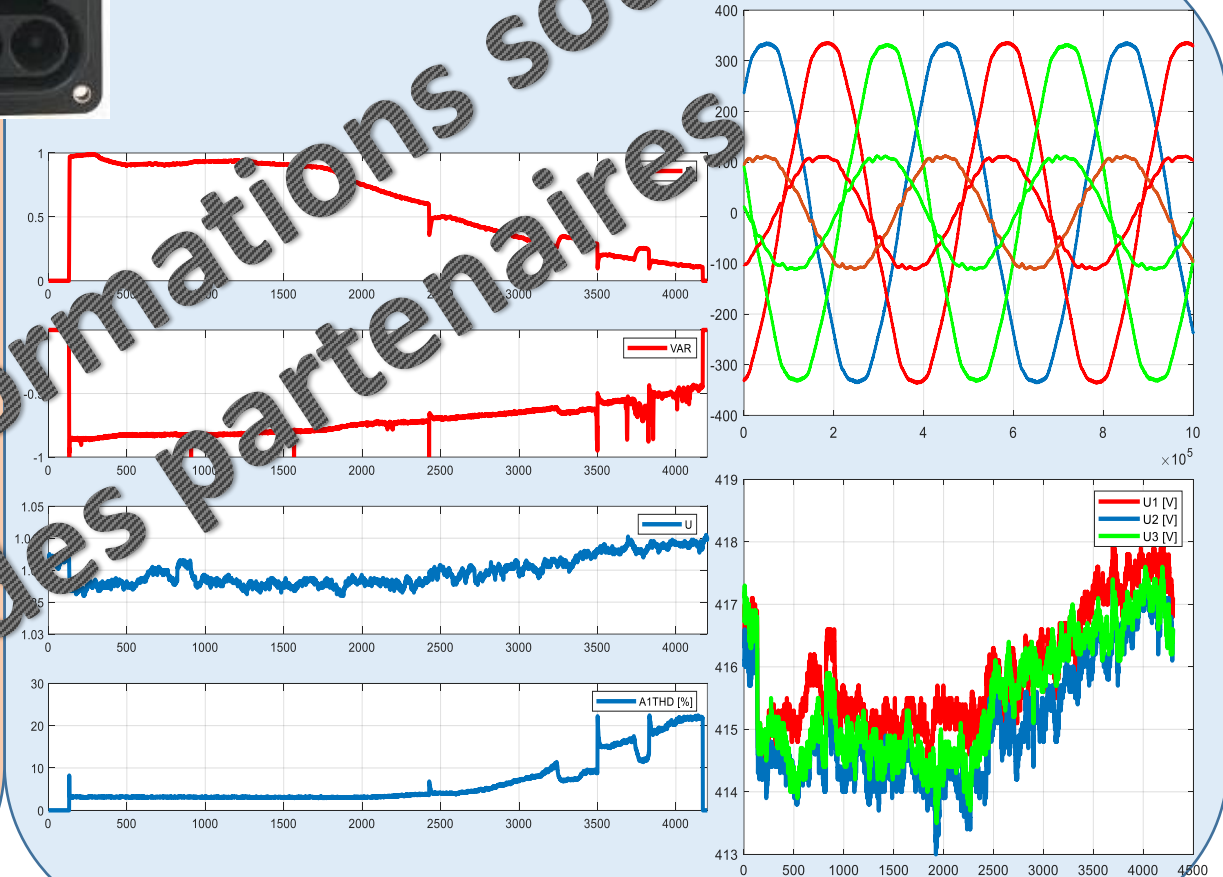


T charge = 1h
Pmax=75kW
Thdi=3%-20%



Impact réseau AC

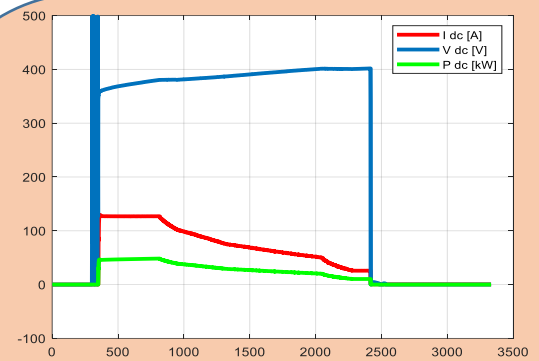
Caractéristique de la charge



Utilisation de l'information des partenaires soumise à l'accord des partenaires

Résultats: Charge DC CHAdeMO Leaf

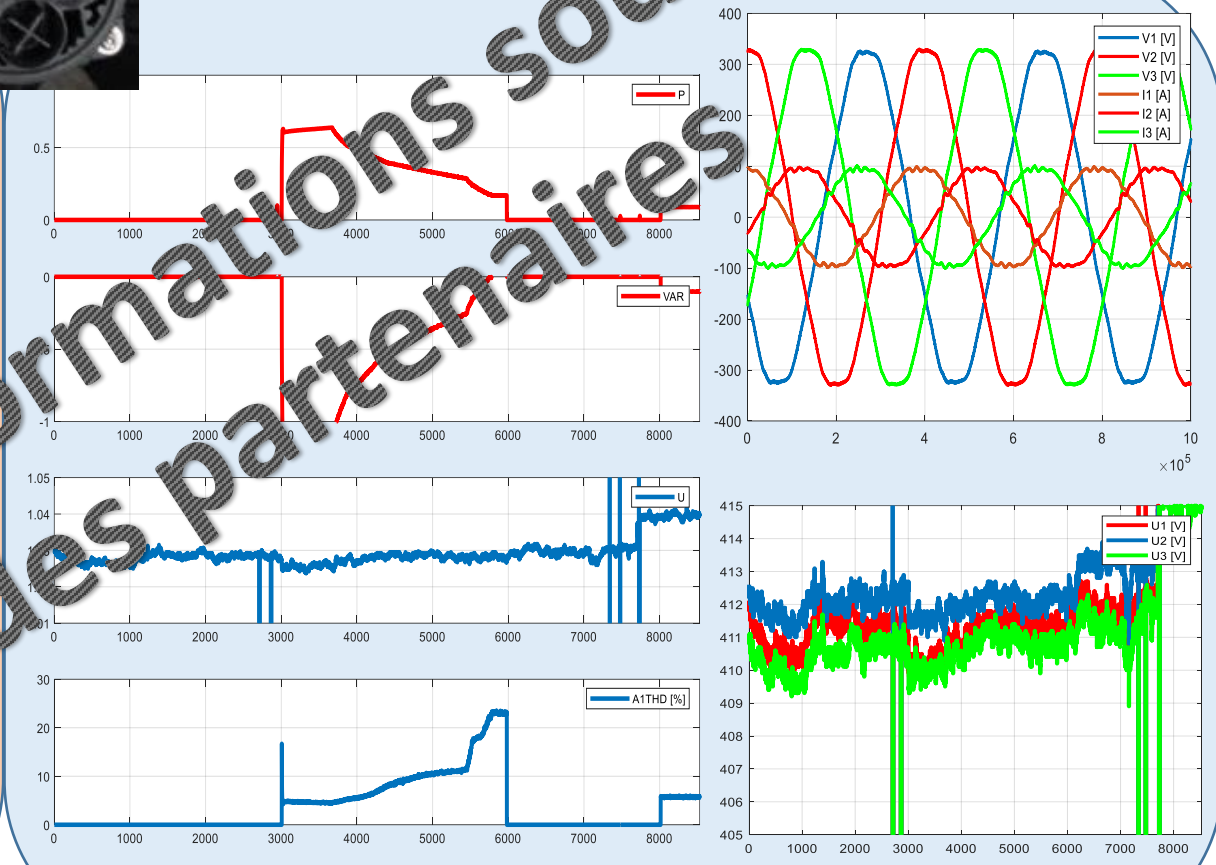
Caractéristique de la charge DC



Impact réseau AC Caractéristique de la charge



T charge = 1h
 Pmax = 45kW
 Thdi = 3% - 20%



Utilisation des informations des partenaires



Résultats Scientifiques: Jumeaux/Simulations Numériques

Restitution Finale 'B2RI' , le 15 juin 2021



L'analyse harmonique, charge en parallèle

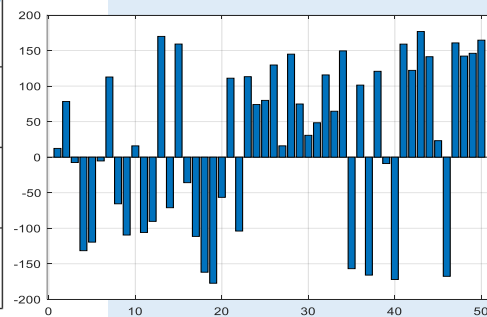
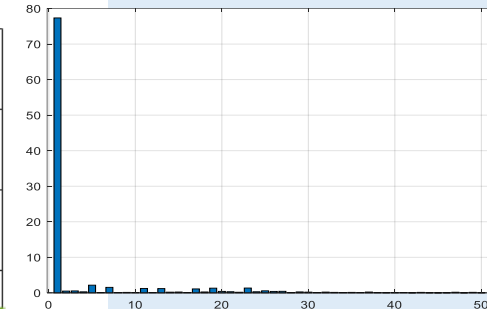
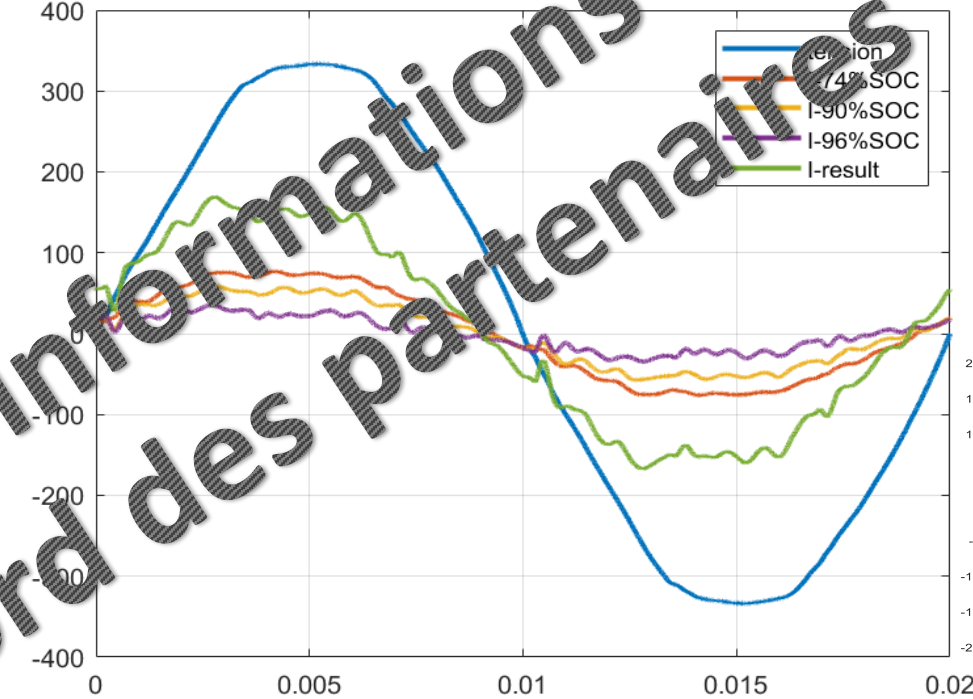
Tension et courant – 3 charges en parallèle : *I-result*



Impact réseau AC

Caractéristique de la charge simulation

V et I



Utilisation des informations des partenaires a l'accord des partenaires soumise

Jumeau numérique borne de recharge ULTRA 150 DBT

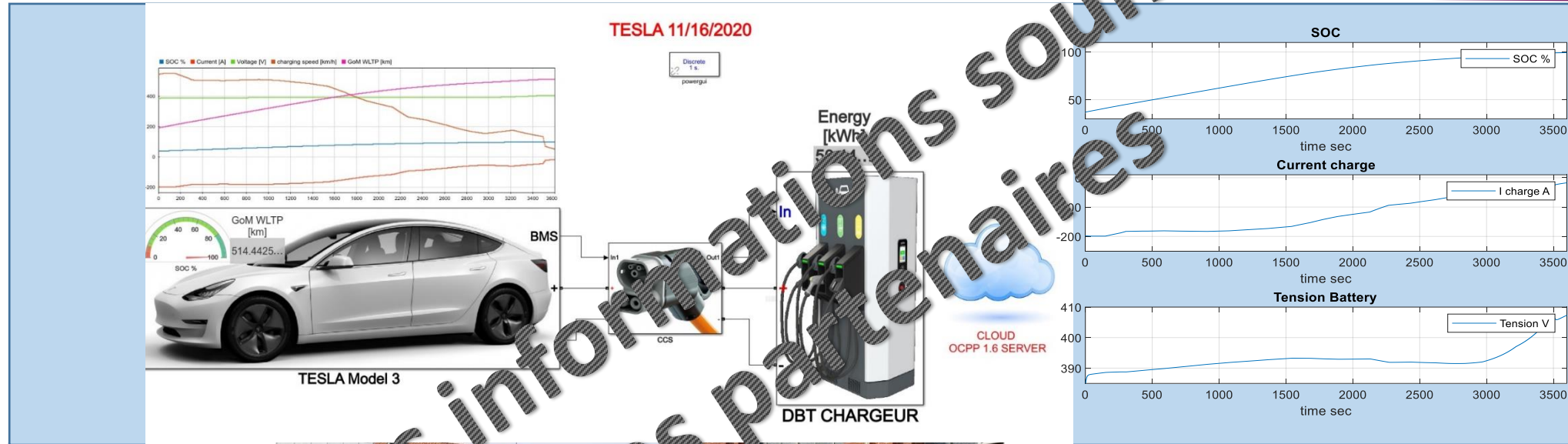
Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

-Interface de modélisation



- Essais borne



Utilisation
à l'échelle des
patenaires

Modèle détaillé , DBT chargeur DC : $\mu\text{s}/10\text{s}$

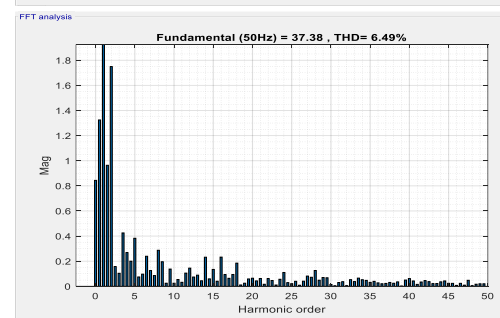
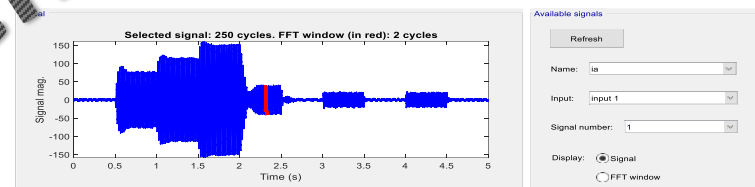
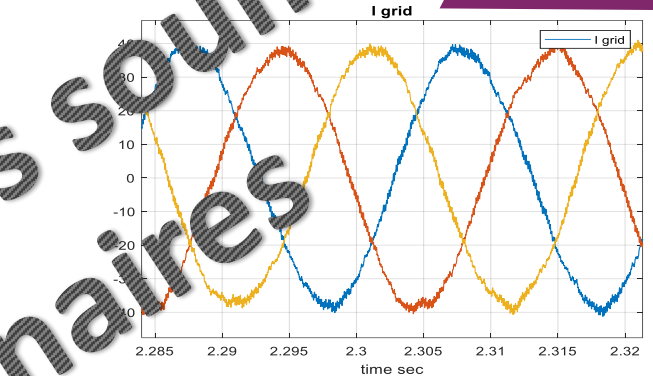
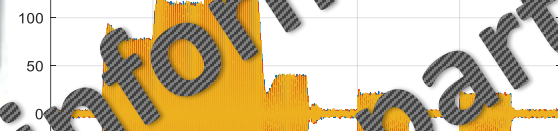
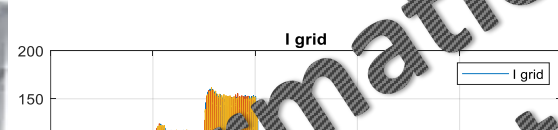
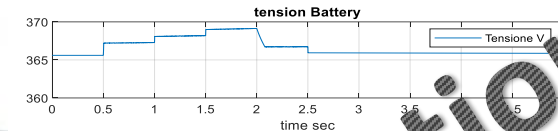
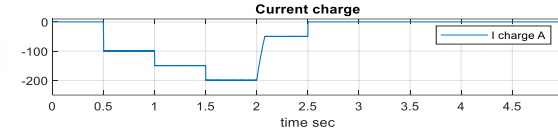
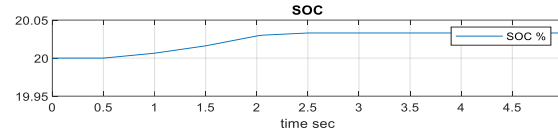
Convertisseurs DBT
Charger en DC :

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges



Available signals

Refresh

Name: ia

Input: input 1

Signal number: 1

Display: Signal FFT window

FFT settings

Start time (s): 2,3

Number of cycles: 2

Fundamental frequency (Hz): 50

Max frequency (Hz): 2500

Max frequency for THD computation: Nyquist frequency

Display style: Bar (relative to specified base)

Base value: 1,0

Frequency axis: Harmonic order

Display Export

Help Close

Courant fondamental max	Courant fondamental RMS	THD
113,1 A	79,97 A	2,43%
37,38 A	26,43 A	6,49%
18,76 A	13,27 A	7,46%

Utilisation des informations des partenaires a l'accord des partenaires soumise

SMART GRID service réseau

Support en fréquence

Projet

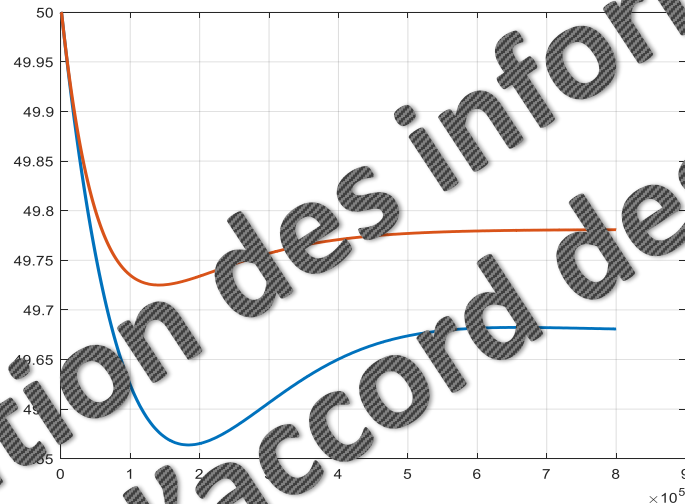
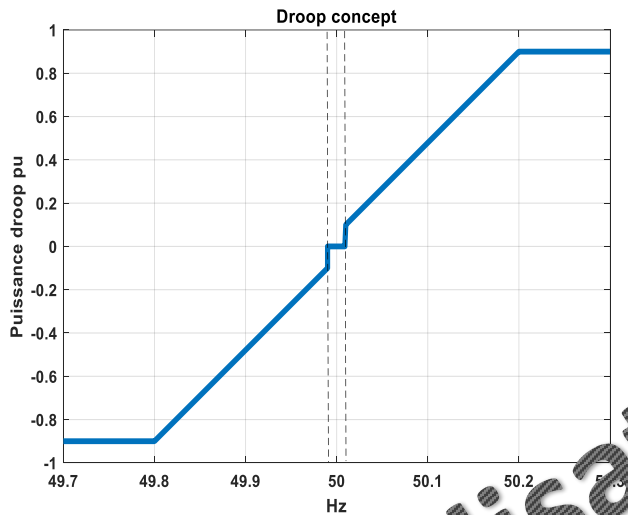
Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

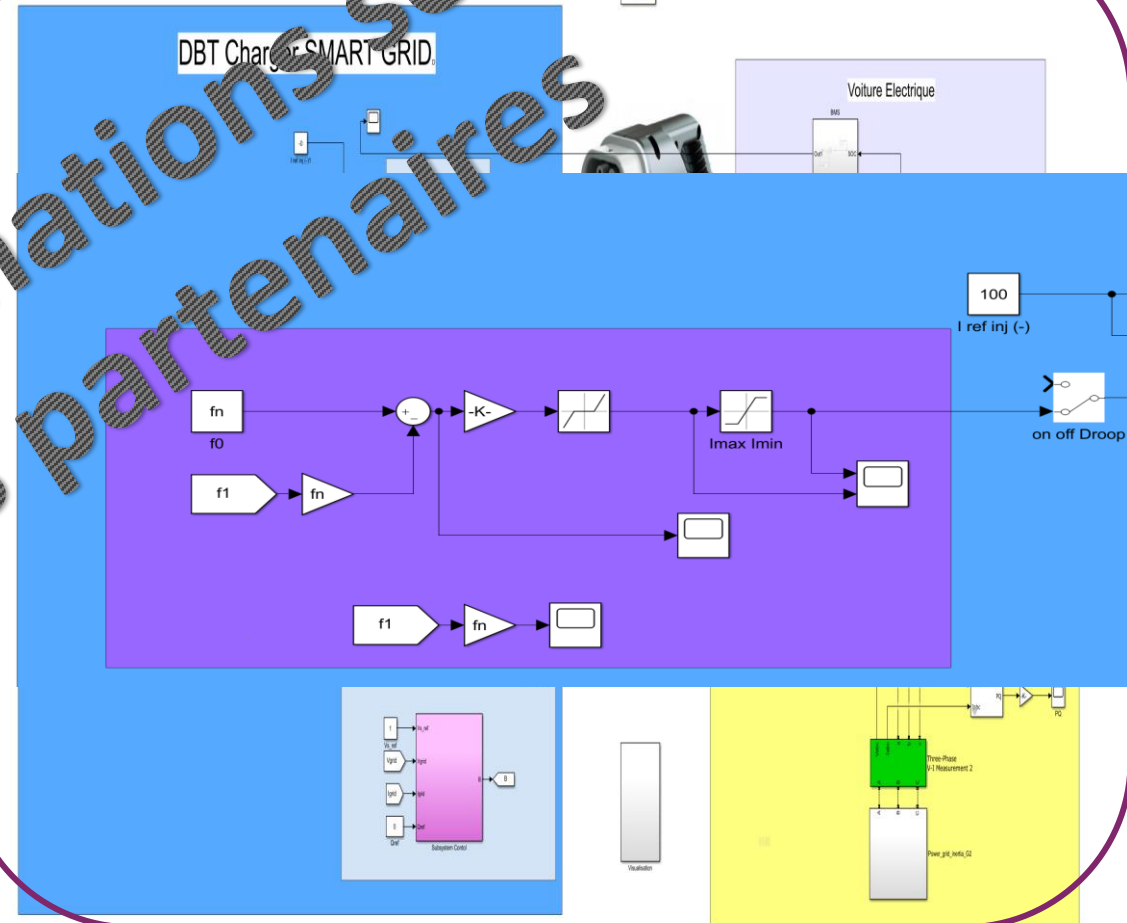
Echanges

Partie théorique

$$P_{out} = \begin{cases} 0; & |e| < \Delta f_{db} \\ P_{max} * e * \frac{100}{dpct}; & \Delta f_{max} > |e| > \Delta f_{db} \\ P_{max}; & |e| > \Delta f_{max} \end{cases}$$



Implémentation simulation dynamique



Utilisation des informations des partenaires a l'accord des

SMART GRID service réseau

Support en fréquence

Avec contrôle smart

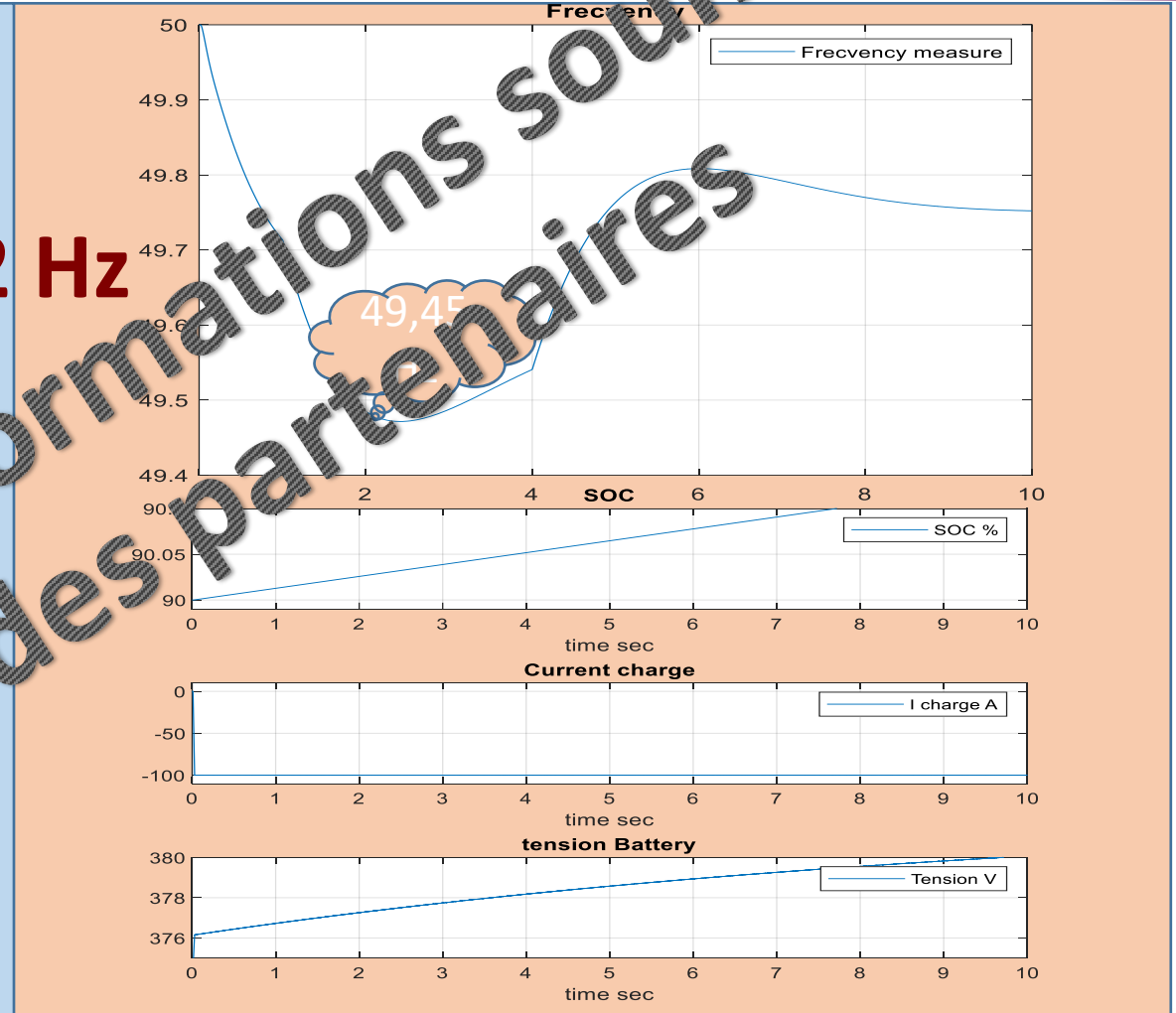
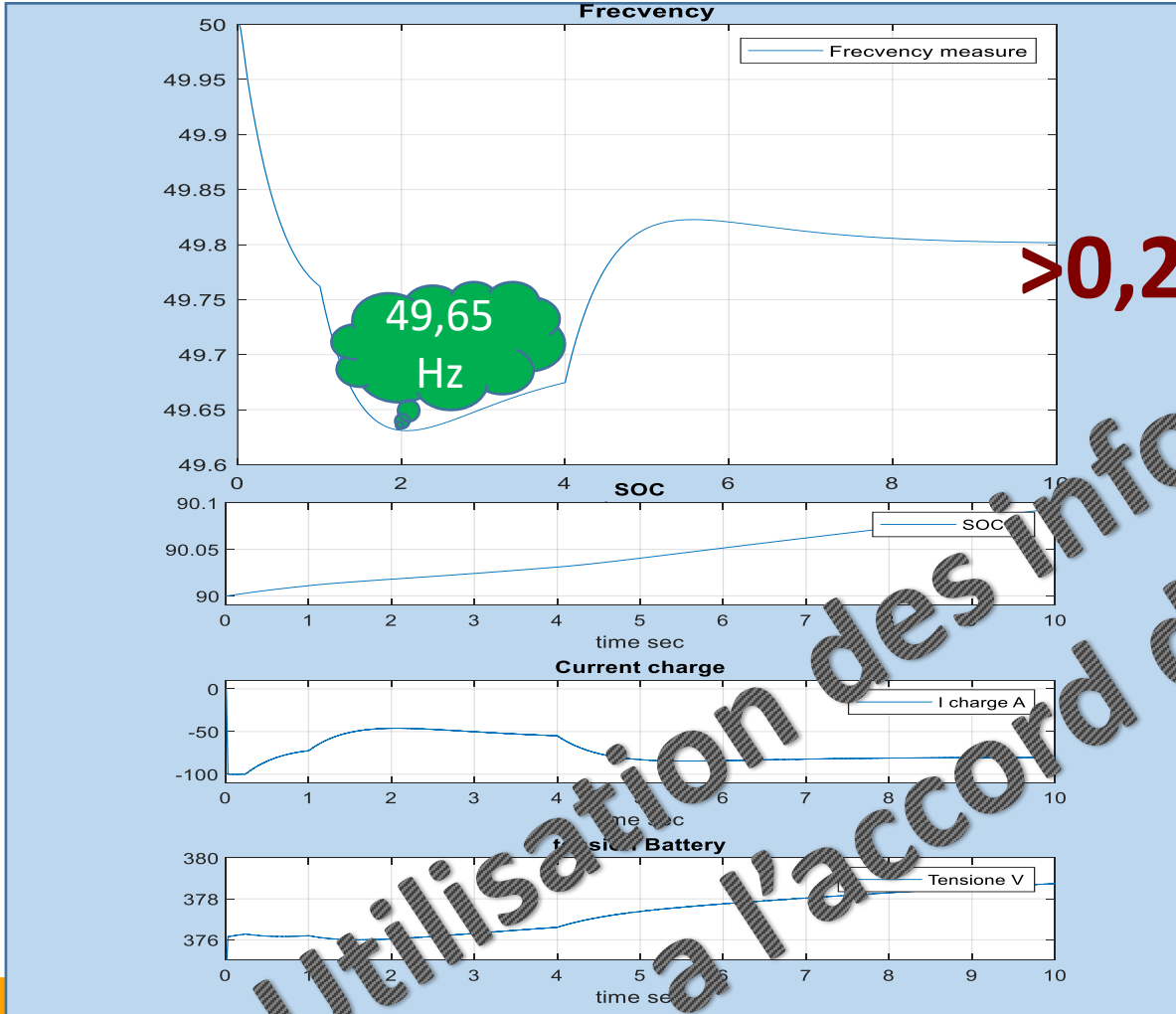
Sans contrôle smart

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges



>0,2 Hz

Utilisation des informations soumise à l'accord des partenaires

Analyse SWOT pour les EV participant au marché de la régulation de puissance en réseau

- La disponibilité n'implique aucun coût
- La régulation à la baisse correspond à la tarification, ce qui est susceptible d'être très rentable
- Réaction très rapide aux demandes de réglementation
- Une large intégration des EV pourrait représenter une certaine capacité garantie
- Les EV peuvent également compter sur le diesel / l'essence pour assurer la régulation lorsque la batterie est déchargée

Forces

- La capacité de connexion est limitée
- Créé pour le transport, il n'est pas facile de garantir une capacité de régulation constante, lorsque le niveau de régulation est faible
- Les propriétaires de VE peuvent ne pas être enclins à adhérer à la réglementation, car le gestionnaire de réseau de transport (TSO) contrôle le processus de tarification
- La régulation peut être coûteuse si l'énergie stockée par batterie est utilisée
- Les coûts de régulation à la hausse et à la baisse sont très élevés
- La régulation à la hausse peut impliquer des pertes d'énergie lors de la charge et de la décharge des batteries

Faiblesses

- Besoin accru de puissance de régulation, en raison de la présence croissante de sources d'énergie intermittentes
- Volonté politique vers l'électrification du parc automobile
- Pression politique pour la libéralisation du marché de la régulation
- Autres acteurs sous pression de l'évolution du marché de la régulation
- L'incitation économique potentielle pour les VE à participer à la régulation est limitée sur certains marchés

Opportunités

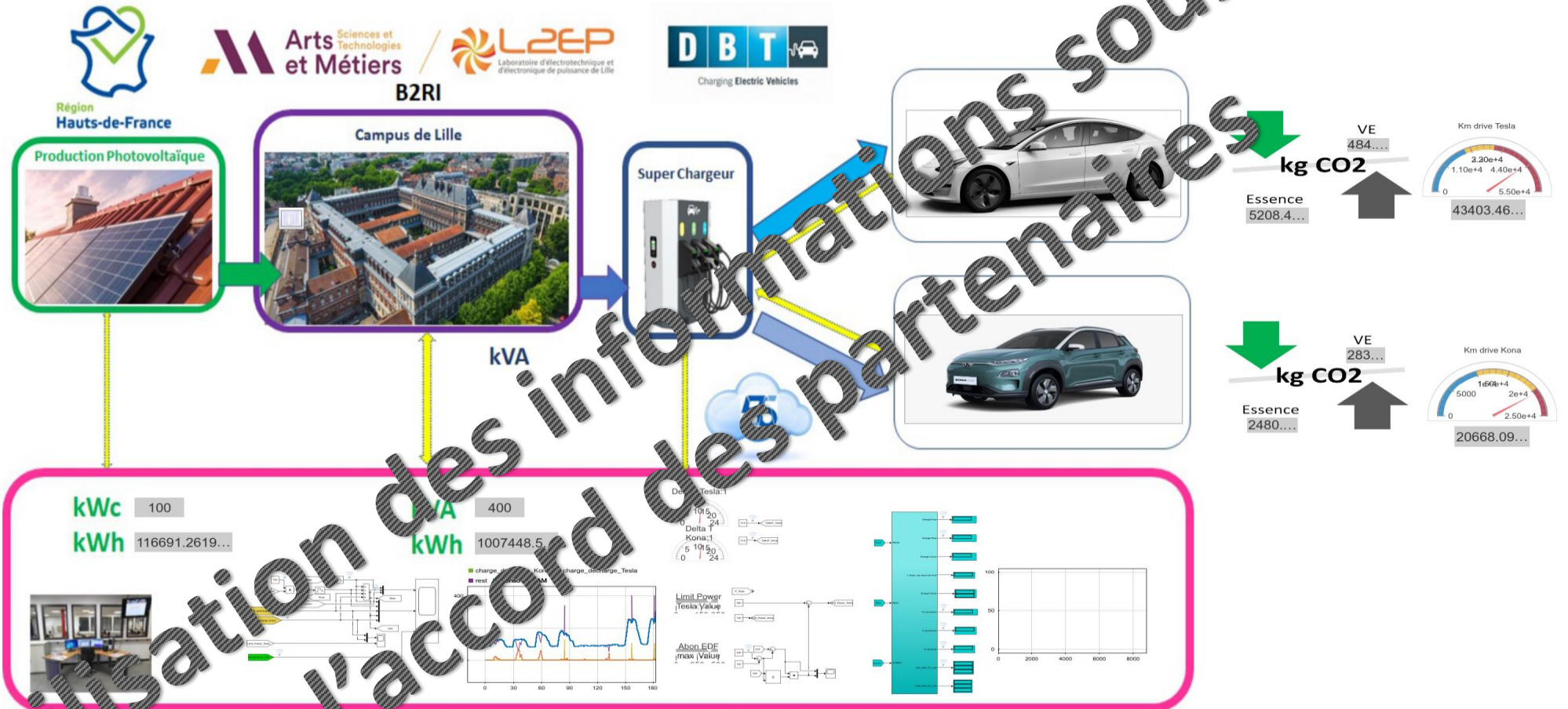
Menaces

- Marché conservateur
- Exigences strictes en matière de sécurité et de livraison
- Exigences relatives aux offres importantes
- Longs délais de marché
- Longues périodes de contrat
- Besoins en infrastructure améliorés
- Problèmes de normalisation
- Défis pour parvenir à une coopération intersectorielle - automobile et alimentation électrique
- Baisse des prix sur le marché réglementé en raison des VE
- Les TSO peuvent ne pas faire confiance aux véhicules électriques en tant que dispositifs de régulation
- Risque de verrouillage et d'abandon de la technologie

Utilisation des informations des partenaires à l'accord des partenaires

JUMEAU NUMERIQUE B2RI : (minute / heure / 1 an)

Interface Homme Machine (IHM) : résultats des scénarios



Utilisation des informations des partenaires a l'accord des partenaires

« Supervision « Borne de recharge rapide intelligente » - Daniel MARIN et Thomas ROILLET

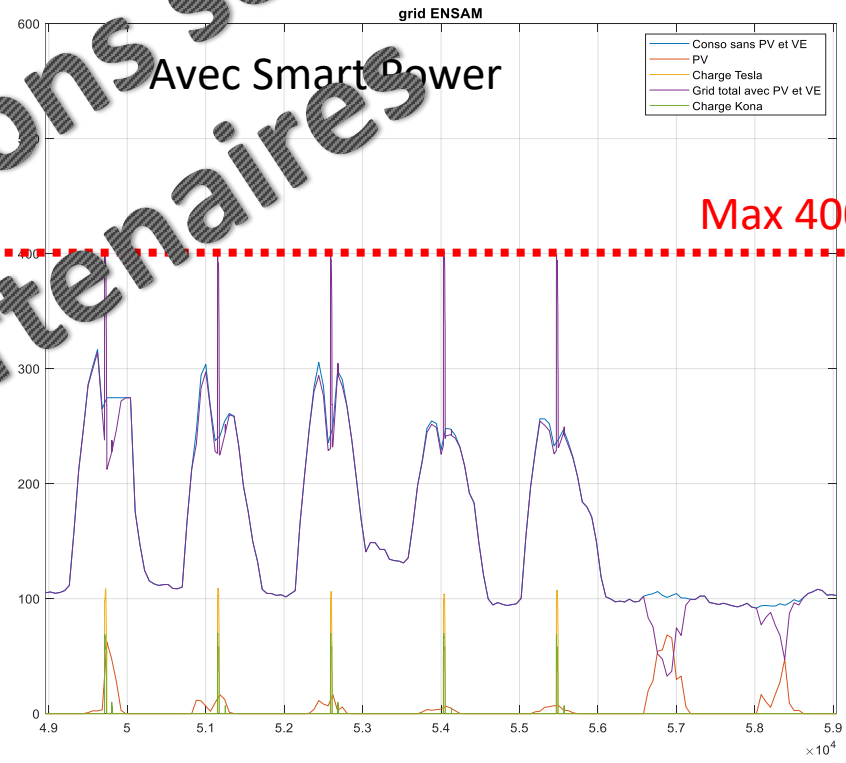
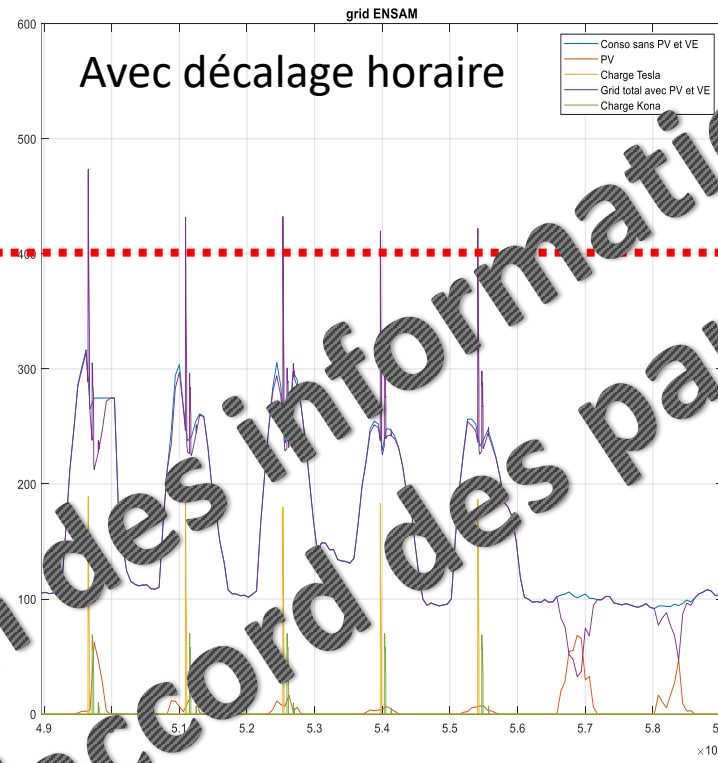
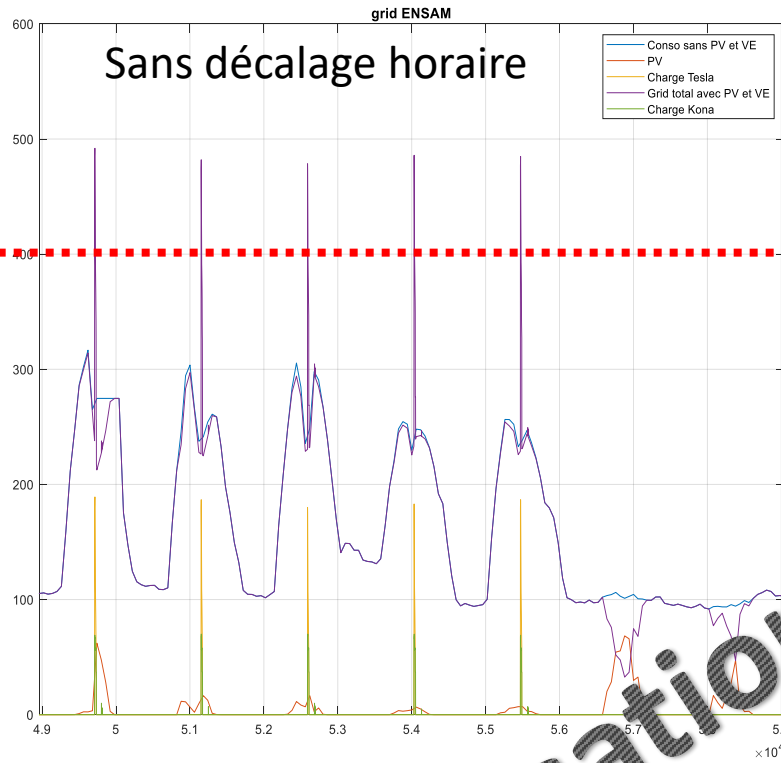
Valeurs des Impacts : Energie / Cout / Environnemental

Gestion de la pointe Electrique: Respect du contrat fournisseur

Sans Action

Profils de décalage horaire

'SMART Power' intégré au réseau

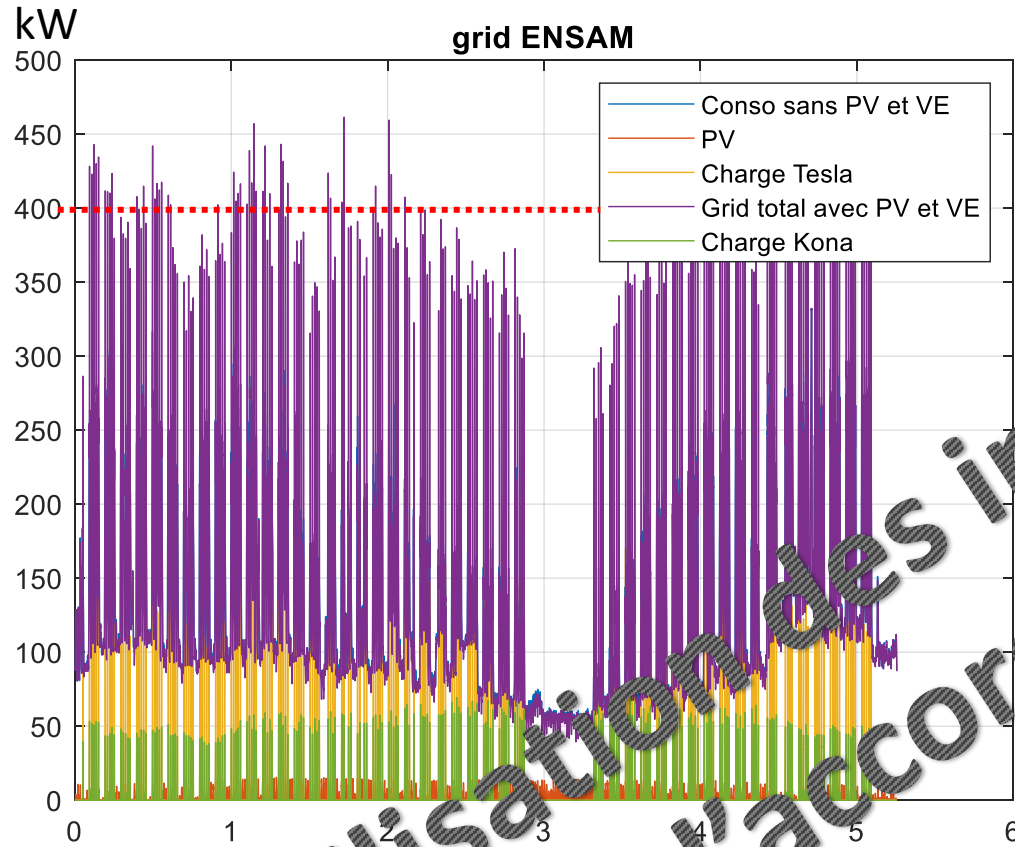


Utilisation des informations soumises à l'accord des partenaires

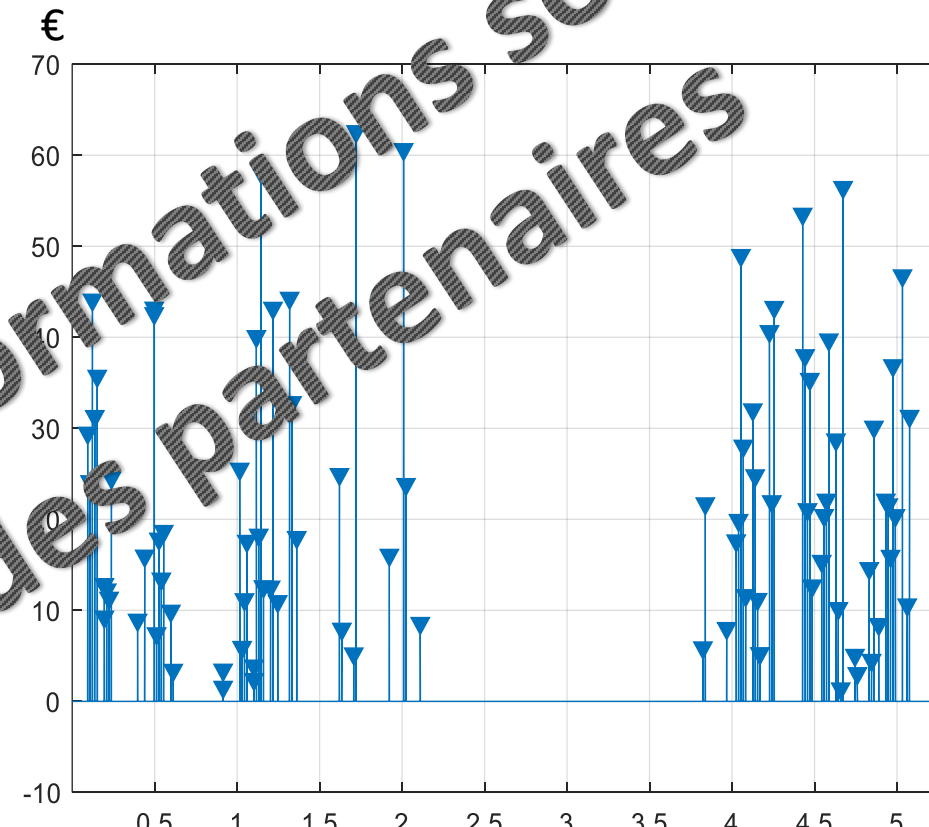
JUMEAU NUMERIQUE B2RI : (minute / heure / 1 an)

Gestion dépassement de puissance souscrite (400 kVA)

JUMEAU NUMERIQUE : CONSOMMATION ELECTRIQUE AVEC 2 VE



JUMEAU NUMERIQUE DU CAMPUS : ANALYSE DES SURCOUTS



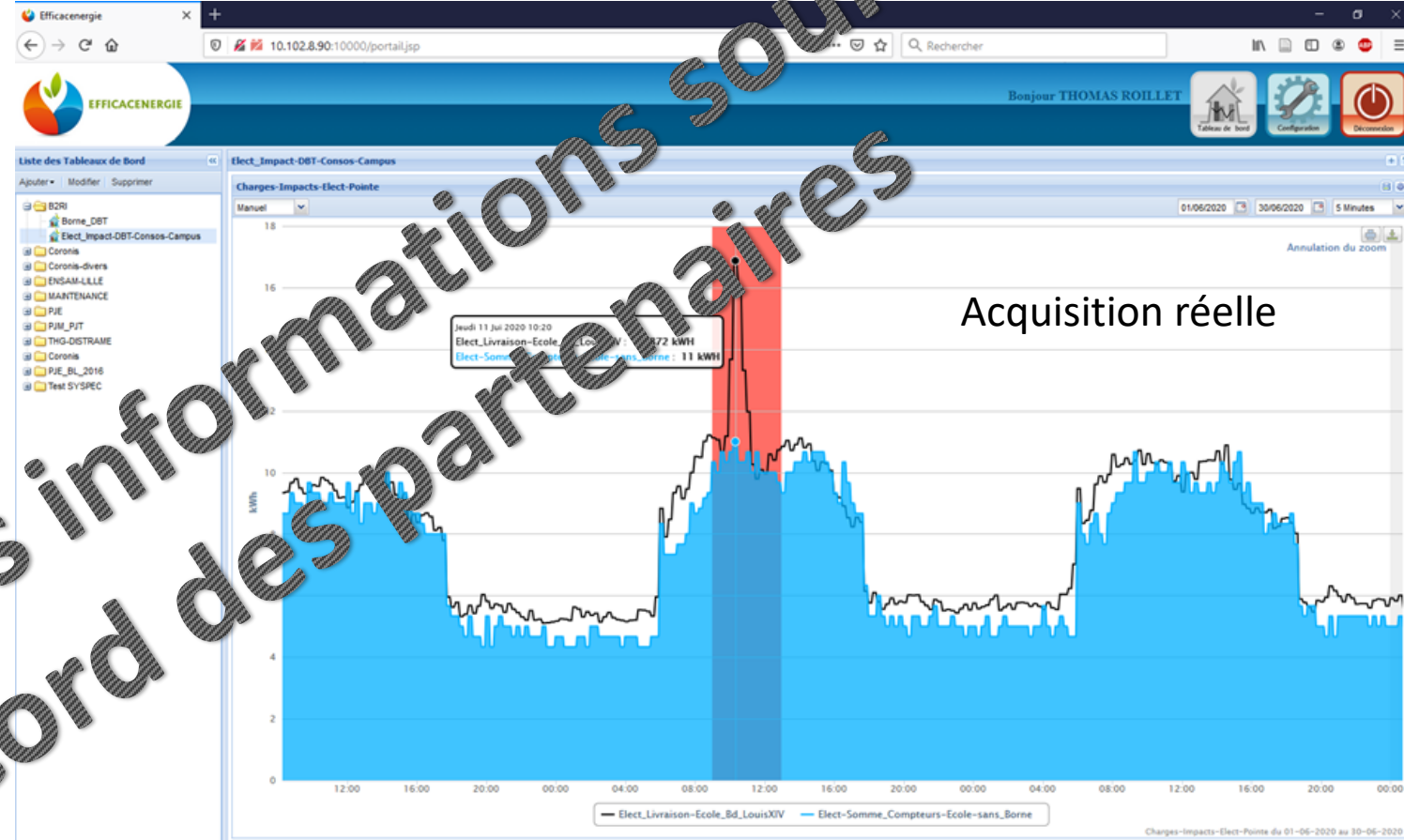
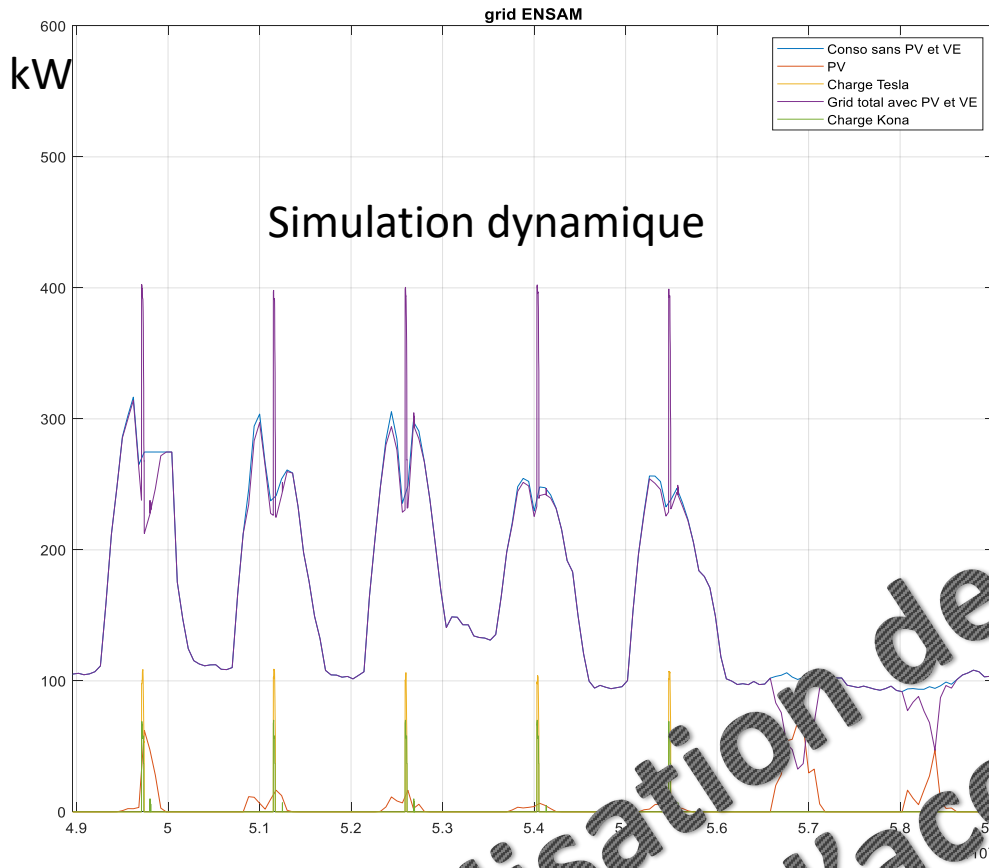
La somme de la puissance de dépassement est de **1 849 kW**.

Le sur cout de dépassement de 400 kVA est **19 417 €** sur une année.

Utilisation de l'accord des informations des partenaires

JUMEAU NUMERIQUE B2RI : (minute / heure / 1 an)

VALIDATION DU MODELE / DONNEES REELLES ACQUISITION DU CAMPUS



Utilisation des informations a l'accord des partenaires

SUPERVISION DU DEMONSTRATEUR B2RI: Serveur OCPP (Open Charge Point Protocol)

Projet

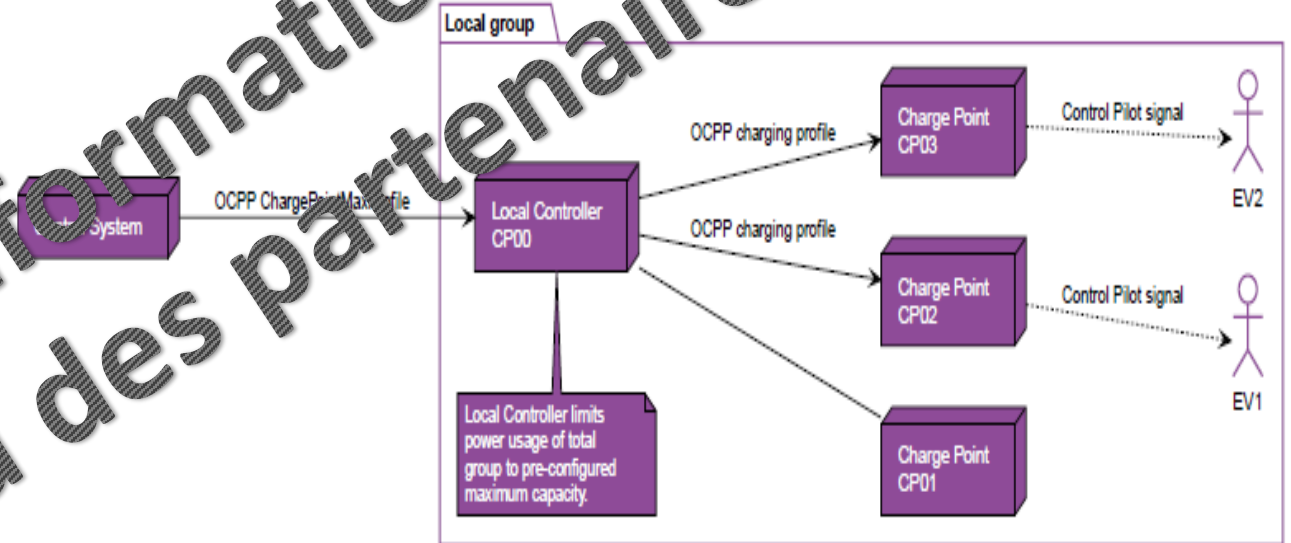
Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges

- Tous les scénarios présentés peuvent être mis en œuvre en pratique en utilisant le protocole OCPP.
- Charge intelligente :
 - L'équilibrage de charge
 - Recharge intelligente locale
 - Recharge intelligente centralisée

Utilisation des informations soumises à l'accord des partenaires



Topologie de charge intelligente locale

SUPERVISION DU DEMONSTRATEUR B2RI: Serveur OCPP (Open Charge Point Protocol) Fichier .json : Serveur E55C / courbes extraites



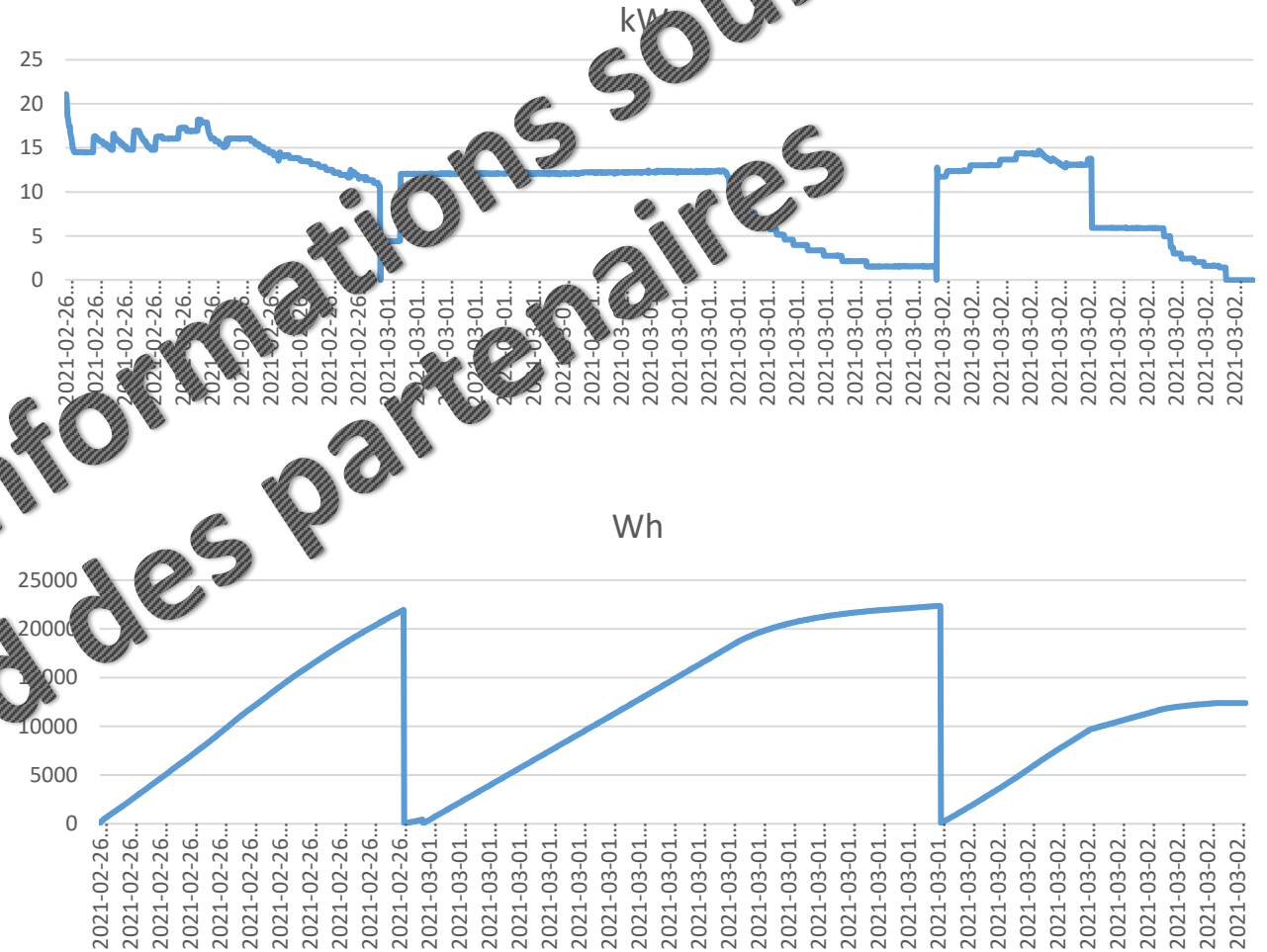
HOME DATA MANAGEMENT OPERATIONS SETTINGS SIGN OUT

Transaction Overview

Transaction ID	6
ChargeBox ID	QCNG0147-ENSAM
Connector ID	1
OCPP ID Tag	99999999
Start Date/Time	2021-03-09 at 09:27
Start Value	0
Stop Date/Time	2021-03-09 at 09:31
Stop Value	3140
Stop Reason	Other

Intermediate Meter Values

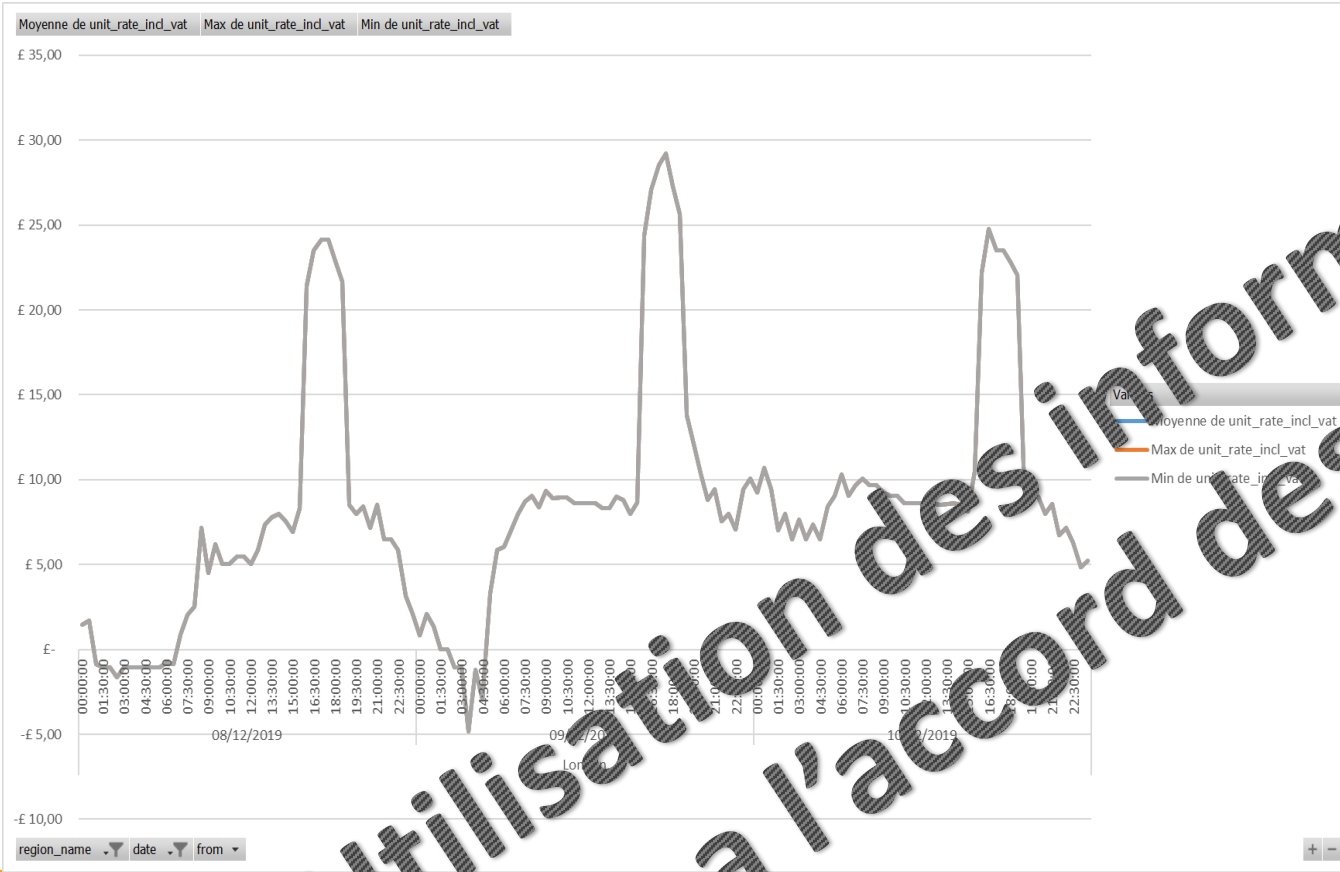
Value Timestamp	Value	Reading Context	Format	Measurand	Location	Unit	Phase
2021-03-09T09:27:30.000Z	109	Sample.Periodic	Raw	Current.Import	EV	A	N
2021-03-09T09:27:30.000Z	160	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:27:30.000Z	0.00	Sample.Periodic	Raw	Power.Active.Import	Body	kW	N
2021-03-09T09:27:30.000Z	48	Sample.Periodic	Raw	SoC	EV	Percent	N
2021-03-09T09:27:30.000Z	368	Sample.Periodic	Raw	Voltage	Body	V	N
2021-03-09T09:27:40.000Z	107	Sample.Periodic	Raw	Current.Import	EV	A	N
2021-03-09T09:27:40.000Z	280	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:27:50.000Z	108	Sample.Periodic	Raw	Current.Import	EV	A	N
2021-03-09T09:27:50.000Z	380	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:27:50.000Z	369	Sample.Periodic	Raw	Voltage	Body	V	N
2021-03-09T09:28:00.000Z	480	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:28:10.000Z	630	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:28:10.000Z	370	Sample.Periodic	Raw	Voltage	Body	V	N
2021-03-09T09:28:20.000Z	750	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:28:30.000Z	840	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:28:41.000Z	960	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:28:51.000Z	1090	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:28:51.000Z	371	Sample.Periodic	Raw	Voltage	Body	V	N
2021-03-09T09:29:01.000Z	1200	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:29:11.000Z	1350	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:29:21.000Z	1450	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:29:21.000Z	49	Sample.Periodic	Raw	SoC	EV	Percent	N
2021-03-09T09:29:31.000Z	1570	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:29:41.000Z	1650	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:29:51.000Z	1810	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:29:51.000Z	372	Sample.Periodic	Raw	Voltage	Body	V	N
2021-03-09T09:30:01.000Z	1900	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:30:11.000Z	2020	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:30:21.000Z	2160	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:30:31.000Z	2260	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:30:42.000Z	2360	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:30:52.000Z	2470	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:31:02.000Z	2620	Sample.Periodic	Raw	Energy.Active.Import.Register	Body	Wh	N
2021-03-09T09:31:12.000Z	111	Sample.Periodic	Raw	Current.Import	EV	A	N



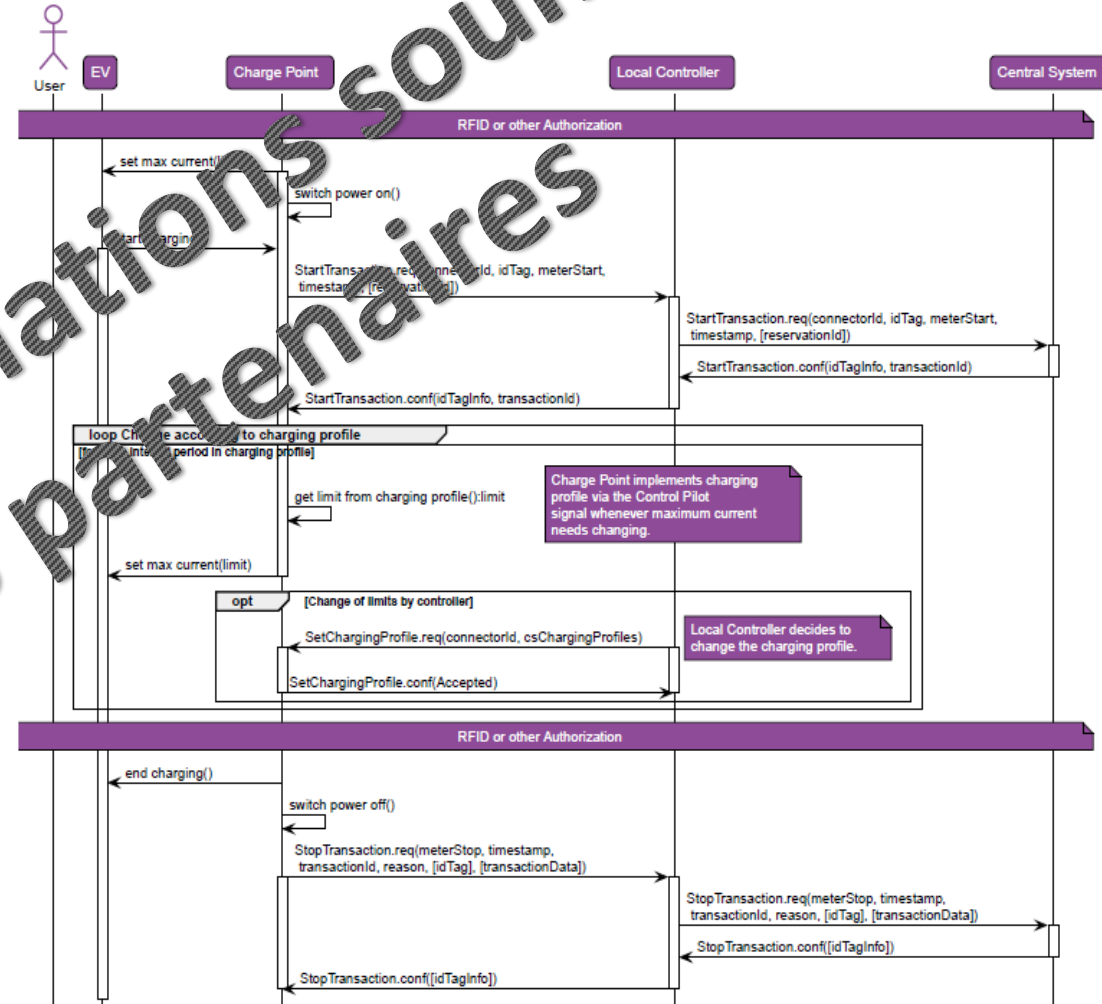
Utilisation des informations des partenaires à l'accord des partenaires

Pilotage : SalesTariff / OCPP (ex. London)

L'article 11 de la directive 2019/944 impose aux États Membres de donner le droit à tout consommateur équipé d'un compteur intelligent de souscrire un contrat d'électricité à tarification dite « dynamique »



Utilisation des informations des partenaires a l'accord des partenaires





Perspectives & Disséminations

Restitution Finale 'B2RI' le 15 juin 2021

Conclusions

Démonstrateur B2RI:

- Opérationnel et disponible (en interne pour des tests et autres projets)
- DBT : Convention de partenariat à construire (maintenance et études nouvelles)

Permet de :

- Tester de nouveaux produits/service (Charges rapide de transports électriques compatibles)
- Superviser la recharge: Bâtiments
- Evaluer des Services au Réseau: soutien en Fréquence, Optimisation tarifaire,
- Chiffrer les impacts : économiques, techniques , environnement - GES

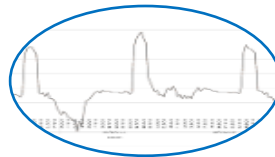
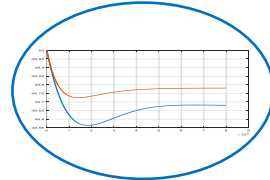
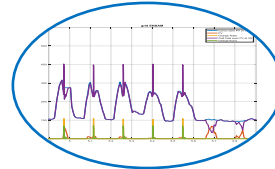
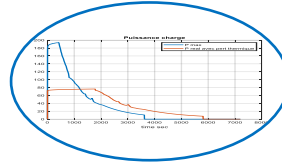
Conclusion: les outils et modèles sont disponibles pour d'autres projets

Projet

Résultats Scientifiques

Conclusions / Perspectives

Echanges



Caractérisation B2RI : $ThDi=3-8\%$, $Rdt = 92\%-96\%$; Durée : 30-45min

Modèles numérique : Influence de la T° sur la charge, usage du VE, charge multiples,

Smart Grid : Réguler la pointe de puissance, Adapter la charge à la production, séquencer les recharges,

Smart Grid : Support en fréquence,

Smart Charging : Optimisation du cout de charge (-20 k€), selon le €/kWh/30min

Smart Charging: Baisse émissions de CO2, adaptation charge/production Photovoltaïque

Disséminations:



Nouveaux projets et perspective

Projet GROUPEE 4.0: (2020 / 2023)

- 4 partenaires, cofinancement ADEME/Région Hdf et fonds FEDER

Projet MEL B2C:

- Etudes et Optimisations de la recharge rapide de bus électriques déployés par la MEL (2021 / 2025)



GROUPEE



MEL B2C



Smart City



MERCI DE VOTRE ECOUTE

ECHANGES – CHAT - MAIL

Daniel MARIN: daniel.marin@ensam.eu

Thomas ROILLET: thomas.roillet@ensam.eu



Equipe réseau
Smart Grid
Mobilité électrique





ARTSETMETIERS.FR