



Microgrids

Julien Pestourie (EDF Lab Paris Saclay)
Alain Glatigny (Schneider Electric)
Raphaël Caire (Grenoble INP - Ense3 / G2Elab)

Soirée-débat qui donne un panorama de ce paysage en pleine mutation

Intervenants

▶ Julien Pestourie

Julien PESTOURIE est le Chef de Département Délégué du département MIRE (Mesures et systèmes d'Information des Réseaux Electriques) à EDF Lab Paris Saclay. Il a rejoint EDF R&D en 2001 pour mener des études de fiabilité et de disponibilité des réseaux de transport et distribution. Il a ensuite conduit des études de fonctionnement du Système Electrique dans le cadre du sujet Interface Centrale Réseau et notamment des performances dynamiques des groupes de production centralisés, décentralisés sur les réseaux UCTE et insulaires. Il est membre du bureau du chapitre français de IEEE PES et de la SEE. Il a été diplômé de l'Ecole Centrale Marseille en 2001.



▶ Alain Glatigny

Alain Glatigny a été diplômé de Supelec en 2001, et d'un master ICG. Il rejoint la société Matra comme ingénieur R&D en 2001 puis Schneider Electric en 2008 où il a plusieurs responsabilités en R&D, industrialisation, gestion d'usine et de filiales puis en innovation où il a été au conseil d'administration de IDEA (GIE dédié à la recherche sur les réseaux électriques avec G-Inp, EDF R&D, Schneider Electric). Il est maintenant Vice President Innovation pour le segment des régies électriques de la BU Energy de Schneider Electric et tout particulièrement des nouvelles solutions Smartgrid et Microgrid. Il dirige des WG dédiés à la promotion des smartgrid dans ThinkSmartgrid France et T&D Europe.



▶ Raphael Caire

(M'04 SM'14) received his Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) and Doctorat degrees from the Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG) in 2000 and 2004. He had been working in Power Electronic field, in USA at the Center of Power Electronic System (CPES) in 2000 and within several EDF research centers in Germany and in France from 2004 to 2006. He is now associate professor at Grenoble Institute of Technology (Grenoble-INP) at the Ecole Nationale Supérieure de l'Energie, de l'Eau et de l'Environnement (ENSE3) in the Grenoble Electrical Engineering laboratory (G2Elab). His research is centered on the impacts, production and control of dispersed generation on distribution system and critical infrastructures. He is member of the CIRED French chapter and active participant of the WG "losses reduction".



Plan de la présentation

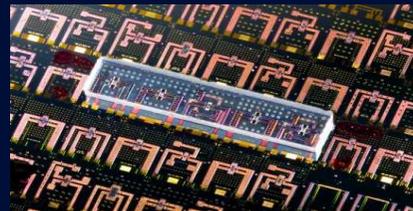
- Qu'est ce qu'un microgrid ?
- 1 segmentation en 4 quadrants
- Marché : GW ? par zone ? par segment ?
- Valeur et besoins
- Zoom géographiques
- Architecture des microgrids
- Quelques exemples de microgrids

Au cœur de l'efficacité énergétique



Qu'est ce qu'un microgrid ? Raphael Caire

UMR CNRS 5269 - Grenoble-INP – Université Grenoble Alpes



Le microgrid, définition

■ Le microgrid est un système d'énergie :

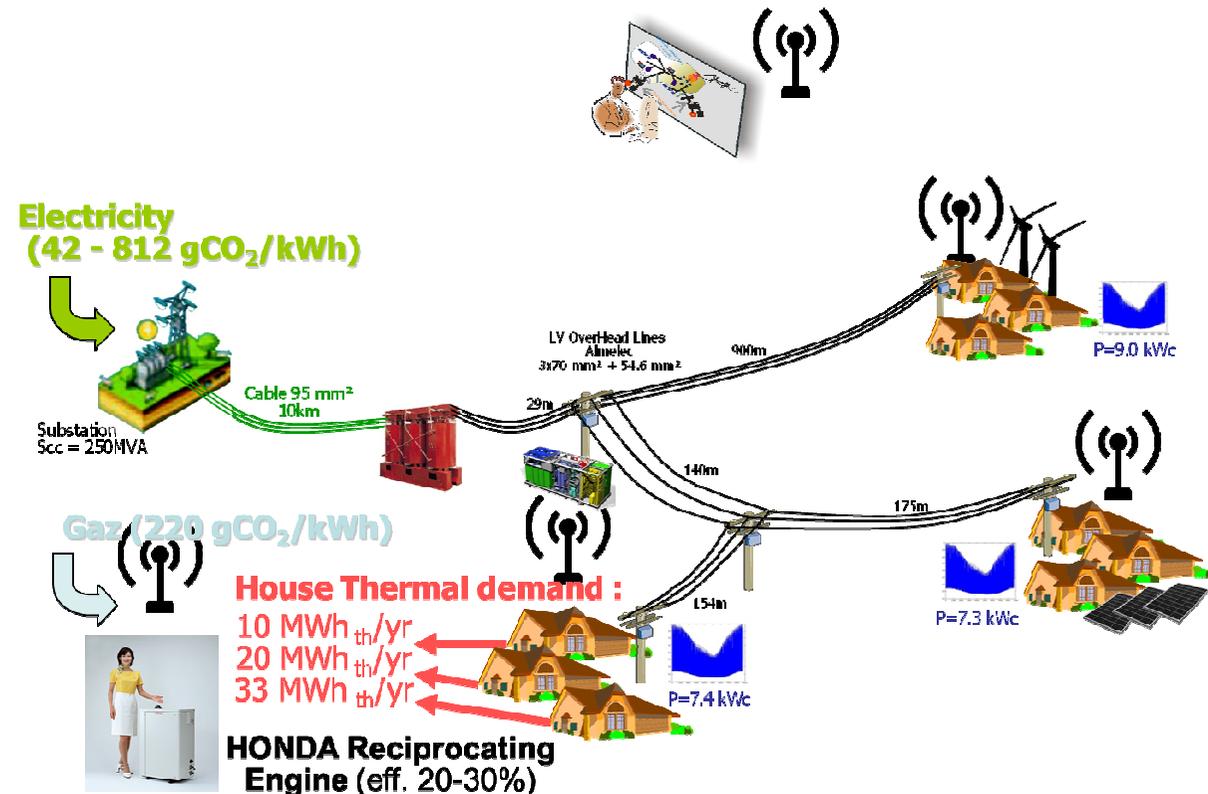
- Qui intègre des **charges**, **sources** et potentiellement des **moyens de stockage décentralisés**.
- Qui nécessite une **gestion** multi-physiques (focus sur l'électricité)



Le microgrid, définition

Le microgrid est un système d'énergie :

- Qui intègre des charges, sources et potentiellement des moyens de stockage décentralisés.
- Qui nécessite une gestion multi-physiques (focus sur l'électricité)
- Qui peut fonctionner par rapport au réseau électrique en mode
 - raccordé
 - isolé
- Qui est opéré, pour un besoin de coordination, par une unique entité



Le microgrid, définition

■ Le microgrid est un système d'énergie :

- Qui intègre des charges, sources et potentiellement des moyens de stockage décentralisés.
- Qui nécessite une gestion multi-physiques (focus sur l'électricité)
- Qui peut fonctionner par rapport au réseau électrique en mode
 - raccordé
 - isolé
- Qui est opéré, pour un besoin de coordination, par une unique entité
- Qui peut être de nature très variée

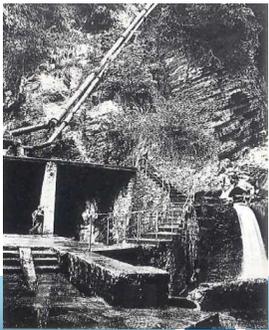


© EU project INTEGRAL see <http://integral-eu.com/>

Le microgrid, et avant ?

■ Le microgrid n'est pas un concept nouveau :

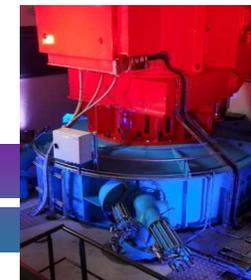
- Les premiers réseaux étaient isolés et se sont agrégés graduellement
- La première ligne transfrontalière (France-Belgique) date de 1906
- Il faut attendre 1936 et Jean Fallou et Georges Darrieus pour savoir **correctement interconnecter** les réseaux électriques européens



Aristide Bergès
(1833-1904)



© Ingénieurs moteurs de l'innovation



Centrale Fredet Bergès
4 mai 2015

© Marion Feutry / France 3 Alpes et GEG



The background of the slide is a photograph of a young boy in profile, blowing a dandelion seed. The scene is set in a green field with several wind turbines visible in the distance under a blue sky with scattered clouds. The boy is wearing a light-colored sweater.

Segmentation 4 quadrants

Different applications, customers ... geographies and market dynamics

Sharing key technological foundations, different packaging according to customer profiles and drivers



Life Is On

Schneider
Electric

How do we deploy a microgrid solution?

1. Design

The project team takes into account the needs of the customer, tailoring the solution to fit all key requirements. Includes data collection and modelling of energy system.

2. Development

The solution is prepared, configured, and all the bricks are ready at the end of this phase. Our customer is prepared for the new system with training, organization, etc.

3. Installation and testing

The system is installed and rigorously tested. The project team ensures procedures and business objectives are achieved according to the design requirements

4. Support

During go-live phase and afterwards, issues are quickly detected and fixed. Warranty and maintenance options keep system functioning optimally and add improvements as possible



Marché : GW ? par zone ? par segment ?

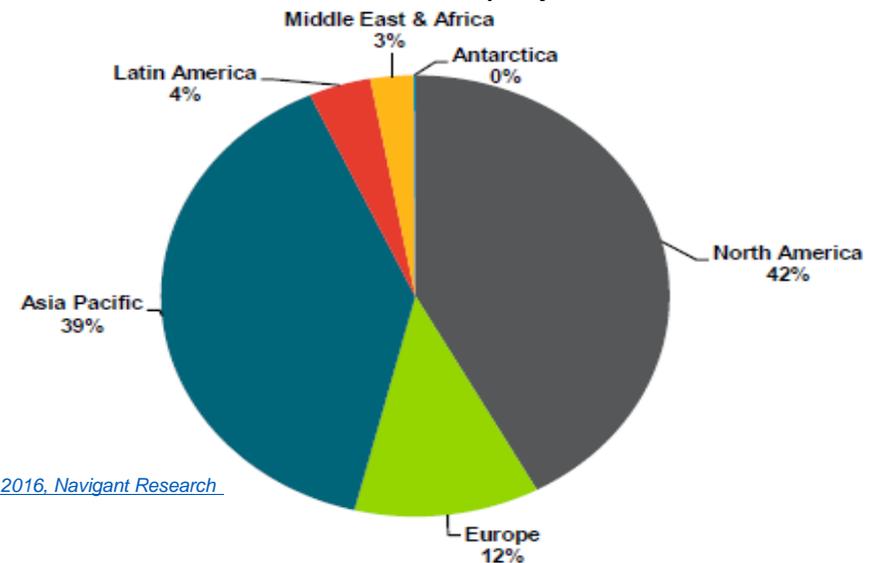
MICROGRIDS : UN MARCHÉ MONDIAL EN TRÈS FORTE CROISSANCE ?

Des chiffres très contrastés d'une étude à l'autre...

Capacités installées de microgrids dans le monde : de 1,4 GW en 2015 à 7,6 GW en 2024 à des projections doubles voire triples.

Memo : La capacité électrique installée dans le monde va presque doubler d'ici 2030 passant de 5,5 TW en 2012 à 10.5 TW en 2030. 60% des nouvelles capacités ajoutées sur la période seront renouvelables.

« 2030 Market Outlook » de Bloomberg New Energy Finance (BNEF)



Market Data: Microgrids, 1Q 2016, Navigant Research

...qui traduisent une forte incertitude sur les modèles économiques et réglementaires associés.

Valeur et besoins

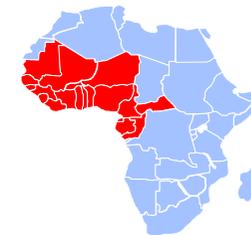
Le microgrid : les enjeux sociétaux et les bénéfices

Les bénéfices et enjeux du microgrid sont

- Augmenter la **fiabilité** des réseaux des pays industrialisés
- Permettre **l'accès** à plus de 1Md d'humain à l'électricité
- Simplifier **l'auto-consommation**
- **Intégrer les renouvelables** sans réduire la qualité/continuité de fourniture



<http://www.francetvinfo.fr/image>



Voir <http://www.upowa.org/>



Le microgrid : les enjeux scientifiques

Les verrous scientifiques du microgrid sont :

- Accompagner les industriels vers des **systemes de systemes (SoS) plus fiables**
- Améliorer toujours plus la **stabilité**
 - Systemes maître-esclaves
 - Systemes collaboratifs
- Proposer des **modes de coordination optimaux** :
 - Développer des **solutions centralisées** robustes
 - Trouver des **solutions distribuées** performantes
- Intégrer conjointement des fonctions de **pilotage** et de **protection**
- Assurer la **qualité** de l'onde de tension

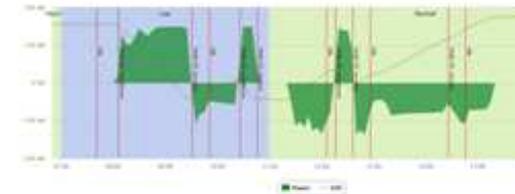
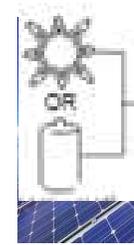


© M Viziteu – B. Rozel – R. Caire - 2008

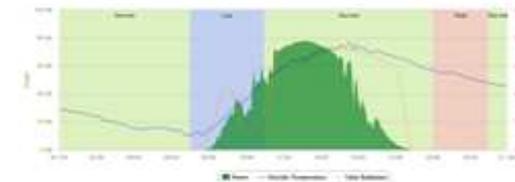
Technical challenges to make it append

Scope: Consult, Design, Build, Finance, Own, Operate, Optimize, and Maintain

- **Security** and protection of the person
- **Stability** of the electrical network with more and more incertitude
- Innovation on architecture to reach up to 100% **Ren Integration**
- **Flexibility mgt** of all DER (DMS, ..) to **optimize electrical and all usages of storage** for power & energy capacity
- Active and Reactive power **reserve optimisation**
- Data analytics, loads and resources forecast for an **optimal dispatching and Energy management system**
- **Remote operation** for efficiency & knowledge
- **Social** impact understanding, **Standard** for interoperability
- **Cyber security**



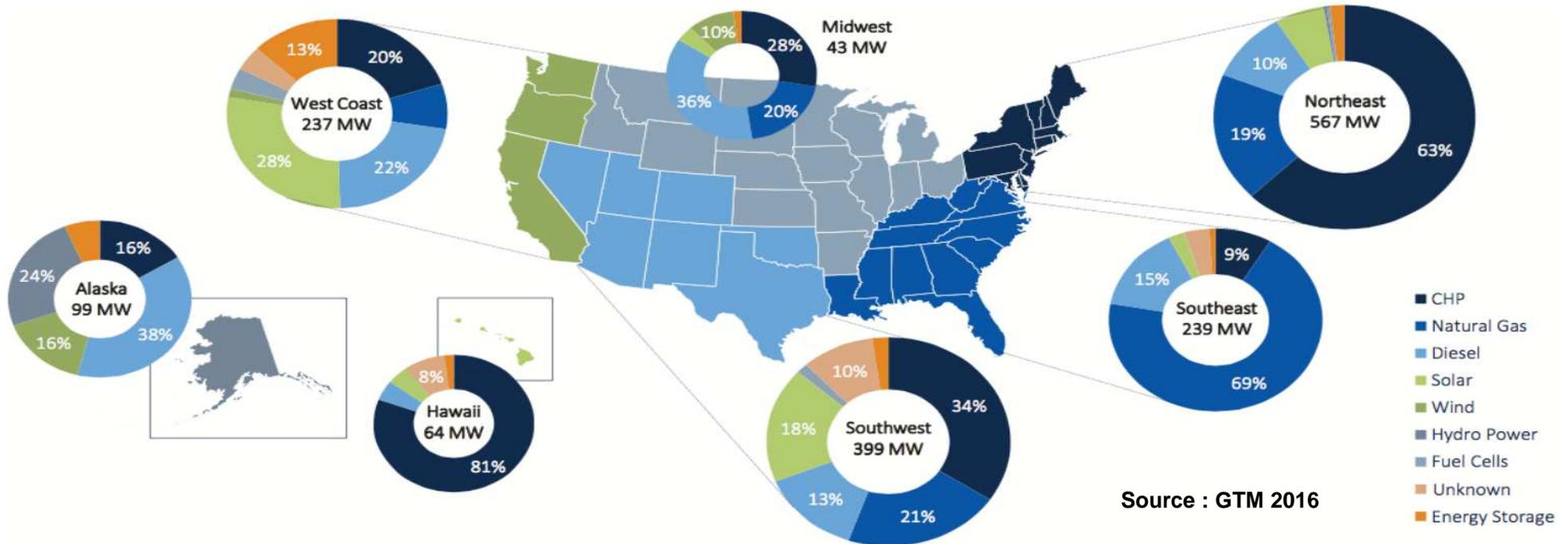
Battery cycling



PV production + forecast

Zoom géographique

USA : UN MARCHÉ MAJEUR DANS LE MICROGRID SOUTENU PAR DES SUBVENTIONS PUBLIQUES



Des microgrids actuels très carbonnés avec une production largement dispatchable (seulement 14% de sources EnR dans les capacités installées) mais une tendance forte vers des énergies vertes.

1,7 GW de capacités installées en 2016 aux US avec des perspectives de 4 à 15 GW selon les sources.

USA : DES PROJETS BASÉS SUR LA RÉSILIENCE, ET LA NÉCESSITÉ DE RÉ-INVESTISSEMENT DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Motivation première : résilience

- Villes résilientes (coût annuel des coupures aux USA : 150 Mds \$)
- Traumatisme des événements climatiques (Katrina, Sandy...)
- État du réseau : des coupures trois fois plus fréquentes et dix fois plus longues qu'en Europe
- Objectif d'assurer la résilience à un coût comparable aux backs up non connectés, avec moins de CO2 et plus d'efficacité énergétique

Un financement public favorable

- 55 M\$ de financements du DoE dans 9 microgrids
- Appels d'offre du DoD pour des microgrids militaires (30M\$ pour le projet SPIDERS)
- Appels d'offres des Etats (CT, MA, NY, CA...)

Dynamisme des 'offreurs'

- Constructeurs de matériel (ABB, Schneider, GE, Siemens, SMA...) : systèmes de gestion de l'énergie
- Nouveaux acteurs (promoteurs immobiliers, coopératives, etc) : offres de services
- Acteurs du solaire : Solar city, SunPower, STEM...

Compétitivité de la production locale

- US Natural Gas Spot Price : 2 \$/MBTU en 2016 contre 7-8 \$/MBTU en 2006
- Financements et baisse des coûts du solaire

Technologies

- Développement de technologies de pilotage & optimisation
- Progrès des technos EnR & stockage

USA : DES PROJETS PUBLICS, INSTITUTIONNELS

Programme SPIDERS

Bases militaires, tiré par programmes fédéraux

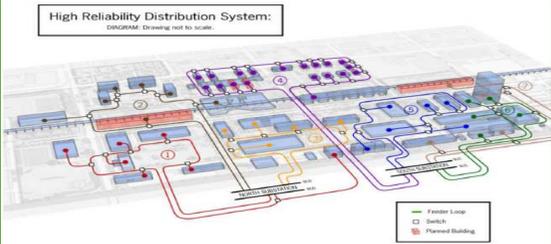
 <p>Tactical 99% Islanded, 1% Grid Tied 10s of kW Highly Portable</p>	 <p>Operational Forward Operating Bases 100s of kW Power Sharing</p>	 <p>Installation 99% Grid Tied, 1% Islanded 10s of MW Flexible Distribution</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Microgrid Scalability

De nombreux projets, liés aux financements publics à court terme, et visant à valider technologies et business case
Incertitudes sur la pérennité des financements et la valorisation de la résilience

Campus, hôpitaux ; secteur en pointe

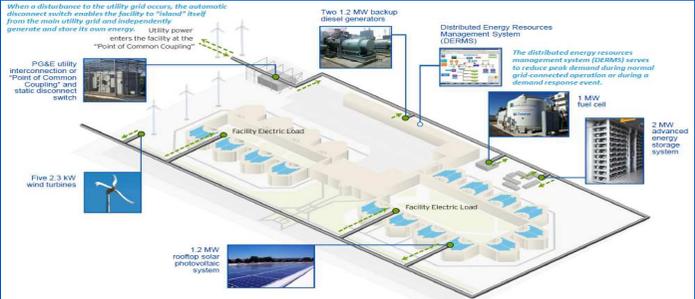
Illinois Institute of Technology



Financements disponibles, production décentralisée pré-existante, exigences de fiabilité de l'alimentation électrique

Prisons

Santa Rita Jail



When a disturbance to the utility grid occurs, the automatic disconnect switch enables the facility to "island" itself from the main utility grid and independently generate and store its own energy. Utility power enters the facility at the "Point of Common Coupling".

PG&E utility interconnection or "Point of Common Coupling" and static disconnect switch

Five 2.3 kW wind turbines

1.2 MW rooftop solar photovoltaic system

Two 1.2 MW backup diesel generators

Distributed Energy Resources Management System (DERMS)

1 MW fuel cell

2 MW flywheel energy storage system

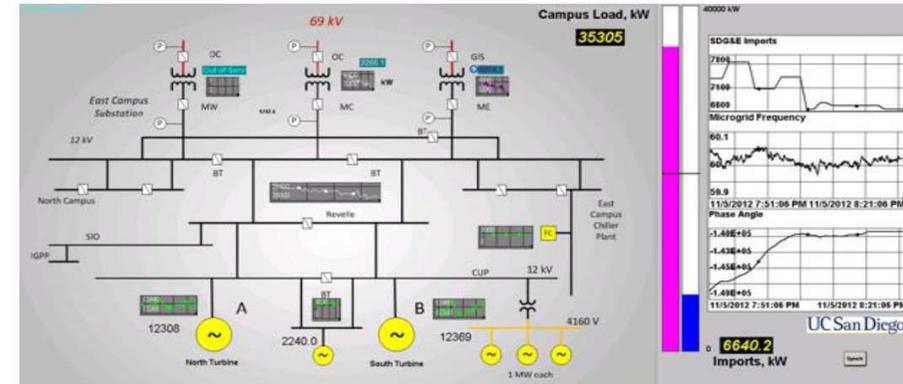
The distributed energy resources management system (DERMS) serves to reduce peak demand during normal grid-connected operations or during a demand response event.

Facility Electric Load

USA : LE CAMPUS DE USCD – UN EXEMPLE CONCRET

Microgrid développé depuis 2008 à partir d'actifs préexistants et financé par la California Energy Commission,

Interconnecté au réseau de San Diego Gas & Electric en un point de raccordement et fournit annuellement 85 % de la demande en électricité (qui s'élève à 42 MW) et 95 % de la demande en chaleur et rafraîchissement.



Le réseau est alimenté par :

- **30 MW de production à base de gaz naturel** (2 cogénérations de 13.5 MW fonctionnant en base + une turbine de 3 MW). Des générateurs diesels redondants sont installés dans certains bâtiments et peuvent reprendre la charge en cas de défaillance des cogénérations,
- **3 MW de photovoltaïque,**
- **Une pile à combustible de 2,8 MW** qui couvre 8 % de la production en base.

Le système comprend en outre un stockage de froid de 24 000 tonnes d'eau glacée. Un stockage par batterie (2.5 MW/5 MWh) est opérationnel pour apporter des services système à San Diego Gas & Electric et pour réduire les coûts de connexion au réseau.

LES MICROGRIDS EN EUROPE : UNE LOGIQUE POLITIQUE D'ANCRAGE LOCAL, NOTAMMENT POUR L'EMPLOI, AVEC UNE RESILIENCE OFFERTE PAR LE RESEAU

Motivations : Développement local et ENR

L'énergie, moyen de développer l'économie locale :

- Opportunité des **subventions & tarifs d'achat**
- **Relocalisation** des dépenses énergétiques (emplois locaux, valorisation de ressources locales)

Le développement des EnR :

- **Effet d'image** de quartier ou territoire 'à énergie positive'
- **Volonté politique** d'un mix fortement ENR

En phase avec la tendance sociologique du « mieux local »

- Nouvelle tendance d'achat portée par des motivations environnementales
- Au carrefour de **divers mouvements de pensée** (régionalisme, écologisme...)
- Se traduit par des **mouvements institutionnels ou citoyens**: EnergyCities, Communautés énergétiques

110 projets recensés en Europe

- Un grand nombre en Allemagne
- Autonomie 'en énergie' plus qu'en puissance (sauf systèmes insulaires)
- Mix de production dépendant des conditions locales et du type de système : urbain, rural, insulaire.

Dans le projet de loi Transition Energétique

- Appel à projet pour 200 Territoires à Energie Positive
- Financement de projets locaux EnR

EUROPE - LA STRUCTURE DES SYSTÈMES LOCAUX DÉPEND DE LEUR LOCALISATION

Urbain : Smart quartier

Production décentralisée

- Réseau de chaleur
- Incinérateur
- Micro CHP
- Solaire
- Géothermie

Efficacité énergétique

- Bâtiments THPE, voire BEPOS

Smart grids

- Demand response, pilotage...

Mobilité

- Transports publics
- VE
- Car sharing

Financements

- Subventions EnR et tarifs d'achat
- Investisseurs publics & privés
- Utilities (démonstrateurs) et autres industriels

Lyon Smart Community

3 bâtiments BEPOS : PV, cogénération, géothermie et stockage
30 véhicules électriques en auto-partage

Rural : Territoire Energie Positive

- Éolien
- Biomasse
- Solaire
- Géothermie

- Biocarburant

- Subventions EnR et tarifs d'achat
- Investisseurs publics & privés
- Particuliers, coopératives agricoles...

Le Mené : zone rurale en France

Objectif de relocalisation des dépenses énergétiques (9M€/an) : parc éolien, méthaniseur...
Les acteurs locaux représentent un quart de l'investissement de 25M€
Rentabilité grâce aux subventions (6M€) et tarifs d'achat (2M€/an)

AFRICA MARKET

Afrique sub-saharienne

- Taux croissance 5% mais déficit énergétique: ~600 M habitants offgrid
- Fort développement, et part importante des EnR
- Développement simultané des réseaux centralisés et des solutions offgrids ; Électrification de zones isolées
- Financements Banque Mondiale, Banque Européenne d'investissement, Banque Africaine de développement



ET L'ASIE?

LES MICROGRIDS EN CHINE : UNE QUESTION A VENIR ?

- En Chine, des perspectives de développement de Microgrids dans des quartiers ou des villages isolés en Mongolie intérieure.
- Démonstrateurs dans des villes comme Shenzhen.
- Un nouveau plan quinquennal chinois vise à permettre une évolution des réseaux de distribution vers des systèmes intelligents intégrés (« smart micro grids ») dans une logique locale multi-vecteurs (électricité, chaleur, froid, et NTIC).



Enjeux de **décarbonner** le mix électrique chinois et **améliorer la qualité de fourniture**, en préservant les consommateurs d'une envolée des **coûts** (le modèle reste donc à établir).

JAPON

Très forte consommation d'énergie et dépendance énergétique, couplées à des réseaux insulaires et une exposition aux risques naturels.

JAPON - DÉMONSTRATEUR DE KITA-KYUSHU RÉSILIENCE – DEMAND RESPONSE – HYDROGÈNE

1 des 4 démonstrateurs Smart Community subventionnés par le METI

120 ha (ancienne zone industrielle de Nippon Steel, 6000 salariés, 250 logements, 210 bâtiments professionnels)

Nippon Steel

Cogen de 30 MW Chaleur (consommée par usine) qui fournit l'électricité pour toute la zone (secourue par réseau si nécessaire).

+ Eoliennes+PV+ECS pour clinique
Électricité commercialisée par Nippon Steel

Hydrogène

Sous-produit de l'usine

Alimente 1 station de recharge et 7 PAC pour logements

Stockage

Batterie Li 50 Kwh, Batt Pb 300 kwh et batt. VE (en V2G)

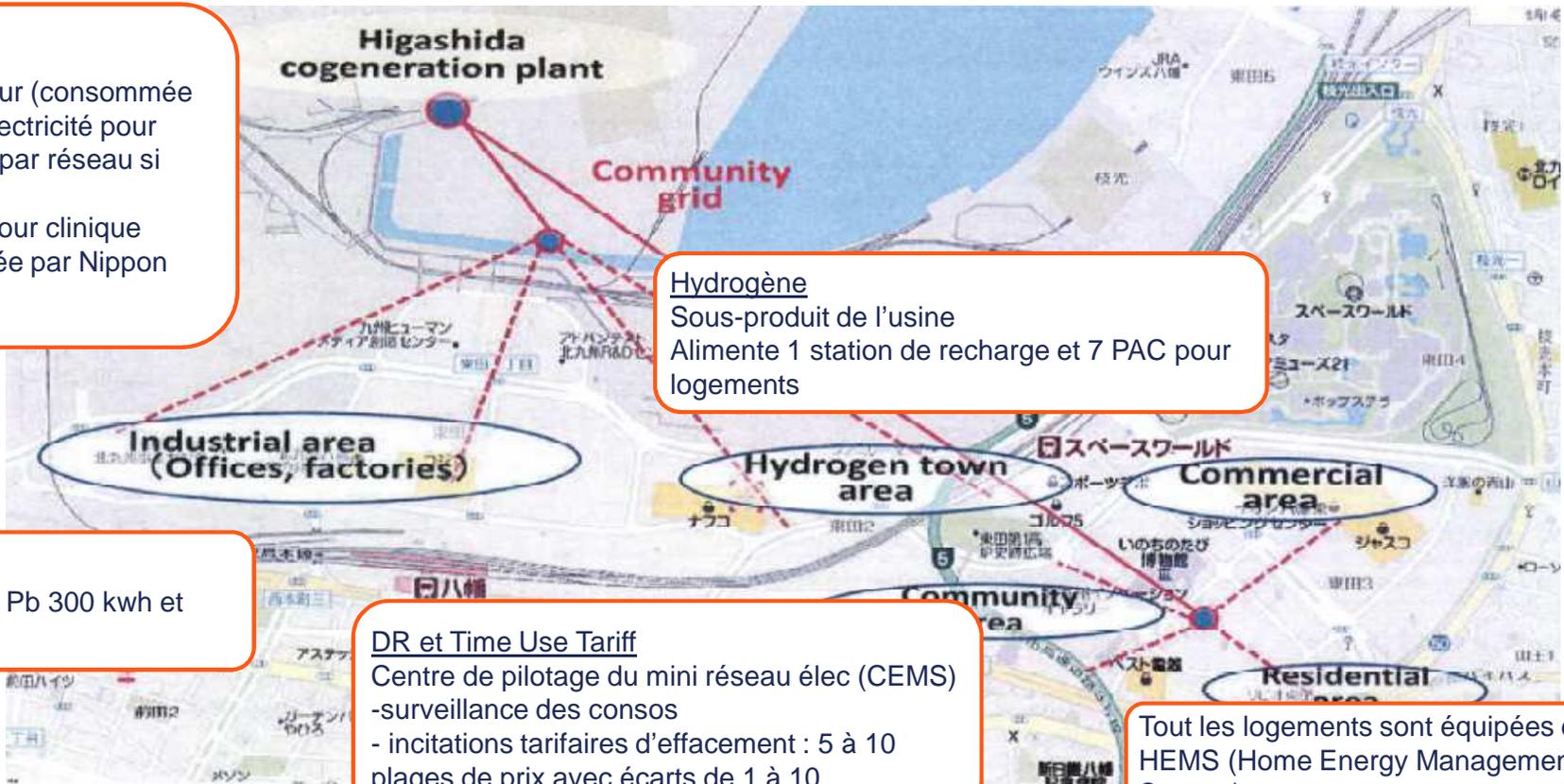
DR et Time Use Tariff

Centre de pilotage du mini réseau élec (CEMS)

-surveillance des consos

- incitations tarifaires d'effacement : 5 à 10
plages de prix avec écarts de 1 à 10

Tout les logements sont équipés de HEMS (Home Energy Management System)



Architecture des microgrids

28 Jeudi 15 Septembre 2016 de 17h30 à 19h30 - RTE - Tour Initiale - 1, terrasse Bellini - Paris - La Défense

Schneider Electric's promise

Shape a sustainable future with microgrids' technology

- Energy Cost optimization

- Reliable resiliency

- Power quality



Weather & production forecast



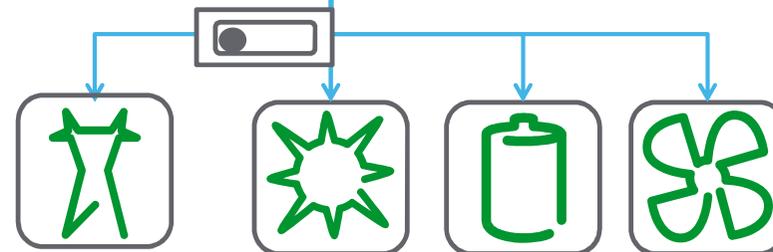
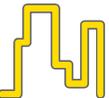
Energy market pricing



Demand response requests



- > Ensures microgrid real time stability & reliability
- > In **connect** and **islanded** modes
- > Optimize energy production & use
- > IEC 61850



Life Is On



Projet REIDS à Singapoure

Cloud services for optimization

- Ancillary services
- Optimization Services
- Information Services

Supervision, HMI & Data Management

- Data Management
- Communication
- User and local Interfaces

Microgrid control

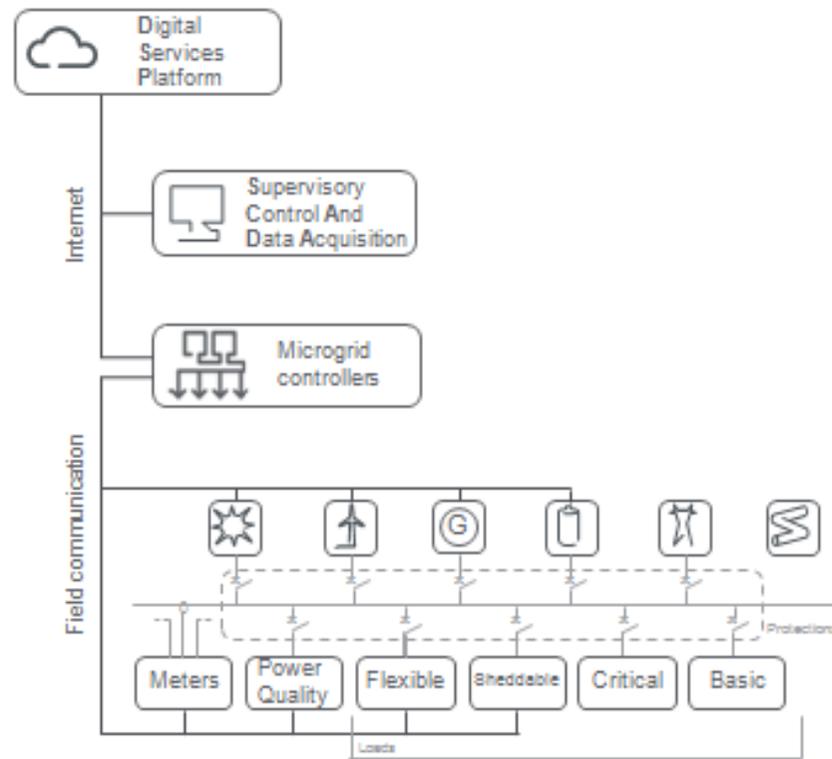
- Energy Management
- Power Management
- Control algorithms

Distributed Energy Resources

- Multi-fluid energies, heat & gas
- Electricity

Protections & Metering

- Protections
- Loads



Cloud Services: Focus

Struxtureware Demand Side Operation (SAAS)

Description

- Proactive flexibility management of Onsite Distributed Energy Resources (Production, Consumption and storage)

Functionalities

- Reduction of load profile and optimization of set points
- Optimization of load profile by adjusting set-points
- Smart use of the process's inertia including storage devices
- Production schedule adjustment

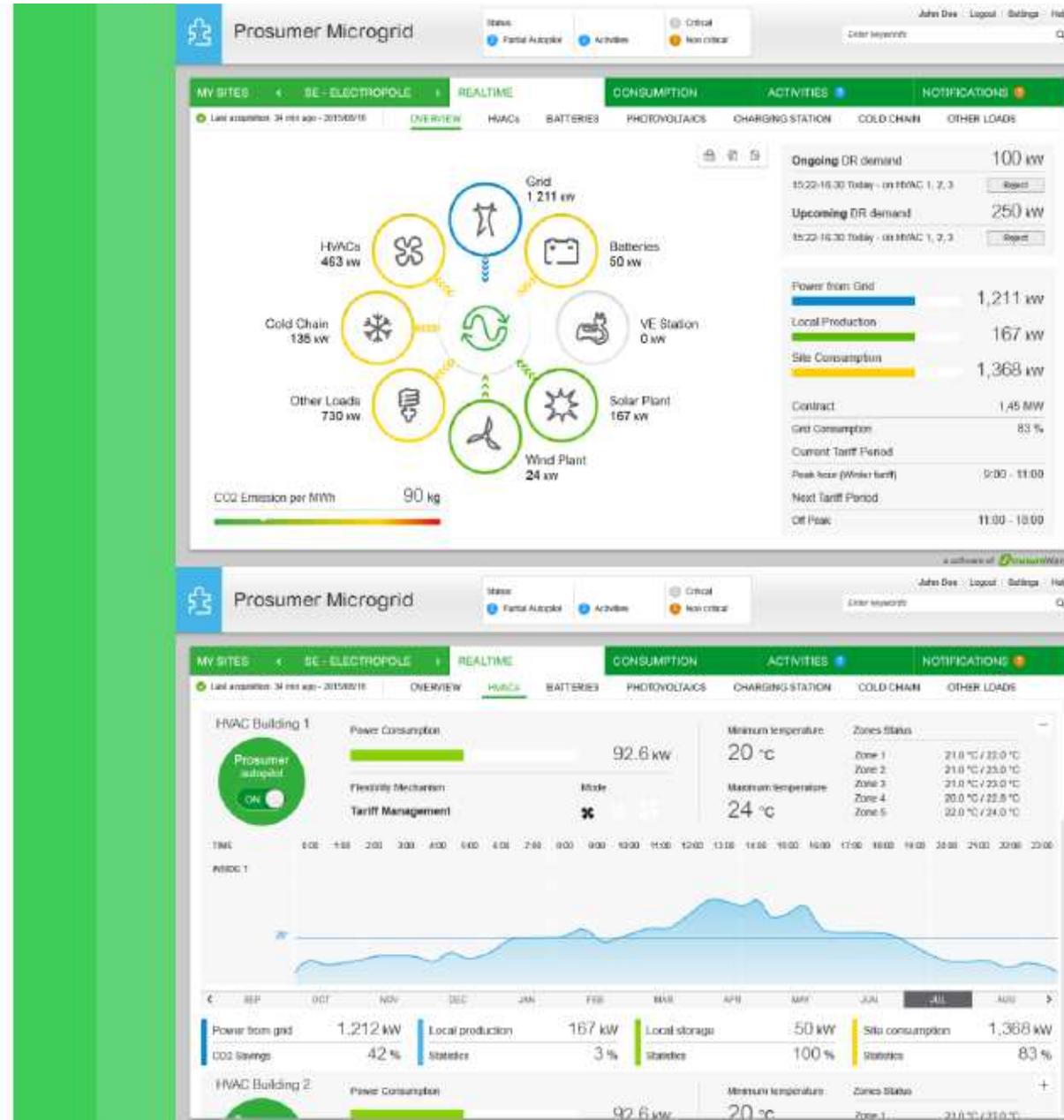
Benefits

- **For the end user** (site energy manager): predictable and optimized energy bill, improved power reliability, and increased use of green energy
- **For the utility:** Access to huge amount of flexibility to help balance the grid



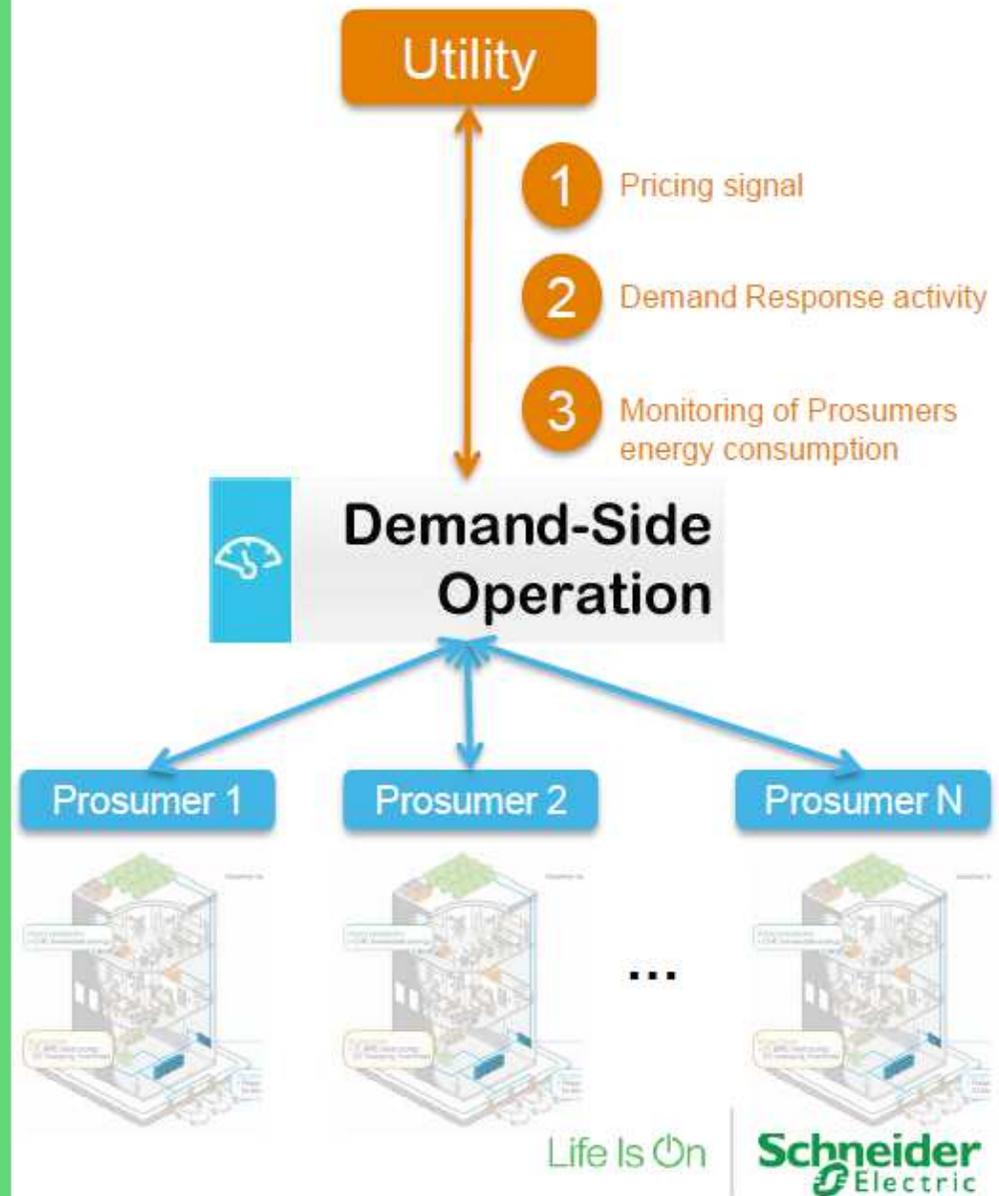
A Solution for Site Managers

- Ease of Operation
 - Automation and optimization of when to *consume, produce, store, or sell* energy using the best intelligence
- Remote monitoring of DER
- Save money while increasing comfort
- Be greener
- Contribute to the grid stability (DR) while earning revenue



A Solution For Utilities

- Access valuable Distributed Energy Resources
 - Optimize integration of renewable energy
 - Make your customers' DER an asset for strengthening your grid
 - Get access to cost-effective and flexible energy for balancing your grid



Our engineering expertise

To deliver customized, cost-effective and turn key solutions



Microgrid technical & economic sizing

Local flexible loads sizing, power supplies, including renewable sources and storage according to the Microgrid power requirements.

Load flow and voltage plan analysis

- Checks: voltage plan, equipment overload
- Recommends: transformer tap settings, reactive power compensation
- Prohibits: failed operating configurations

Short circuit studies & discrimination study

- Thermal and dynamic current withstand
- Protection functions
- Protection and discrimination

Dynamic stability

- Start-up and reacceleration of motors
- Stability of rotating machines and the network
- Fast automatic load shedding and source transfer mechanisms
- Switching on transformers and capacitors

Predictive control and optimization

Models predictive control & optimization for economic dispatching &/or environmental purposes

Quelques exemples de microgrids

PRIMARY SUPPORT

ARCHITECTURE OF VIRTUAL POWER PLANT TOWARD THE SUPPLY OF ANCILLARY SERVICES IN REAL-TIME



Gaspard LEBEL – April 26th, 2016 – GRENOBLE

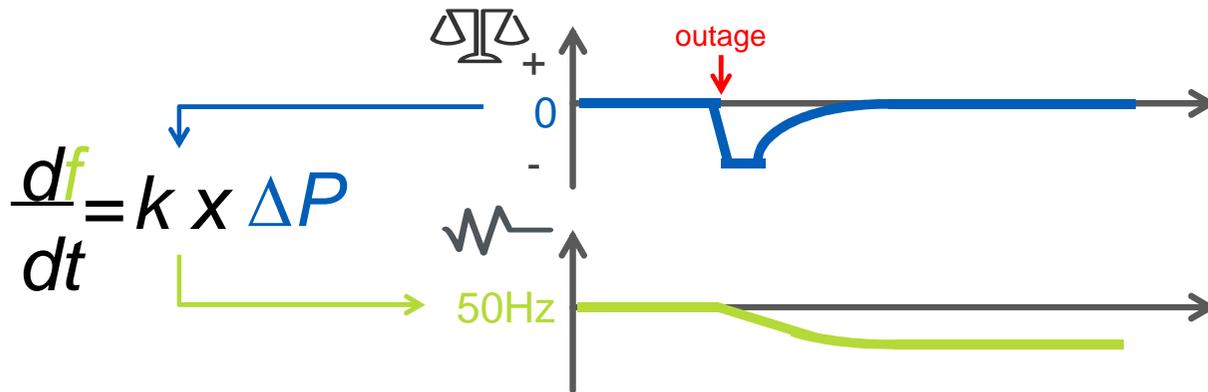
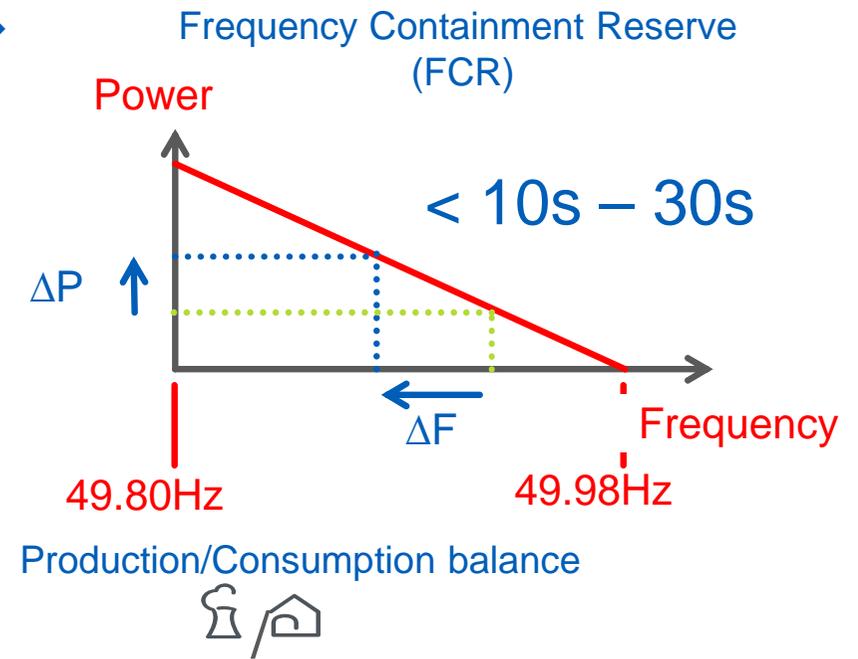
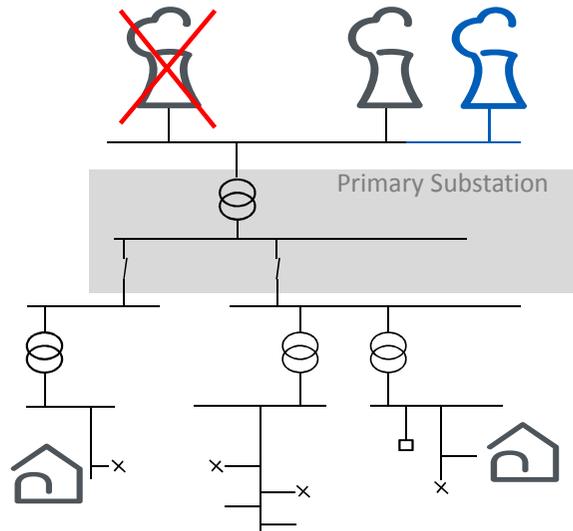
PhD conducted under the supervision of

Raphaël CAIRE, Nouredine HADJSAID, Stéphane BEDIUO, Alain GLATIGNY



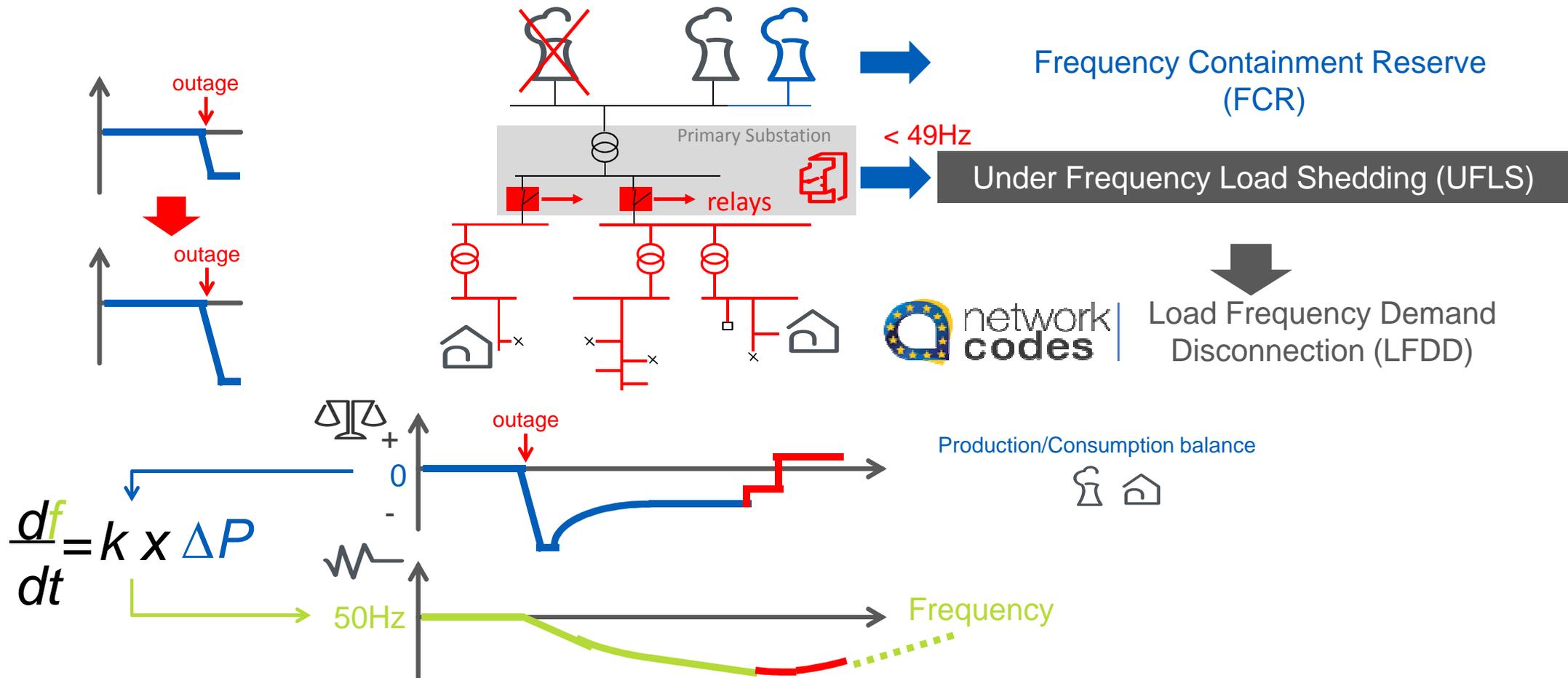
PRIMARY SUPPORT

PRINCIPLE OF FREQUENCY STABILITY



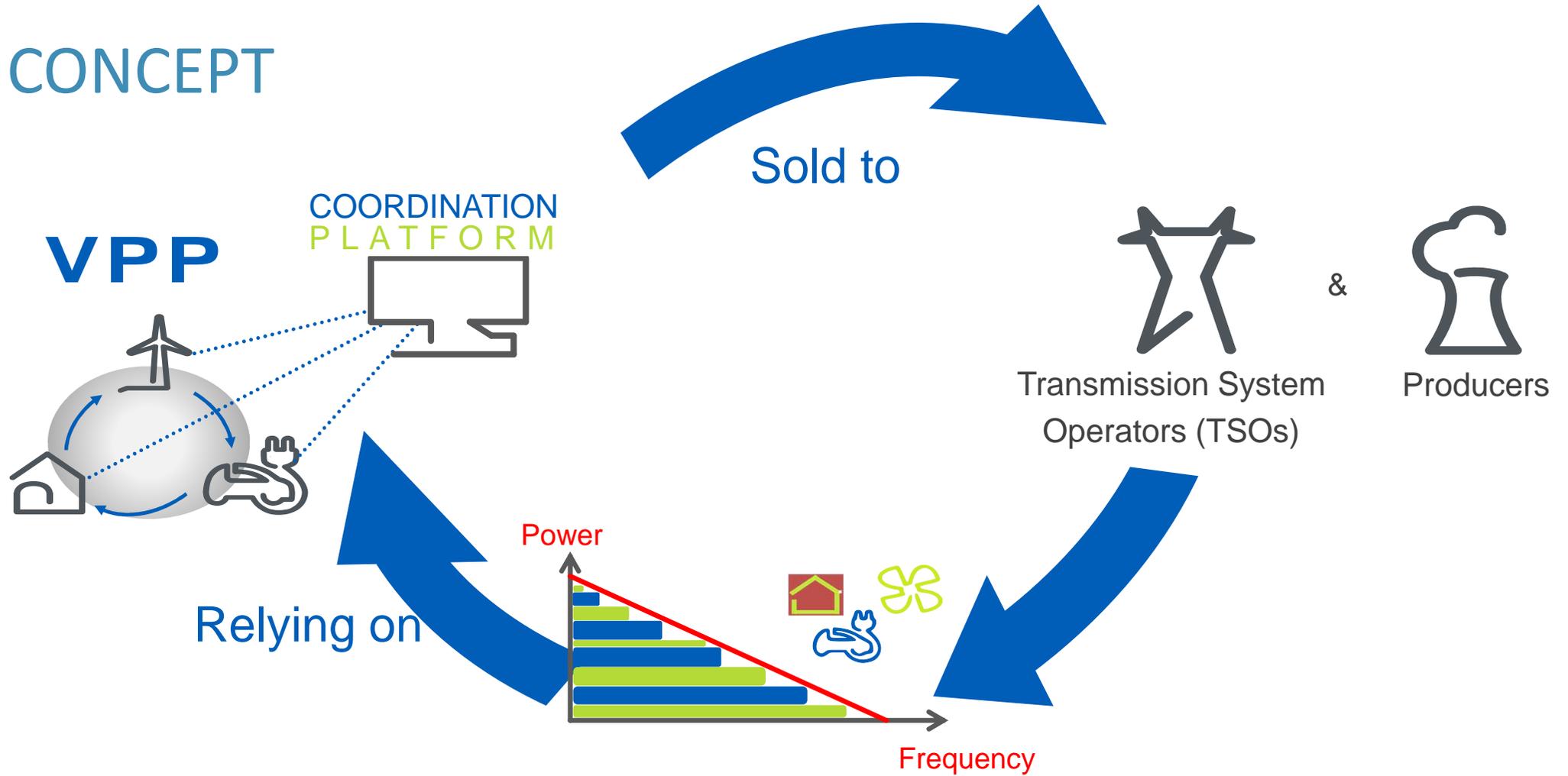
PRIMARY SUPPORT

PRINCIPLE OF FREQUENCY STABILITY



PRIMARY SUPPORT

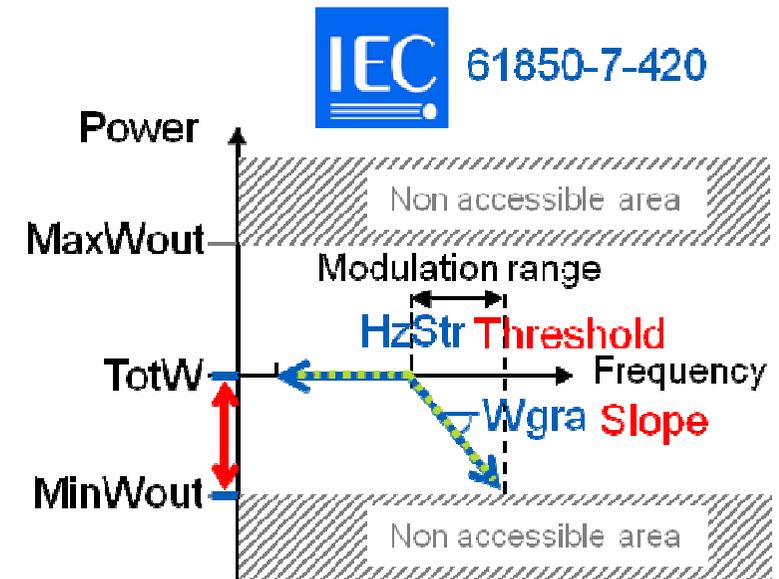
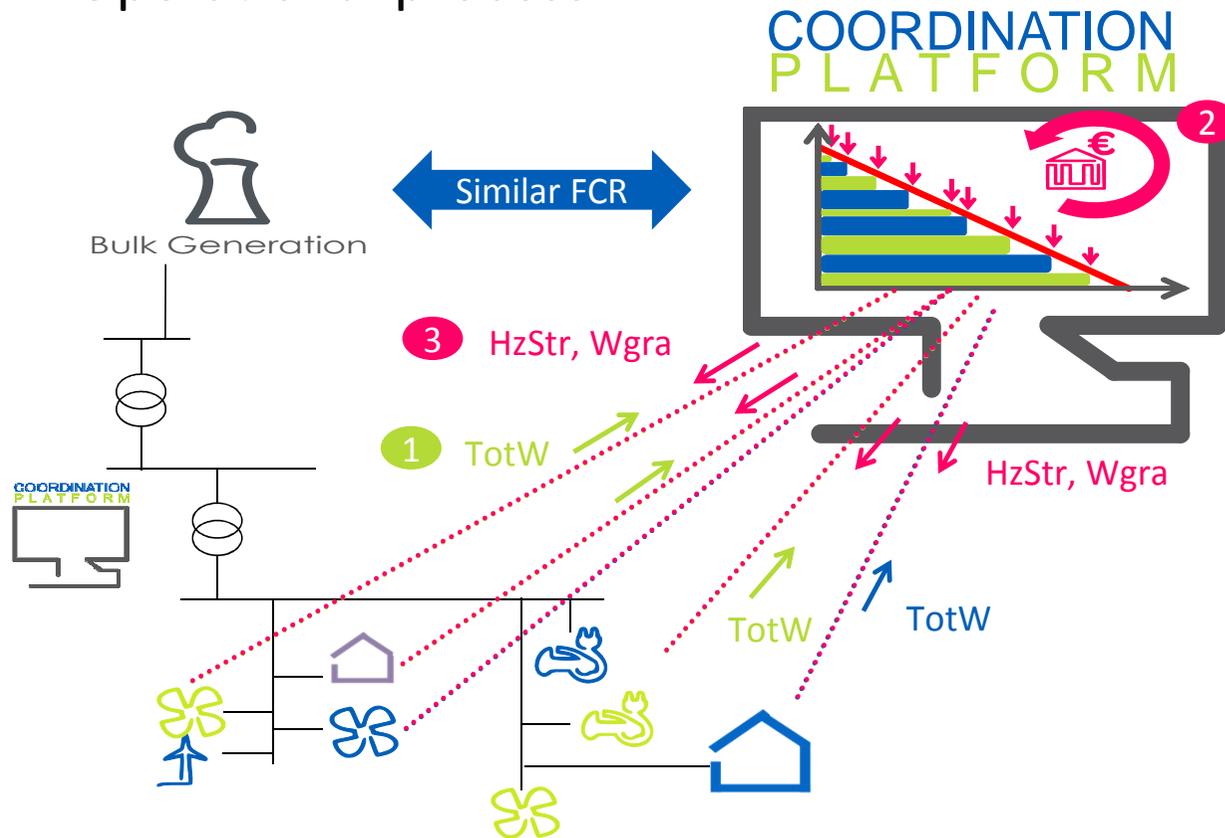
CONCEPT



PRIMARY SUPPORT

CONCEPT

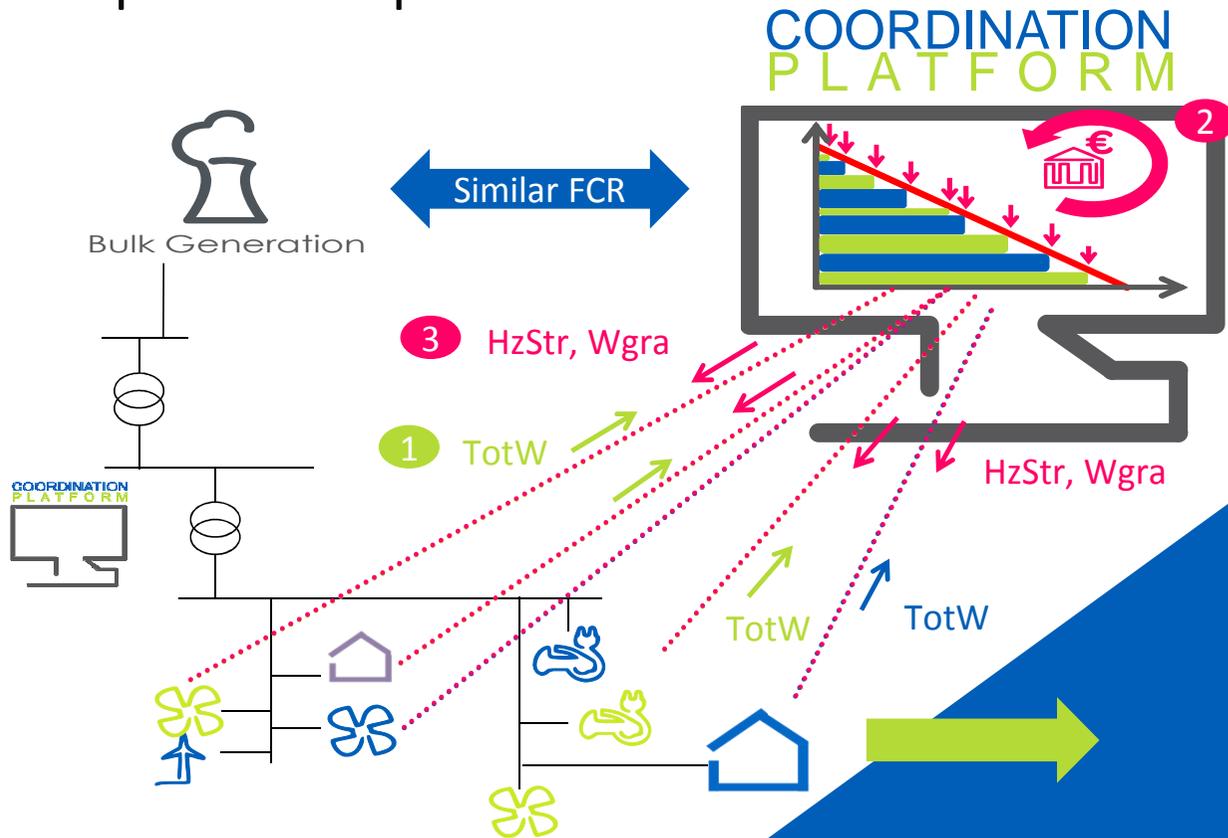
Operational process



PRIMARY SUPPORT

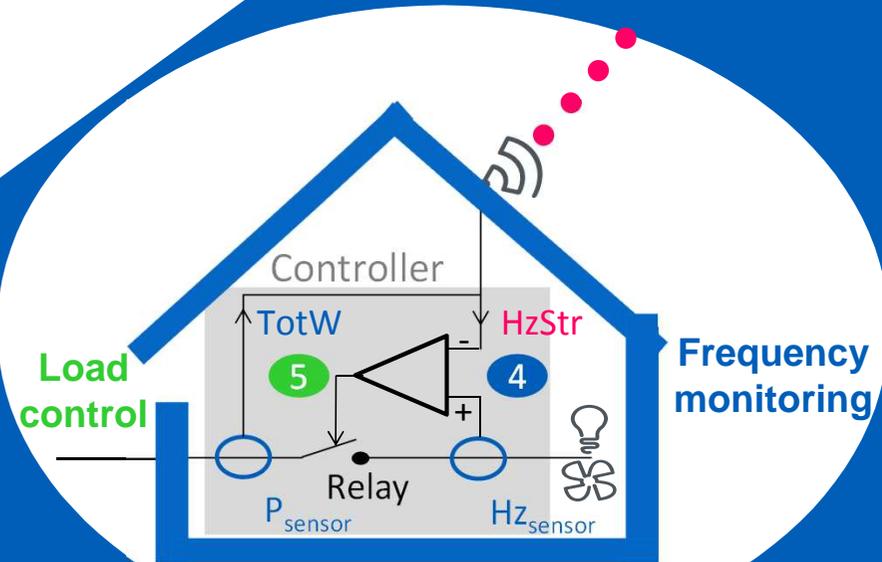
CONCEPT

Operational process



PERIODIC COORDINATION PROCESS

LOCAL REAL-TIME PROCESS



PRIMARY SUPPORT

DEMO



Lille



Cloud-based coordination platform



Flexible Resources Operation / IU

Grenoble



GreEn-ER building



Variable speed drive mode



ON/OFF mode



ON/OFF mode

Milano



Athens



ICCS lab

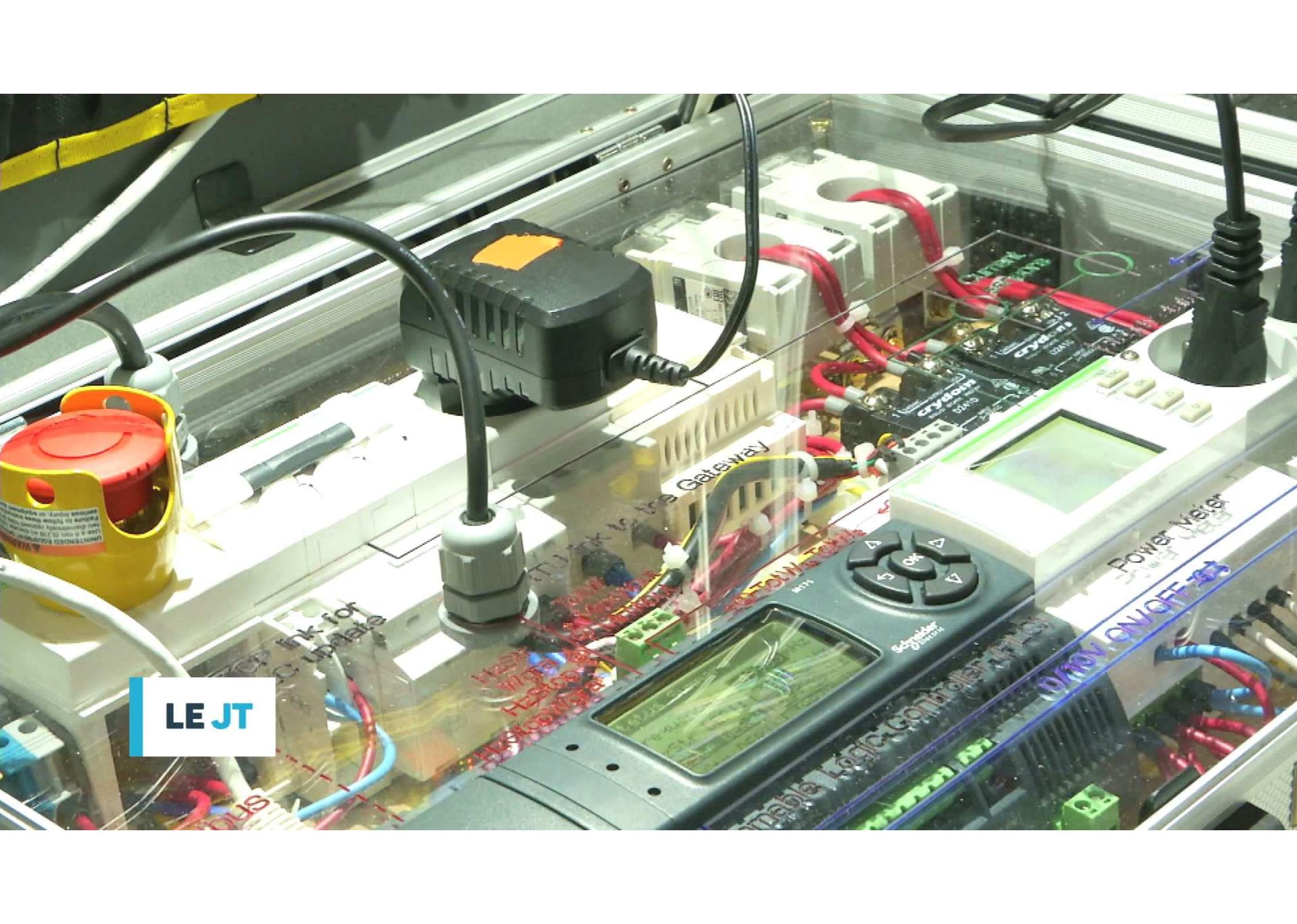


ON/OFF mode



ON/OFF mode



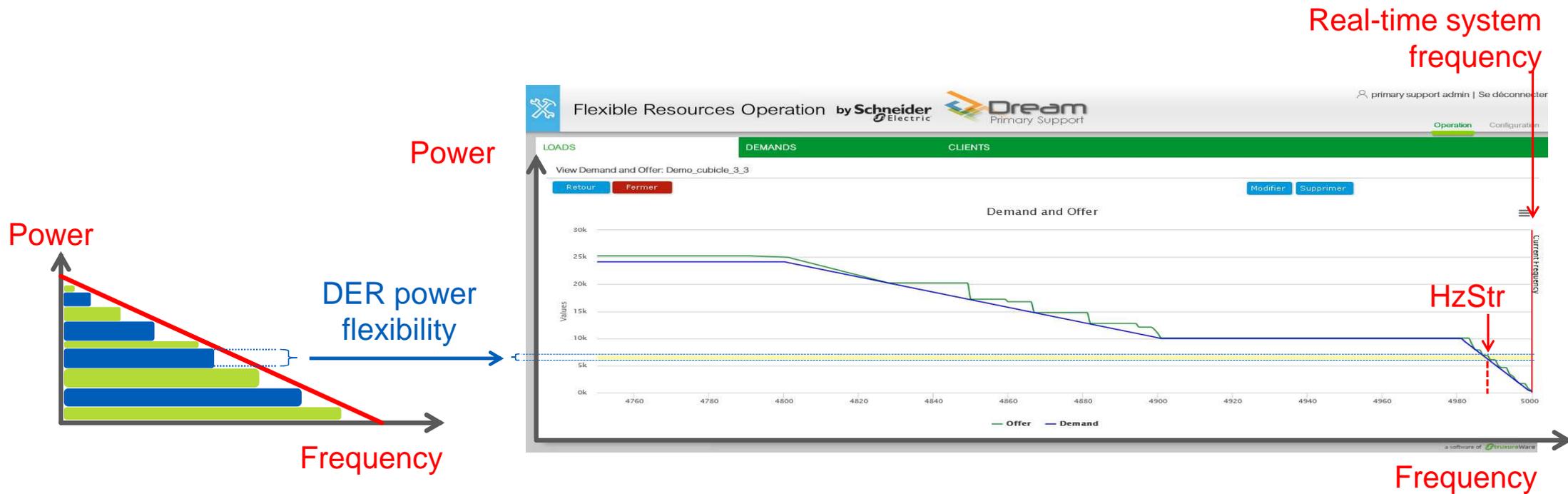


LE JT

PRIMARY SUPPORT

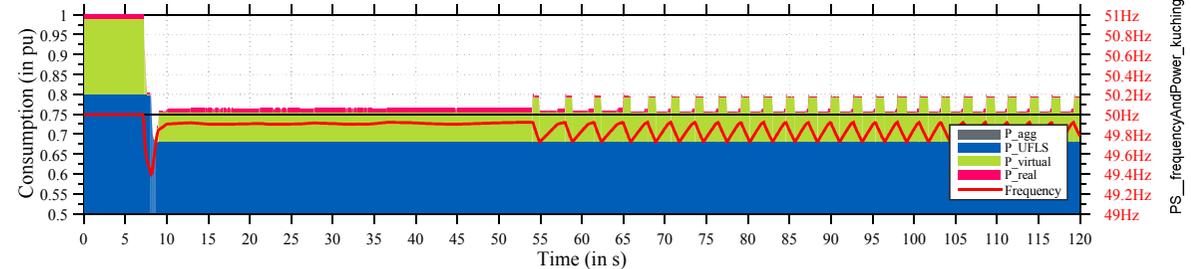
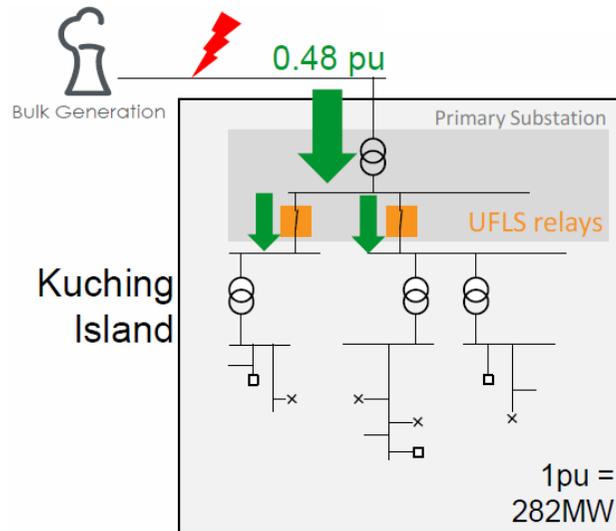
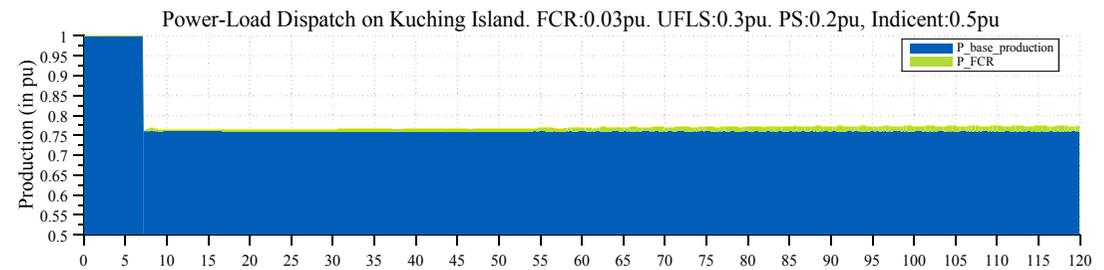
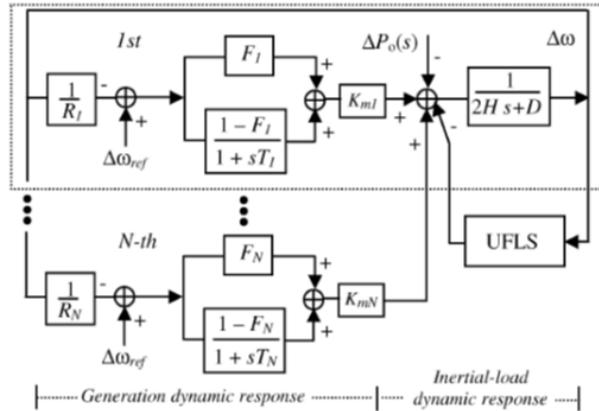
DEMO

Coordination platform



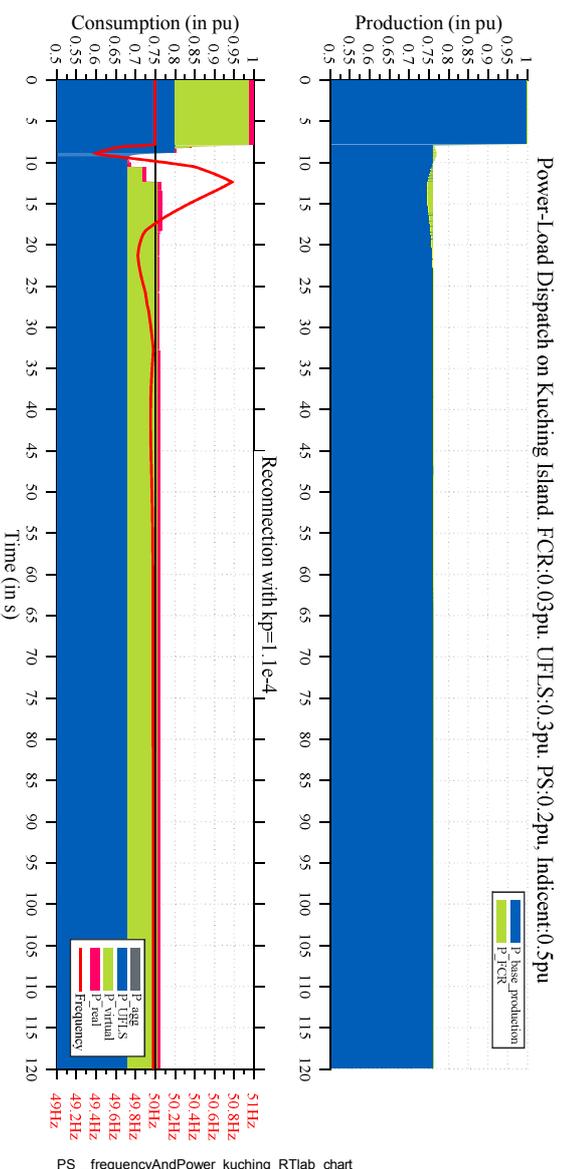
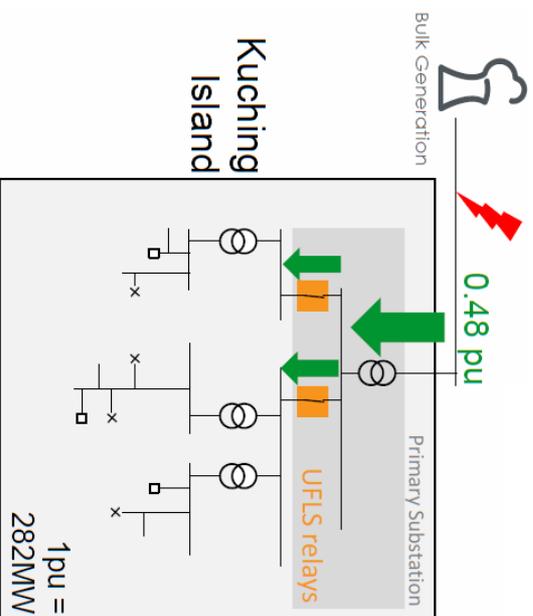
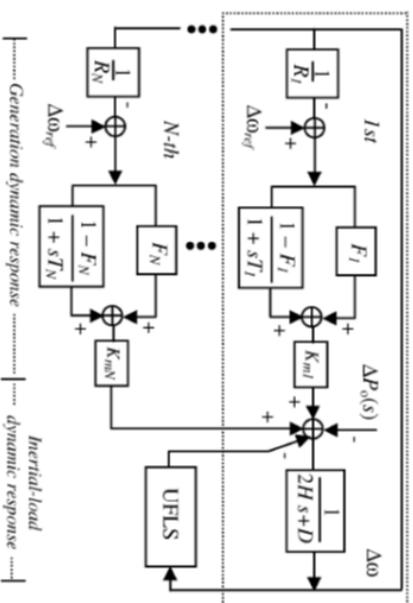
PRIMARY SUPPORT

Real Time simulation with Opal RT and Kuching Island system



PRIMARY SUPPORT

Real Time simulation with Opal RT and Kuching Island system



Schneider Electric Boston One campus

Profile

- 240,000 square feet office campus facility, 750 employees
- 400 kilowatt photovoltaic system (1,613 solar modules & EV charging stations on carports) + 1 MWh of storage
- 20-year power purchase agreements with Duke Energy & REC Solar who own & operate the system

Challenge

- CAPEX limits
- Increased energy prices & grid reliability risk
- Need to comply to reliability and sustainability indicators

Solution

- Optimization of DER (PV, storage & existing natural gas supply)
- Grid-connected and islanded operation
- Management of weather and operational data

Results

- Efficiency: cost effective optimization of storage & consumption.
- Connectivity: cloud-based integrated service modules
- Sustainability: local solar generation
- Reliability: resiliency from power outages



Refuge du Goûter – FFCAM

EcoStruxure architecture, integrated solution for smart building management

Profile

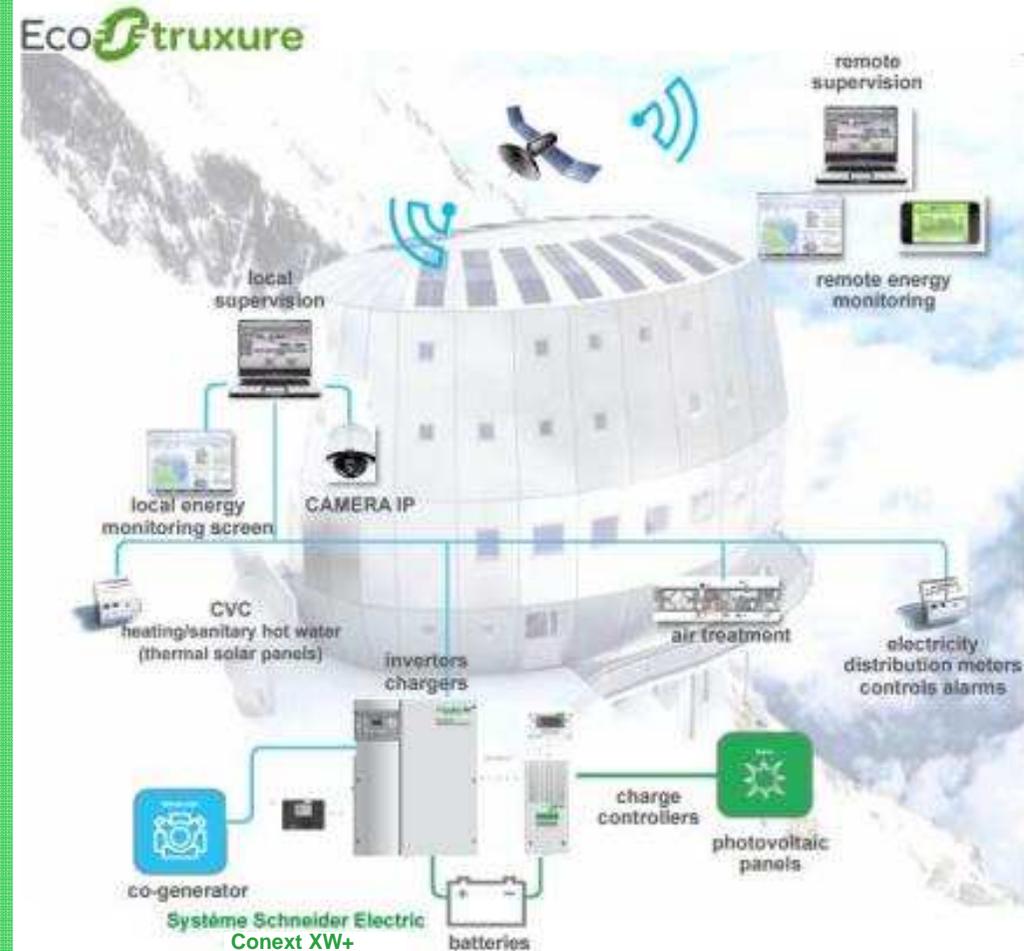
- Site: Highest building site in Europe, Mont Blanc
- Typology: Remote, off-grid and autonomous (solar panels + biomass generator + battery storage)

Challenge

- Limitation of the environmental impact
- Need for safety and comfort
- Extreme conditions

Solution

- Energy management
- Electricity distribution: Conext XW+ system
- Centralized Control System and Monitoring System



ONCOR T&D system

Advanced Full Microgrid Solution with islanding capacity

Profile

- 1st regulated T&D system in Texas, 6th in the USA
- 100+ acre System Operating Services Facility, Lancaster, TX
- DER involved: EESS, Microturbine, Solar PV, Diesel Gensets

Challenge

- Maintain telecommunications center operational at all times
- Test a range of new generating sources
- Diversify the energy generation assets
- Deliver power during weather events or other emergencies

Solution

- Prosumer Microgrid control panel + Microgrid controller
- Cloud-based system

Confidential Property of Schneider Electric | Page 49



Indonesia EBKTE

Rural electrification project for villages

Profile

- Typology: 60 remote off-grid villages, 80-520 households per village, with no access to electricity

Challenge

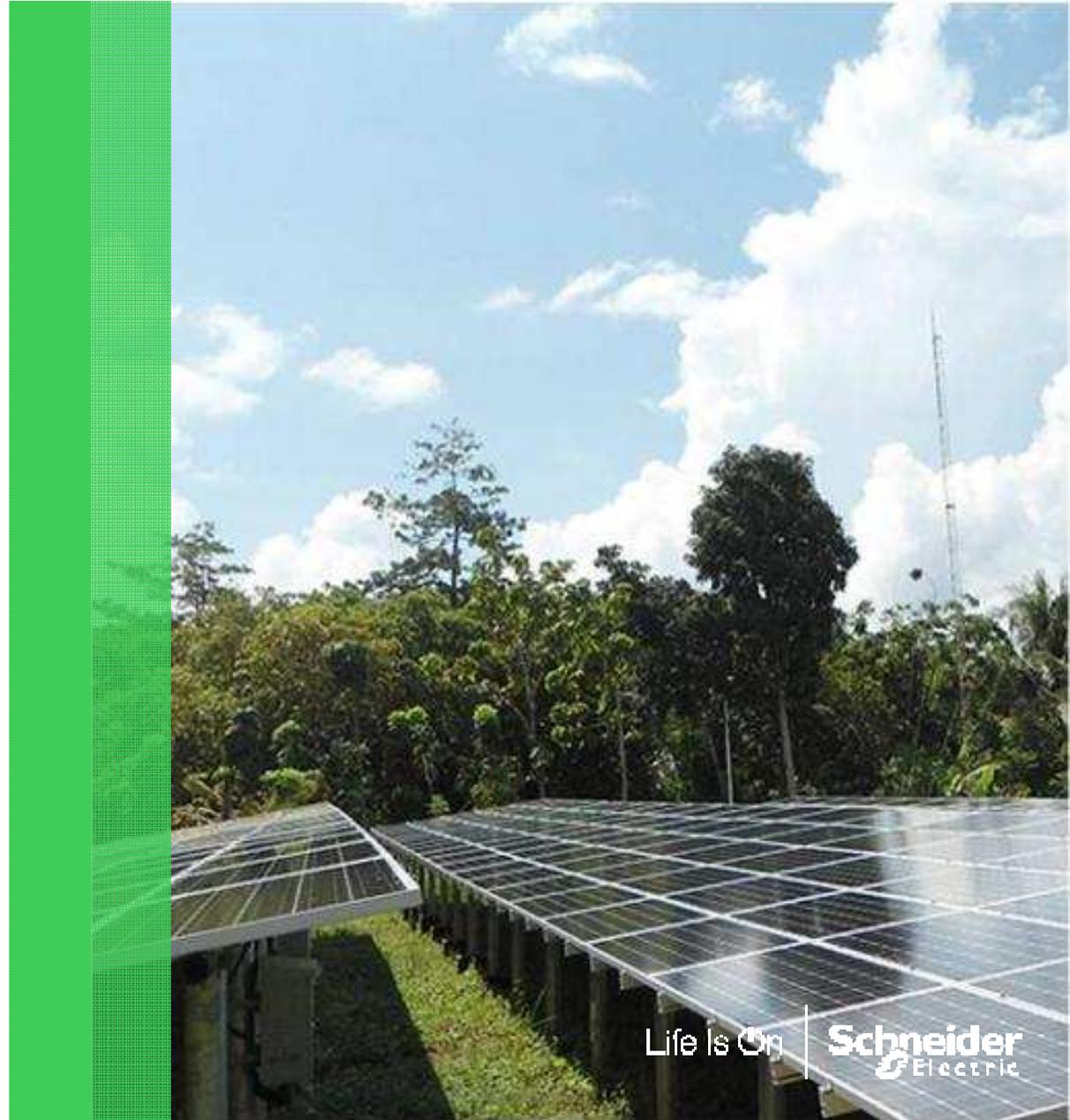
- Bringing access to electricity in a sustainable way
- Eliminating the dependency on diesel
- Removing high OPEX costs of fuel and the maintenance of generators

Solution

- Off-grid solar and battery storage systems, allowing access to energy day and night
- Conext solution: battery-based inverter/chargers, solar charge controllers, System Control Panel, ComBox, Battery Monitor

Confidential Property of Schneider Electric | Page 50

Results



Kergrid: Morbihan Énergies new headquarter

Experimental system for the local production and storage of electricity

Profile

- Site: under-construction main office of the SDEM, 3 200m²
- Typology: connected to the public LV distribution network + generators (PV, wind) and storage

Challenge

- Local renewable energy production and ability to self-consume when appropriate
- Ability to connect and disconnect from the main grid

Solution

- « Conext TL » inverters for the renewable energy production
- « E-storage » stationary storage system: 100kW/50kWh
- « Galaxy 7000 » Uninterruptible Power Supply (UPS) for network stability
- Microgrid control: « M340 » Programmable Logic Controllers (PLC) to manage the control operations

Confidential Property of Schneider Electric | Page 51



Life Is On

Schneider
Electric

MiCROSOL

Solar technology innovation project for remote and off-grid areas

Profile

- Off-grid, thermodynamic solar power plant with 4 power sources (including thermodynamic & PV)
- Demonstrator tested in the CEA Research Center of Cadarache, France

Challenge

- 24/7 running without electro-chemical batteries
- Production of electricity and hot water, and running of water treatment machine in an autonomous and green way

Solution

- 570m² of rotating parabolic trough solar thermal collectors
- During the day: photovoltaic panels produce electricity and solar thermal panels heat a 18k liters water tank
- At night: the hot water tank is used as a storage to produce electricity thanks to a thermodynamic turbine which drives a generator

Results

© Schneider Electric. Property of Schneider Electric | Page 52

• Simultaneous production of heat, drinkable water and electricity



Large Island

Fully integrated solution for greater efficiency and sustainability

Profile

- Large and remote islands, installed capacity of >20MW
- Weak or no connections to larger electricity systems
- DER involved: wind, diesel, hydro-generation, thermal storage

Challenge

- Increasing integration of renewables and grid balance issues
- Limiting investment and cost of energy
- Requirements: High capacity margin and spinning reserve

Solution

- Power Control System:
 - automatic generation control for real-time power balance
 - unit commitment / electrical dispatching...

Confidential Property of Schneider Electric | Page 53

- ADMS: grid monitoring and control



Industrial sites

24/7 power availability and energy efficiency

Profile

- Large water treatment plants or desalinization sites
- Electrical energy supply (separately or combined):
 - local back-up generator to replace the power delivered by the utility feeder line
 - Redundant utility feeder lines to switch in case of fault

Challenge

- Protecting all sensitive sources of electrical power against disturbances
- Avoiding black-outs and power interruptions

Solution

- Fast, self-healing in case of internal fault
- Automatic transfer switch
- MV load shedding and load restoration
- Local generation and energy storage management



Power Management for Healthcare

Power continuity and quality with investment optimization and operating costs control

Profile

- Healthcare/hospital facilities

Challenge

- Protecting all sources of electrical power against disturbances
- Avoiding black-outs and power interruptions

Solution

- Power Management Solution for the microgrid through dedicated protection and automation schemes
- Fast, self-healing in case of internal faults
- Automatic Transfer Switch
- MV load shedding and load restoration
- Local generation and energy storage management

Confidential Property of Schneider Electric | Page 55



Life Is On

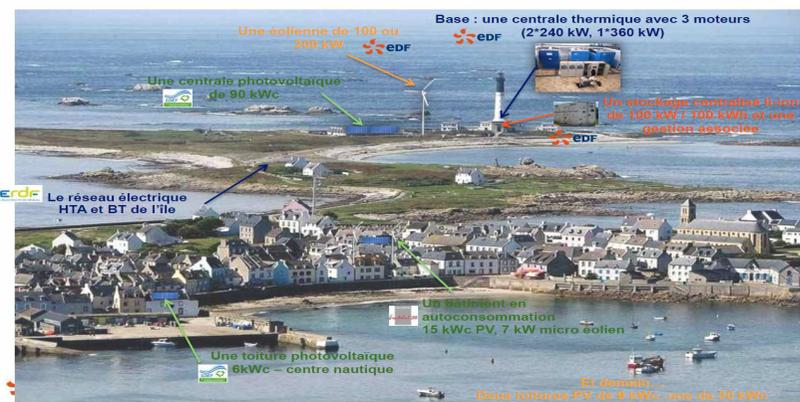
Schneider
Electric

QUELQUES RÉFÉRENCES DU GROUPE EDF

Venteea (stockage + éolien)



Ile de Sein (PV + éolien + stockage + Diesel)



Nice Grid (PV + stockage + DSM + ilotage)

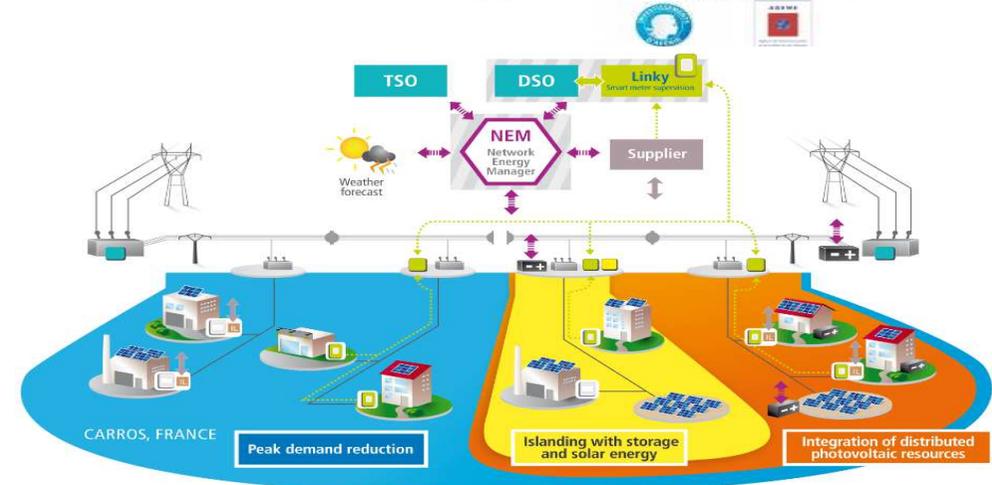
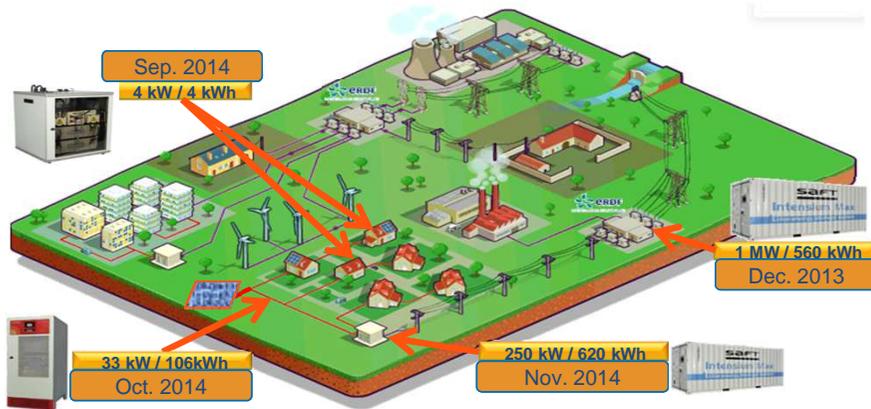
ZI Carros : 190 hectares, 550 companies,
7500 employees



PROJET NICE GRID 2011-16

Objectifs

1. Optimiser l'intégration du PV sur le réseau BT
2. Dégager 3,5 MW de flexibilités locales
3. Nouveau rôle du « consomm'acteur »
4. Ilotage d'un quartier BT jusqu'à 4h



Chiffres clés

- 5300 clients résidentiels
- 1,5 MWh stockage réseau
- 3 MWc capacité PV installée
- 70/220 participants résidentiels (XP été/hiver)
- 12 participants entreprises

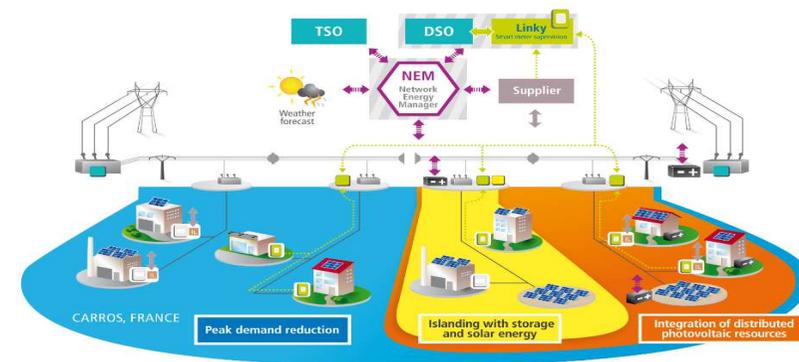
FOCUS SUR L'ÎLOTAGE: LE CAS DU DÉMONSTRATEUR NICE GRID

Îlotage d'une zone d'activité tertiaire BT (~180 kW consommation moyenne)

- Consommation importante pendant la semaine, faible les weekends
- Pas de résidentiel
- Présence de moteurs asynchrones parmi la charge

3 producteurs PV indépendants produisant en moyenne plus que la consommation locale

⇒ Le surplus de production PV est absorbé par le système de stockage BESS

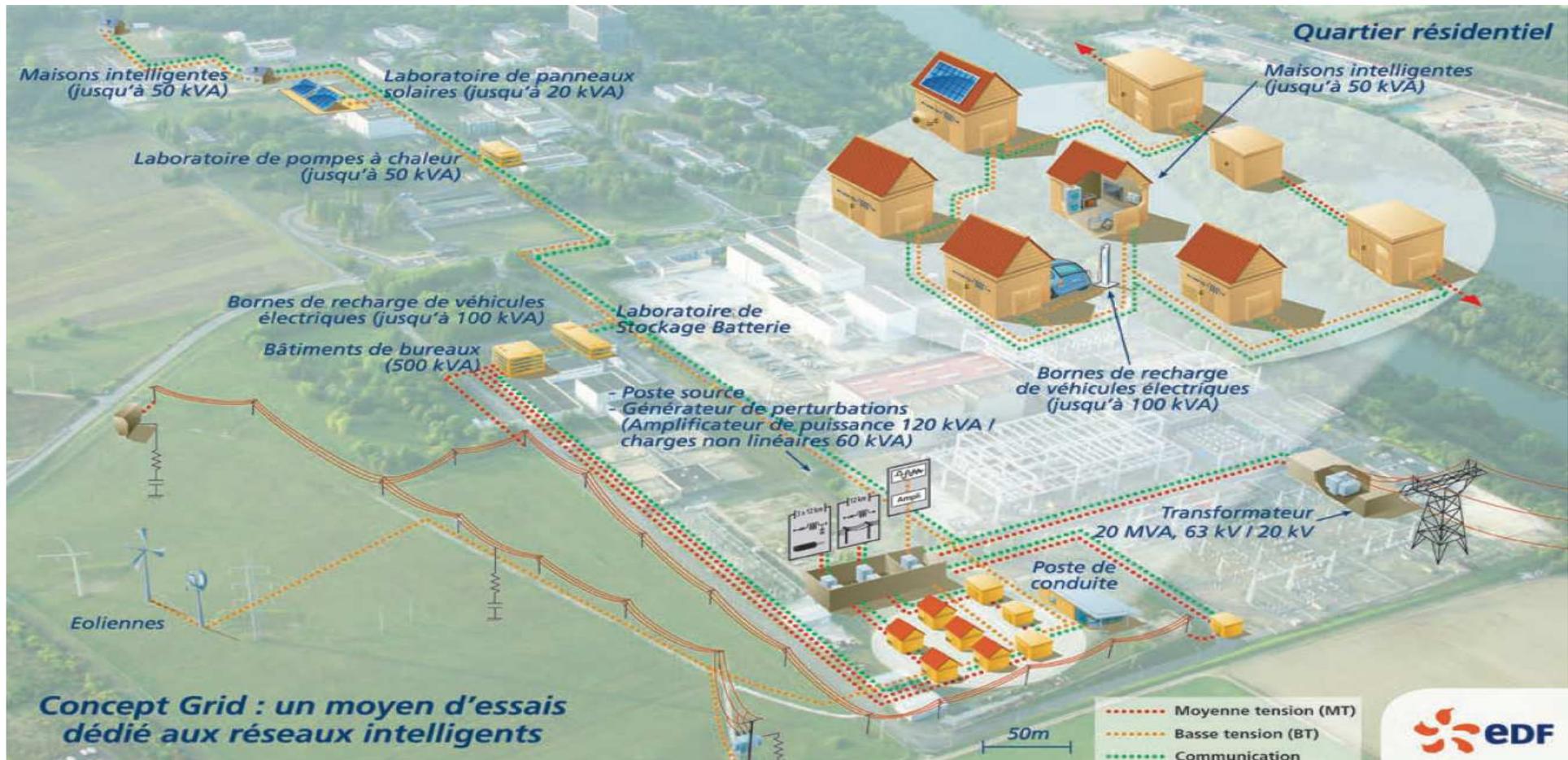


Fonctionnement en îloté jusqu'à 5h en continu (**îlotage programmé** sans coupure)

De nombreux essais de validation ont été menés sur le **réseau expérimental Concept Grid d'EDF Lab** :

- Fonctionnement et performances du système de stockage en îlotage (stabilité du réseau, variations des puissances actives et réactives, sens et flux de puissances, limites P, Q & SOC) ;
- Fonctionnement et performances dynamiques du système de stockage en régime transitoire et perturbé (déséquilibre de phase, fourniture du courant de court-circuit en cas de défauts BT, transition du mode connecté au mode îloté et inversement).
- Coordination entre les onduleurs du système de stockage et les onduleurs PV des clients-producteurs déjà raccordés au réseau.

CONCEPT GRID: LE RÉSEAU EXPÉRIMENTAL D'EDF LAB QUI PERMET DE TESTER ET VALIDER LES SOLUTIONS MICROGRIDS





Microgrids

Julien Pestourie (EDF Lab Paris Saclay)
Alain Glatigny (Schneider Electric)
Raphaël Caire (Grenoble INP - Ense3 / G2Elab)

Des questions éventuelles