

11^{ÈME} COLLOQUE ANNUEL DU CLUB STOCKAGE



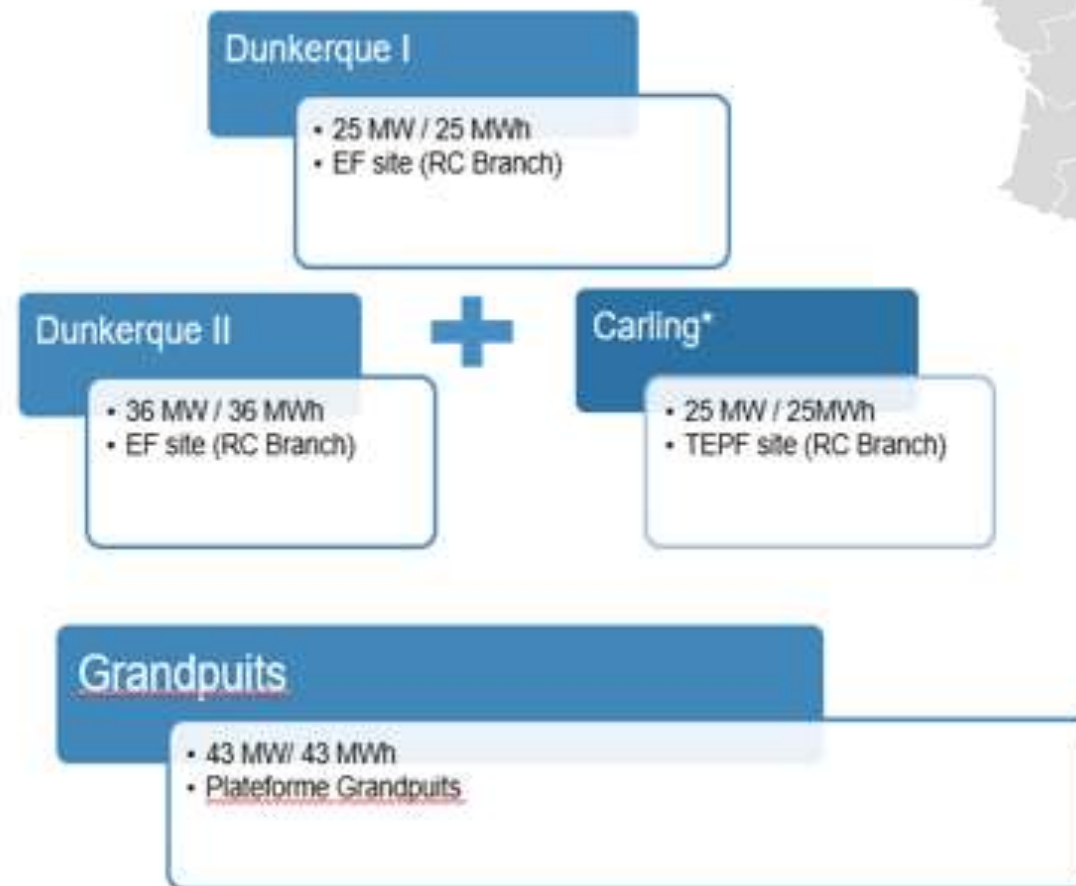
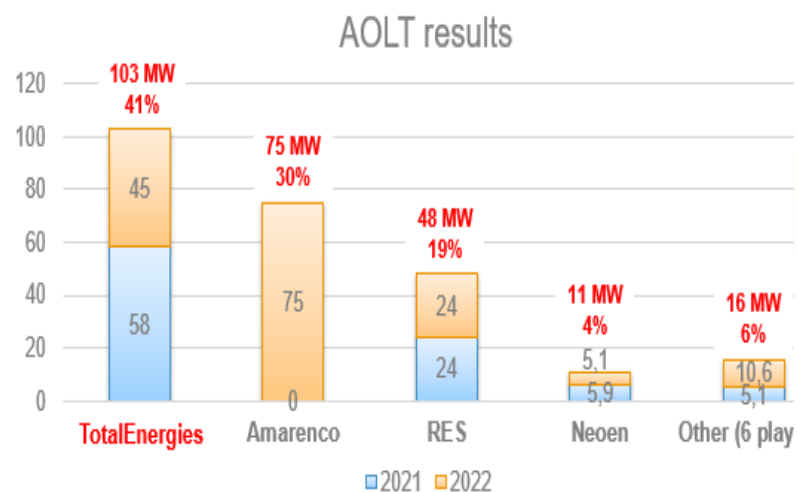
Revue des projets stockage en France et à l'international par des porteurs de projets

Projets de stockage en France

Maximilien PARY

Storage Business Developer, TOTAL Energies

Projets en cours d'exploitation et de développement en France



Grandpuits 43MW/43MWh

Localisation



SITE MAP



Description



43MW /
43MWh
22 containers
SAFT
Intensium Max
20 LFP



- PCS
- Transfo.
- Delivery
cabin



3 400 m²

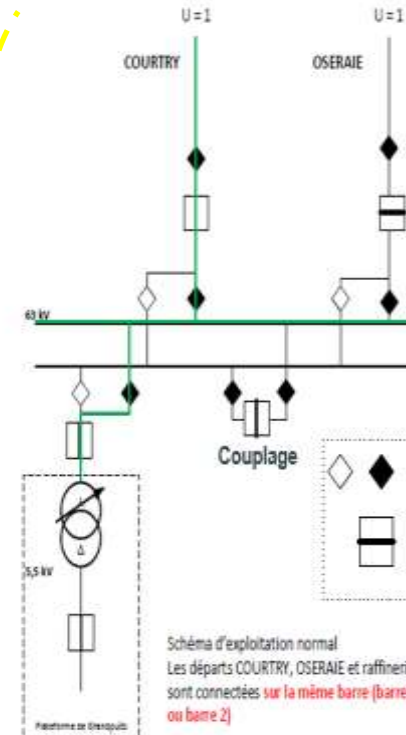
Développement “Brown Field” :

- Intégration dans une plateforme en pleine transformation
- Adaptation aux demandes des administrations
- Choix d’une technologie apportant plus de sécurité
- Travail en HTB sur des installations sensibles
- Bénéfice d’une connexion existante dans un cadre industriel

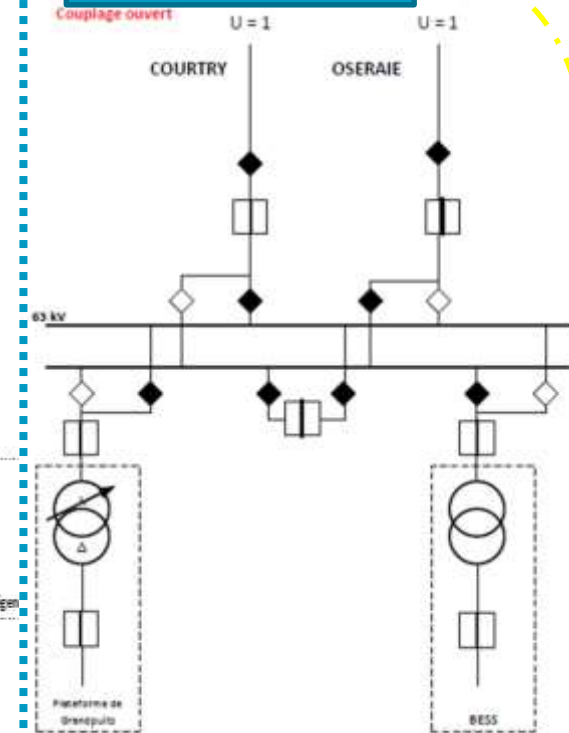
Chaque projet a son lot de spécificités de développement

Connection à RTE en décompte

Old Scheme

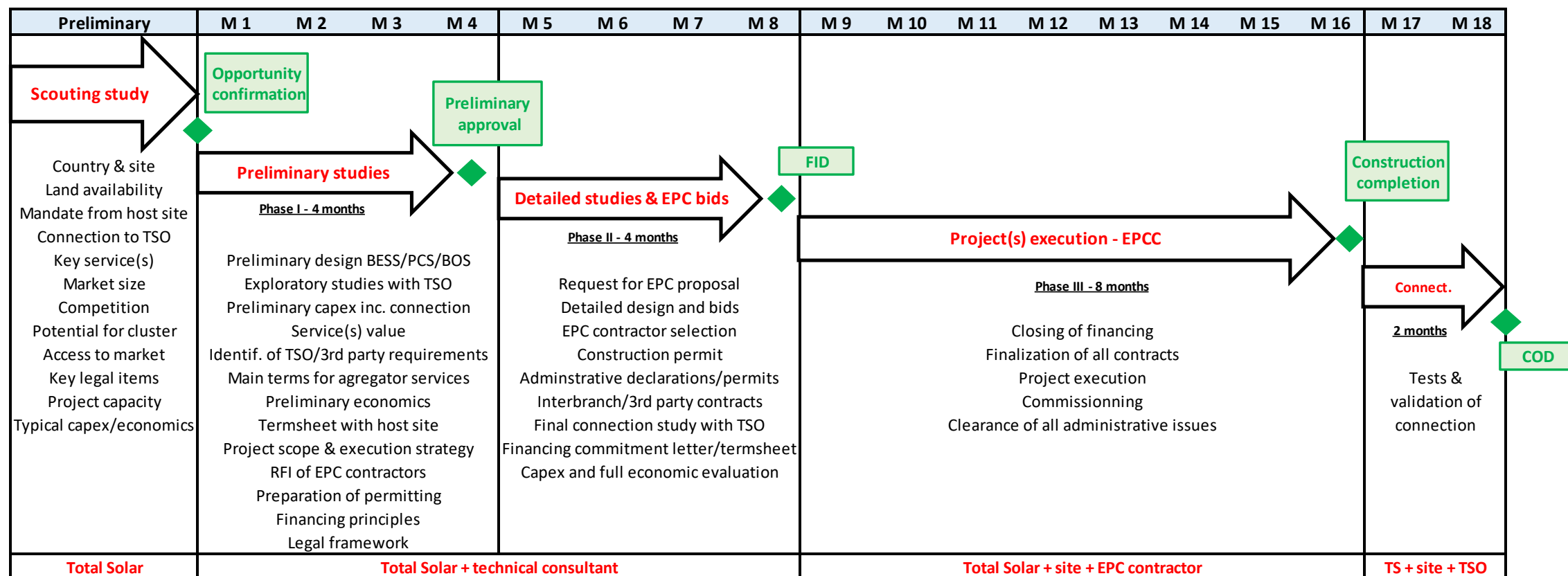


New Scheme

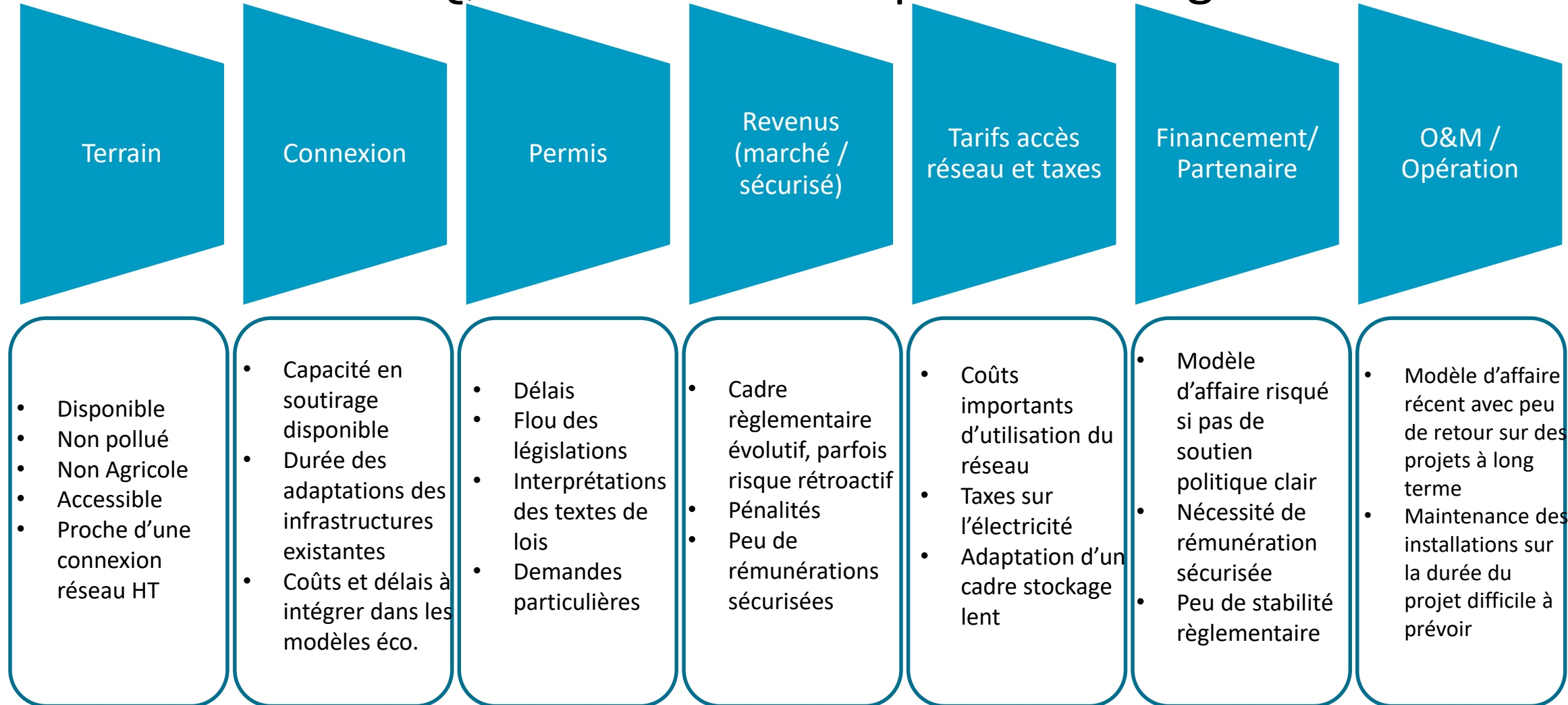


- Adaptation des systèmes existants et innovation dans les connexions au réseau Haute-tension
- Travail en collaboration avec RTE pour la validation de l'innovation technique – adaptation de leurs infrastructures

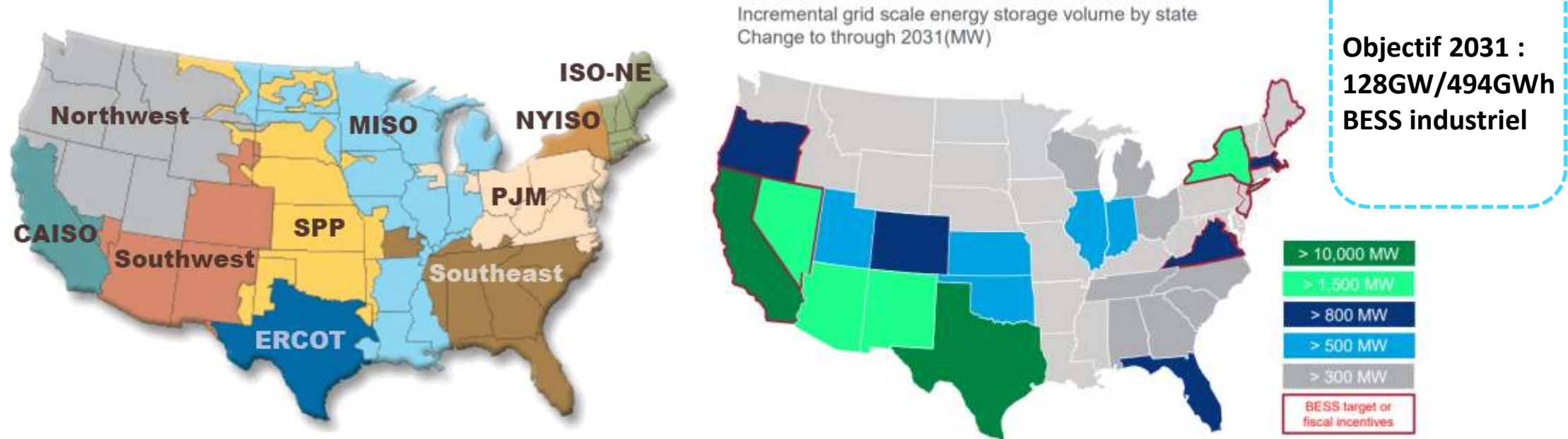
Etapes temporelles d'un projet BESS



Défis pour un accompagnement du développement des énergies renouvelables par le stockage



Etats-Unis : Les batteries industrielles en plein essor



- Politiques de déploiement sont différentes selon la nature du market design (interconnexions...)
- Ambitions annoncées et développement significatif des ENR (= Volatilité sur les marchés)
- Soutien aux développeurs : marchés de capacité, taxes incentives pour colocation PV...
- Soutien politiques et adaptation des cadres réglementaires
- Revenus : Marchés & Sécurisés : Gestion des écarts et gestion de l'énergie
- Etats les plus dynamiques en stockage : la Californie et le Texas

Développement du stockage d'électricité en Zones non Interconnectées (ZNI)

Vincent HANNETON

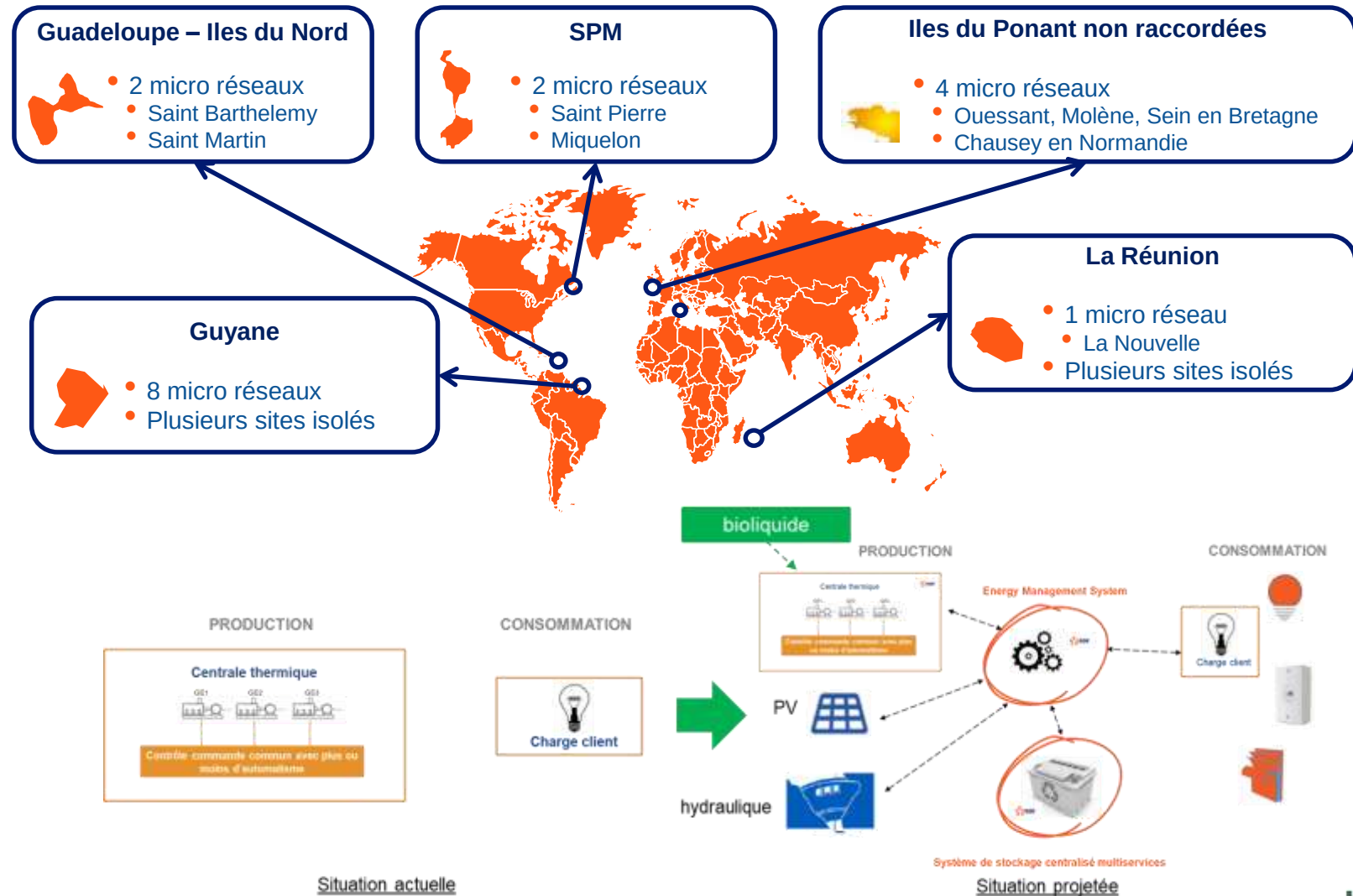
Délégué Management de l'Energie, EDF SEI

EDF SEI est le gestionnaire de réseau dans les zones non interconnectées (ZNI)

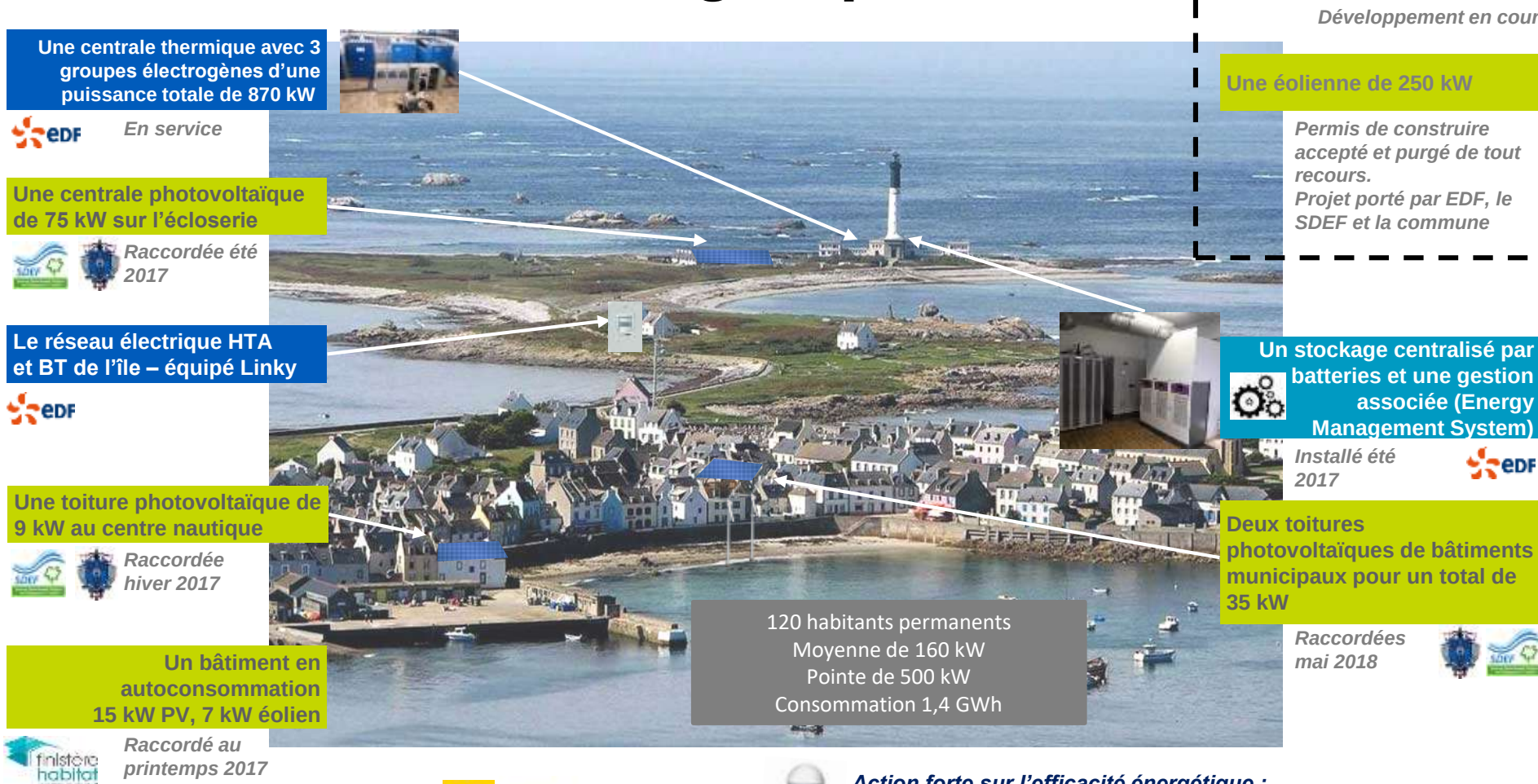


LE STOCKAGE DANS LES MICRO-RESEAUX DE EDF SEI

Micro réseaux au sein d'EDF SEI : Définitions et accompagnement de la Transition Energétique



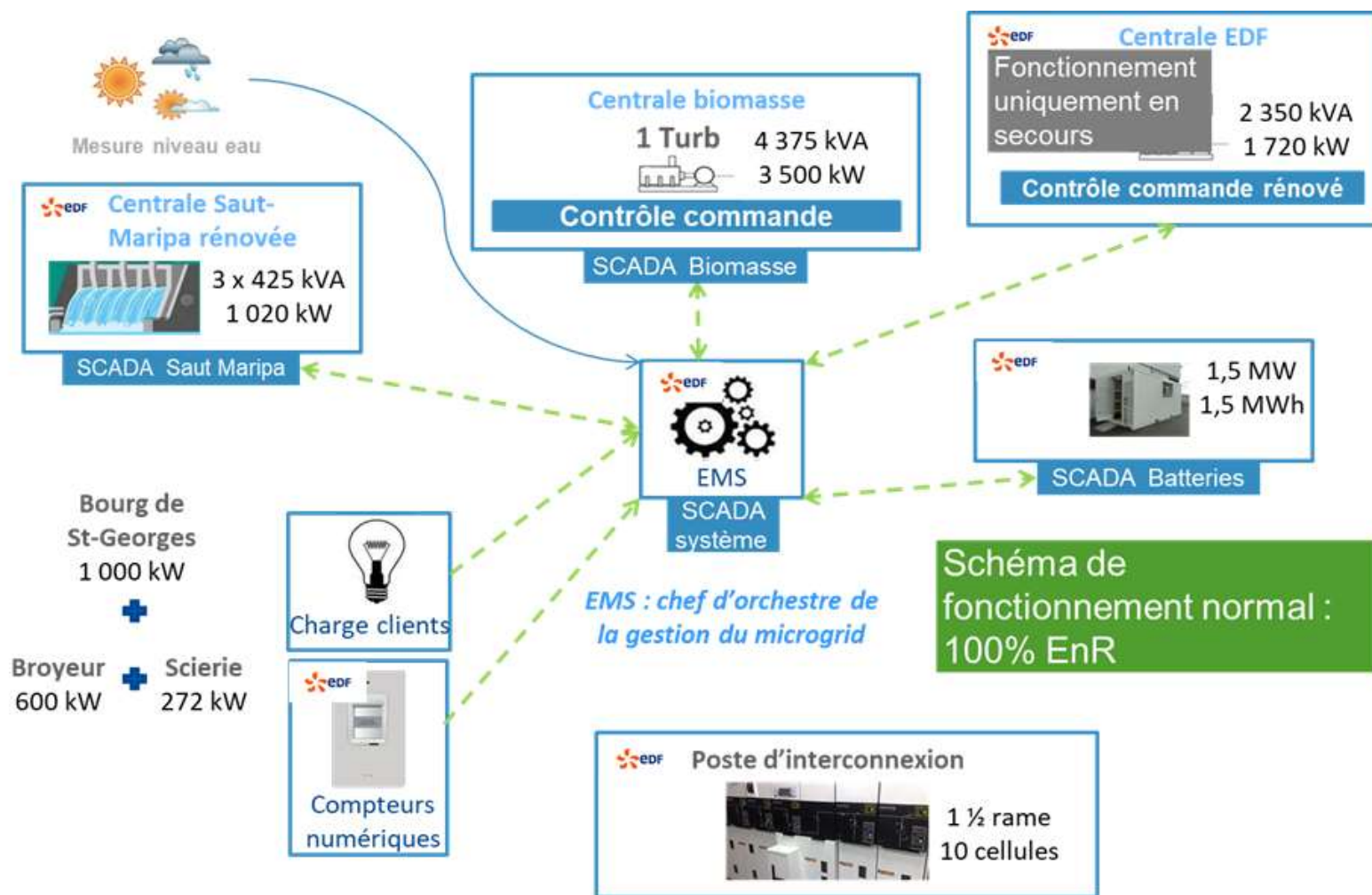
Île de Sein : mise en œuvre de l'ensemble des leviers de la transition énergétique des micro réseaux



Action forte sur l'efficacité énergétique :

- ✓ Le premier éclairage public 100% LED
- ✓ Remplacement des appareils électroménagers énergivores
- ✓ Isolation thermique des bâtiments
- ✓ Etc.

Saint-Georges de l'Oyapock : Une commune de l'intérieur de la Guyane qui fait face à une transformation complète du système électrique permettant de répondre à l'augmentation de la demande en électricité, à l'amélioration de la qualité de fourniture et à un objectif de mix de production 100% EnR



Le système batterie est capable de maintenir l'alimentation du réseau en cas de perte de la source de production principale

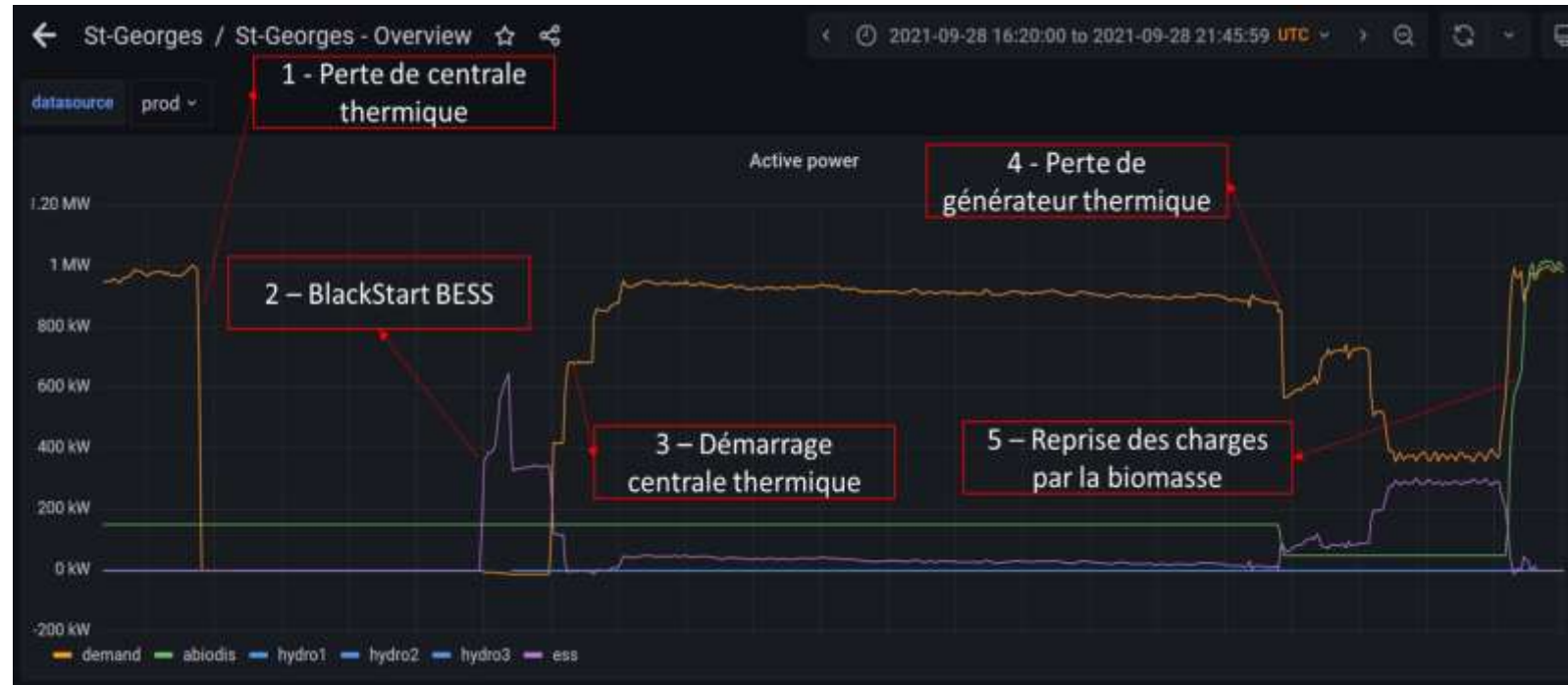
Incident du 24 avril 2022

Perte de la centrale biomasse suite à problème vapeur. Perte de 600 kW de production, le système batterie reprend à la volée cette conso. Stabilisation de la fréquence à 49,3 Hz après chute à 48,8 Hz pendant le transitoire



Zoom sur 1 minute

Le système batterie est capable de réaliser un black-start

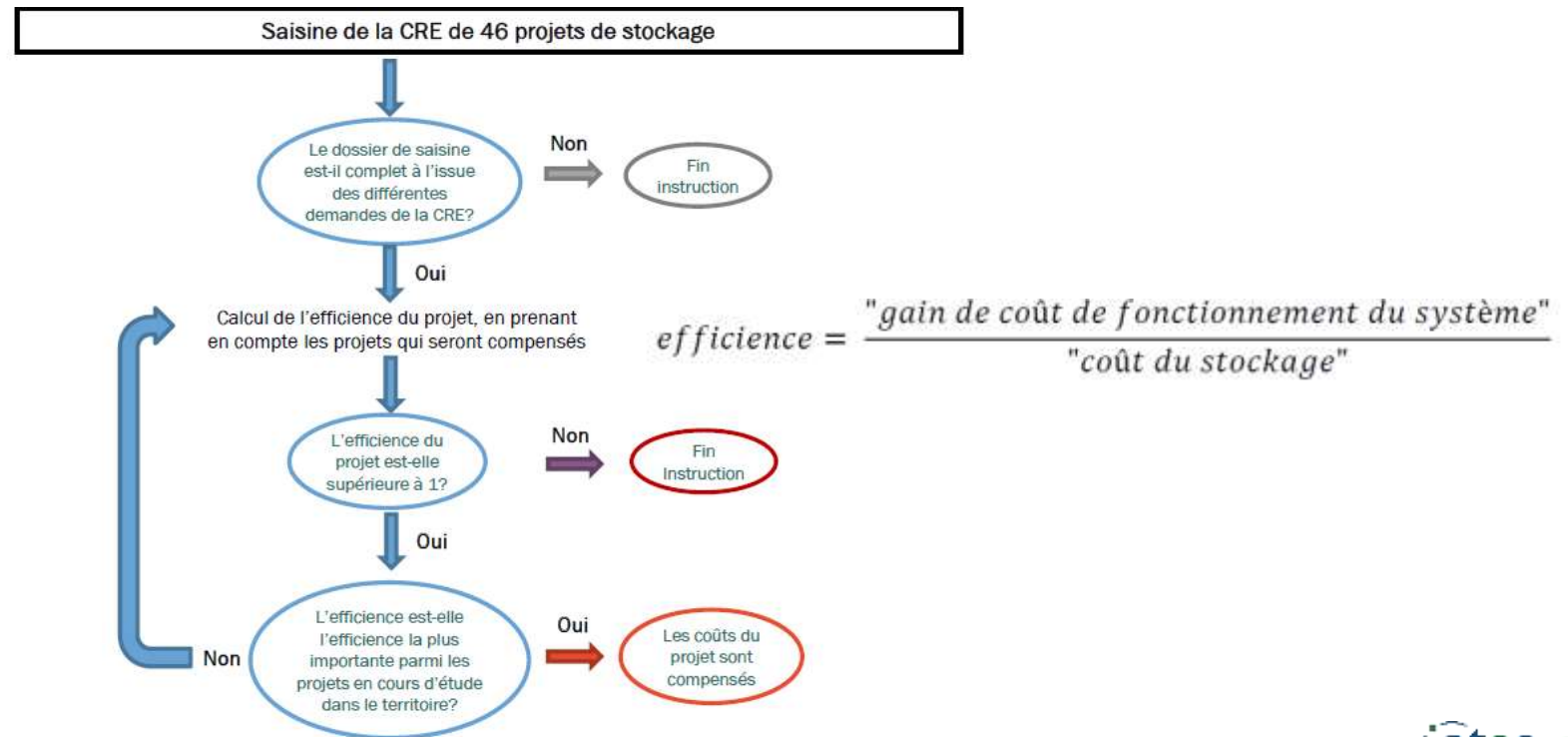


- Blackout suite à un premier incident à la centrale thermique ;
- Démarrage du BESS et prise de 600 kW de charge et du câble de SMA (environ 600 kVar) ;
- Redémarrage de la centrale thermique :
 - Reprise des charges par la centrale thermique en opération avec le BESS ;
- Deuxième incident dans la centrale thermique ;
 - Le BESS reprend instantanément la production perdue ;
 - La centrale biomasse démarre la turbine pour raccordement au réseau ;
- Redémarrage de la centrale biomasse et reprise des charges.

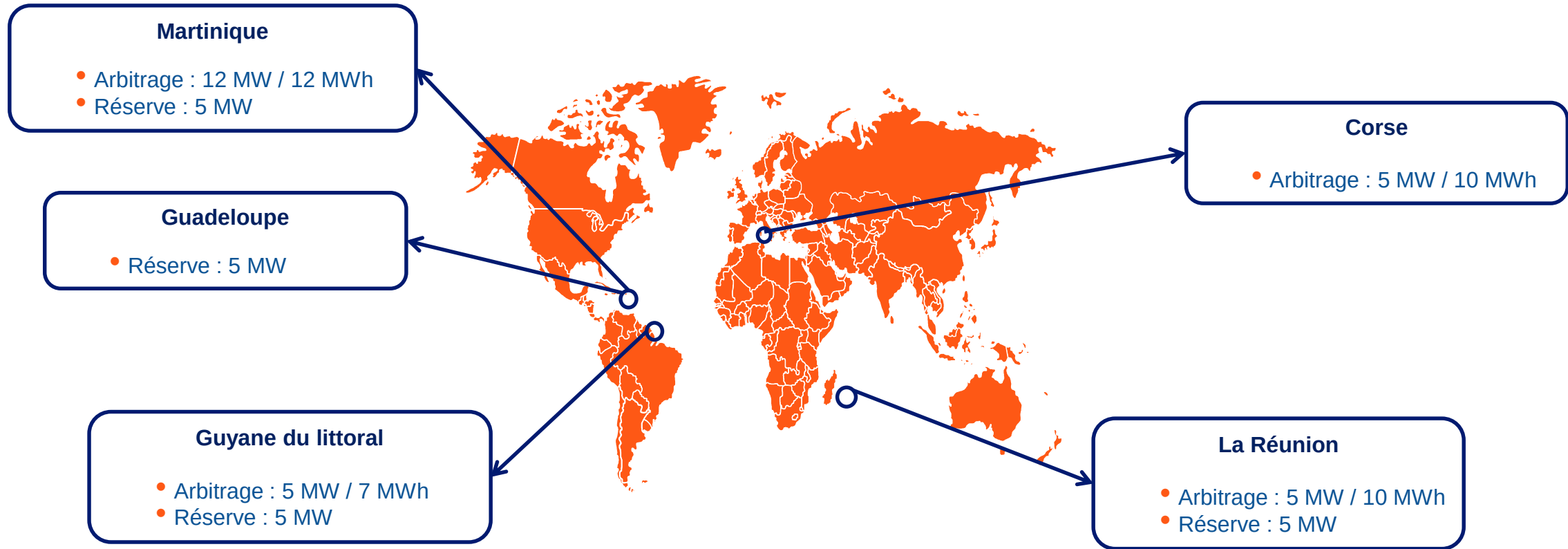
LE STOCKAGE CENTRALISE ET PILOTE PAR LE GESTIONNAIRE DE RESEAU DANS LES ZNI

Le cadre réglementaire pour le développement du stockage centralisé et piloté par le GRD est précisé par la CRE

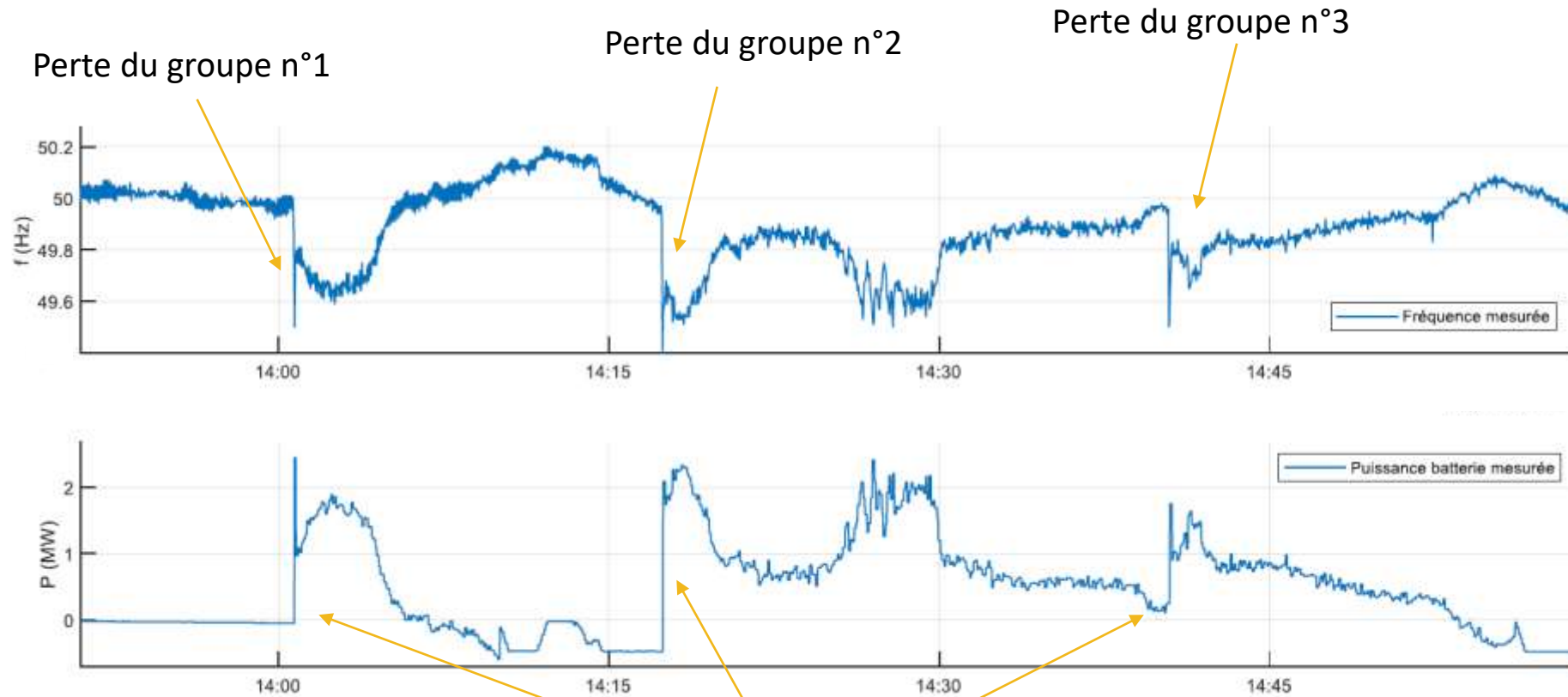
- ✓ La CRE a fixé en 2017 la méthodologie d'instruction des projets de stockage dans la ZNI
- ✓ Les porteurs de projet peuvent saisir la CRE via EDF SEI lors d'un guichet programmé par la CRE
- ✓ La CRE interclasse les projets selon les charges de service public (SPE) évitées par les services valorisés (arbitrage et réserve) et sélectionne tous les projets qui font économiser de la CSPE.



Les projets de stockage Li-ion retenus par la CRE pour le guichet de 2017



Un stockage participant à la réserve permet de stabiliser la fréquence en cas d'aléas sur le réseau comme la perte d'un moyen de production



Libération de puissance par la batterie lors de la chute de fréquence

Un futur guichet stockage en préparation pour les ZNI

- ✓ En avril 2022, la CRE a lancé une consultation publique pour faire évoluer la méthodologie d’instruction.



- ✓ La fenêtre de réponse à la consultation est clôturée, et l’analyse des réponses est en cours par la CRE
- ✓ La délibération fixant la méthodologie d’instruction et le calendrier du prochain guichet sont attendus pour les prochains mois

Projets internationaux

Amirbahador MOOSAVI

Product Manager- Business Developer, SAFT

20+
countries
served

Reference Projects

100+
projects delivered or
contracted worldwide

500+
energy storage systems
installed/contracted



Renewables



Grid



Microgrid /
Commercial
& Industrial

01.

Maximize renewables in a large mining microgrid

Challenge: meet at least 50 % of the mine's electricity demand from renewables without compromising power quality or reliability

Agnew Gold Mine

Battery storage solution for an Off-grid mine in Australia

Renewable & off-grid microgrid

13 MW ESS supporting 22 MW low-carbon power supply at Agnew gold mine



Customer

- EDL Australia
developer and operator of microgrid for Agnew mine

Challenge

- Manage short-term variability of 4MW PV and 18 MW wind power plants
- Minimize idle running of Backup Diesel Gensets

Saft solution

- 6 containers Intensium Max+ 20 - 13 MW / 4,5 MWh
- 3 MV power stations
- Microgrid Controller
- Turnkey System commissioned Feb 2020

Functions

- Renewable smoothing
- Spinning reserve

Results

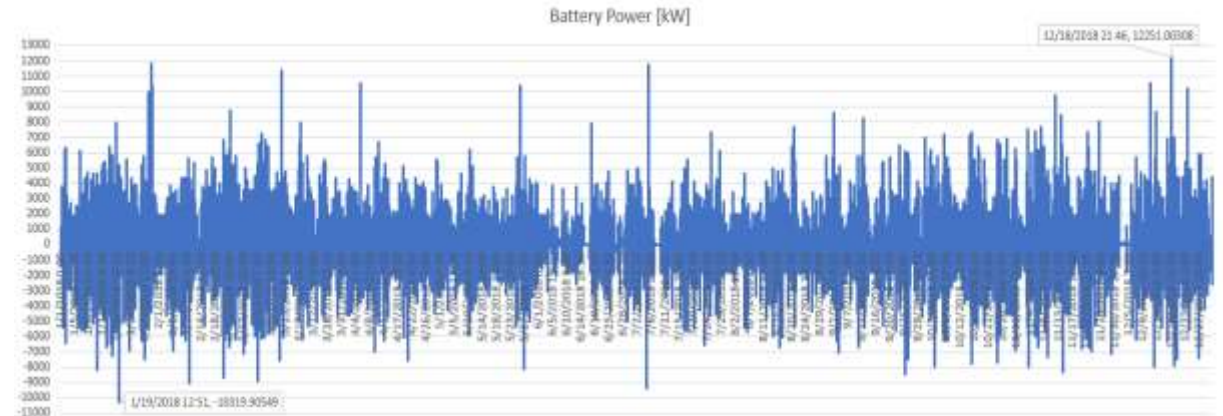
- Renewable share reaching daily average of 50 – 60%
- 46 400 t of CO2 savings per year
- Stable and reliable grid with up to 85% renewable penetration

Saft Proprietary Information

Agnew Microgrid: Results

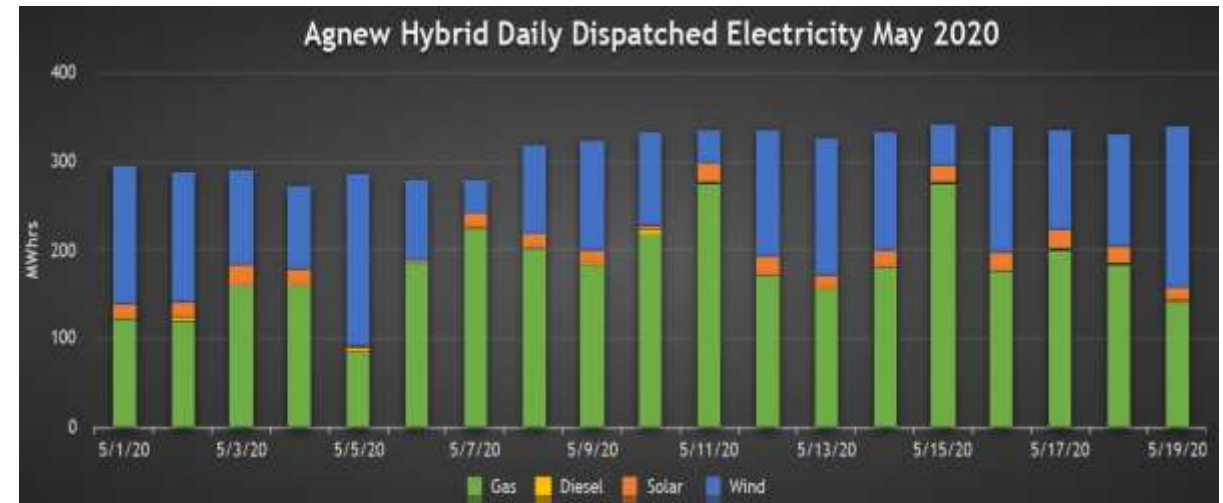
Operation Profile

- Permanent buffer of variable power generation and power consumption



Result

- 50-60% renewable share in daily power mix
- Stable up to 85% renewables
- 46 400 t of CO2 savings/ year



02.

Firming Solar generation in Ivory Coast

Challenge: Adding ESS to an existing PV plant to increase the Renewable penetration in a harsh environmental condition

Boundiali

Renewable integration

Deliver forecast compliant solar power of 37.5 MWp PV plant in Ivory Coast



Challenge

- Ensure predictable delivery of baseload power for IC's first large scale PV plant
- Hot and dry climate , dusty winds

Saft solution

- 6 containers Intensium Max High Energy 1500V LFP
- 14 MWh / 10 MW

Functions

- PV capacity firming
- PV shifting

Expected Results

- Reliable clean energy for 30 000 households
- 27 000 t of CO₂ savings
- 300 jobs

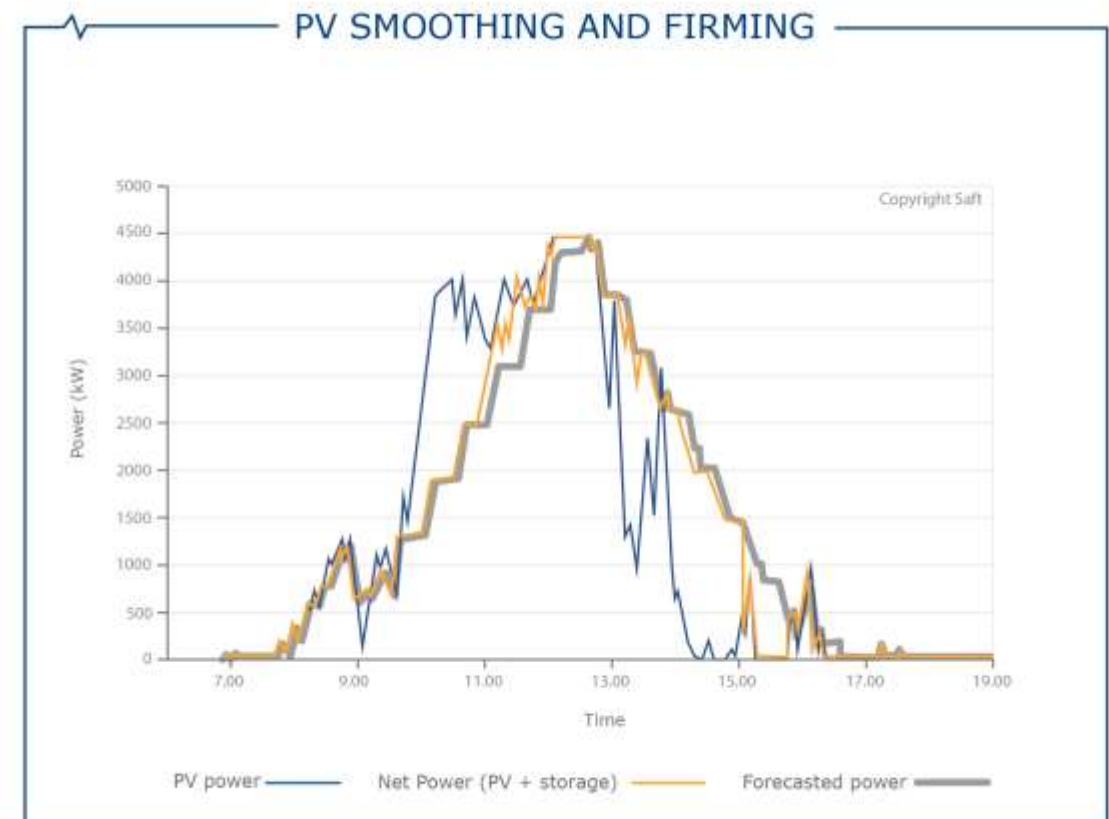
Smoothing & Firming

Definition

- Keep renewable production within given forecast window
- Compensate short term power sags
- Specified as: Power output remains within $\pm xx\%$ of 30min forecast window

Benefits

- Renewable generation becomes “firm” and dispatchable
- Higher revenue per kWh
- Ability to participate in capacity / adequacy / grid support markets
- Better grid stability and power quality

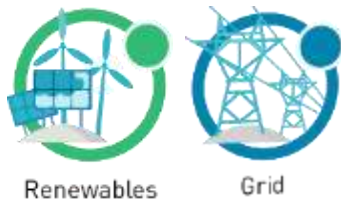


03.

Load Shifting and Grid Services in TAIWAN

Challenge: contributing to frequency stabilization of network and peak shifting in the local grid of Taiwan





Taiwan Power Corporation project

**Grid support &
Renewable integration**

Deliver simultaneously frequency regulation and load shifting services



Challenge

- Support massive integration of solar energy in TPC grid by addressing both, grid stability and peak capacity

Saft solution

- 25 containers Intensium Max High Energy 1500V LFP
- 58 MWh / 20 MW peak

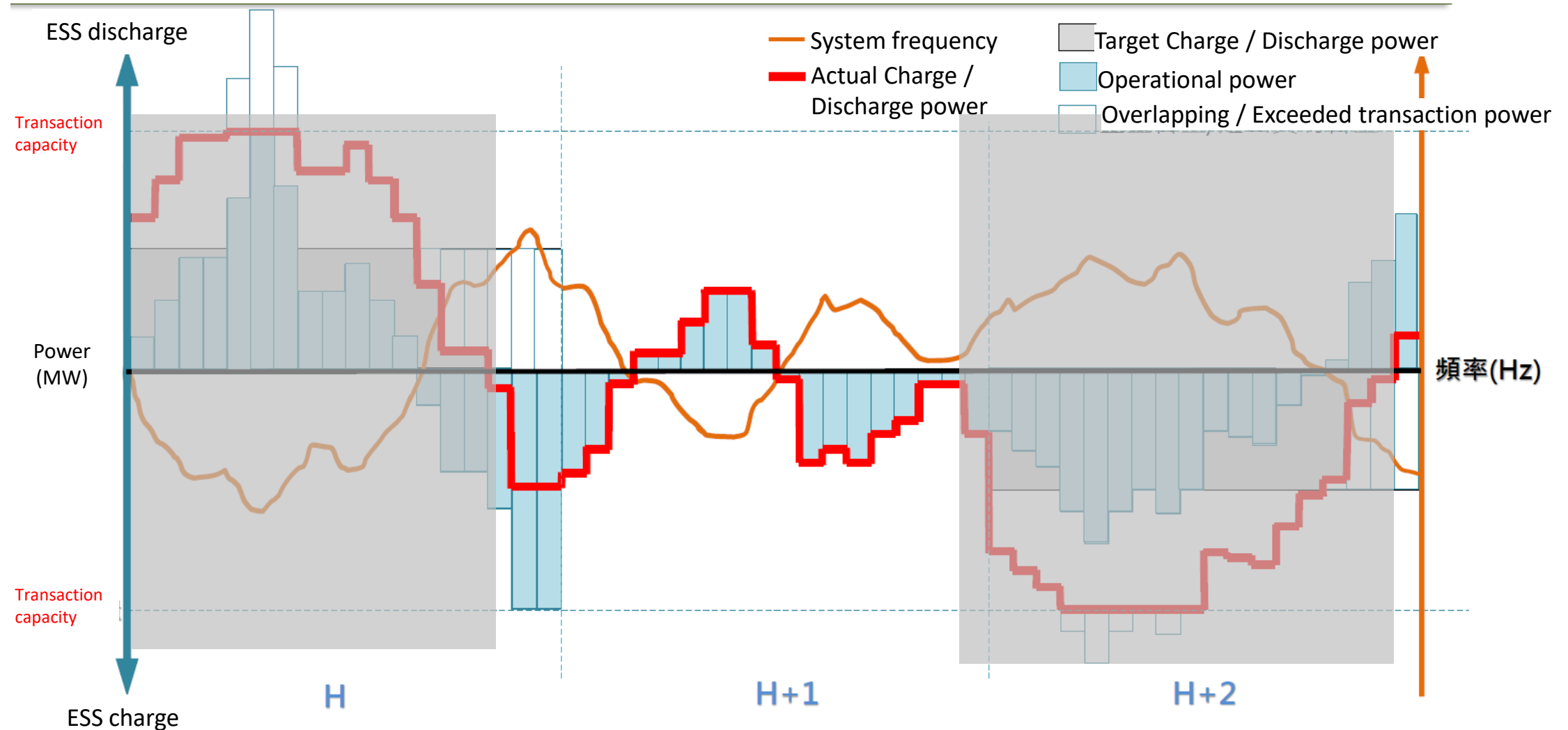
Functions

- Frequency Regulation ,
 $P_{\text{frequ}} = 20 \text{ MW max @ } 60\text{Hz } \pm 50\text{mHz deviation}$
- Load Shifting
 $P_{\text{shift}} = 20\text{MW} - P_{\text{frequ}}$

Expected Results

- Stable grid frequency despite increased PV generation
- Avoided curtailment of PV generation
- Maximized penetration of PV

Operational concept





Thank You !

Amirbahador.moosavi@saftbatteries.com



Stay tuned!



Développement des nouveaux projets de stockage en France et à l'international

Pierre LE ROMANCER

Responsable des programmes H2 et stockage d'énergie, EDF



Présentation de l'activité stockage électrique du Groupe EDF

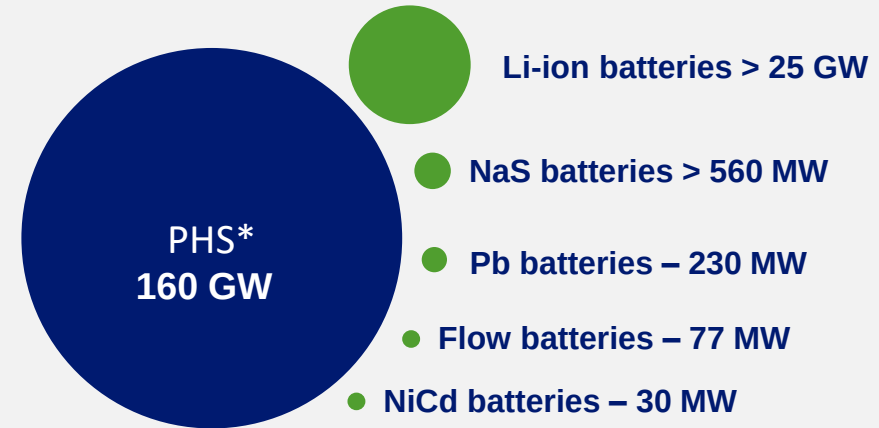
Octobre 2022

LES STEP DEMEURENT LA TECHNOLOGIE LA PLUS RÉPANDUE DANS LE MONDE...

EDF exploite 5 GW de STEP en France,

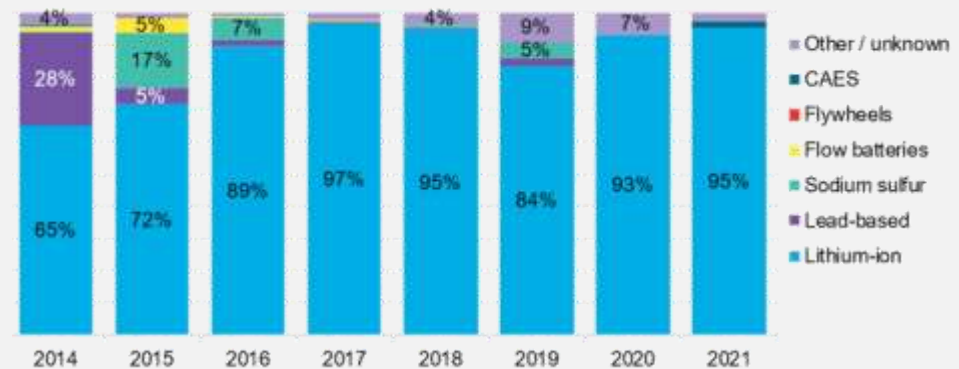
En 2019, EDF a inauguré la **nouvelle STEP à la Coche** (Savoie).

Worldwide PHS & battery storage capacities (end of 2021)



Source : EDF R&D, 2022

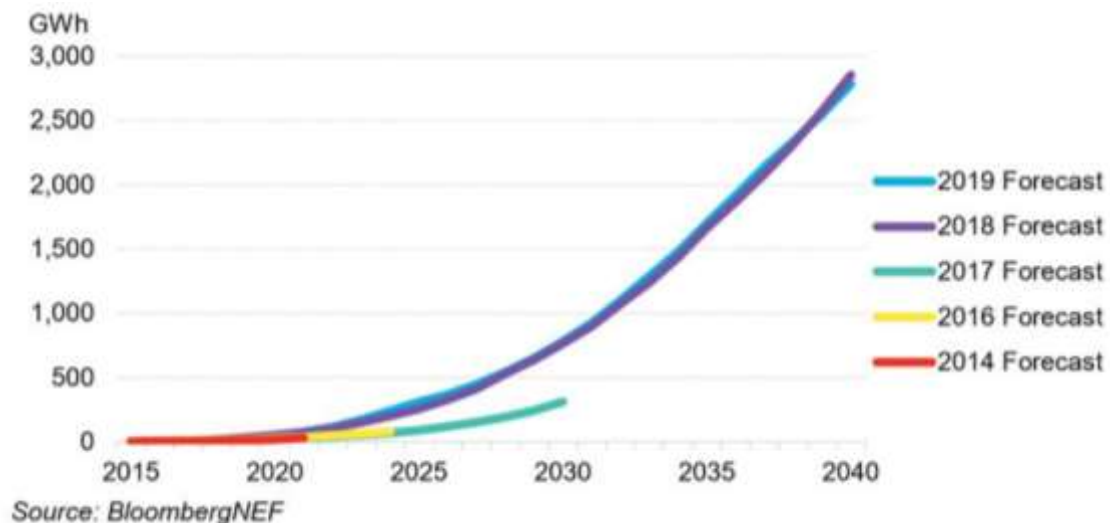
Technology mix of commissioned utility-scale energy storage projects (chart excludes PHS projects)



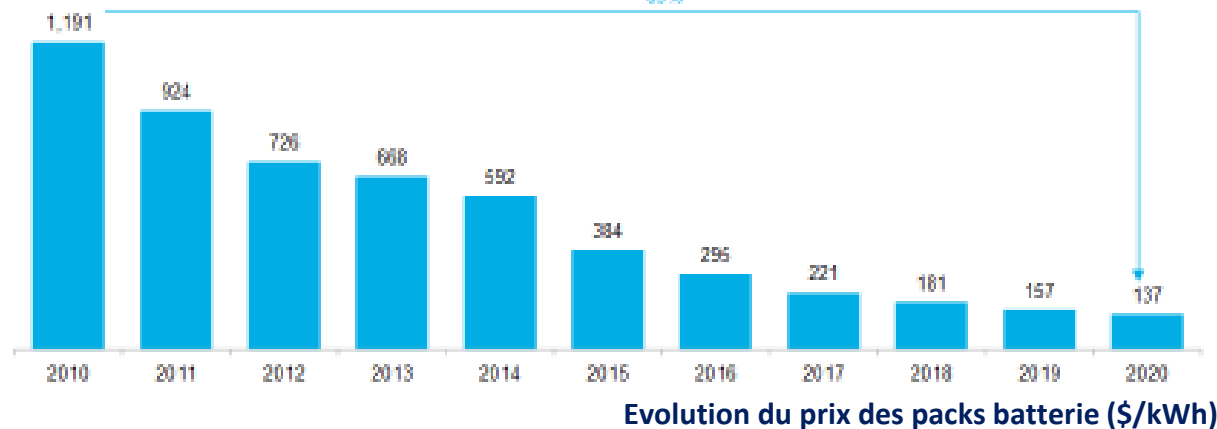
Source : BNEF, Energy Storage Market Output, March 24, 2022

Les besoins en stockage des systèmes électriques sont croissants

LE PARC DE BATTERIES MONDIAL EST PRÉVU EN FORTE AUGMENTATION



LE PRIX DES BATTERIES CHUTE... (et plus vite que

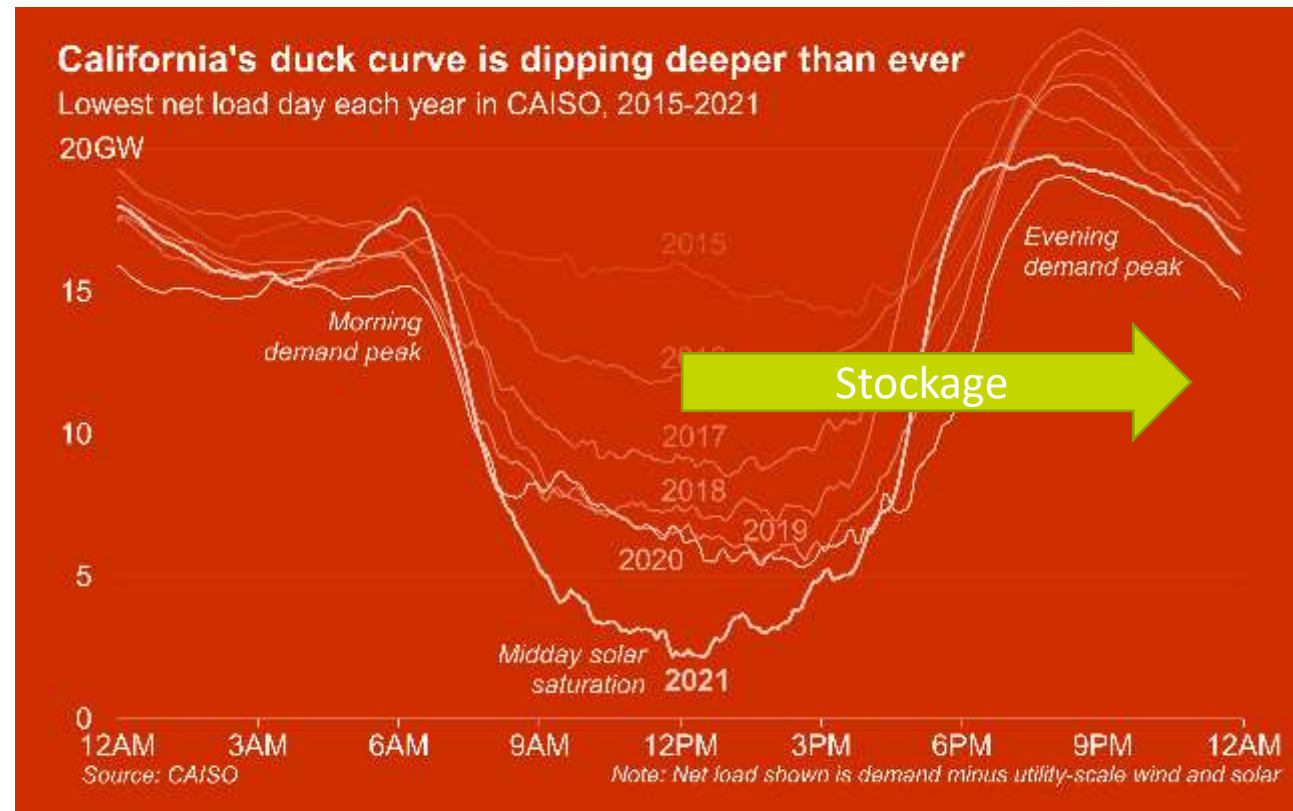


LE PLAN **stockage** électrique

+10 GW de stockage
dans le monde
entre 2018 et 2035

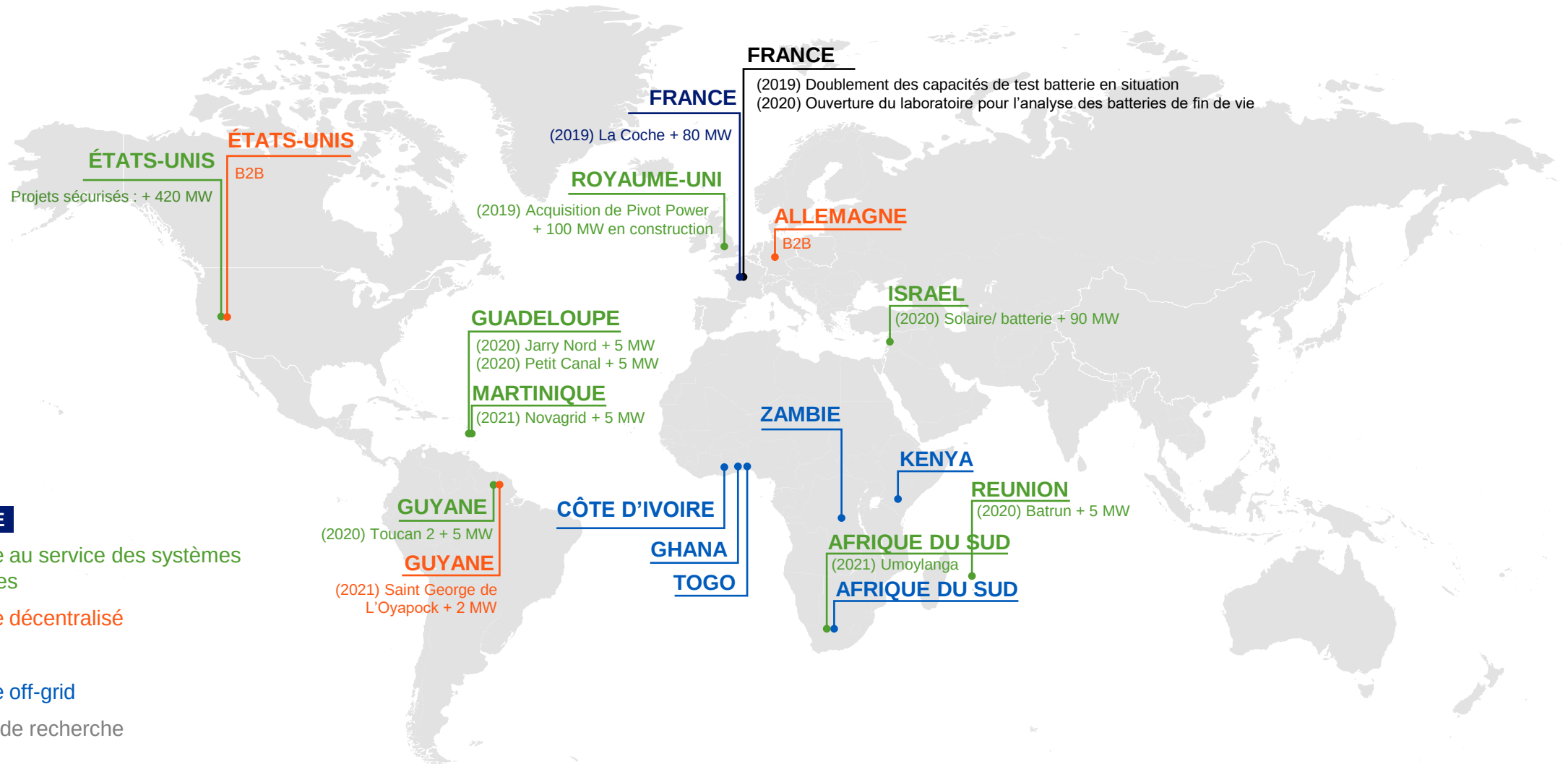
« Nous accélérons nos ambitions dans les technologies de stockage pour devenir le leader européen du stockage. »

Les besoins en stockage des systèmes électriques : exemple de la Californie



source EDF R North America

Panorama des projets réalisés ou en cours depuis le lancement du Plan Stockage Electrique



- ## LEGENDE
- Stockage au service des systèmes électriques
 - Stockage décentralisé
 - STEP
 - Stockage off-grid
 - Activités de recherche

NOS AMBITIONS À L'HORIZON 2035 EN MATIÈRE D'OFFRES ET DE SERVICES

+10 GW dans le monde d'ici 2035

**1. Stockage au service
des systèmes
électriques**



Développement de
projets et
investissement

Monde

**2. Offres de stockage
pour les clients**



Vente / Leasing

Europe et USA

3. Accès à l'électricité



1,2 million de clients

Afrique de l'Ouest

**≈ 8 md€ d'investissements
(en partenariat)**

**70 M€
de R&D sur
2018-2020**

X2

**15 M€
investis
dans des
start-ups**

Les lignes de force du Plan Stockage Electrique

Utility Scale



**Grands projets PV+batteries
de 30 à 180 MW**



Pivot Power

Batteries 50 MW stand alone



Projets ZNI

Soutien au réseau,
ENR+stockage



Projets Hexagone

Installations Hybrides

Micro-Grids

Microgrids au Pérou

Microgrids en Guyane



Off Grid



> 245 000 clients

R&D



Test en condition des matériels de stockage

Veille technologique

Modélisation/prévision du vieillissement
des batteries

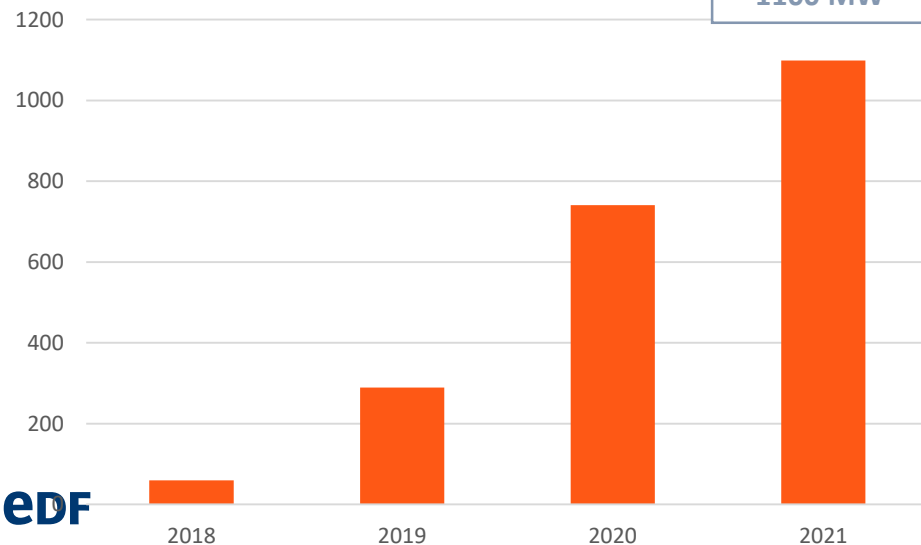
Labo analyses post-mortem des cellules



L'activité stockage du Groupe EDF



Le pipe de nouveaux projets sécurisés est dynamique (cumul en MW)



PROJETS ET RÉALISATIONS

UN PORTEFEUILLE DE PROJETS RÉALISÉS OU SÉCURISÉS EN AUGMENTATION QUI S'ÉTABLIT À 1,1 GW À FIN DÉCEMBRE 2021

Les résultats 2021 bénéficient de l'apport de nouveaux projets de grande échelle :

Signature du contrat PPA de Desert Quartzite (Californie) : batteries (150 MW/600 MWh) couplées à un parc solaire de 300 MW

Lancement de 2 nouveaux projets par Pivot Power (UK) : 2 batteries de 50 MW/100 MWh directement raccordées au réseau de transport

Lauréat de l'appel d'offre « risk mitigation » en vue d'une fourniture d'électricité en Afrique du Sud : batteries (75 MW) couplées à des projets solaires et éoliens permettant de délivrer une puissance dispatchable

Signature d'un PPA ENR avec la ville d'Iquitos (Pérou-500 000 h.- plus grande ville au monde non interconnectée) : 100 MW PV + 100 MWh batterie

Des projets qui entrent progressivement en service :

+ 145 MW de capacités nouvelles mises en service en 2021 en France (Guadeloupe, Martinique), aux Etats-Unis et au Royaume Uni.

Storage as-a-service: Return on experience of a pilot project in Belgium

Thomas JOLIE

Distributed solar and storage, ENGIE

ENGIE Sun4Business: who we are and what we do



Development of large-scale solar installations (PV) in a model of 3rd party financing

- **Business model:** Design – Build – Finance – Maintain – Operate – Transfer
- **Current portfolio:** >75MWp PV installed in Belgium
- **Customer segment:** B2B customers (C&I)
- **What's next?** Other renewable assets, battery storage behind-the-meter

A few of our realizations:



7,6 MW (rooftop + carport)



2,5 MW (rooftop)



CARRIÈRE DES LIMITES
1,9 MW (ground)



An introduction to 3rd party financing

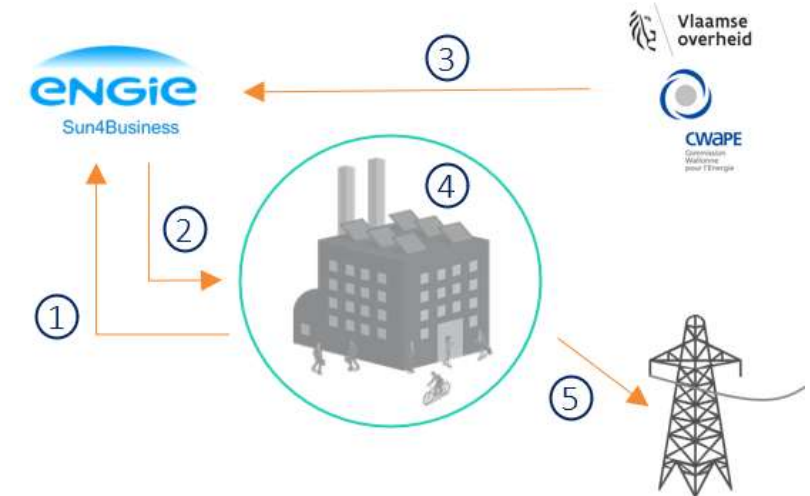
- ① The customer grants the right of superficies (roof / ground) to Sun4Business for development of a renewable project
- ② Sun4Business develops, builds & maintains the PV installation
- ③ Sun4Business obtains underlying subsidies or government support (green certificates)

Option 1 (PPA):

- ④ Customer pays a fixed EUR/MWh for locally produced & consumed renewable electricity
- ⑤ The energy surplus is valorized & sold by Sun4Business

Option 2 (Lease):

- ④ Customer pays a fixed yearly amount (EUR) in return for 100% of locally produced electricity
- ⑤ The customer valorizes & sells the energy surplus



Key customer benefits:

- CAPEX-free service offering
- Transparent and stable pricing
- Peace of mind (worry-free from design and administration to daily operations)
- ENGIE expertise, reliability & quality-standards

ENGIE's expertise on storage in Belgium

R&D



Storage lab @ Laborelec:

- Testing of new battery technologies
- Development of EMS functionalities

Grid



Battery park @ Drogenbos:

- 6MW/6MWh
- Front of the meter
- Use case: Ancillary services

B2B



TESLA megapack @ Luik Natie:

- 600kW / 1250kWh
- Behind the meter
- Use case: maximization of auto-consumption (solar / wind)

B2C



Commercial offer @ M&S:

- Sizing: 6 – 18kW
- Behind the meter
- Use case: maximization of auto-consumption (solar / wind)

Battery use cases



Maximized use of locally produced, green energy

Temporary storage of surplus solar & wind power



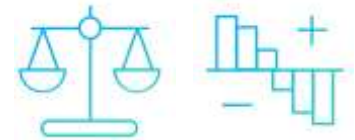
Optimized energy capacity management

Peak shaving / avoided grid upgrades / fast-charging



Energy markets

Grid supporting services / Real-time energy trading



Security of Supply

Power Quality / Back-up capability



Luik Natie: the perfect candidate for the roll-out of a new business offering

Luik Natie: Company profile

- Luik Natie is a cold store warehousing company, aiming to become the first carbon neutral logistics provider in the port of Antwerp
- Annual energy consumption: 5,4GWh/year
- Wind Turbine (3,5MW): first company in PoA with direct wind turbine off-take (2015)

Key criteria to implement their ambition

- A strategic and trustworthy partner to support them in the energy transition
- Integrated solutions, including financing (No CAPEX)
- Maximized generation of local, renewable energy through **PV installation**
- Maximized usage of local, renewable energy through **battery storage**
- Maximized electrification, including **E-mobility**



Luik Natie x ENGIE Sun4Business: a long-term partnership

- **Asset development:**

- PV capacity: 1,2 MWp installed
- Battery storage: 600kW / 1,2MWh (Tesla Megapack)
- 2 EV chargers

- **Contractual framework:**

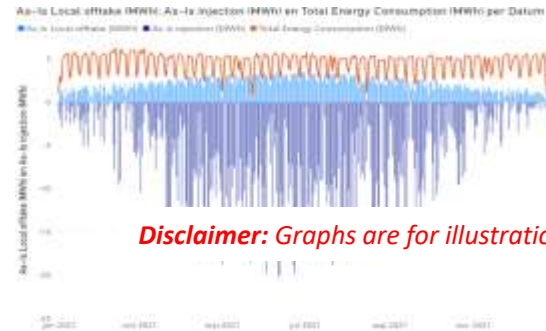
- Contract framework: 3rd party financed solution
- Contract duration: 10 years, afterwards ownership is transferred to Luik Natie
- Remuneration: Fixed yearly remuneration (incl profit sharing mechanism)



REX after one year of operations

Battery performance at Luik Natie:

- Primary focus: auto-consumption
- Complementarity of wind + sun
- Battery optimization opportunities



Disclaimer: Graphs are for illustration purpose, and not based on actual customer data

Key lessons learned:

- Investment cost is significant; cost optimization is key (civil works, combination of assets, ...)
- Difficult to develop a profitable case on Auto-consumption only
- The importance of value stacking and performant IT optimization algorithms
- Long development process vs Short term opportunities
- Best practices in Safety & Security
- The commissioning process & alignment with grid operators
- Bankability: Risk vs reward

Production hybride Photovoltaïque + Stockage

Pierre Parent

Directeur Marchés et Règlementation

Contexte EnR + Stockage

Enjeux du développement EnR

Un développement essentiel à la transition énergétique, fortement encouragé par les pouvoirs publics :

Projet de loi relatif à l'accélération des énergies renouvelables, août 2022



Une solution permet de faire face à ces défis : **le stockage**



Mais soumis à des contraintes de plus en plus fortes :

1

Des Contraintes et des Coûts de
RACCORDEMENT en hausse



+40%
+700%

2

Des Risques de Valorisation Marché
en Post FIT



Cas d'usage raccordement

1

Cas 1 : Diminuer la Puissance de Raccordement pour se raccorder au plus proche

SANS Batterie – Offre de Référence ENEDIS



Distance de Raccordement	Coût Racc
13 km	1.4 M€

AVEC BATTERIE – Offre Alternative*



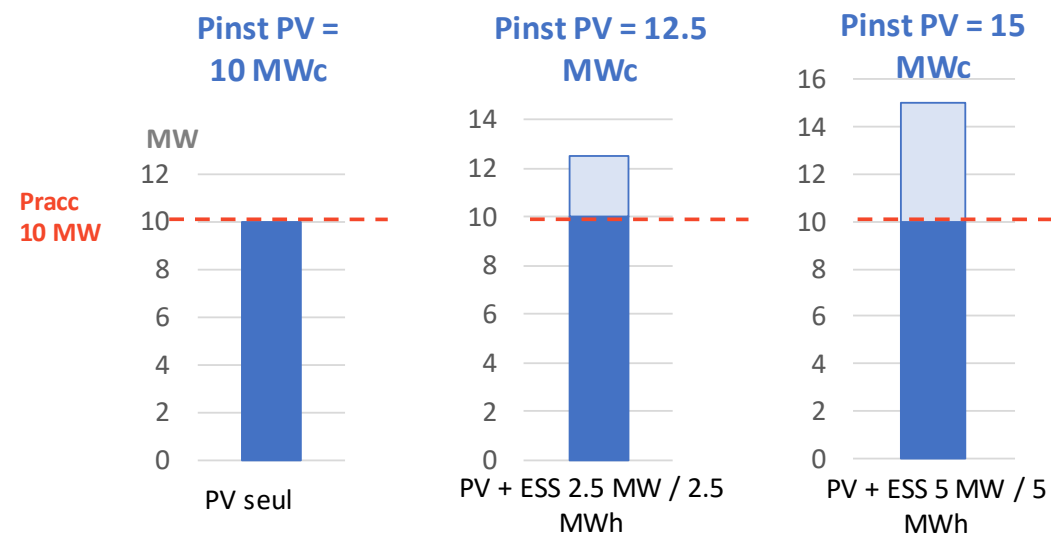
Distance de Raccordement	Coût Racc
3 km	400 K€

* Par ex: raccordement en picage ou antenne HTA

2

Cas 2 d'extension PV : augmenter la Puissance PV au dessus des capacités du réseau

Le stockage permet, à capacité de raccordement contrainte, d'augmenter la puissance de l'installation PV



Et inversement, le stockage permet de réduire la puissance de raccordement pour une capacité installée fixée.

Cas d'usage profilage de production

1

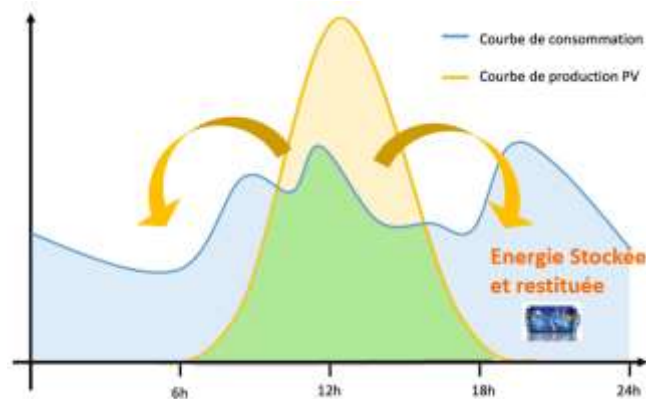
Cas 1 : Ajuster la production à la consommation

SANS Batterie – Injection « as produced »

Pas de contrôle sur la production, dépendante de l'ensoleillement

AVEC BATTERIE – Injection « as nominated »

Contractualisation d'un profil de production adapté au consommateur



2

Cas 2 : Réduire le risque marché

Exposition au marché même pour les projets régulés

➤ via le mécanisme des écarts

Coût des écarts = manque à gagner + pénalité

➤ Hypothèses : erreur statistique prévision en volume par pas de temps de 30 minutes = 30%, différence moyenne entre prix des écarts et prix SPOT = 5%

➤ A comparer au prix de vente garanti : <50 €/MWh pour les derniers AO

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
prix PEAK [€/MWh] 8-20h	49	55	43	35	117	594	930	460
Coût écarts [€/MW-PV]	0,7	0,8	0,6	0,5	1,7	8,9	13,9	6,9

SANS Batterie – Pas de levier pour réduire le volume en écart (imprécision structurelle de la production PV)

AVEC BATTERIE – Lissage en temps réel de l'injection PV pour l'ajuster à la prévision

Entreprise

ZE Energy : une entreprise en forte croissance en Europe

Des effectifs en forte croissance

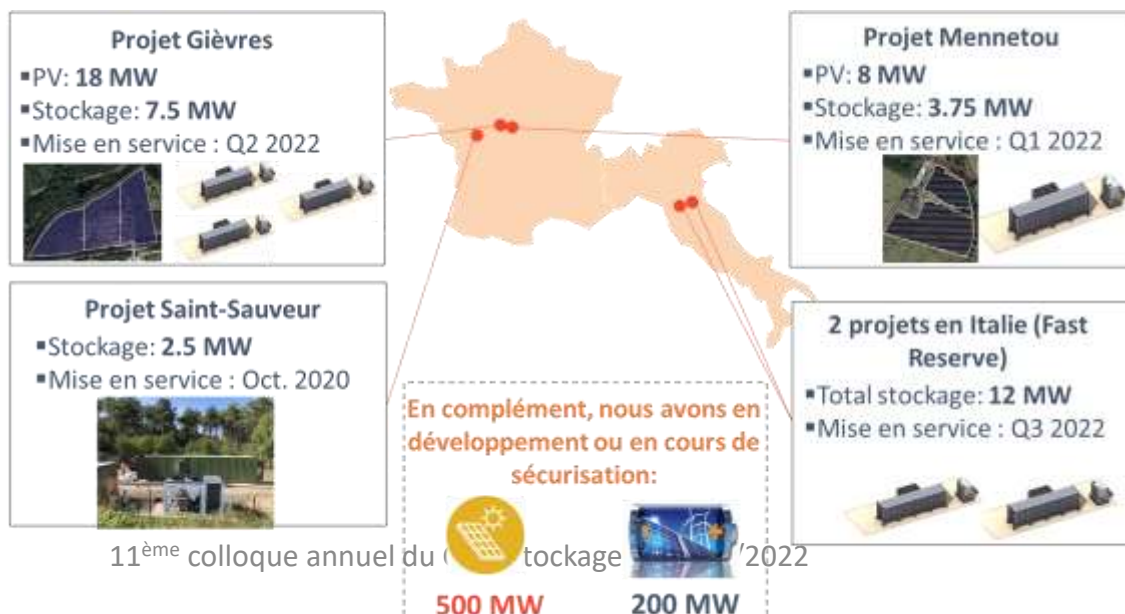


La vision de ZE Energy:

En misant sur les centrales hybrides, ZE Energy fait levier sur 4 axes :

- Libérer l'énergie solaire de son intermittence
- Minimiser l'impact réseau
- Optimiser la valeur des centrales
- Capitaliser sur son avance en termes d'offres sur les CPPAs

5 projets déjà sécurisés



Des objectifs forts pour 2025



700 MW
de capacité PV



350 MWh
de stockage



5 Pays européens
France, Italie, Allemagne,
Espagne, Royaume Uni

Acteur majeur des centrales solaires de nouvelle génération

Ils font confiance à ZE Energy ...

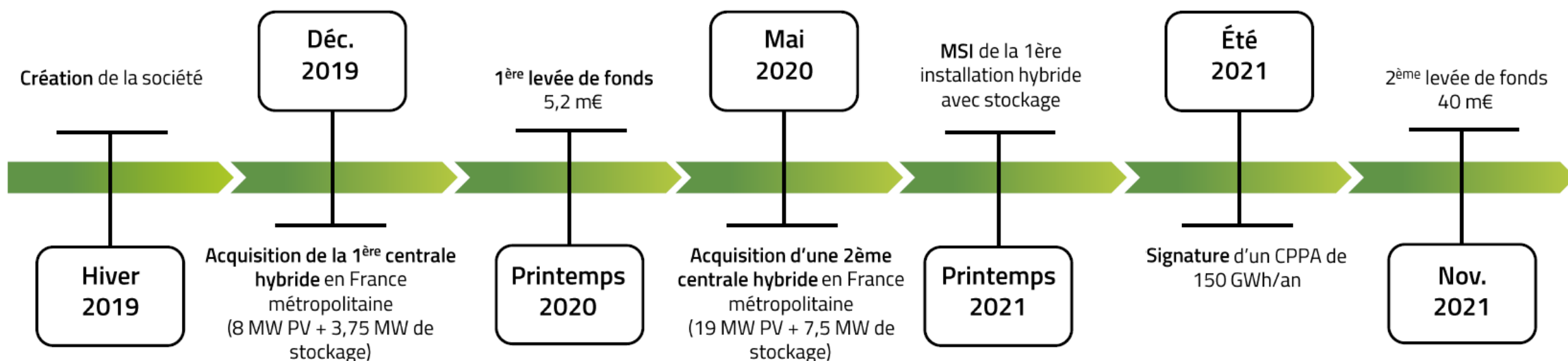
... et financent sa croissance



High-Tech Gründerfonds



- Demeter, EverWatt et High-Tech Gründerfonds ont participé à une première augmentation de capital de ZE Energy en juin 2020 (levée de fonds de 5,2 m€)
- BPI, la Banque Postale et le Crédit Coopératif ont financé les premiers projets hybrides solaire stockage de ZE Energy en 2021 avec 16 m€ de dette
- La Caisse des Dépôts et Consignations a co-investi aux côtés de ZE Energy dans deux centrales hybrides
- Le fonds Marguerite et le groupe Sorégies entrent au capital de ZE Energy en 2021 lors d'une levée de fonds de 40 m€

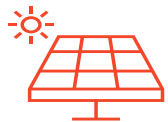


Une offre adaptée à la demande croissante des industriels

Garantie d'énergie livrée pour le jour suivant

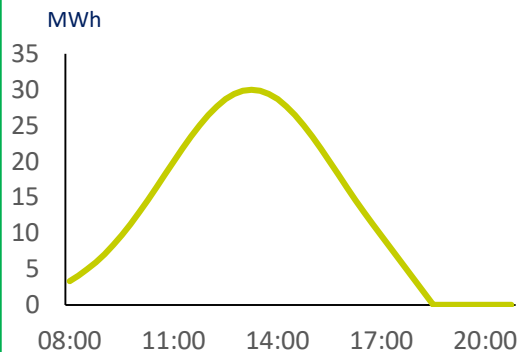
- Aucun risque d'équilibrage pour l'acheteur
- Un profil de production lissé pour optimisant la fourniture d'électricité pour le consommateur

PV seul



Aujourd'hui – Standard CPPA

CPPA "Pay-As-Produced"



Production d'une centrale solaire de 30 MW (à titre indicatif)

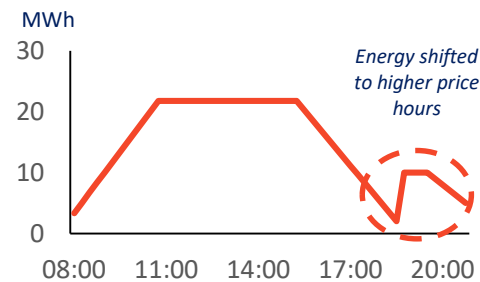
PV plus stockage



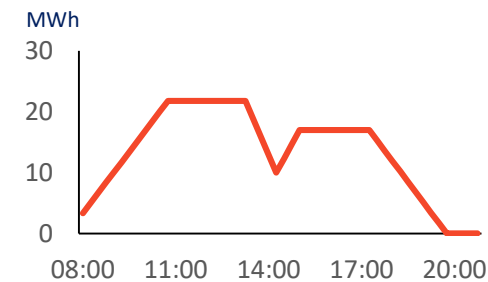
Aujourd'hui – CPPA lissé

CPPA lissé avec garantie d'énergie livrée pour le jour suivant

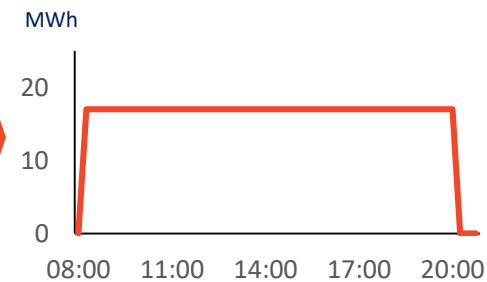
Profil garanti en J-1



Profil solaire lissé



Produit solaire "peak"



Production d'une centrale solaire plus stockage de 30 MW (à titre indicatif)

Projets

Projet Saint-Sauveur (86) – Environ de Poitiers

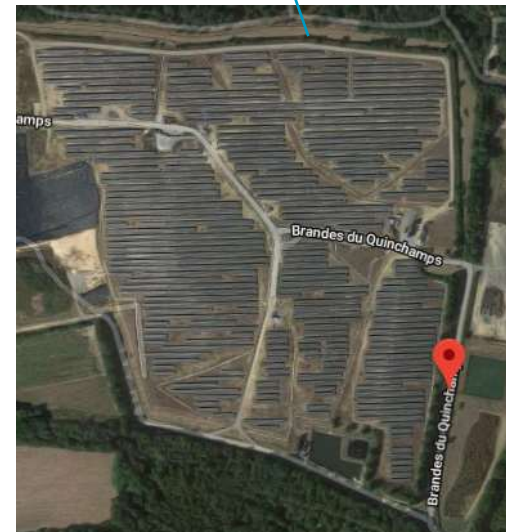
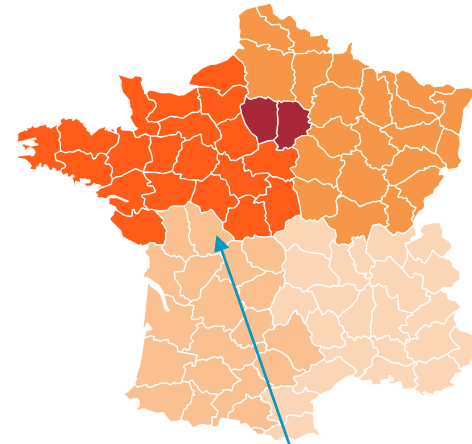
Batterie de 2.5 MW sur une centrale PV existante de 11 MW

Données Clefs Projet

- Propriétaire de la Centrale PV : Groupe Energies Vienne
- Taille de la Batterie : 2.5 MW
- Taille du PV : **11 MW** (PV en exploitation depuis 2018)
- Date de mise en service : Été 2020

Client / Partenaire

- Projet mené en partenariat avec le Syndicat et Groupe Energies Vienne et ses filiales SERGIES, SOREGIES et SRD



Batterie 2.5 MW



Projet Mennetou sur Cher (41)

Centrale Hybride PV = 8.13 MWc / Batterie = 2.5 MW

Données Clefs Projet

- **Modèle : Centrale Hybride PV + Batterie**
- Propriétaire du PV : ZEE et partenaires financiers
- Taille de la Batterie : **2.5 MW**
- Taille du PV : **8,13 MWc**
- PV Tarifé AO CRE 4.5
- Date de début d'exploitation : Q2 2022

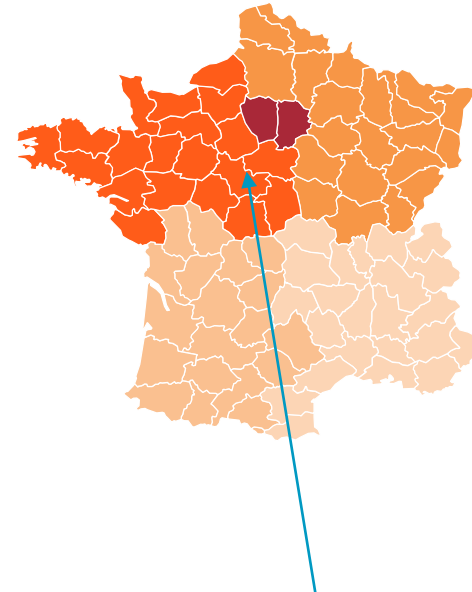
Acteurs / Partenaires

Développement



Financement / Construction /
Exploitation

ZGenergy



Batterie 2.5 MW



Projet Gièvres (41)

Centrale Hybride PV = 18 MWc / Batterie = 7.5 MW

Données Clefs Projet

- **Modèle : Centrale Hybride PV + Batterie**
- Propriétaire du PV : ZEE et partenaires financiers
- Taille de la Batterie : **7.5 MW**
- Taille du PV : **18 MWc**
- Date de début d'exploitation : Q3 2022

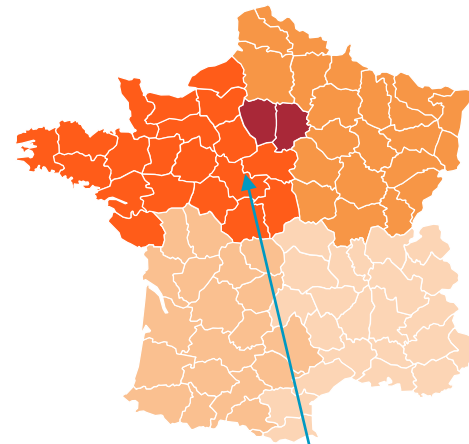
Acteurs / Partenaires

Développement



Financement / Construction /
Exploitation

ZGenergy



3 Batteries de 2.5 MW



Projet Vert (40)

Centrale Hybride PV = 78 MWc / Batterie = 15 MW

Données Clefs Projet

- **Modèle : Centrale Hybride PV + Batterie**
- Propriétaire du PV : ZEE et partenaires financiers
- Taille de la Batterie : **15 MW**
- Taille du PV : **78 MWc**
- Date de début d'exploitation : Q2 2024

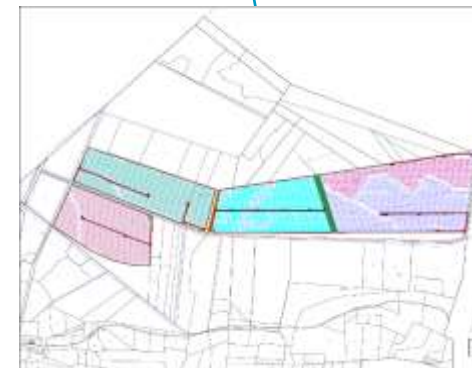
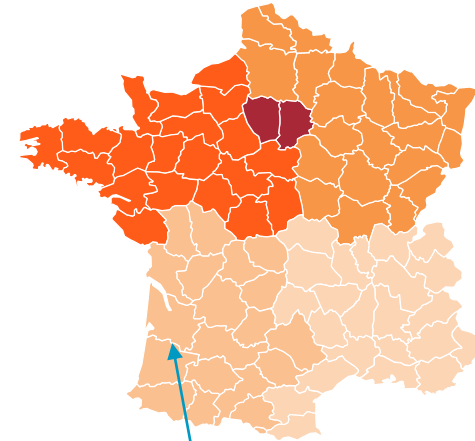
Acteurs / Partenaires

Co-développement



Financement / Construction /
Exploitation

Zenergy



5 Batteries



Projet Italie

Batteries seule 10 MW pour réserve primaire de fréquence

Données Clefs Projet

- **Modèle : Batterie seule**
- Propriétaire du PV : ZEE et partenaires financiers
- Taille de la Batterie : **10 MW**
- Date de début d'exploitation : Q2 2023

Acteurs / Partenaires

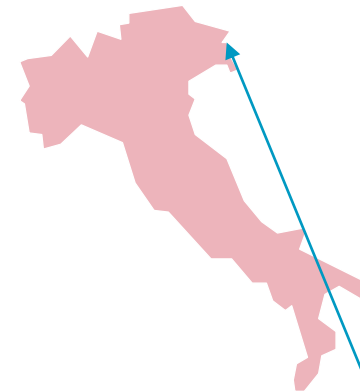
Développement

ZEenergy

Financement / Construction /
Exploitation

ZEenergy

ZE Energy lauréat de l'appel d'offre du gestionnaire de réseau italien (Terna) en décembre 2020



PROGETTO PILOTA FAST RESERVE – ESITI ASTA

Oggi si è svolta l'asta per l'approvvigionamento del servizio di regolazione ultra-rapida di frequenza (Fast Reserve).
L'asta ha registrato un'ampia partecipazione: 53 operatori, 117 Fast Reserve Unit per un valore di potenza qualificata complessivamente pari a 1.327,3 MW.
Nelle tabelle 1 si riportano, per ciascuna area di assegnazione, le quantità complessivamente accettate ed il relativo prezzo medio ponderato.

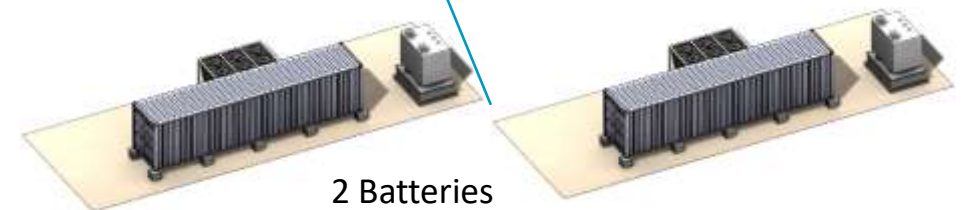
Area di assegnazione	Potenza Assegnata (MW)	Prezzo medio ponderato (€/MWh/anno)
CENTRO NORD	110,7	23.418
CENTRO SUD	101,7	27.379
SARDEGNA	39	61.016
Totale	249,9	

Tavola 1: Risultati per area di assegnazione

Nelle tabelle 2, 3 e 4 si riportano, per ciascun operatore assegnatario e per ciascuna area la Fast Reserve Unit ed il relativo prezzo di assegnazione.

Area di assegnazione Centro Nord			
Ragione Sociale	Codice Unità	Potenza Qualificata (MW)	Prezzo di assegnazione (€/MWh/anno)
ENEL ITALIA S.R.L.	FRU_124223_15		
ENEL ITALIA S.R.L.	FRU_124223_17		
ENGIE ITALIA S.P.A.	FRU_026178_03		
TALENER ENERGY S.R.L.	FRU_107998_01		
IEA ITALY S.P.A.	FRU_118865_01		
REN ENERGIA S.P.A.	FRU_081810_03		
REN ENERGIA S.P.A.	FRU_081810_04		
REN ENERGIA S.P.A.	FRU_081810_05		
ZE ENERGY S.A.S.	FRU_142694_01		
ZE ENERGY S.A.S.	FRU_142694_02		

Tavola 2: Risultati per operatore – area centro-nord



2 Batteries

Enjeux

Enjeux pour le développement des centrales hybrides (1/2)

- Accès marché aFRR
 - Dérogation de 3 ans pour sortie du régime d'obligation
- Comptage installations hybrides
 - Enjeu : isoler injection de source EnR VS source réseau, notamment pour attribution GO
 - Soutien à la position ATEE de proposer une solution pragmatique et opérationnelle
 - Compromis précision vs faisabilité
- Limite de rampe de puissance 4 MW/min
 - En l'état, impose limitation à 2 MW de FCR par PDL
 - Evolutions souhaitées
 - Certification RTE : limite de rampe appliquée à la demi-bande de réglage
 - Raccordement : régulation de tension VS contrainte de rampe
 - Travaux en cours
 - ZE Energy retenu dans le cadre de la pré-sélection du BâS réglementaire CRE (guichet janvier 2022) sur cette problématique
 - Projet d'expérimentation avec ELD

Enjeux pour le développement des centrales hybrides (2/2)

- TminLER 15 minutes
 - Proposition ENTSO-E d'exclure à terme les actifs limités à 15 minutes
 - Alternatives marché encore incertaines aujourd'hui (cf. suspension aFRR) => dégradation des conditions de financement
- TURPE
 - Taxation de l'énergie cyclée contraire aux orientations publiques de développement de la flexibilité
 - NB : Exonération déjà en vigueur dans plusieurs pays UE (Italie, Allemagne)
- Financement
 - Sécurisation revenu PV : absorption surcoûts CAPEX et écarts
 - Sécurisation revenu Stockage : AOLT, raccordement (ORO/ORI), TminLER



Merci pour votre attention.

Modèles d'affaire et marchés mondiaux du stockage d'électricité

Michael SALOMON

Chief Executive Officer, CLEAN HORIZON CONSULTING



CLEANHORIZON

The Energy Storage Experts

Modèles d'affaire et marchés mondiaux du stockage d'électricité

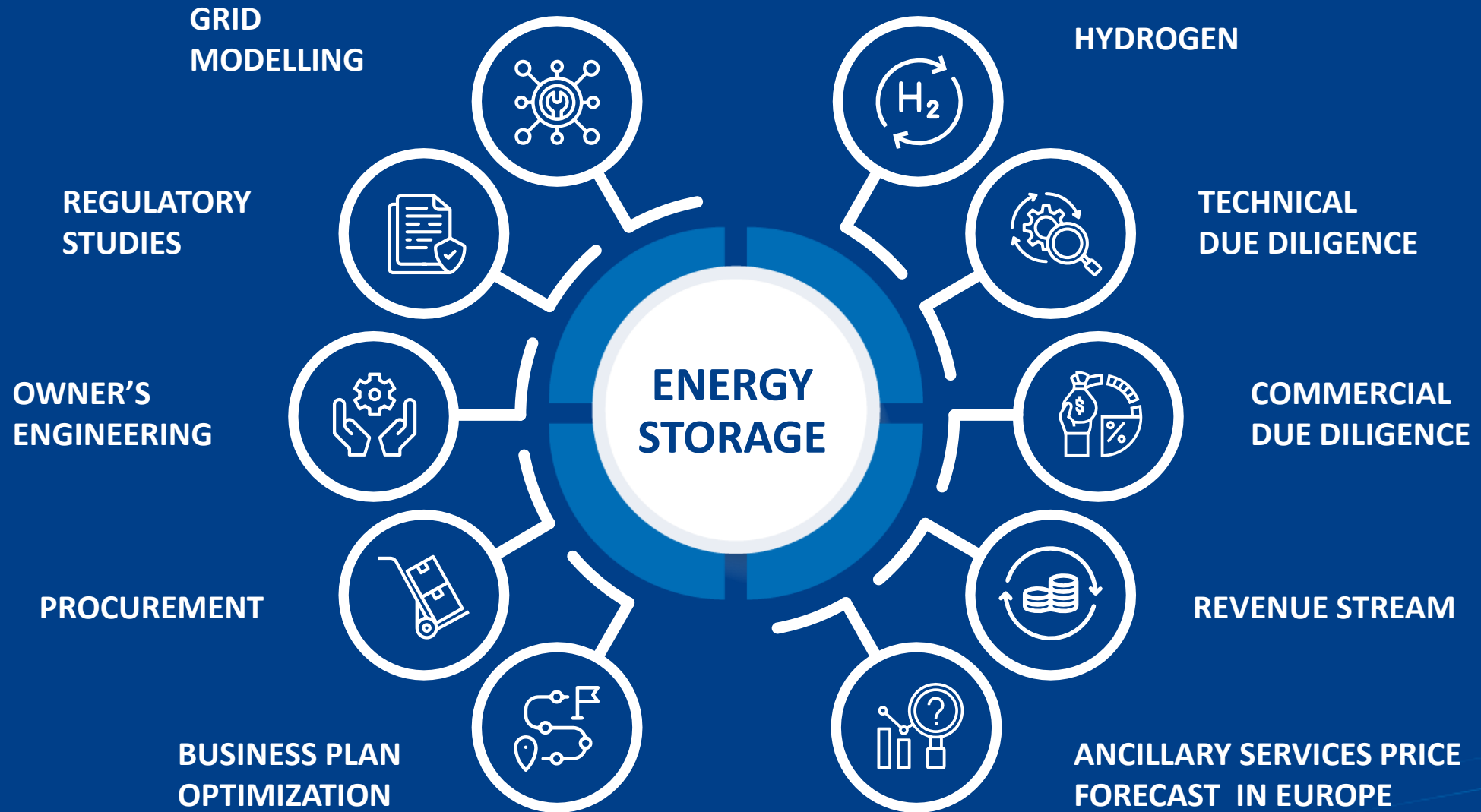
Jeudi, 06 Octobre 2022

Michael Salomon
ms@cleanhorizon.com

12 rue de la Chaussée d'Antin
75009 Paris, France
contact@cleanhorizon.com
Tél : +33 (0)1 78 76 57 04

Clean Horizon Americas
1200 BRICKELL AVE, SUITE 1960
MIAMI, FL33131, USA
reports@cleanhorizon.com

Expertise in energy storage related areas



SINCE 2009, CLEAN HORIZON HAS BEEN A ONE-STOP SHOP ENERGY STORAGE CONSULTANCY



MARKET ANALYSIS

Strong market studies expertise worldwide in energy storage systems.

Our experts have technical, economic, regulatory expertise, and cover different geographies, constantly tracking market evolutions.

The expertise of the Clean Horizon team enables extensive understanding of challenges and opportunities for energy storage and hydrogen.



TECHNICAL CONSULTING

Relying on CRE-STORE, our dedicated energy storage modeling tool, we act as owner's engineer and lender's engineer for IPPs and lenders worldwide.

We also work for national utilities to help them quantify their energy storage master plan.

UNIQUENESS

Realistic assumptions &
accountability for results

We accompany your projects
from conception to commissioning

OUR SCOPE OF WORK FOR ENERGY STORAGE OR HYDROGEN PROJECTS



We assist decision makers by assessing addressable markets for energy storage and green hydrogen projects

We support project owners from the design phase all the way to the operation phase, including procurement

A key value added of Clean Horizon is our capability to use the same methods at the design phase and during operation, in order to maximise investor confidence

OVERVIEW



Introduction

Business models: overview of the available applications worldwide

Business models in Europe

Business models in US (Texas example)

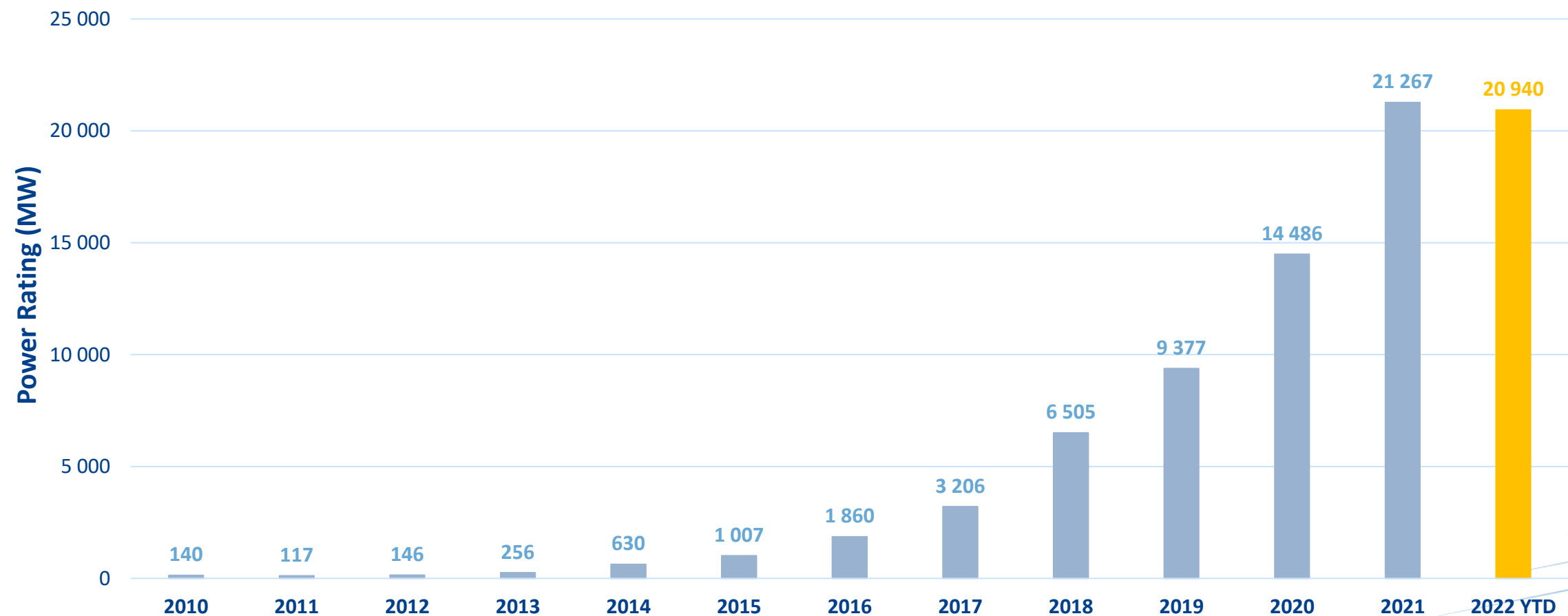
Business models in Australia

Business models in Asia

Global Large-Scale Energy Storage Project Announcements

(~120 GW of pumped-hydro excluded)

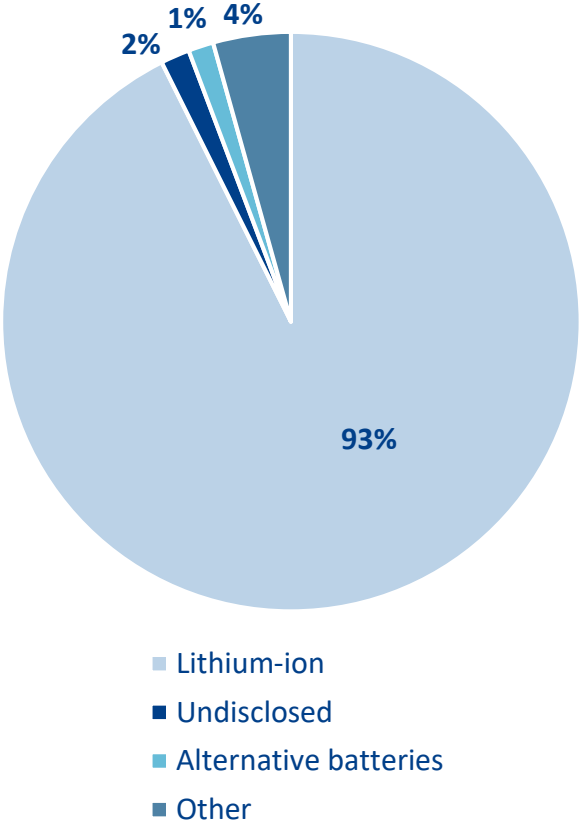
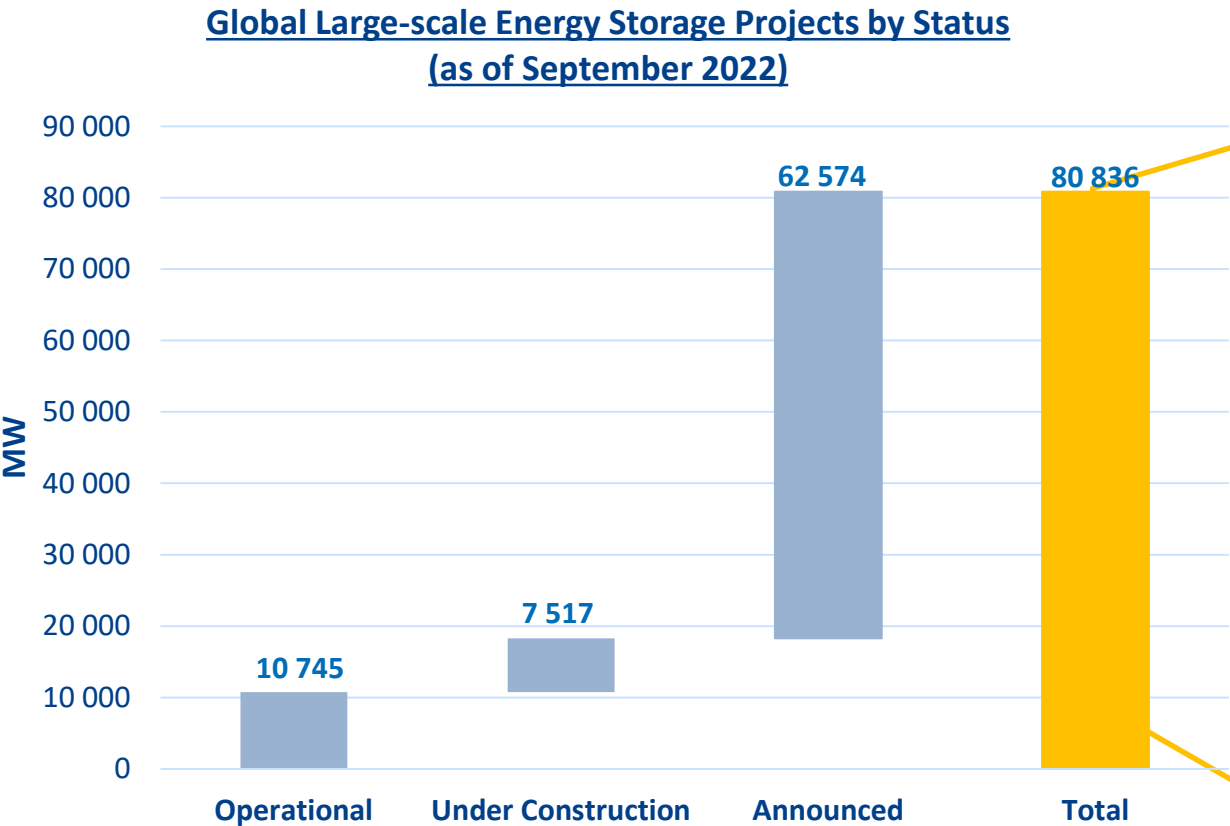
Announcements of Large-Scale Energy Storage Projects



Energy storage is growing exponentially!

Li-ion batteries massively dominate the energy storage market

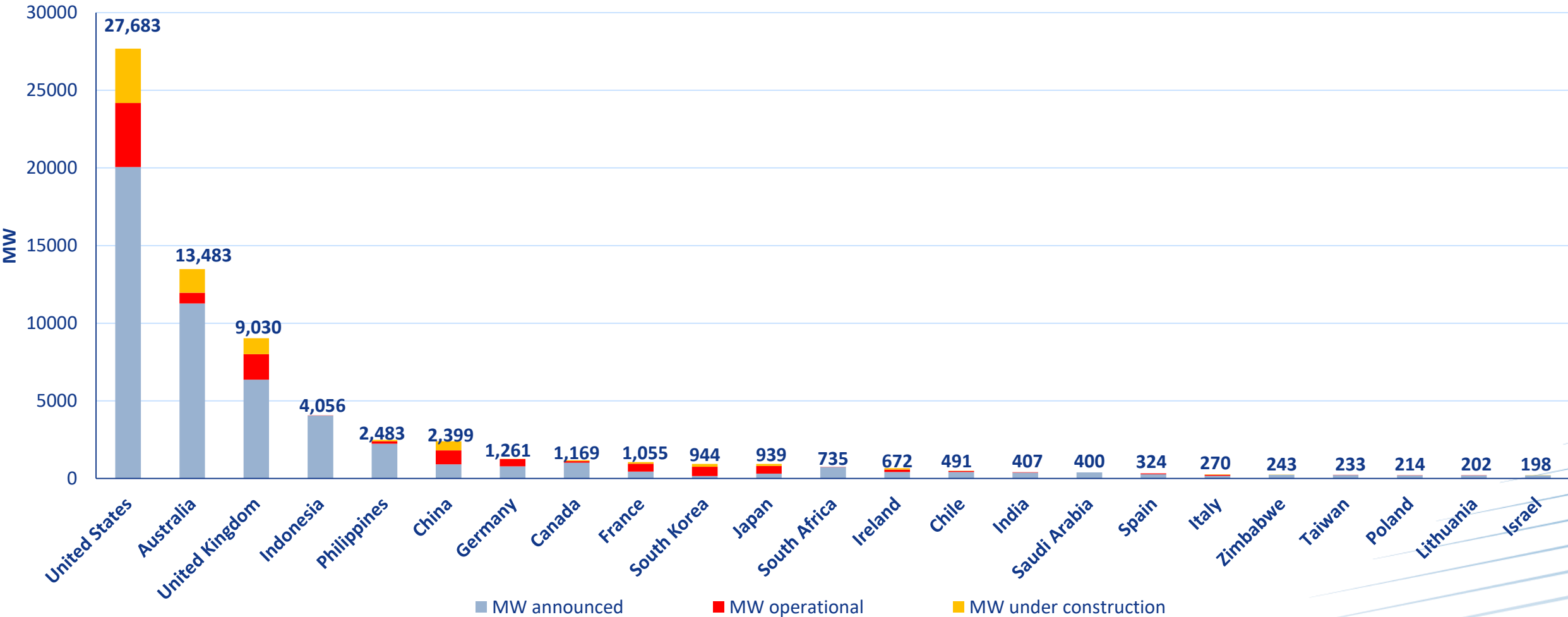
At the global level: 76 GW of battery storage projects, with roughly 77% under development and 93 % Lithium-ion batteries



Source: Clean Horizon Energy Storage Source (CHES) - September 2022
* These values exclude the 7.5GW/30GWh Sun Cable Tennant Creek facility and the 5GW/20GWh Xlinks Morocco-UK Power Project

Leading energy storage markets

Overview of the leading energy storage markets
Operational, announced and under construction projects in MW



« Honorable mentions »: * Indonesia with 4056 MW thanks to the 4-GW Anantara PV+Storage project , * Ghana with the Meinerger Solar-plus-storage project (500 MWh), * Total Eren - KazMunaiGas wind+storage MoU (500MW/1,000 MWh) in Kazakhstan

Source: Clean Horizon’s Leaderboard (September 2022)

OVERVIEW



Introduction

Business models: overview of the available applications worldwide

Business models in Europe

Business models in US (Texas example)

Business models in Australia

Business models in Asia

In unbundled electricity systems, stationary storage can have access to a wide range of revenue streams

Structure of revenue streams depends on the market and application

Market	Revenue
Wholesale Energy Market • Day-ahead • Intraday	Buy low (charge) Sell high (discharge) €/MWh
Capacity mechanism	Premium for capacity provision €/MW/year
Services to transmission and distribution networks • Primary Reserve • Secondary Reserve • Balancing mechanism • Voltage Regulation	Premium for capacity provision, adequation to capacity contracted, or energy provided/consumed when needed (both €/MW and €/MWh)
Local flexibility services to system operators • Grid congestion management	

- A storage system can access various revenue streams from energy markets to services to network operators
- All those services are stackable but some interfere, in term of battery use time

OVERVIEW



Introduction

Business models: overview of the available applications worldwide

Business models in Europe

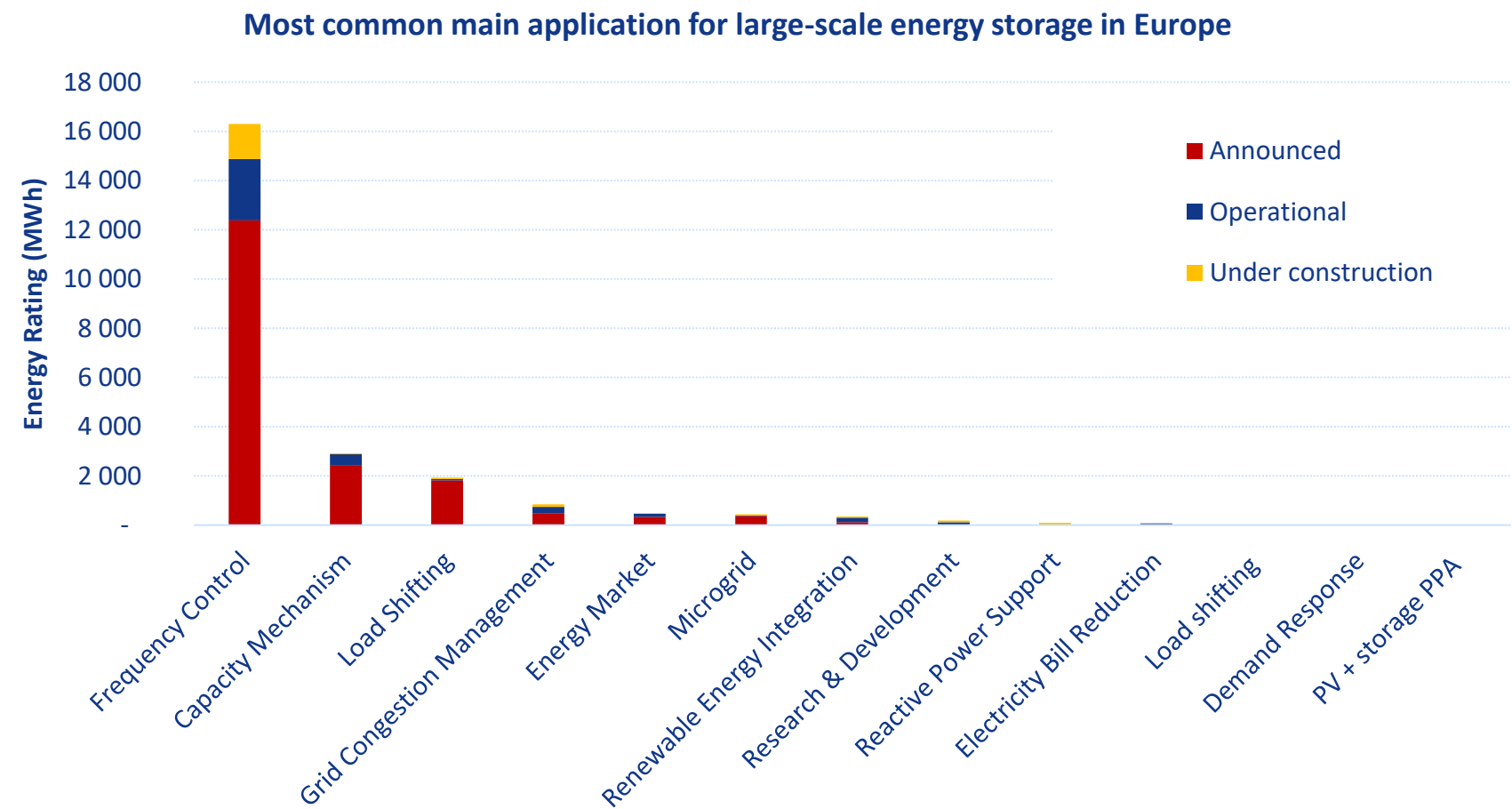
Business models in US (Texas example)

Business models in Australia

Business models in Asia

Europe: most common main revenue for energy storage

Though energy storage systems can partake in several applications, frequency control is the main application today



- Frequency control is a low hanging fruit for energy storage systems
- Capacity mechanisms are a very good complementary revenue streams often triggering investment

OVERVIEW



Introduction

Business models: overview of the available applications worldwide

Business models in Europe

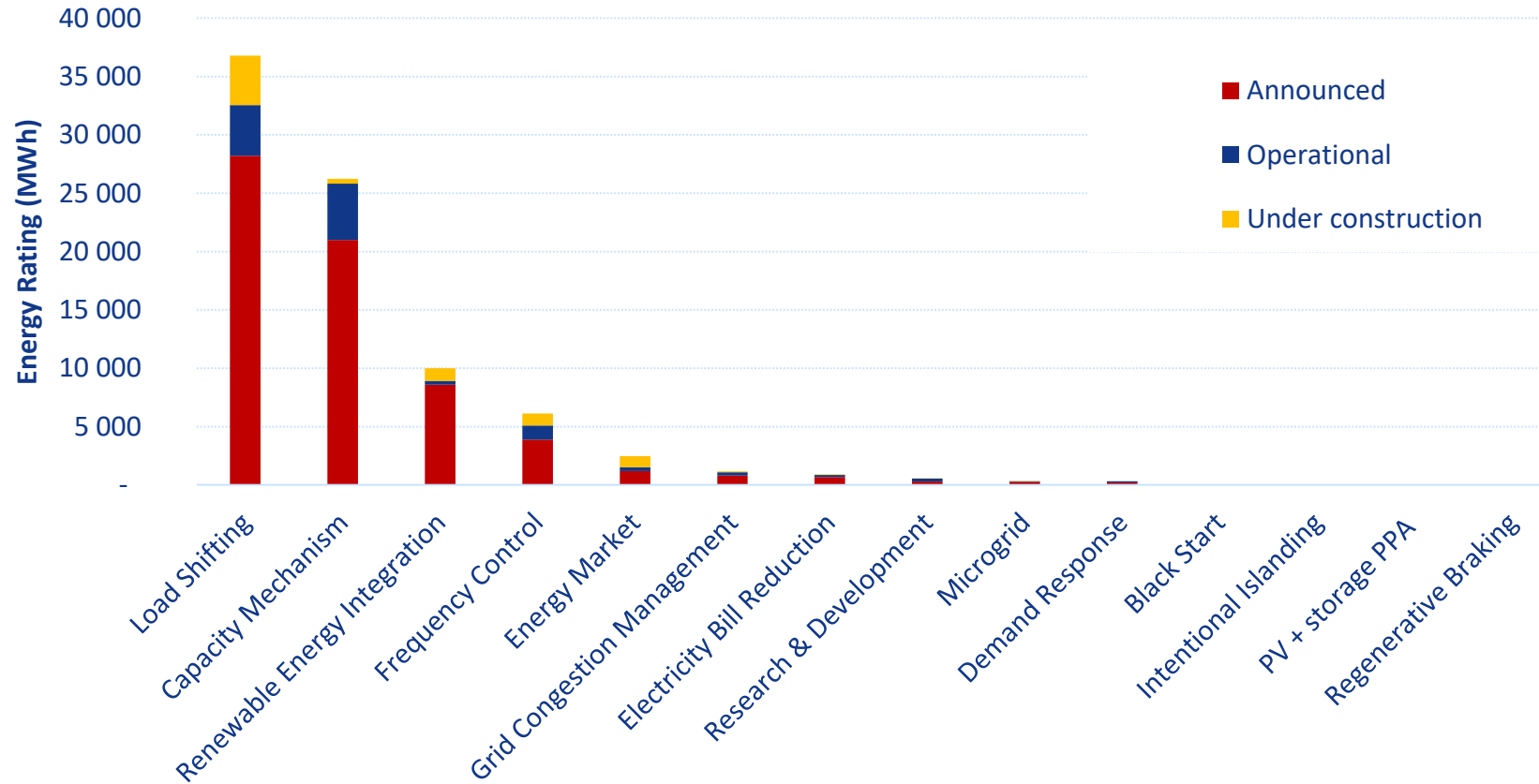
Business models in US (Texas example)

Business models in Australia

Business models in Asia

US: most common main revenue for energy storage

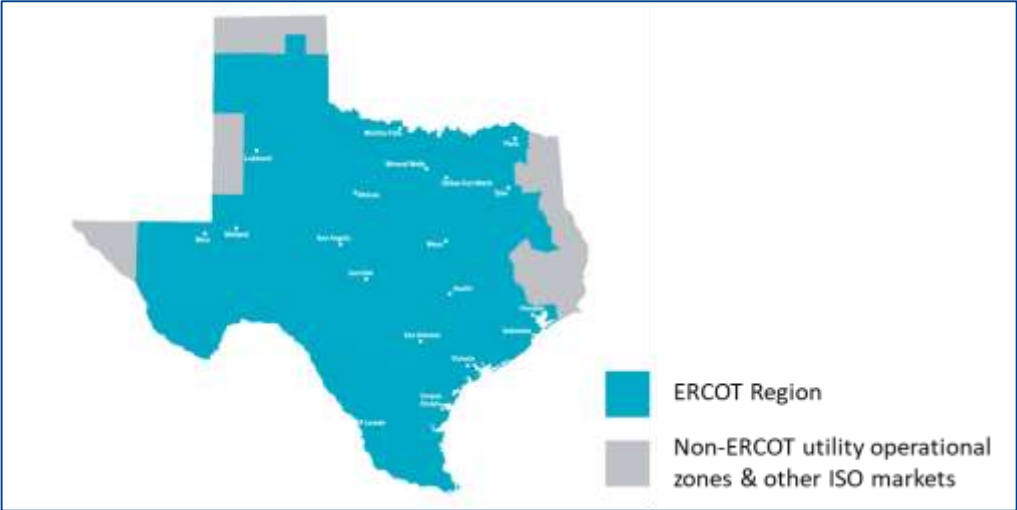
Most common main application for large-scale energy storage in US



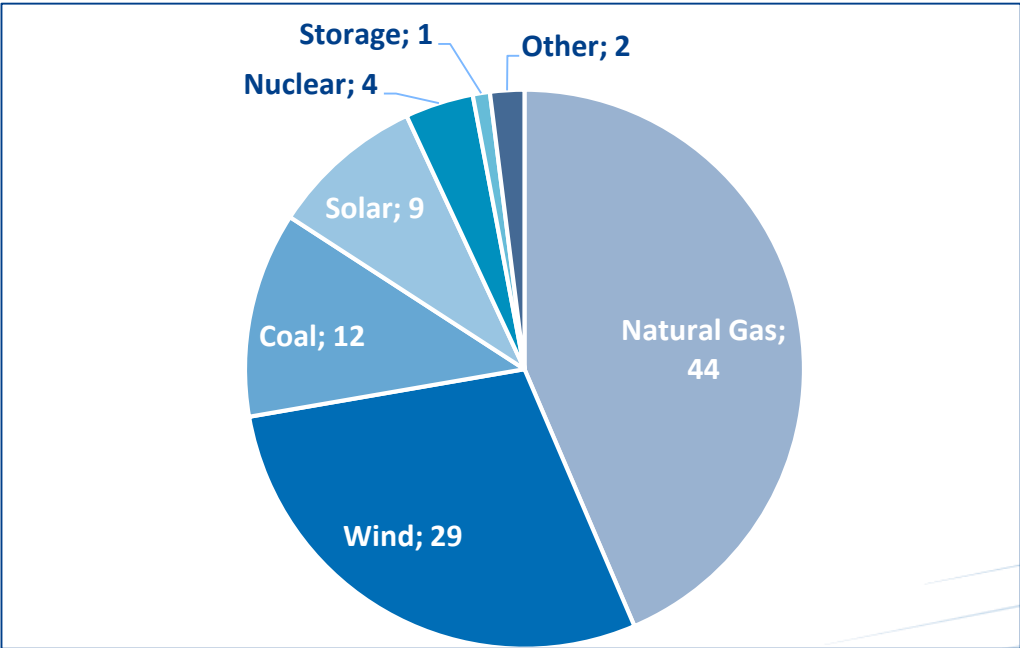
- Load shifting is a low hanging fruit for energy storage systems
- Capacity mechanisms are a very good complementary revenue streams often triggering investment

Texas: Market Overview

The Electricity Reliability Council of Texas (ERCOT) serves more than 26 million customers and includes more than 1,800 active market participants, covering 90% of the state’s total load.



Texas’s generation fleet has a nameplate capacity of 150 GW (as of April 2022) out of which 128 GW are located in the ERCOT operational zone.



Generation capacity split within ERCOT, as of June 2021

The ERCOT ancillary services market is creating new services in which batteries can perform greatly

	Requirement	Future steps
Regulation Market <i>(common price over entire market)</i>	• Similar to a frequency restoration or secondary reserve • Fast Responding Regulation Service (FRRS): • respond within 60 cycles (1 second) • must sustain output for at least 8 minutes.	FRRS: asset must sustain output for at least 15 minutes (2024)
Responsive Reserve service (RRS) <i>(common price over entire market)</i>	• Similar to a frequency containment reserve • Fast Frequency Response (FFR, trigger at 59.85 Hz): ▪ 450-MW volume limit ▪ Activated in 15 cycles or less for 15 minutes max ▪ asset must be able to sustain its output for at least 15 minutes ▪ must restore its full FFR responsibility within 15 min	
Non-Spinning Reserve Service (NSPIN) <i>(common price over entire market)</i>	• Reserves that can be ramped to a specific output within 10 or 30 minutes • Must sustain its output for one hour minimum • Not accessible to storage	
ERCOT Contingency Reserve Service (ECRS) – not available yet	• To be introduced in 2022 to restore RRS responsibility once RRS resources are depleted or to mitigate a reliability concern if there is a deficiency in the ramping capacity. • Should respond within 10 minutes to the deployment instructions	

The ERCOT ancillary services market is creating new services in which batteries can perform greatly

- The average total ancillary service requirements over the ERCOT market fluctuate between 3,807 MW and 5,958 MW (in 2020, the average total AS requirement was around 4,800 MW) with the following split across the different services:
 - **Responsive Reserve Service (RRS)**: 2,300 to 3,200 MW (in 2021, 2,617 MW)
 - **Regulation Service (REGUP and REGDN)**: 157 to 687 MW (in 2021, 318 MW for REGUP and 295 MW for REGDN)
 - **Non-Spinning Reserve Service (NSPIN or NSRS)**: 0 to 1,180 MW
 - **ERCOT Contingency Reserve Service (ECRS)**: 508 to 1,644 MW

	Average RGDN clearing price (\$/MW/h)	Average RGUP clearing price (\$/MW/h)	Average RRS clearing price (\$/MW/h)
2018	4.4	13.7	18.5
2019	8.0	23.3	28.8
2020	7.2	10.3	11.6
2021	95.6	244.4	312.2
2022 - YTD	11.0	20.3	19.3

Considering 2019's values, the maximum revenue that a 1-hour battery could generate by continuously bidding (24/7) on the REGUP, REGDN and RRS products is of 204,108 \$/MW, 70,080 \$/MW and 252,288 \$/MW respectively

OVERVIEW



Introduction

Business models: overview of the available applications worldwide

Business models in Europe

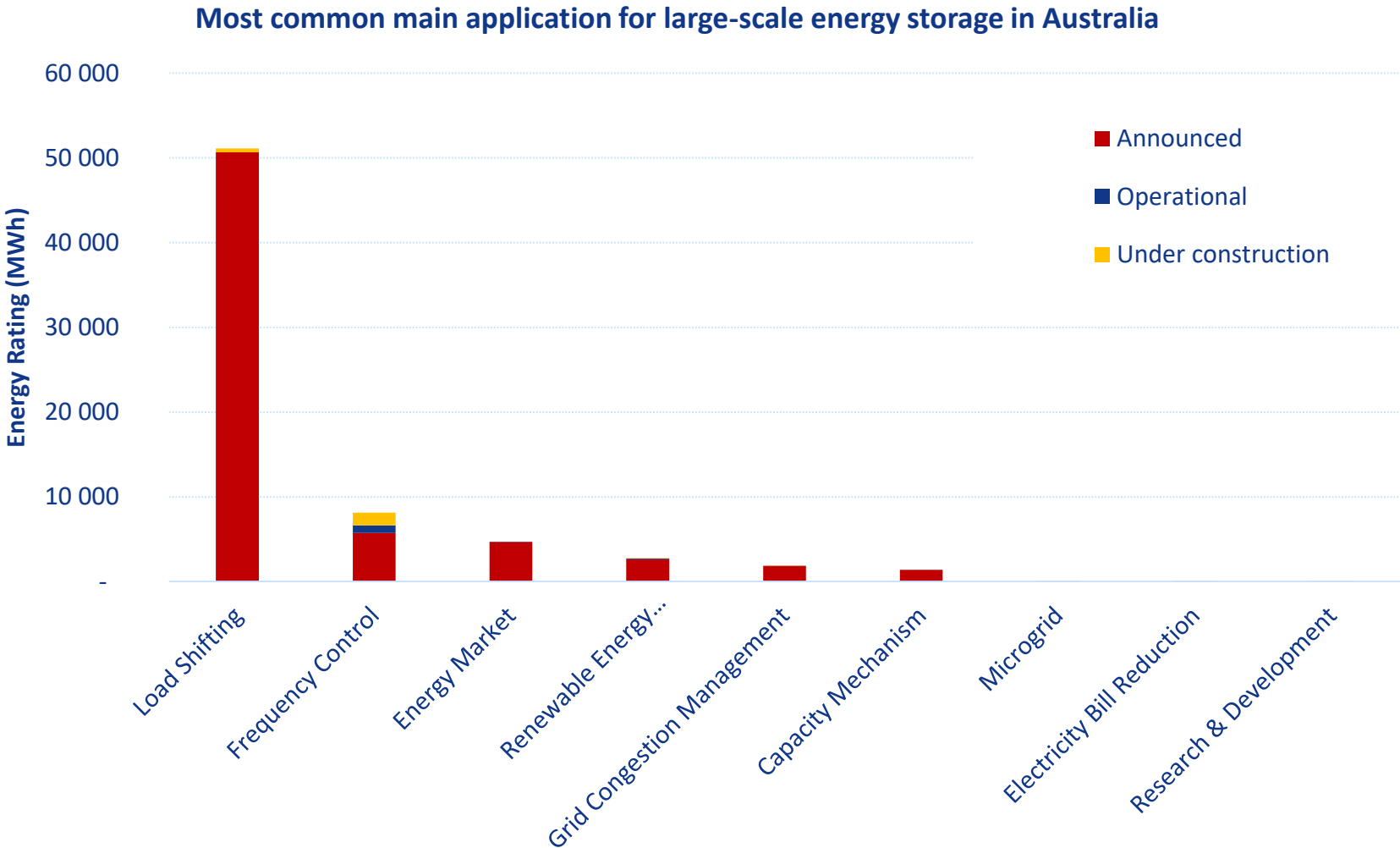
Business models in US (Texas example)

Business models in Australia

Business models in Asia

Australia: most common main applications for energy storage

Though energy storage systems can partake in several applications, frequency control is the main application today



- Load shifting is a low hanging fruit for energy storage systems
- Frequency regulation is a very good complementary revenue streams often triggering investment

FCAS contingency and regulation services can enable storage to generate important revenues

Markets	Description	Type	Trading interval	Remuneration structure	Gate closure	Average price in South Australia
Fast Raise	6 second response to arrest a major drop in frequency	FCAS Contingency	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	19,67 \$/MW/h
Fast Lower	6 second response to arrest a major rise in frequency	FCAS Contingency	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	0,78 \$/MW/h
Slow Raise	60-second response to stabilise frequency following a major drop in frequency	FCAS Contingency	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	9,6 \$/MW/h
Slow Lower	60-second response to stabilise frequency following a major rise in frequency	FCAS Contingency	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	0,95 \$/MW/h
Delayed Raise	5-minute response to recover frequency to the normal operating band following a major drop in frequency	FCAS Contingency	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	3,78 \$/MW/h
Delayed Lower	5-minute response to recover frequency to the normal operating band following a major rise in frequency	FCAS Contingency	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	0,45 \$/MW/h
Regulation Raise	used to correct a minor drop in frequency	FCAS Regulation	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	12,7 \$/MW/h
Regulation Lower	used to correct a minor rise in frequency	FCAS Regulation	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	4,6 \$/MW/h
Spot market	The wholesale market of NEM	Wholesale	5 min	Pay-as-clear. A different price for each region	12h30 D-1	32 \$/MWh

Average revenues that could be earned through FCAS based on market zone

Markets	Yearly revenue for a storage system doing arbitrage on the spot market in South Australia (1 cycle/day) For a 1h battery (AUD/MW/year)	Revenue of a standalone storage system providing FCAS for a 1h battery (AUD/MW/year)
South Australia	100 038	491 436
Victoria	72 003	279 794
NSW	112 352	301 519
Queensland	65 174	274 538



OVERVIEW



Introduction

Business models: overview of the available applications worldwide

Business models in Europe

Business models in US (Texas example)

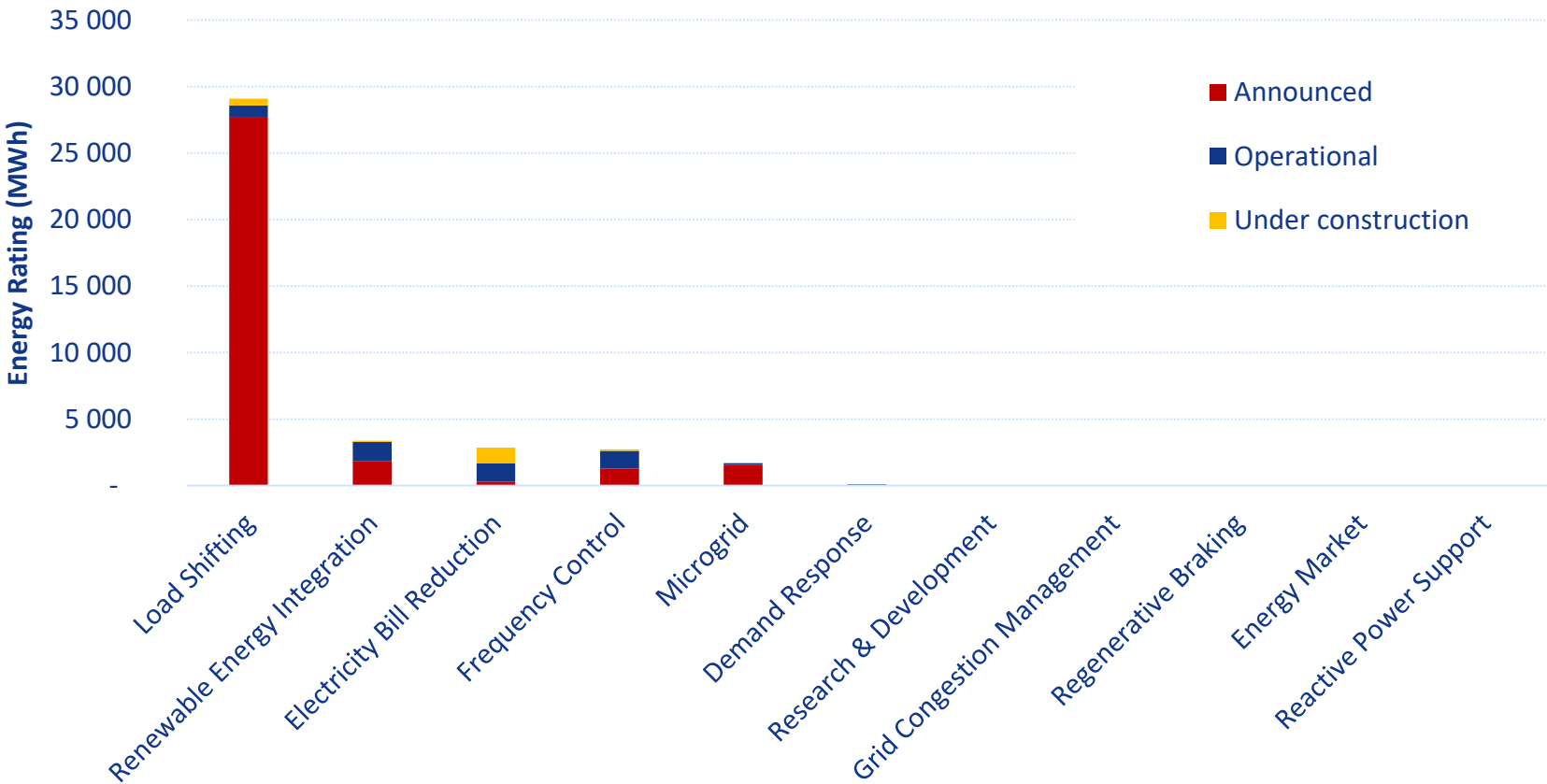
Business models in Australia

Business models in Asia

Asia: most common main applications for energy storage

Though energy storage systems can partake in several applications, PV plus storage PPA is the main application today

Most common main application for large-scale energy storage in Asia



- Load shifting is a low hanging fruit for energy storage systems
- Renewable energy integration is a very good complementary revenue streams often triggering investment

One of India's goals is to have a centralised market where the generation is traded

India is divided into several bid areas, each area has its own market price because of connection limits between areas

India bid areas (DAM, TAM, RTM):



- DISCOMs can trade energy on the energy exchange markets to make sure that their generation = demand
- Real Time market is used to make close to real time adjustments

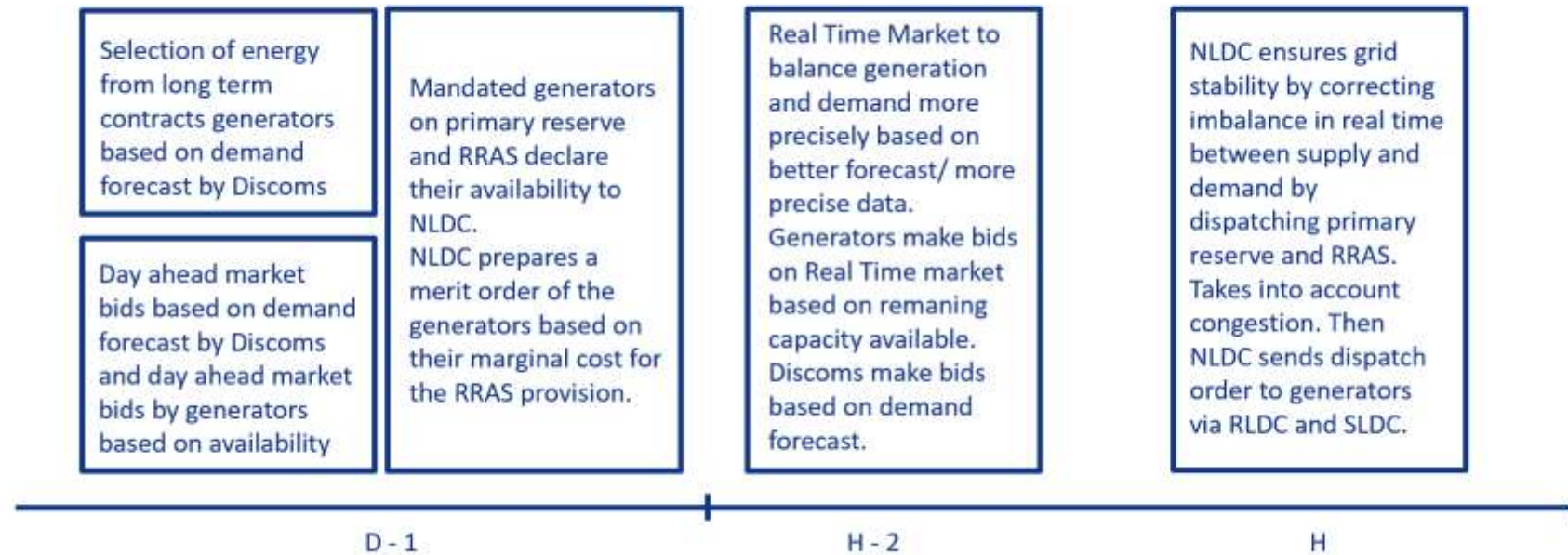
Market	Date of creation	Main goal	Product duration	Average price ¹ (€/MWh)	Average daily spread ¹ (€/MWh)	Average daily volume traded (MWh)
Day-ahead market	2008	The day-ahead market enables DISCOMs to purchase electricity outside of their generation portfolio and outside their state. This also enables DISCOMs to adjust their generation based on demand forecasts.	15 min	45.42	63.05	162,000 MWh
Real Time market	2020	Real-Time market enables DISCOMs to adjust close to real time their generation to match their demand.	15 min	42.62	62.67	31,145 MWh

1. Based on December 2020 to December 2021 prices found on Indian Exchange Platform website

The current ancillary services in India are provided by mandated generators

Most of the ancillary services are provided by thermal powerplants.

Illustration of the roles of each stakeholder for electricity generation/demand balance:

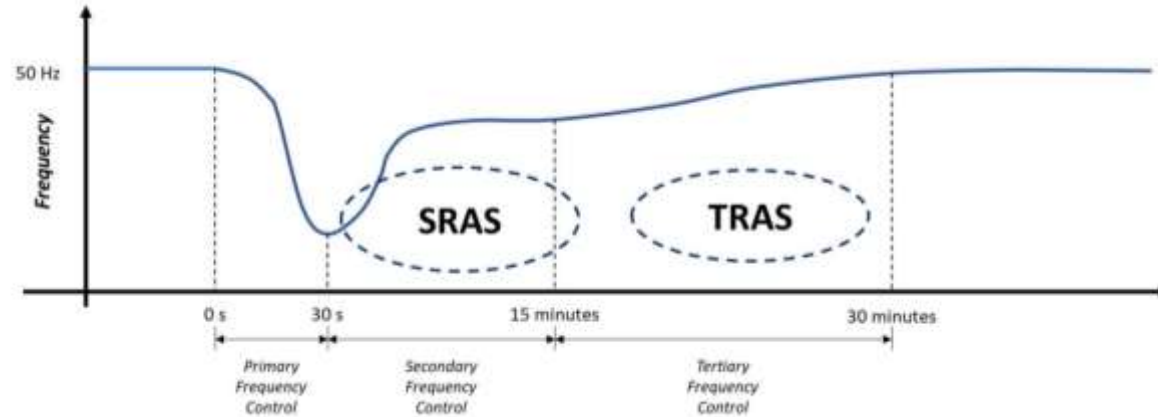


- Primary reserve is mandatory and provided by large generators
- There is currently no **secondary reserve** in India (in the process of being implemented)
- Tertiary reserve (RRAS) is provided by mandated generators which are connected to the interstate transmission network and whose contract is under the CERC regulation

The reform of the ancillary services in India plans to open a market for tertiary reserve

A draft for new regulations of Ancillary Services has been published in May 2021.

The draft introduces the SRAS (Secondary Reserve ancillary services) and TRAS (Tertiary reserve ancillary services) services:



	Assets which can provide the service	Duration	Revenues	Procurement
SRAS	All types of assets including storage AGC enabled Minimum response of 1 MW	30 min minimum	Assets with high ramping rate and low variable/compensation charge will have a higher probability of getting dispatched. The service is paid at the rate of their variable charge or compensation charge for the SRAS dispatched for every 15-minute block plus a premium depending on the performance of the asset (up to 47 €/MWh).	On a regional basis by the Nodal Agency
TRAS	All types of assets including storage Capable of varying its active power output or drawl or consumption on receipt of dispatch instruction	60 min minimum	Energy payment in €/MWh TRAS up and TRAS down bids on the Real Time market. Up: pay as clear (assets gets paid at the price of the last asset selected) Down: pay as bid	Dispatched by the Nodal Agency

A world map illustrating the global distribution of three types of capital. The map uses a color-coded system: dark blue for Social Capital, medium blue for Financial Capital, and light blue for Human Capital. Social Capital is concentrated in North America, Europe, and Australia. Financial Capital is prevalent in Asia, particularly in China and India, as well as in parts of Africa and South America. Human Capital is distributed across most of the world, with higher concentrations in Europe and North America.



314

54



8444 MWh



2

1976

A DIVERSE TEAM OF STORAGE EXPERTS



MICHAEL SALOMON, Ph.D.
CEO

Expertise:

Global storage markets, ESS strategy

Languages:



Countries and areas:

Israel



SAMUEL PORTEBOS, MSc.
HEAD OF TECHNICAL CONSULTING

Expertise:

Feasibility and sizing studies, technical due diligence, system design and audits

Languages:



Countries and areas:

Eastern Africa, Middle Africa, France, Belgium



CORENTIN BASHET, MSc.
HEAD OF MARKET ANALYSIS

Expertise:

Market analysis, revenue stream forecast, economic due diligence, trading strategies, market forecasts

Languages:



Countries and areas:

Southern Africa, UK, Ireland, Moldova, Ukraine, Turkey, Georgia, Armenia, Azerbaijan



NAIM EL CHAMI, MSc.
SENIOR ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Technology monitoring, financial and regulatory assessment, market forecast, procurement management, market analysis

Languages:



Focus countries/area:

USA, Oceania, Middle East



KREHI SERGE AGBLI, Ph.D.
SENIOR ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Power systems modeling and analysis, storage- and hydrogen-based hybrid systems techno-economic analysis, hydrogen projects deployment

Languages:



Focus countries/area :

Netherlands, Canada, Central America, Western Africa



KEILA SANTIAGO, MSc.
ELECTRICAL DESIGNER

Expertise:

Electric system design and protection

Languages:



Focus countries/area:

Portugal, Italy, Brazil



RACHEL LOCQUET, MSc.
SENIOR ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Trading strategy simulation, feasibility and sizing studies, hydrogen production system design optimization, electricity prices forecasts

Languages:



Countries and areas:

Austria, Germany, Switzerland, Slovenia, Greenland, Southern Asia, The Nordics, The Baltics



ROSEMARY COLAERT, MSc.
ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Sizing of standalone / hybrid storage systems, market analysis

Languages:



Countries and areas:

Greece, Poland, the Nordics, Central Asia



MOHAMED AMINE BENCHRIFA, MSc.
ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Trading strategies, market analysis, sizing studies

Languages:



Countries and areas:

Northern Africa, Southeast Asia



CHARLY BARRAL, MSc.
ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Hybrid/standalone storage system design and evaluation, market analysis

Languages:



Focus countries/area :

Taiwan



BEATRIZ BARROS, MSc.
ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Feasibility studies, technical due diligence, market analysis

Languages:



Focus countries/area :

Spain, South America



OKSANA SHKIRAY, MSc.
SENIOR ENERGY STORAGE ANALYST

Expertise:

Market analysis, regulatory studies, marketing and communication

Languages:



Focus countries/area :

Ukraine, Romania, Bulgaria, Croatia

TEAM



Our multidisciplinary team of experts continually monitors and analyses energy storage, electricity, and hydrogen markets

EXPERTISE

Technical, economic, market expertise in battery energy storage systems and hydrogen:
power system engineering, electric system design and protection, procurement management, market analysis, technology monitoring, financial and regulatory assessment, system modelling



Pause Café - 30 min

À l'entrée de la salle de
conférence

Mobilité électrique - Déploiement des véhicules électriques sur le marché français et impact sur le stockage par batteries

Bassem HAIDAR, PhD

Chargé de mission Transition énergétique chez Avere-France

Sommaire

- **Introduction**
- **L'insertion des véhicules électriques dans le réseaux électrique**
- **Le véhicule électrique en seconde vie**
- **Favoriser le couplage entre EnR et IRVE**
- **Propositions pour les politiques publiques**
- **Conclusion**

**L'AVERE-France : L' Association nationale pour le développement de la
mobilité électrique**

Nos missions

Promouvoir la mobilité
électrique auprès de différents
publics

Informer l'ensemble des parties prenantes

Défendre les intérêts
communs des acteurs de cet
écosystème

Représenter la diversité des acteurs de l'écosystème

Fédérer tous les acteurs de la
mobilité électrique

Nos actions

Veille et information

Lobbying

Communication

Événementiel

Structuration d'un réseau d'associations régionales

Gestion du programme Advenir

En quelques chiffres



✓ 16
permanents

✓13 associations régionales réunies en réseau

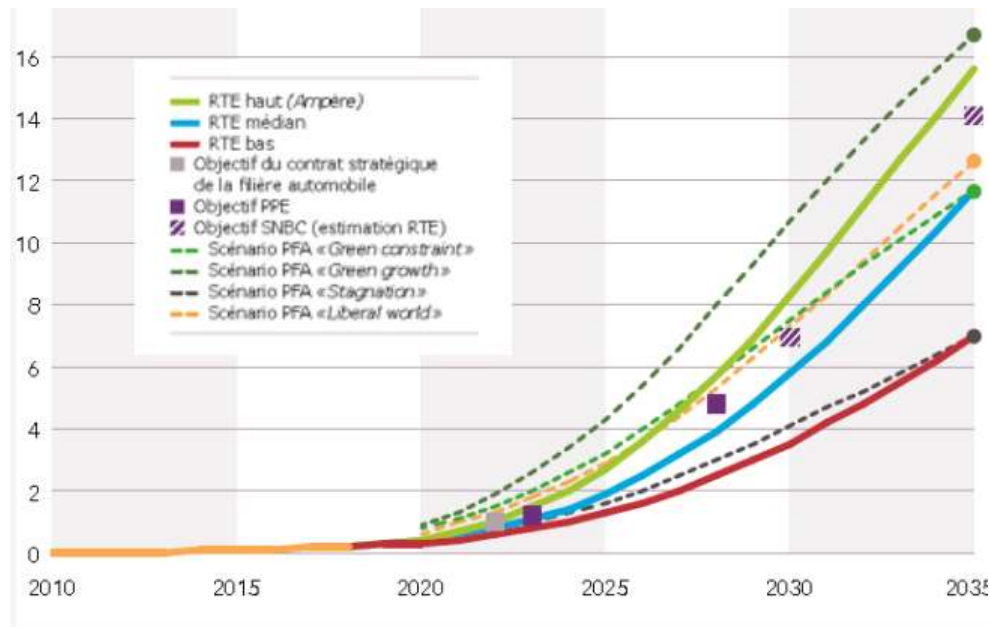
L'AVERE-France : L' Association nationale pour le développement de la mobilité électrique



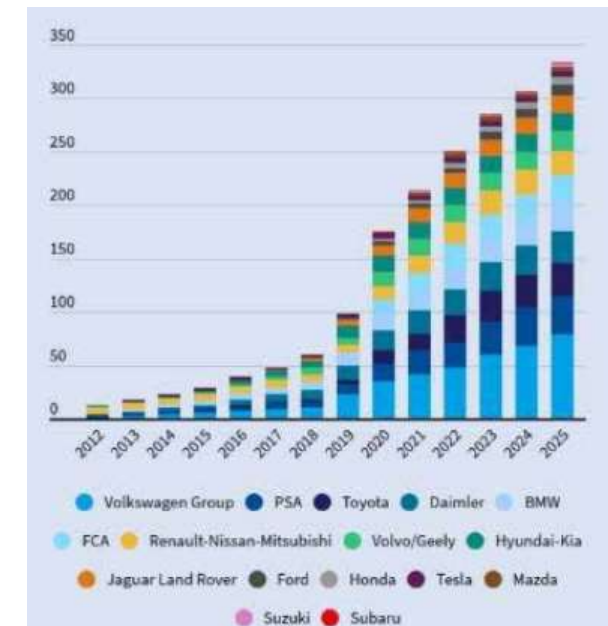
Introduction

Le développement du marché des véhicules électriques

- L'arrivée massive des véhicules électriques rechargeables est maintenant une certitude avec 2020 / 2021 comme années charnières pour le marché européen.
- Pendant l'hiver 2022/2023, la **barre des 1,1 millions de véhicules électriques à batterie et hybride rechargeables sera dépassée**, en se basant sur un taux d'évolution constant des ventes des VE en France entre le mois de mai et juin 2022 (+3,83%/mois, Baromètre Avere-France).
- **L'électrification du secteur du transport routier doit se poursuivre durant l'hiver 2022/2023**



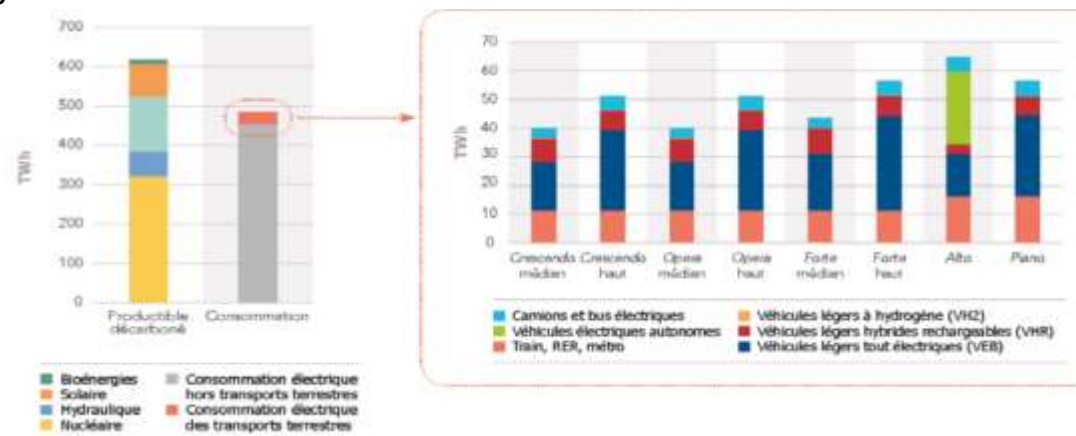
Scénarios d'évolution du parc de véhicules électriques en France
(RTE, 2019) via des scénarios RTE, PPE, SNBC, PFA, etc.



Modèles de véhicules électriques disponibles
sur le marché européen par constructeur
(T&E, 2019) via les données IHS

Le VE ne présente aucune menace pour l'équilibre du système électrique pour les 15 prochaines années

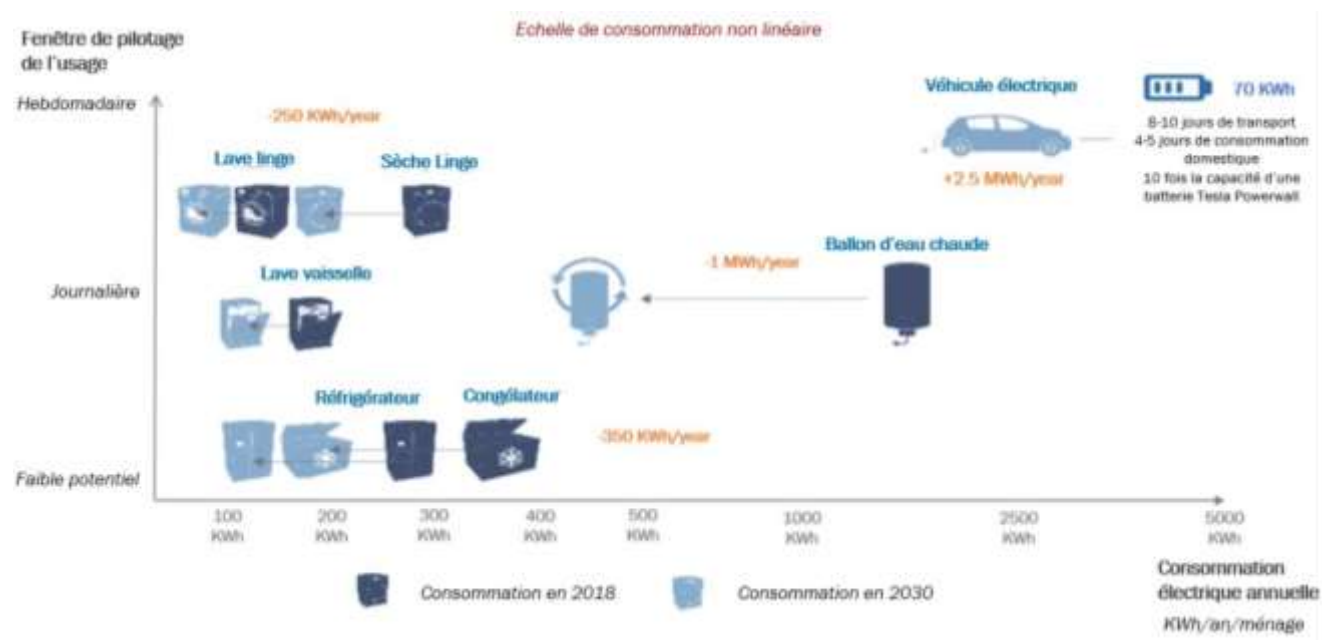
- Les études d'EDF, RTE et ENEDIS confirment cette proposition en se basant sur plusieurs raisons:
 - Le véhicule électrique consomme peu d'électricité et présente une efficacité énergétique de 90% bien supérieur au moteur thermique ;
 - Le véhicule hybride rechargeable et le véhicule 100% électrique représentent en ordres de grandeur respectivement la consommation d'un petit / gros ballon d'eau chaude sanitaire, soit **1.5 à 3 MWh/an pour un kilométrage annuel moyen autour des 13 000 km.**
 - La consommation des véhicules électrique présente que **7% de la consommation totale : 40 TWh maximum.**
 - Cette consommation additionnelle sera compensée en partie par de l'efficacité énergétique dans les bâtiments et surtout dans les usages domestiques



Consommation électrique annuelle et productible du parc électrique décarboné
français à l'horizon 2035
(RTE, 2019) selon orientation PPE

Le VE est une formidable opportunité en termes de flexibilité

Si en volume d'énergie et en fenêtre d'optimisation, le véhicule représente un gisement physique de flexibilité bien plus grand que tous les autres usages électriques, **le coût de l'utilisation de cette flexibilité devrait également être compétitif par rapport aux autres usages.**



Potentiel de flexibilité des usages à la maison aujourd'hui et demain
Valable pour la maison individuelle moyenne en France selon EDF

Le VE est une formidable opportunité en termes de flexibilité

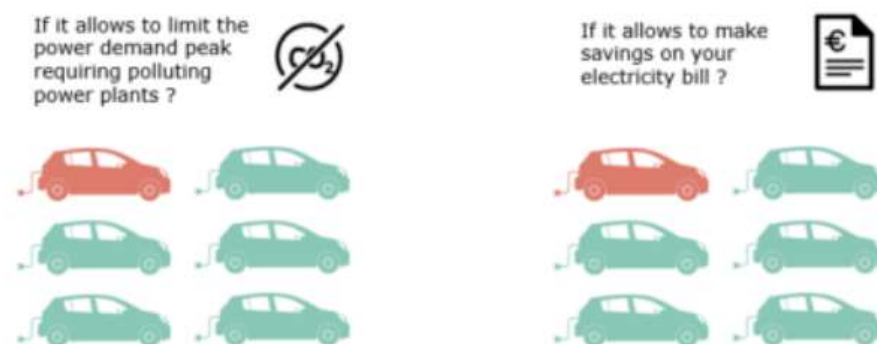
Les résultats d'études récentes menées par certains acteurs du groupe de travail montrent qu'aujourd'hui la charge des véhicules électriques est peu décalée (**entre 30 et 40% dans le B2C**, pas de chiffres dans le B2B).

Est-ce que les utilisateurs des VE planifient la recharge des VE?



2/3 des VE chargent directement leurs VE quand ils arrivent à domicile

Est-ce que les utilisateurs des VE sont prêts à changer leurs habitude pour :



5/6 des utilisateurs des VE sont prêts à décaler la recharge de leur VE si :

- Ca permet de limiter les émissions de CO2
- Ca permet d'économiser sur la facture d'électricité

Enquête France sur le décalage de la charge de 500 possesseurs actuels des VE/VHR particuliers

Enquête EDF France sur le parc de véhicules particuliers mi-2019

Le stockage et la mobilité électrique sont complémentaires

- **Stockage stationnaire avec des batteries de véhicules électriques de seconde vie qui :**
 - Privilégie la puissance
 - Présente des applications de stabilisation du réseau électrique (stabilisation du réglage en fréquence et en tension)
 - Compense les fluctuations rapides des énergies renouvelables variables
- **Stockage mobile grâce aux technologies de vehicle-to-grid qui :**
 - Privilégie l'énergie
 - Permet de gérer l'offre et la demande lors du surplus de production des énergies renouvelables
 - Soutenir le réseau lors d'un pic de production,
- **Autoconsommation en vue de la recharge de véhicules électriques.**

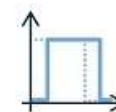
L'insertion du VE dans les réseaux

La recharge devra être pilotée pour optimiser l'insertion des VE dans les réseaux

Le pilotage de la charge des véhicules électriques permet :

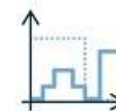
- Eviter l'utilisation de centrales fossiles en France et en Europe (via l'effet sur imports/exports).
- Diminuer les émissions de CO2 et le coût de production élevé de ces centrales.
- Consommer les excédents d'énergie lors des périodes de demande résiduelle faible, évitant l'écêtement d'énergies renouvelables.
- Déstocker de l'énergie pendant les moments de pointe pour stocker d'éventuels excédents d'énergie fatale durant les heures de faible consommation (V2G).

PILOTAGE LOCAL SIMPLIFIÉ
(V1G - DÉCALAGE
TEMPOREL)



La recharge du VE est **décalée dans le temps** selon un programme tarifaire prédéfini (principe du ballon d'eau chaude). C'est la principale composante d'un pilotage intelligent de la recharge (smart charging) ou d'une recharge dite optimisée.

PILOTAGE LOCAL COMPLEXE (V1G)



La recharge du VE est **modulée dans le temps et en puissance**. Les signaux sont dynamiques pour s'adapter aux autres usages électriques. La modulation est une autre composante d'un pilotage optimisé de la recharge (smart charging).

EFFACEMENT DE
CONSUMMATION



La recharge du VE est **délestée** (suppression de l'alimentation électrique) ou **écrêtée** (limitation de l'appel de puissance). La recharge n'est donc pas en adéquation avec l'attente client et il y a un risque sur le besoin de mobilité. C'est un usage de secours.

VEHICLE-TO-HOME (V2H)
VEHICLE-TO-BUILDING (V2B)



L'électricité stockée dans le véhicule est **restituée à la maison (V2H) ou au bâtiment (V2B)** pour les autres usages électriques. Ce service peut soutenir l'autoconsommation ou le service de secours en cas de coupure de courant.

VEHICLE-TO-GRID (V2G)

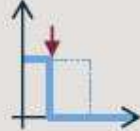
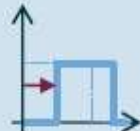


L'électricité stockée dans le véhicule est **restituée directement (V2G) ou indirectement** (au travers de la maison ou du bâtiment : V2H2G) au réseau électrique. L'utilisateur est rémunéré via la revente à un tiers ou pour le service rendu au système électrique.

Source Insight Columbus Consulting « A quoi ressemblera la recharge de demain ? »

Insight Columbus Consulting « A quoi ressemblera la recharge de demain ? »

La recharge devra être pilotée pour optimiser l'insertion des VE dans les réseaux

SERVICE ÉNERGÉTIQUE LIÉS À LA RECHARGE DES VE	MATURITÉ
 Pilotage distributeur (délestage ou modulation) La recharge est délestée ou écrêtée par un signal type on/off envoyé directement par le distributeur d'électricité (GRD) pour réduire les contraintes ponctuelles sur le réseau.	Le pilotage par le GRD est possible pour les stations de recharge accessibles au public depuis début 2019. Pour les bornes de recharge privées, le pilotage en aval compteur par le GRD n'est pas autorisé.
 Pilotage local simplifié (décalage temporel) La recharge est décalée dans le temps selon un programme de charge tarifaire prédéfini avec le client pour réduire les pics de consommation et éviter une augmentation trop importante de sa puissance souscrite.	Des offres spécifiques sont proposées par des fournisseurs permettant au consommateur de réduire sa facture d'électricité. Des services sont techniquement possibles avec Linky pour adapter les programmes de charge selon les besoins client, même pour une recharge sur prise standard.
 Pilotage local complexe (V1G) La recharge est modulée dans le temps et en puissance. Les signaux sont dynamiques pour s'adapter aux autres usages électriques (gestion locale de l'énergie).	Le pilotage V1G peut devenir intéressant économiquement dans des logiques de gestion de flotte agrégée (entreprise) ou diffuse (valorisation sur les marchés par des agrégateurs), mais l'organisation est complexe et l'intérêt financier pour l'ensemble des acteurs est à démontrer à l'échelle.
 Vehicle-to-Home / to Building (V2H/B) L'électricité stockée dans le véhicule est restituée à la maison (V2H) ou au bâtiment (V2B) pour les autres usages électriques. Le véhicule devient vecteur d'autoconsommation individuelle ou collective.	La technologie V2H est commercialisée pour certains VE (ex. Nissan Leaf) et s'avère intéressante pour des applications locales : l'autoconsommation, les micro-grids ou dans les ZNI (générateur de secours). Cependant, ce service nécessite d'intégrer un convertisseur bidirectionnel coûteux dans les bornes ou les véhicules.
 Vehicle-to-Grid (V2G) L'électricité stockée dans le véhicule est restituée au réseau électrique directement (borne public) ou indirectement depuis un bâtiment (V2H2G).	La technologie présente les mêmes avantages que le V2H mais n'a pas le même niveau de maturité. La mobilité du point de réinjection nécessite de modifier les règles de raccordement au réseau.

Insight Columbus Consulting « A quoi ressemble la recharge de demain? »

Les services réseaux et les gains économiques et environnementaux

L'étude menée par [RTE et l'AVERE-France](#) prévoit que le système électrique peut absorber un important développement de la mobilité électrique **15,6 millions de VE en 2035**. Ces VE pourront participer à ajuster l'équilibre production-consommation en temps réel, essentiel au bon fonctionnement du système électrique français et européen : **V2X, pilotage de la recharge simple et avancée (lissage des pics de consommation, effacement...)**.



Gains économiques

L'utilisateur réalisera des économies de:

- Entre **60€ et 170€** pour un pilotage simple.
- Entre **160€ et 270€** pour un pilotage plus évolué et recharge réversible.

Pour le système électrique :

Les coûts d'adaptation de la production d'électricité au VE est **divisé par 2** avec pilotage de recharge



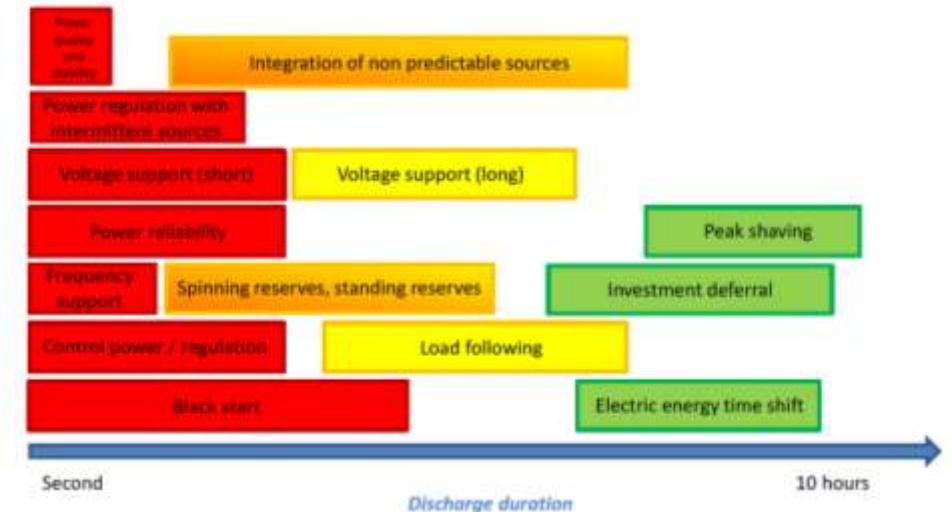
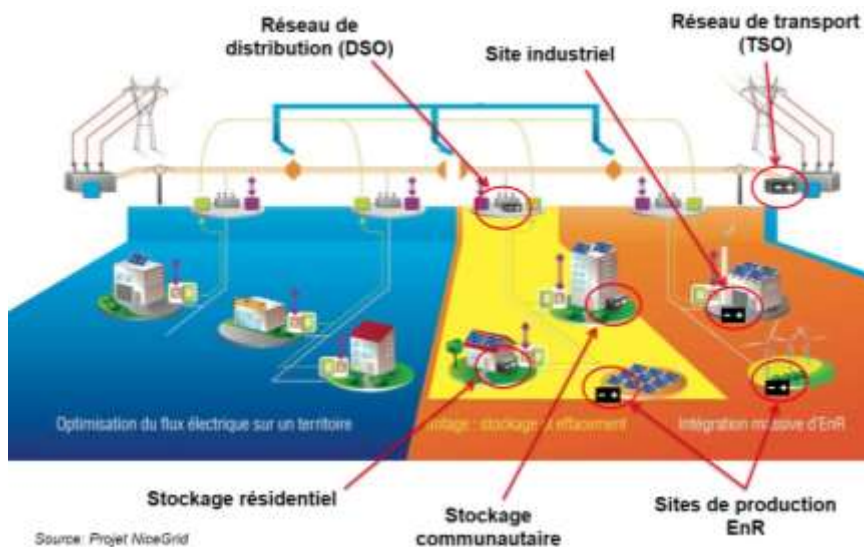
Gains environnementaux

- **Augmenter la production de l'électricité décarbonée** (jusqu'à 615 TWh en 2035).
- **Diminuer l'empreinte carbone** (4-5 fois moins d'émissions de CO2).

Le VE en seconde vie

La batterie du VE en seconde vie

- Les batteries de VE arriveront en fin de 1ère vie au bout de 10-15 ans d'utilisation → Des volumes importants pour la 2nd vie seront rapidement disponibles d'ici 5-10 ans.
- En Europe : les estimations 2030 du marché de production des batteries sera entre **400 – 1100 GWh** (T&E, 2020). Les estimations 2030 des batteries de seconde vie est entre 10-30 GWh (Bobba et al., 2019; Circular Energy Storage, 2020)



Rapport CEA sur l'utilisation de la batterie en seconde vie (Projet PEP55)

La batterie du VE en seconde vie

Il reste cependant beaucoup d'incertitudes, par exemple sur la durée possible de cette seconde vie :

- Les aspects diagnostic, reconditionnement et surtout sécurité nécessitent encore un effort de R&D pour fiabiliser cet usage, le développement de modèles de vieillissement adaptés.
- L'adaptation de la réglementation est en cours, ce qui devrait aussi faciliter la mise en œuvre de systèmes seconde vie.

Au niveau économique, la faible maturité de ces systèmes ne permet pas de donner des chiffres fiables en termes de rentabilité.

- Des nouveaux acteurs pourraient apparaître : chargé du reconditionnement des batteries après leur première vie. Le coût de ce reconditionnement est un des paramètres importants au niveau économique, de même que la durée de vie possible.

Pour une batterie en fin de première vie, l'arbitrage entre une réutilisation en seconde vie ou un recyclage doit tenir compte à la fois des aspects techniques, environnementaux et économiques.

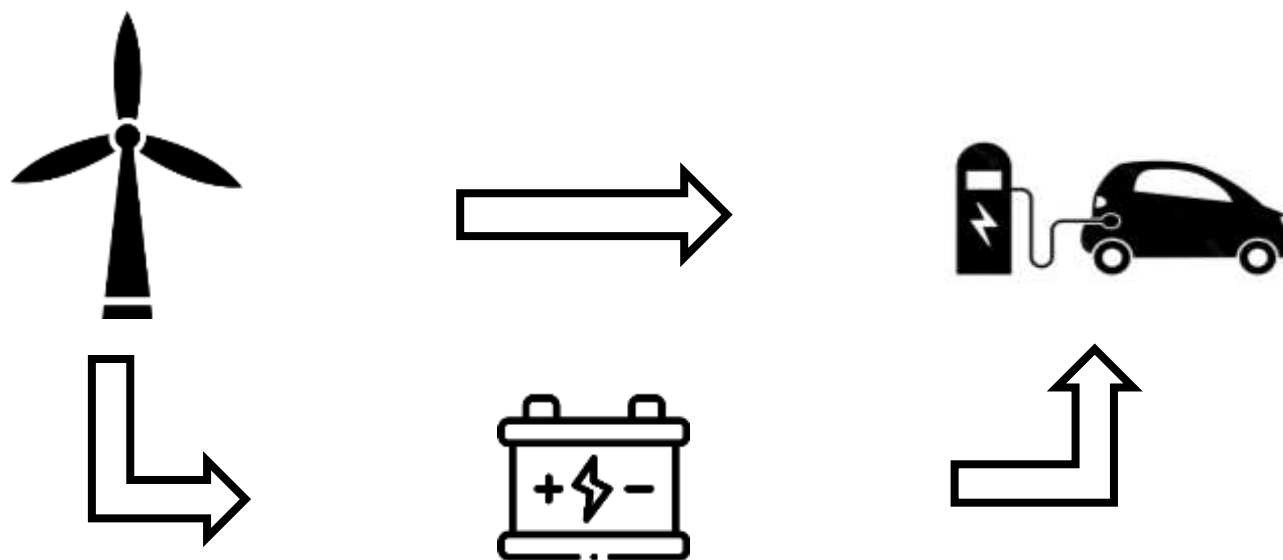
- Cet arbitrage dépendra aussi du prix des matières premières et de l'amélioration des procédés de recyclage d'une part, et des améliorations techniques apportées aux batteries neuves d'autre part.

Favoriser le couplage entre EnR et IRVE

Favoriser le couplage EnR-IRVE

Couplage éolienne-IRVE

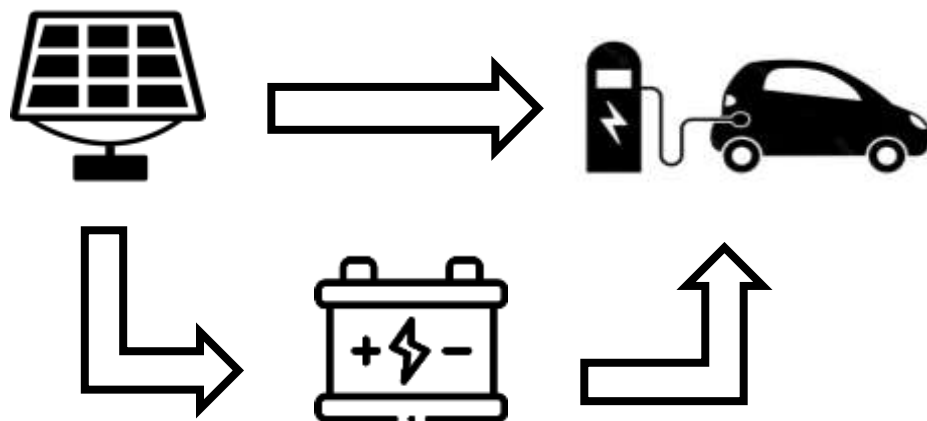
L'installation des bornes de recharge à proximité des éoliennes, ce qui permettra aux stations de recharge de fournir suffisamment d'électricité renouvelable aux véhicules électriques et d'anticiper l'évolution de la mobilité électrique avec la décarbonation du secteur du transport.



Favoriser le couplage EnR-IRVE

Couplage PV-IRVE

L'installation des bornes de recharge couplées à des panneaux photovoltaïques qui représente une manière simple et efficace de charger des véhicules électriques en électrons solaires et à l'endroit où ces derniers sont produits (appelé également autoconsommation sans batterie de stockage stationnaire). Ce modèle pourrait être installé au niveau des résidences ou des parkings des établissements recevant du public (ERP) (supermarchés, stations-services sur autoroutes, etc.).



Propositions pour les politiques publiques

Propositions concernant la réglementation et les politiques publiques (Note de position Avere-France et Columbus)

- Faciliter l'Insertion du véhicule électrique dans les règles de participation aux mécanismes de services systèmes et d'ajustement ;
- Disposer de règles de contrôle du réalisé adaptées à l'usage VE ;
- Disposer de règles de qualification des périmètres d'ajustement ou de réglage constitués avec des VE sur la base de mesures à une maille plus fine que celle de du point de livraison ;
- Adapter le TURPE pour mieux refléter les coûts du réseau. L'AVERE soutient les positions de la CRE dans sa feuille de route Stockage sur l'évolution du TURPE
- Disposer d'une définition de la consommation finale d'électricité en tenant compte du fait que l'énergie soutirée puis réinjectée sur le réseau par un VE ne constitue pas une consommation finale d'électricité
- Définir le stockage mobile en lien avec la transposition pour le stockage des dispositions prévues par le Clean Energy Package européen
- Lever les freins à l'utilisation des batteries dans le cadre des dispositifs de soutien aux ENR posés par l'arrêté tarifaire du 9 mai 2017

Propositions concernant la réglementation et les politiques publiques ([Note de position Avere-France et Columbus](#))

- Veiller à l'intégration des VE dans les Communautés d'Énergie Renouvelable et Communautés d'Énergie Citoyenne
- Simplification des procédures d'agrégation de petites sources de production et soutirage
- Pousser la réflexion sur les tarifications dynamiques
- Encourager la recharge pilotable (bornes, pilotage par le véhicule, etc.) pour les nouveaux raccordements dans le cadre de la révision du décret IRVE avec des critères de taille de parking
- Permettre la mise à disposition non-discriminatoire de données dynamiques issues des véhicules, des réseaux électriques et des bâtiments auprès de tiers et engager des initiatives de standardisation
- Promouvoir des solutions de gestion intelligente de l'énergie au sein des habitations
- Lancer en France un dispositif « Vehicle To Grid » à grande échelle permettant de lancer une filière française et explorer les spécificités du marché français

Conclusion

Conclusion

- Le marché des véhicules électriques se développent très rapidement : la barre des 1,1 millions de véhicules électriques à batterie et hybride rechargeables sera dépassée
- Le véhicule électrique est une formidable opportunité en termes de flexibilité
- Le stockage et la mobilité électrique sont complémentaires : des gains économiques et environnementaux !
- Le véhicule en seconde vie : encore des services aux réseaux !
- L'importance de favoriser le couplage IRVE-EnR
- Propositions et recommandations pour les pouvoirs publics pour le développement de ce marché

QUESTIONS ?

**La mobilité électrique et le stockage de l'énergie favorisent
l'insertion des énergies renouvelables !**

Bassem HAIDAR, PhD

Chargé de mission Transition énergétique chez Avere-France
Bassem.haidar@avere-france.org



UNIVERSITÉ DE NANTES

Conclusion

Rodica LOISEL

Maître de Conférences en sciences économiques,
Université de Nantes

Xavier ROMON

Délégué Général du Club Stockage d'Énergie, ATEE

MERCI À TOUS !

PROCHAIN COLLOQUE :
5 OCTOBRE 2023