



liten
cea tech

Les batteries au service de la mobilité durable et de la convergence avec les énergies renouvelables

De la transition énergétique à la mobilité durable

Colloque ASPROM du 22/11/2017

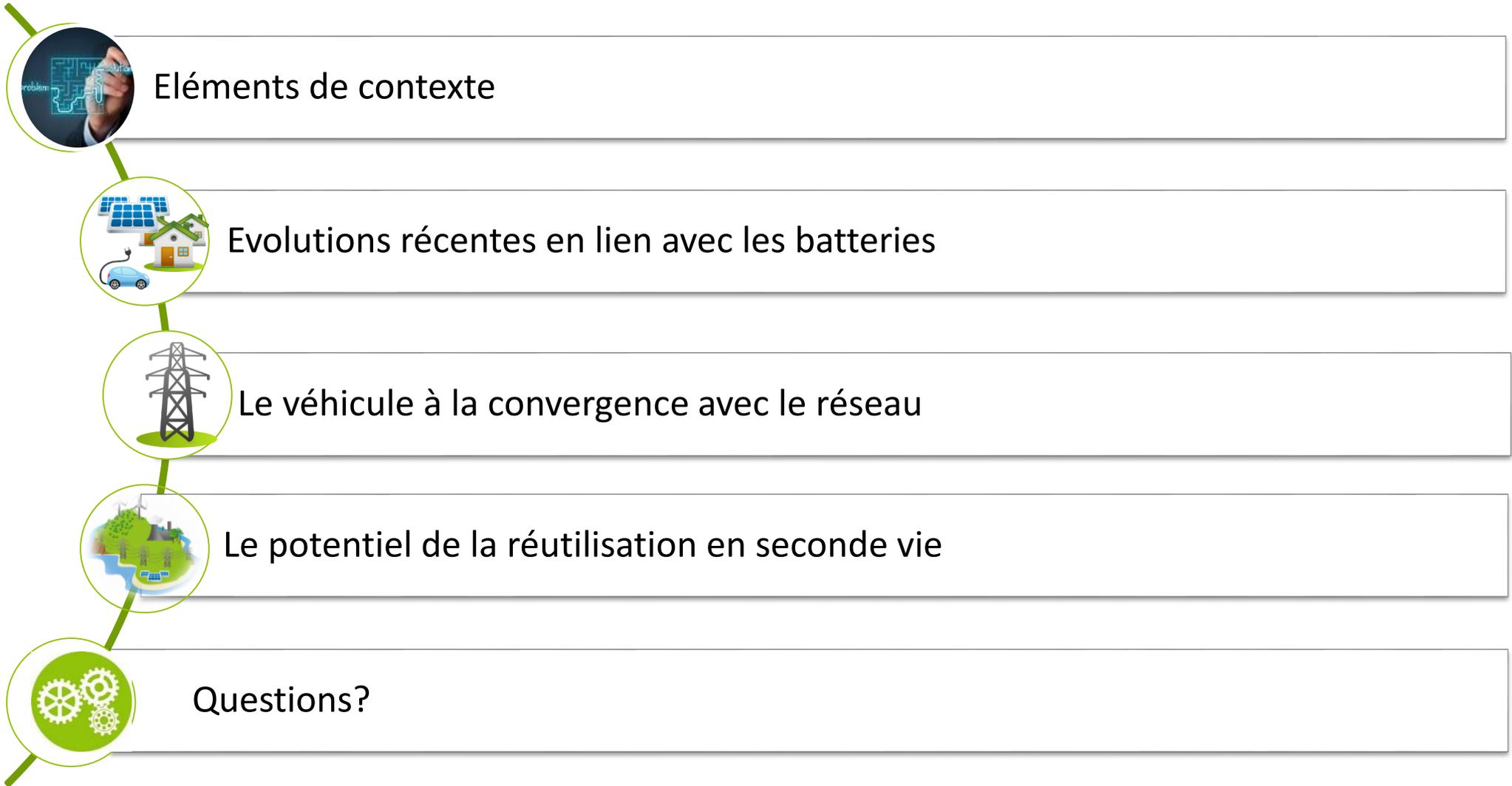
Marion PERRIN

Chef de service Stockage et Systèmes Electriques

CEA/DRT/LITEN

Marion.perrin@cea.fr





CONTEXTE ET ENJEUX



Environnement:
Loi et objectifs / transition énergétique



Economie:
Libéralisation, augmentation du nombre d'acteurs, prix de l'énergie



Société:
Consomma'acteur, services énergétiques

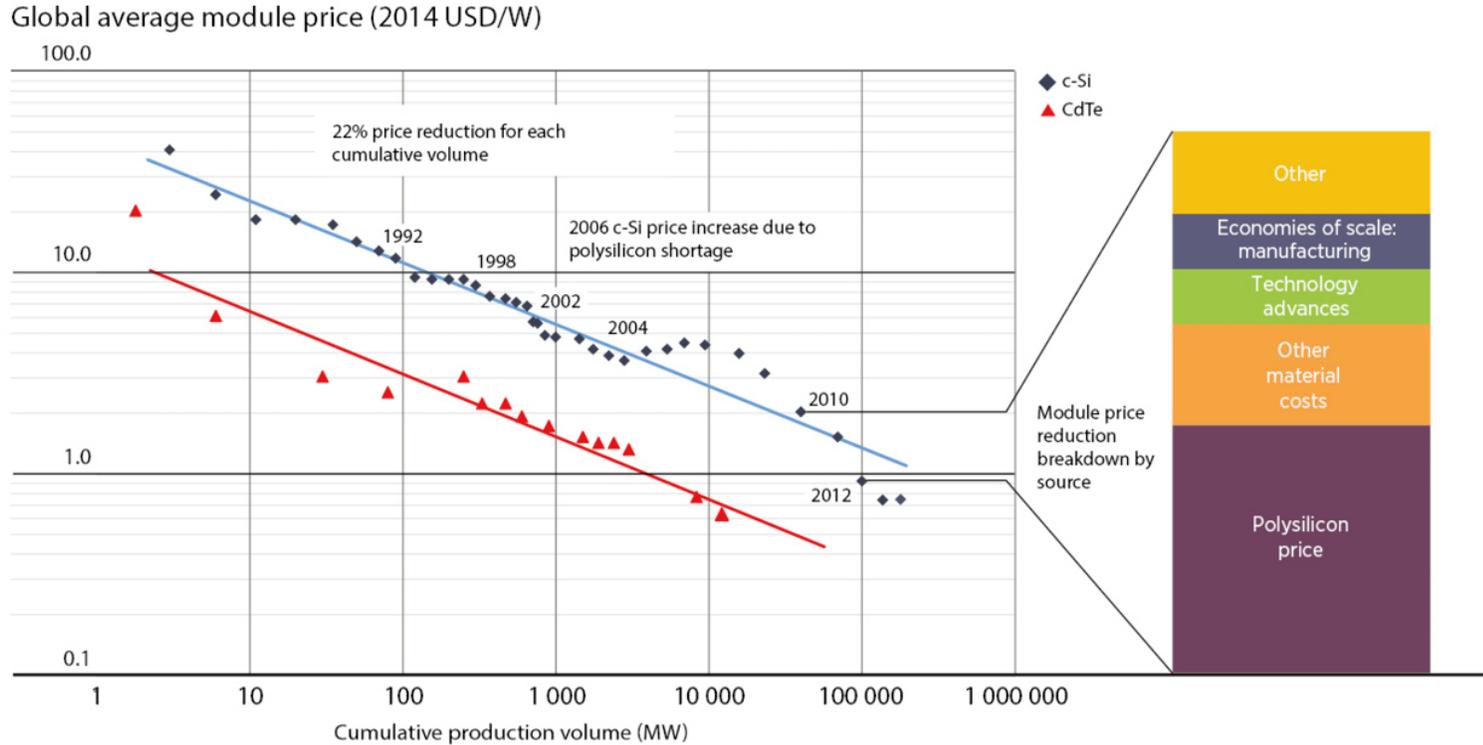


Sécurité d'approvisionnement:
Vieillesse des actifs, sécurité, qualité, fiabilité



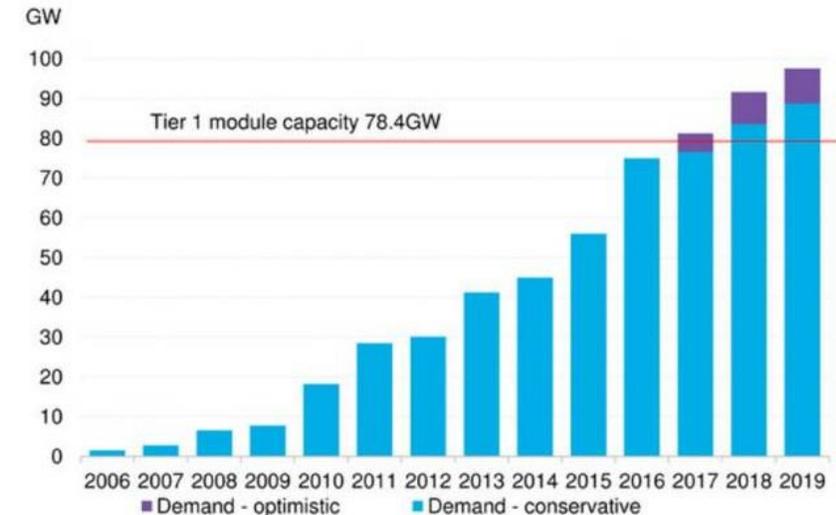
Technologies:
Démocratisation TIC, maturation technologies de génération distribuée et de stockage

EVOLUTION EN MATIÈRE DE PRODUCTION (MONDE)



Sources: Based on data from EPIA and the Photovoltaic Technology Platform, 2011; GlobalData, 2014; GTM Research, 2014; Liebreich, 2011; pvXchange, 2014 and IRENA analysis.

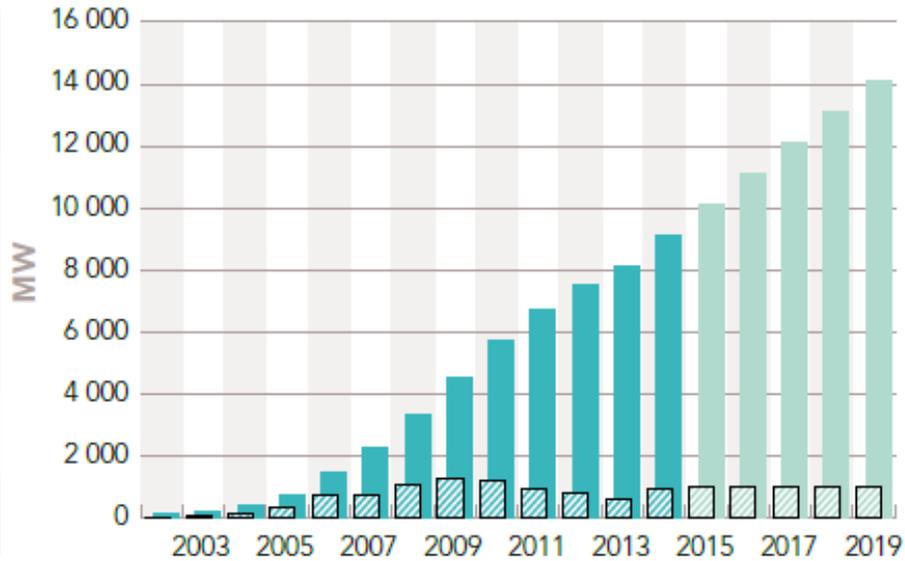
Global PV new build, 2006-2016 and forecast to 2019



Source: Bloomberg New Energy Finance

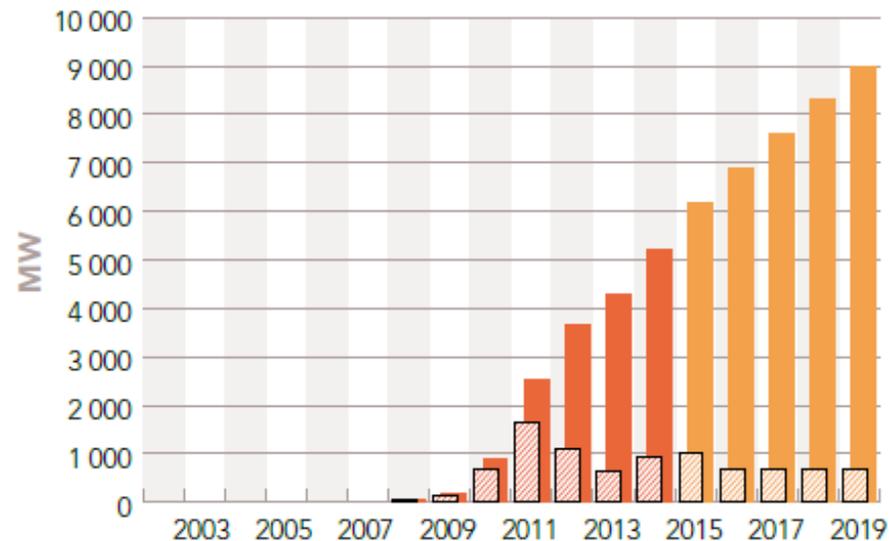
Fin 2016 :
Eolien 486,7 GW installés

EVOLUTIONS EN FRANCE



Puissance éolienne
raccordée fin 2016:
12 GW

100 000 VE en France
depuis début 2017

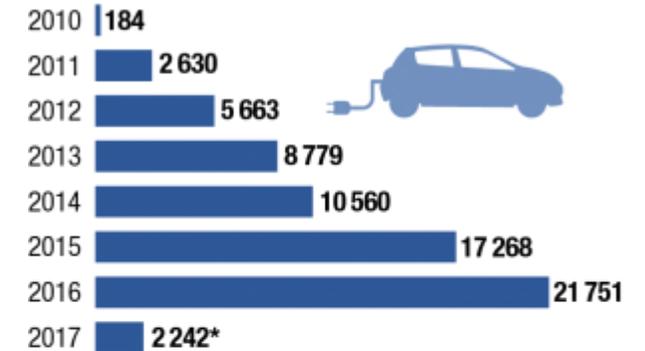


Puissance PV
raccordée fin 2016:
6,77 GW

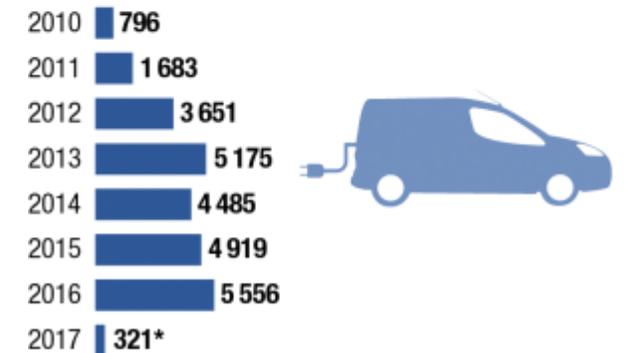
Fermes PV > 5MW:
55€/MWh (attribution
juin 2017)

Evolution des immatriculations de véhicules

VOITURES PARTICULIERES ELECTRIQUES



UTILITAIRES ELECTRIQUES



* Chiffres de janvier 2017

SOURCE : AVERE FRANCE / AAA DATA

Changement de paradigme des réseaux

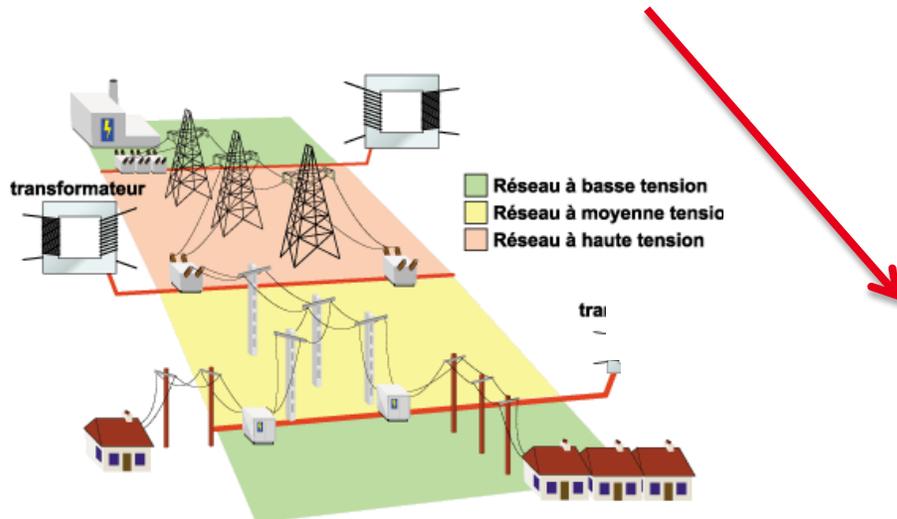
Disponibilités des technologies de l'information et communication

Diminution du coût des renouvelables

Nouveaux usages de l'électricité (VE, TIC, ...)

AVANT

- Production centralisée
- Flux monodirectionnels
- Supervision



MAINTENANT

- Production décentralisée
- Bidirectionnalité des flux (e- et bits)



EVOLUTION DANS LE DOMAINE DU PHOTOVOLTAÏQUE

Filtres

Rechercher...

Maille géographique

IRIS	284 027
EPCI	30 502
Région	216

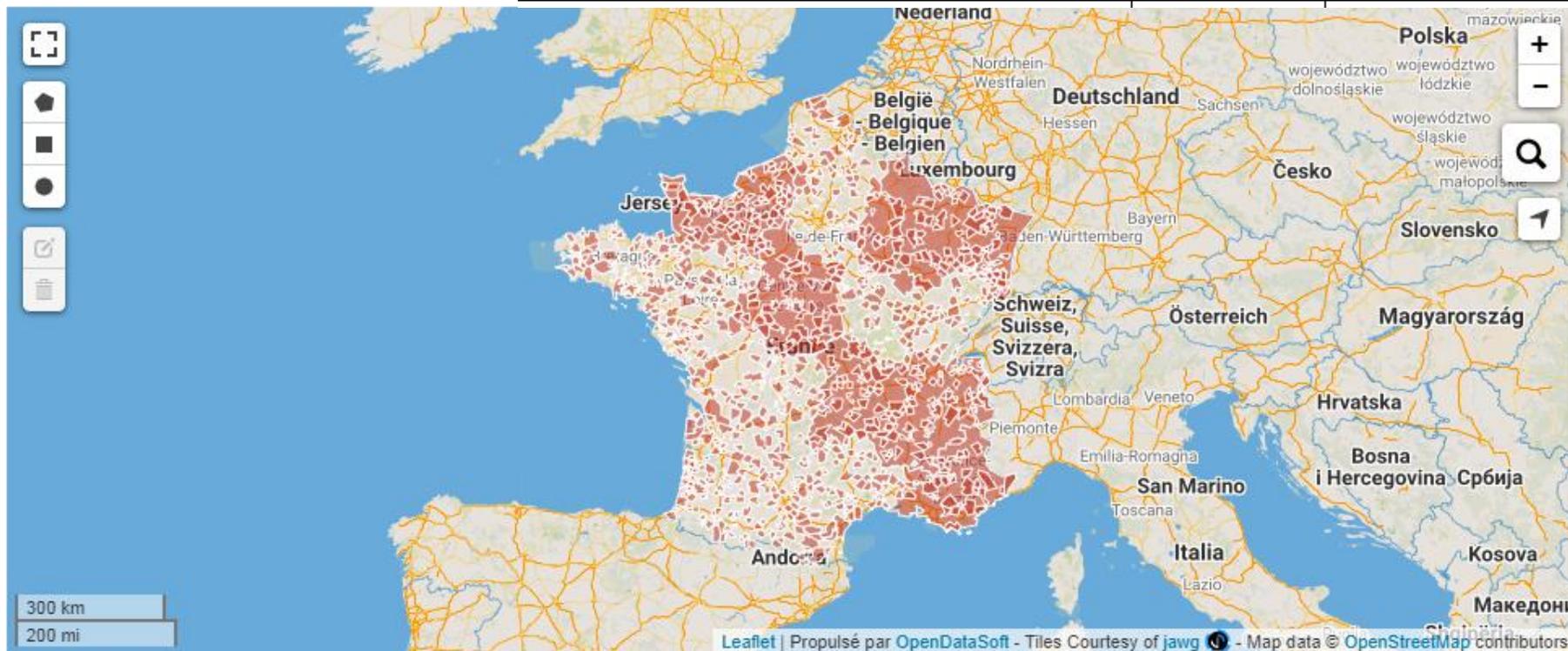
Année

2016	54 986
2015	54 927
2014	53 901
2013	52 639
2012	50 742
2011	47 550

Domaine de tension

BT <= 36 kVA	238 161
BT > 36 kVA	50 848
HTA	25 736

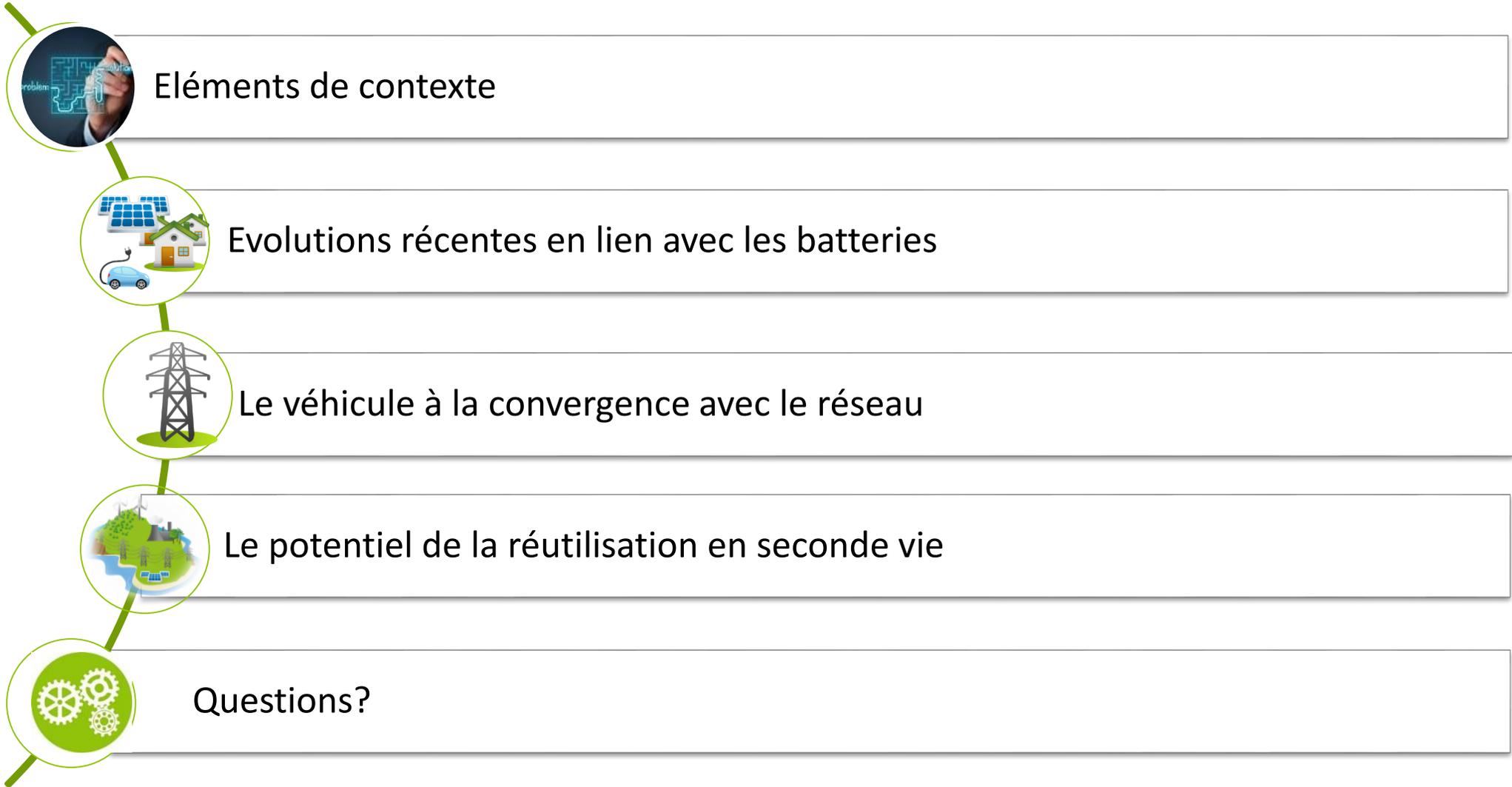
Solaire photovoltaïque	Nombre d'installations	Puissance (en MW)
Parc raccordé au 30/06/2017 (p)	391 571	7 399



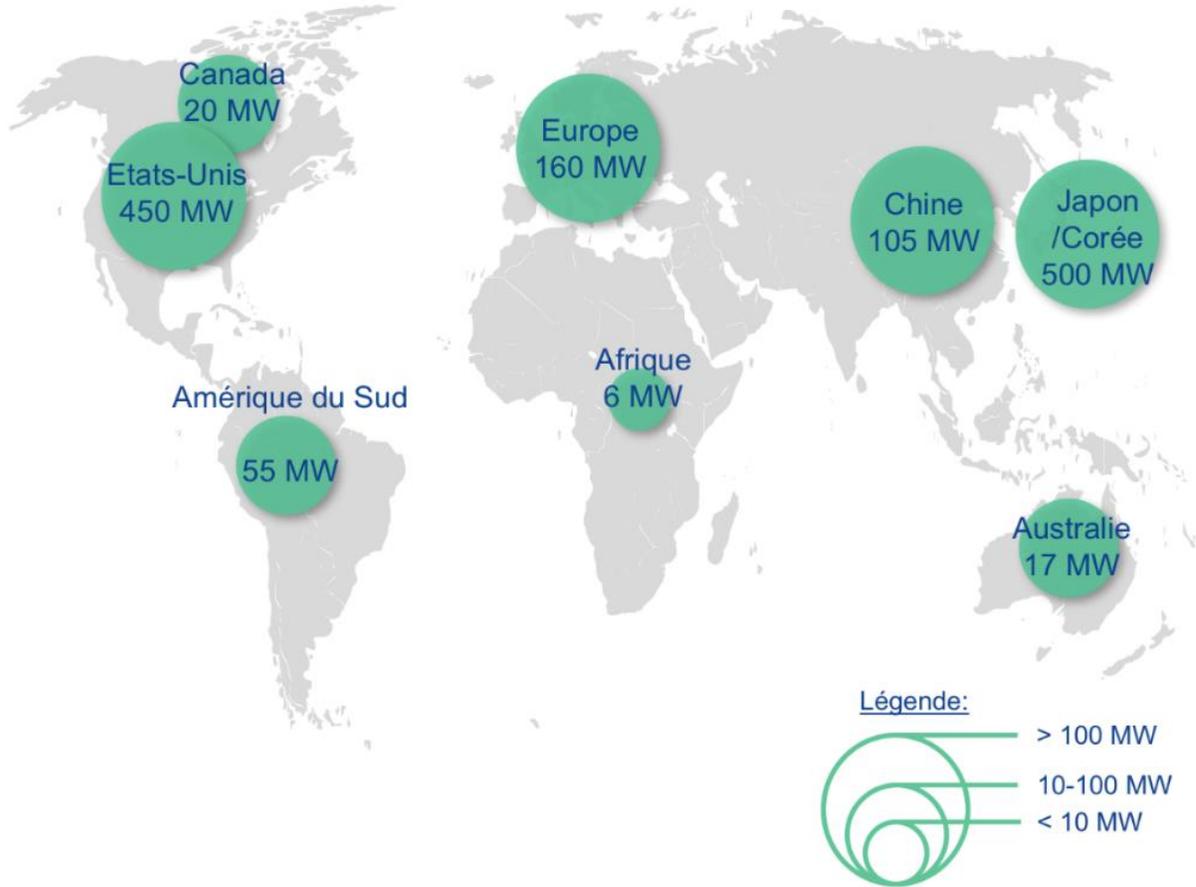
Partager Intégrer Widget

<https://data.enedis.fr/explore/embed/dataset/production-electrique-par-filiere/map/?dataChart=eyJxdWVyaWVzJjpbeyJjaGFydHMiOlt7InR5cGUiOiJ>

Source: ENEDIS plateforme OPEN DATA

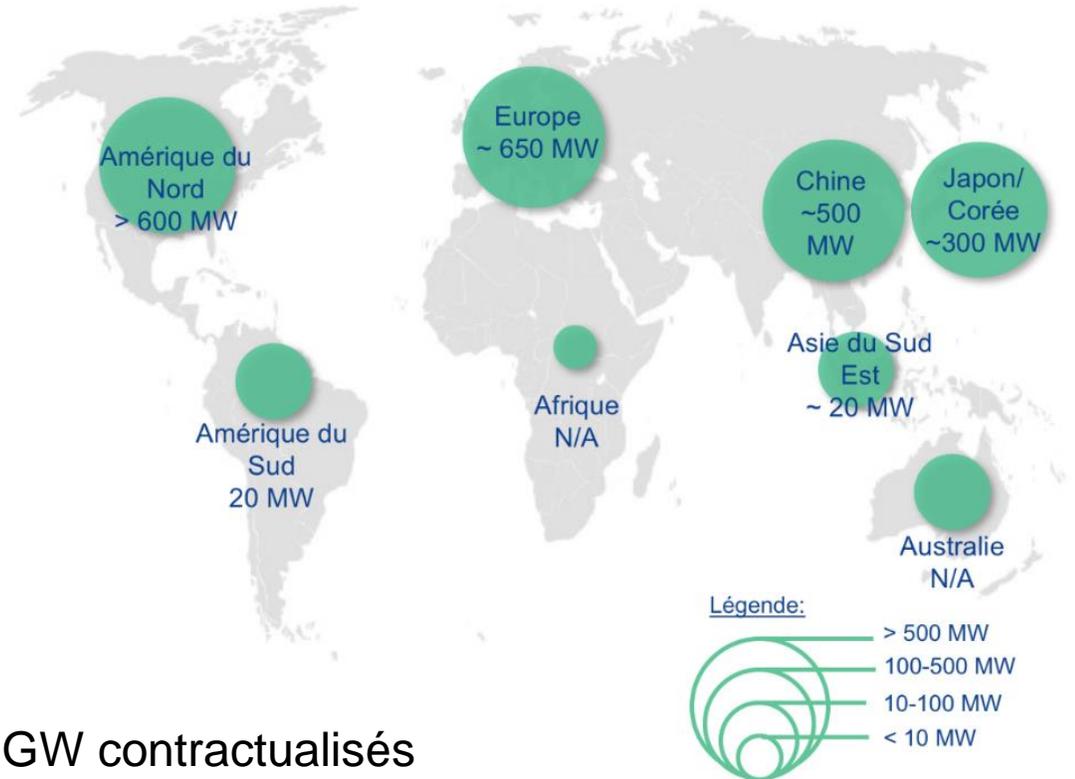


ETAT DES LIEUX ET VOLUMES DU STOCKAGE STATIONNAIRE FIN 2016



1 GW installés (hors UPS, STEP et VI)

Une étude BNEF (Bloomberg New Energy Finance) de 2016 estime la puissance installée de 45 GW en 2024 soit en fin de période un marché annuel de 10 GW.



1,5 GW contractualisés

ETAT DES LIEUX ET VOLUMES DU STOCKAGE STATIONNAIRE

Le plomb représente encore 90% des MWh et 65% des \$ installés

Le stockage stationnaire représentera 10% du volume des batteries pour VE en 2025

Lithium-ion:

- **la technologie incontournable pour le véhicule électrique**
- **les volumes du véhicule tirent les prix vers le bas**
- **des performances techniques adaptées aux nouvelles applications stationnaires**

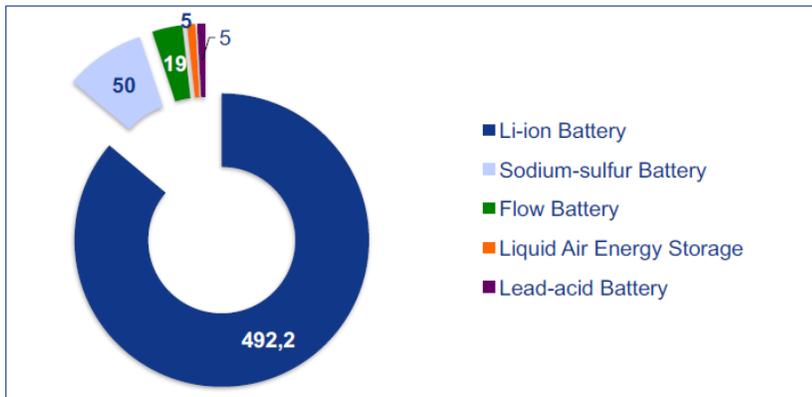
UTILISATION DU STOCKAGE STATIONNAIRE

Proportion Plomb/Lithium pour les systèmes d'autoconsommation en Allemagne. Source ISEA

- Le li-ion devient la technologie dominante

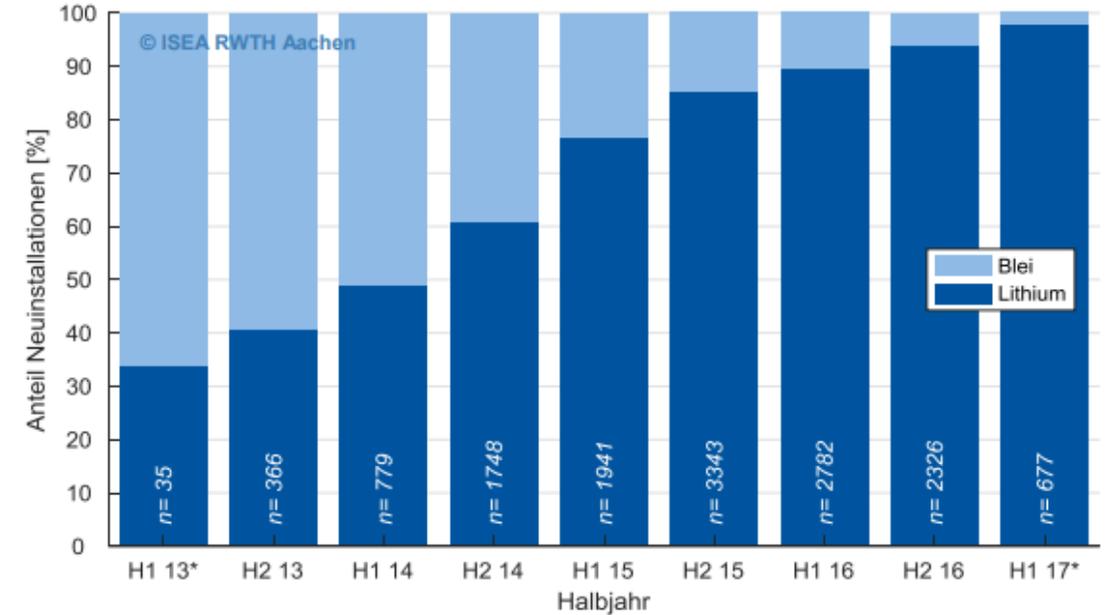
Focus : Projects over 1MW **commissioned** (so, REAL) in 2016, UPS excluded unverified data (approx 5-10% of projects) excluded

2016 Commissioned MW, by technology



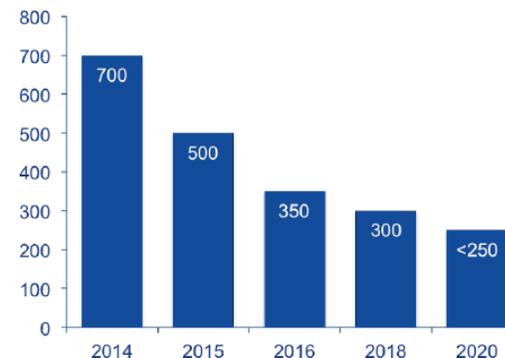
CONFIDENTIAL - Copyright © 2017 Clean Horizon Consulting

- Une courbe d'apprentissage tirée par les volumes automobiles



The decrease of Li-Ion batteries has been driven by the booming in the sale of electric vehicles

History and prevision for the evolution of lithium-ion battery prices from 2014 to 2020 (DC containerised solutions, EXW)¹ €/kWh

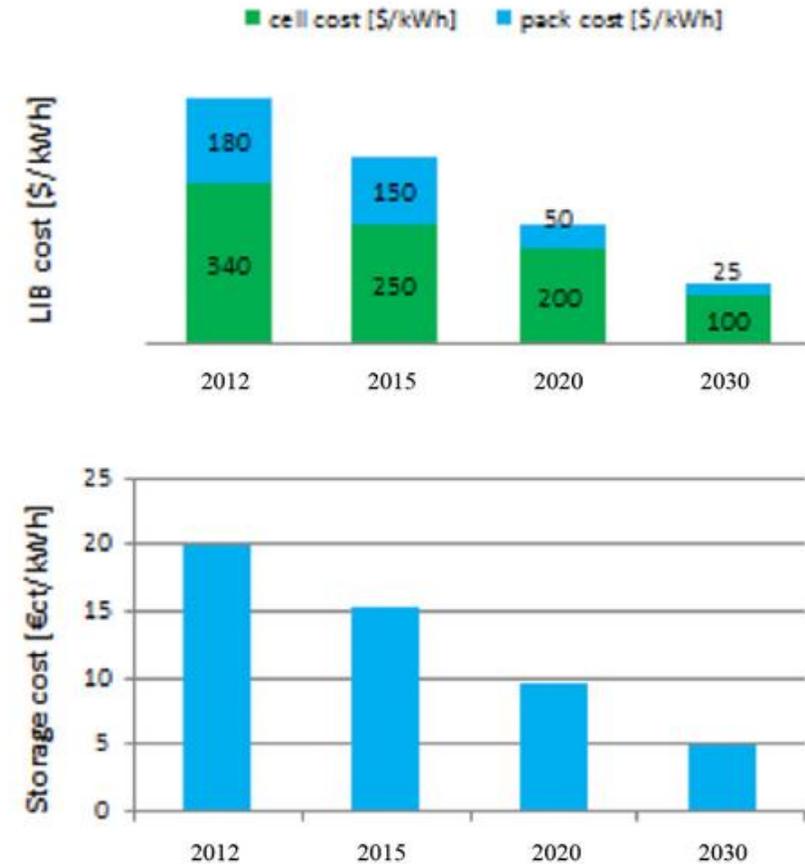
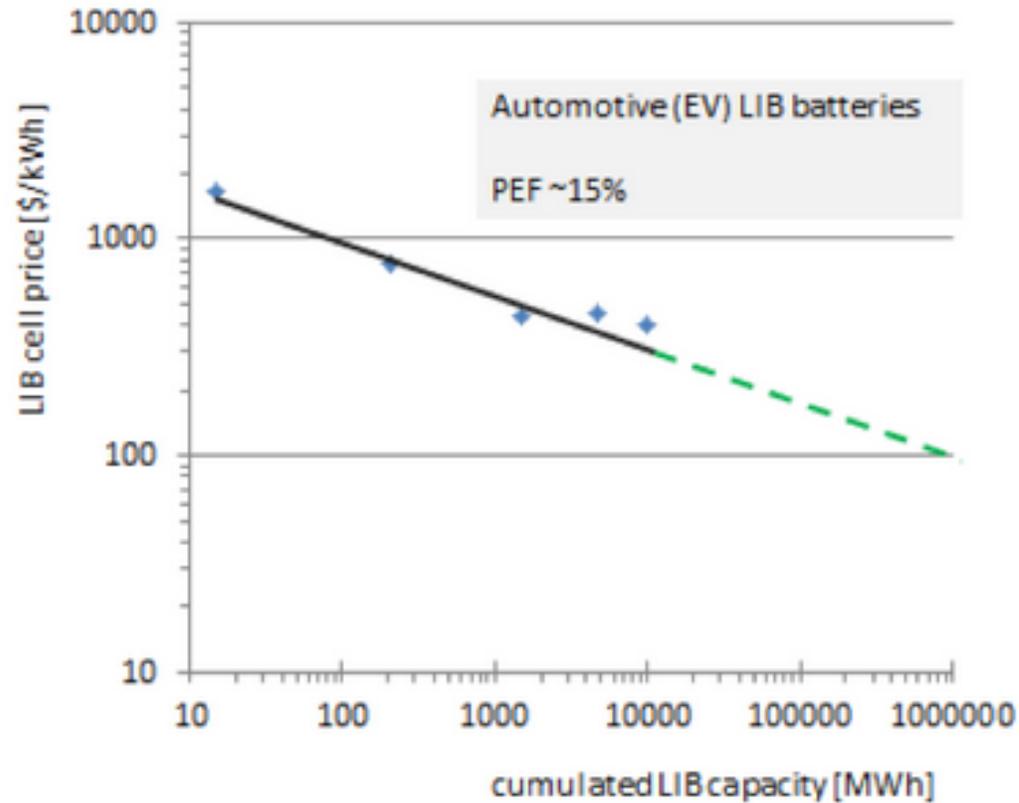


- In 2016, over 80% of commissioned MW have been lithium-ion
- For 2020, leading battery manufacturers are announcing even lower prices, at 250 \$/kWh
- This decrease in prices is greatly pushing the development of the market, and unlocking opportunities for storage

Sources/Notes: 1. Based on Clean horizon experience. The prices before 2014 have voluntarily not been displayed because they are too project-specific: as very few commercial projects were installed at this time and usually benefited from subsidies, the prices were not exactly representative of the market.

CONFIDENTIAL - Copyright © 2017 Clean Horizon Consulting

COURBE D'APPRENTISSAGE DU LI-ION: WINFRIED HOFFMANN PVSEC 2014



Décroissance de 15% à 24% du prix à chaque doublement de la capacité installée
 100€/kWh une fois 1TWh atteint (soit 40 millions de véhicules)
 Possible en 2030 sous réserve d'une croissance du marché de 31% par an



Éléments de contexte



Evolutions récentes en lien avec les batteries



Le véhicule à la convergence avec le réseau



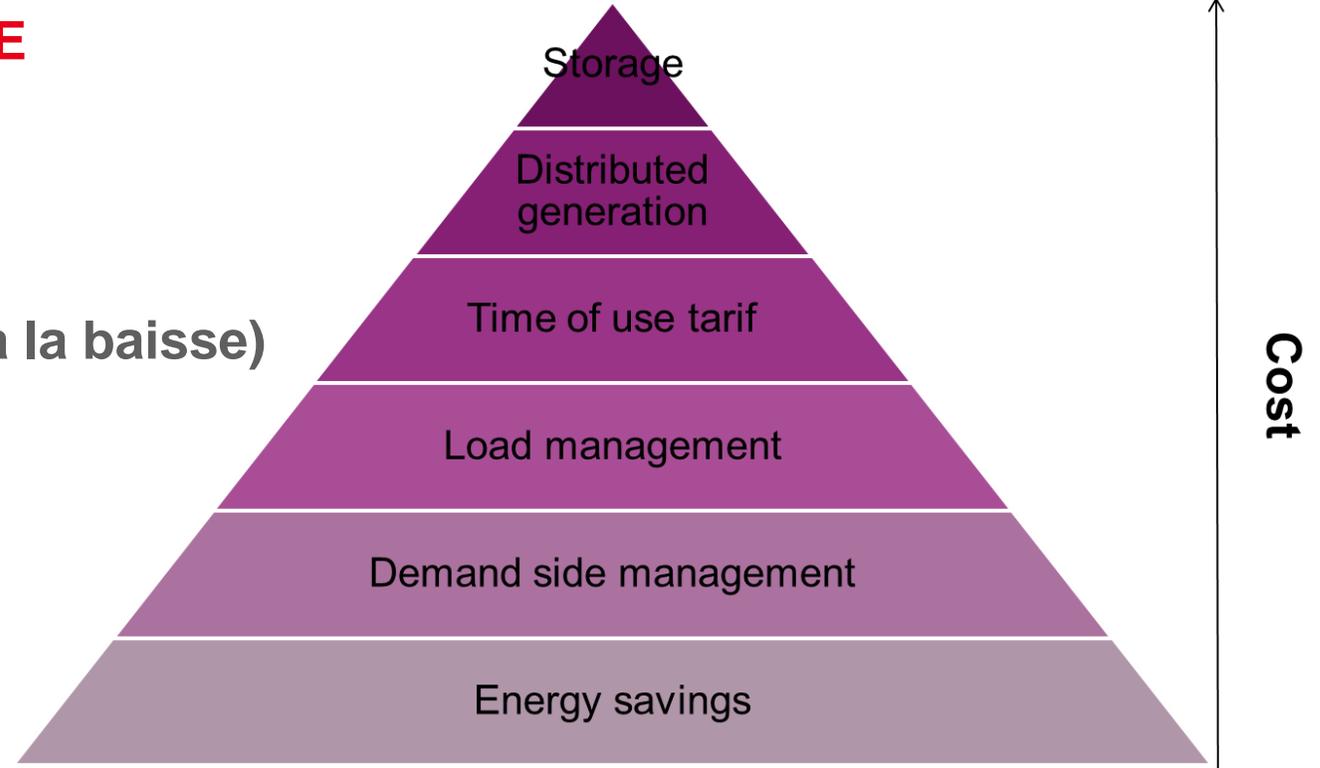
Le potentiel de la réutilisation en seconde vie



Questions?

LA VALEUR DU STOCKAGE

- Le stockage est UNE solution de flexibilité (la seule disponible à la hausse ET à la baisse)



- Besoin d'empiler les rémunérations pour atteindre la rentabilité
- Coupler les réponses aux besoins du transport, de la distribution et du consommateur final

=> Agrégation centralisée de systèmes distribués ???

SERVICES DU STOCKAGE: LA VISION DE "EASE"

Conventional Generation	Transmission	Distribution	Customers Services
Black start	Participation to the primary frequency control	Capacity support	End-user peak shaving
Arbitrage	Participation to the secondary frequency control	Dynamic, local voltage control	Time-of-use energy cost management
Support to conventional generation	Participation to the tertiary frequency control	Contingency grid support	Particular requirements in power quality
Renewable Generation	Improvement of the frequency stability of weak grids	Intentional islanding	Continuity of energy supply
Distributed generation flexibility	Investment deferral	Reactive power compensation	Limitation of upstream disturbances
Capacity firming	Participation to angular stability	Distribution power quality	Compensation of the reactive power
Limitation of upstream perturbations		Limitation of upstream perturbations	
Curtailment minimisation			

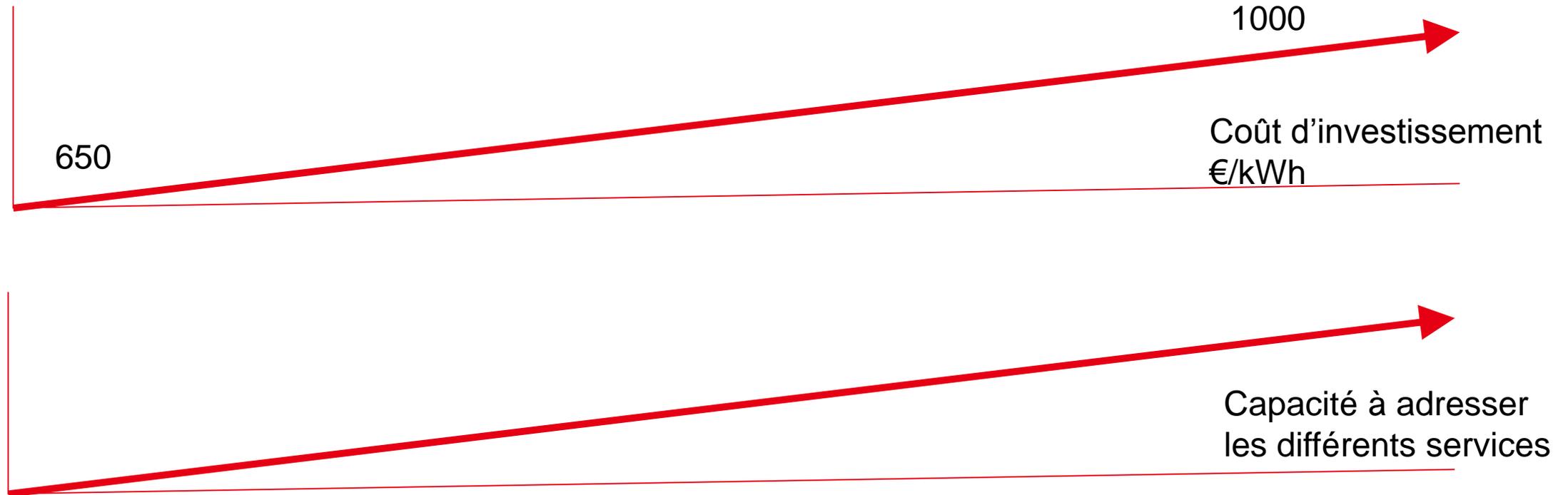
LA CORRELATION LOCALISATION/REMUNERATION ??? DÉTENTEUR, OPÉRATEUR ET BÉNÉFICIAIRE

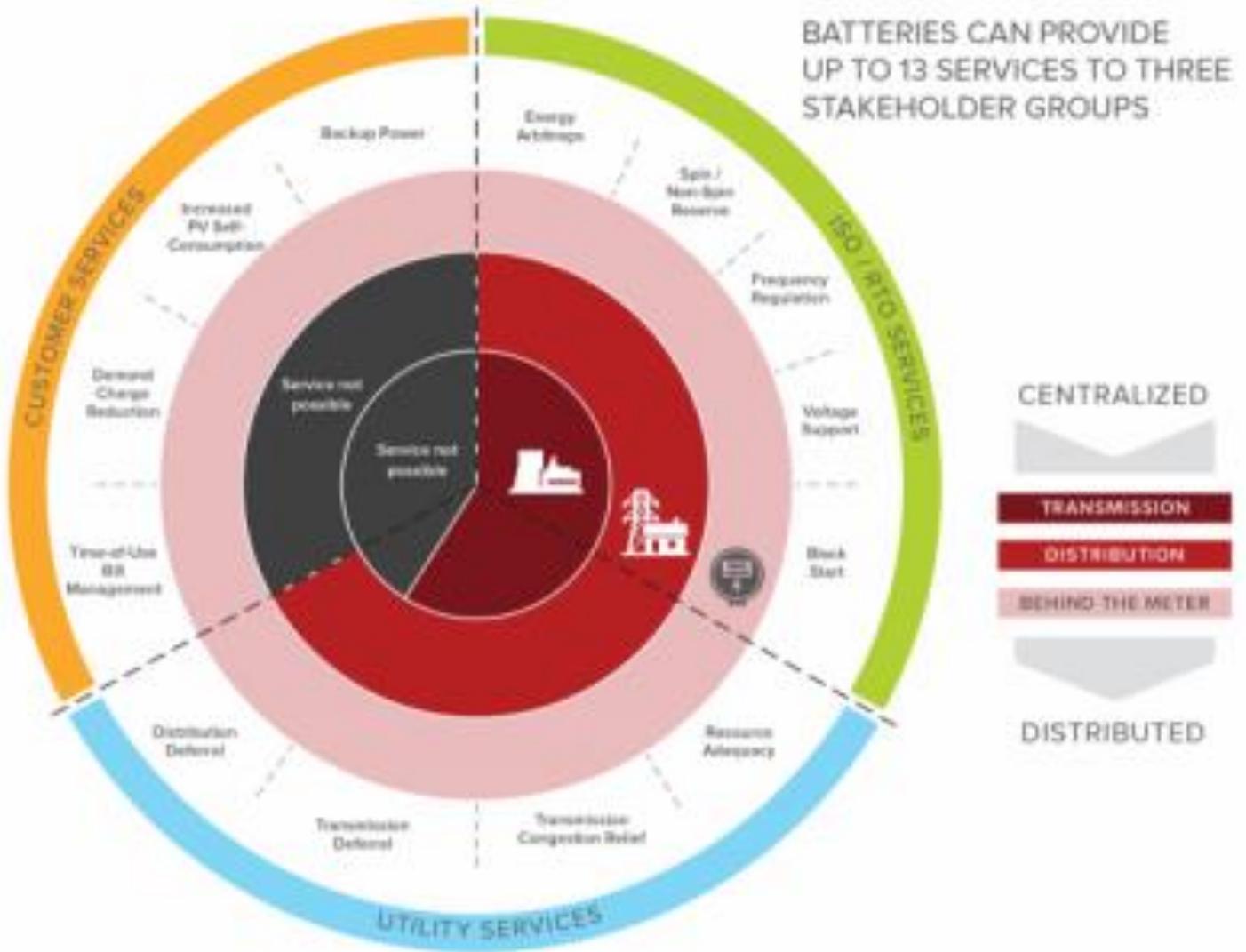
Production
centralisée

Transmission

Distribution

Consomm'acteur





Seul le stockage très distribué est capable de potentiellement satisfaire les 13 services.
(source RMI 2015)

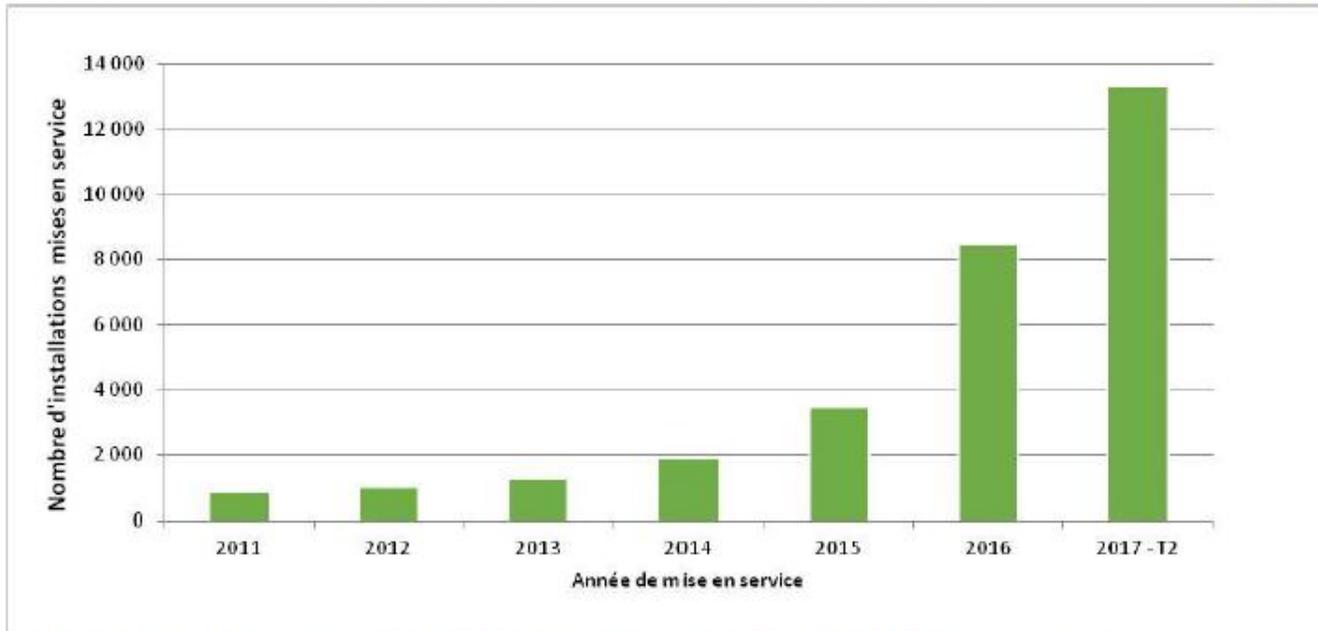


Contexte législatif et réglementaire

- **La loi TECV du 17 août 2015** a habilité le Gouvernement à adopter par **ordonnance (n°2016-1019 du 27 juillet 2016)** « *les mesures nécessaires à un développement ...des installations destinées à consommer tout ou partie de leur production électrique ...* », ratifiée par la loi du 24 février 2017
- **Autoconsommation définie** comme « *le fait, pour un producteur, dit autoproducteur, de consommer lui-même tout ou partie de l'électricité produite par son installation* » => **consacré aux articles L.315-1 à L. 315-7 du code de l'énergie**
- **Base légale pour l'autoconsommation collective** : « *L'opération d'autoconsommation est collective lorsque la fourniture d'électricité est effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals **liés entre eux au sein d'une personne morale** et dont les points de soutirage et d'injection sont situés **en aval d'un même poste public de transformation d'électricité de moyenne en basse tension...*** »

Source: FNCCR
forum Enerplan
autoconsommation du
13/09/2017

Un essor de l'autoconsommation amorcé en 2015



A fin juin 2017, près de 14 000 installation PV BT<36 kVA raccordées en autoconsommation (avec ou sans injection de surplus)

Source: Mr Lextrait ENEDIS, forum Enerplan autoconsommation du 13/09/2017

Convergence véhicule/stationnaire? (1/2)

- Un stockage de 7kWh porte l'autoconsommation de 30% à 65%
- Surcoût du kWh transité dans la batterie (pour 1000€/kWh d'investissement, 150 cycles par an, 20 ans de durée de vie)=> 33 cts
- L'achat d'un stockage pour le particulier ne peut se rentabiliser par la seule augmentation de l'autoconsommation (à court terme en FR)
- L'utilisation du véhicule électrique (VE) pour maximiser l'autoconsommation apporte un revenu supplémentaire au détenteur d'une installation PV et d'un VE (quand parité réseau atteinte)



=

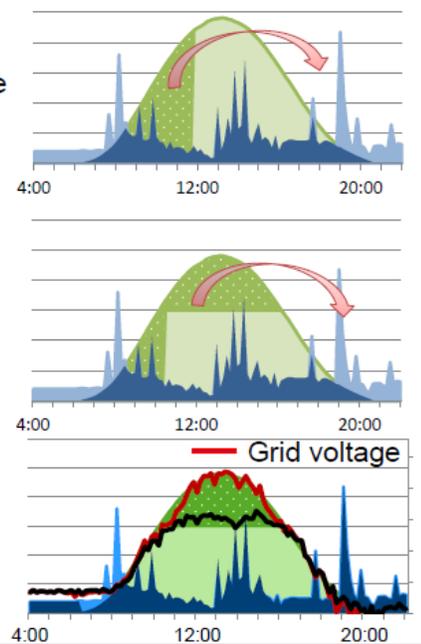


Convergence véhicule/stationnaire? (2/2)

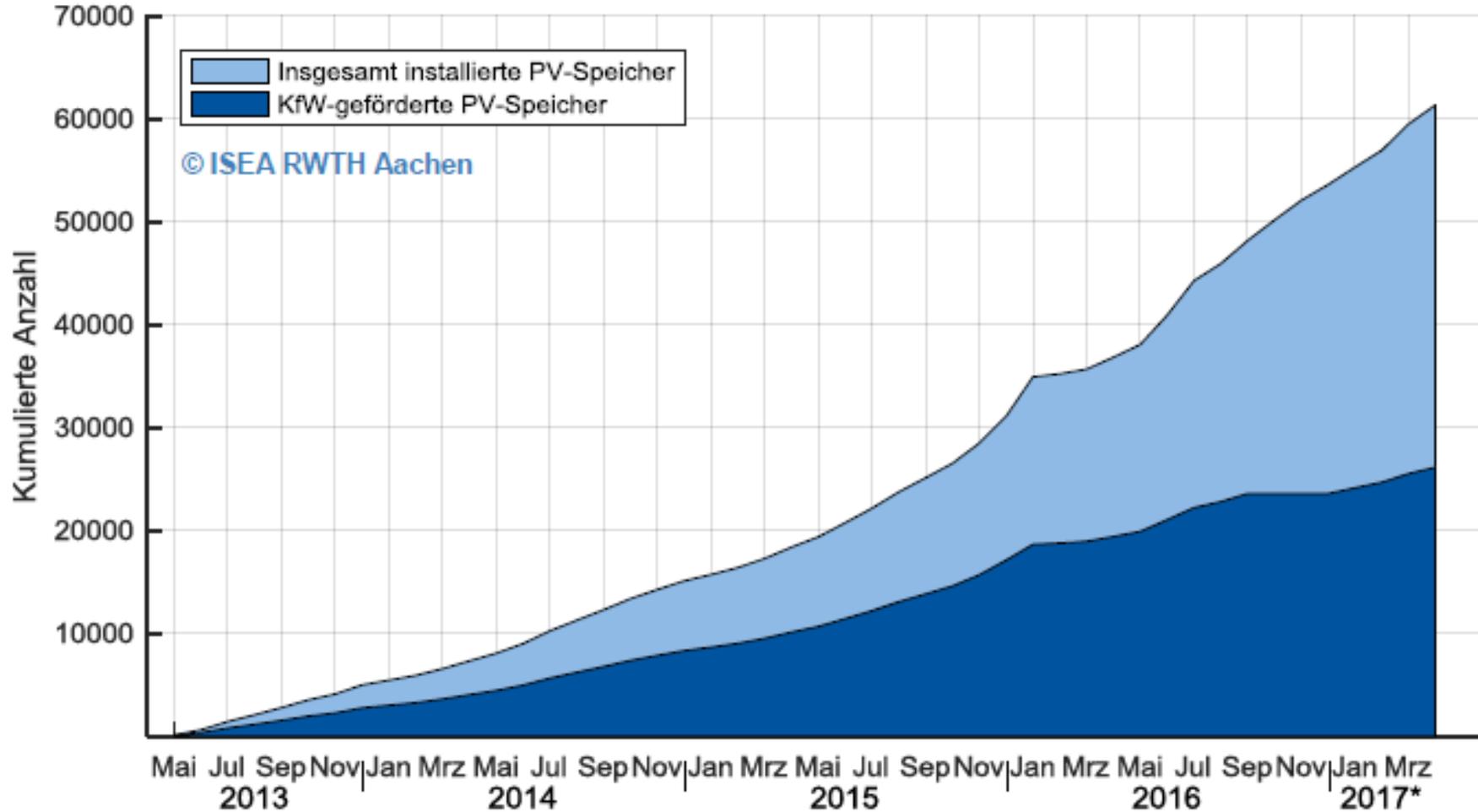
- Un stockage de 7kWh porte l'autoconsommation de 30% à 65%
- Sans revente de surplus cela représente pour un ménage à 4MWh par an un gain de 210€ annuels (FR)
- A comparer avec le surcoût d'équipement du VE pour la fonctionnalité bidirectionnelle (300€ en grande série?)
- Mais le VE doit être rechargé en journée ...

Grid relieving operation Strategies

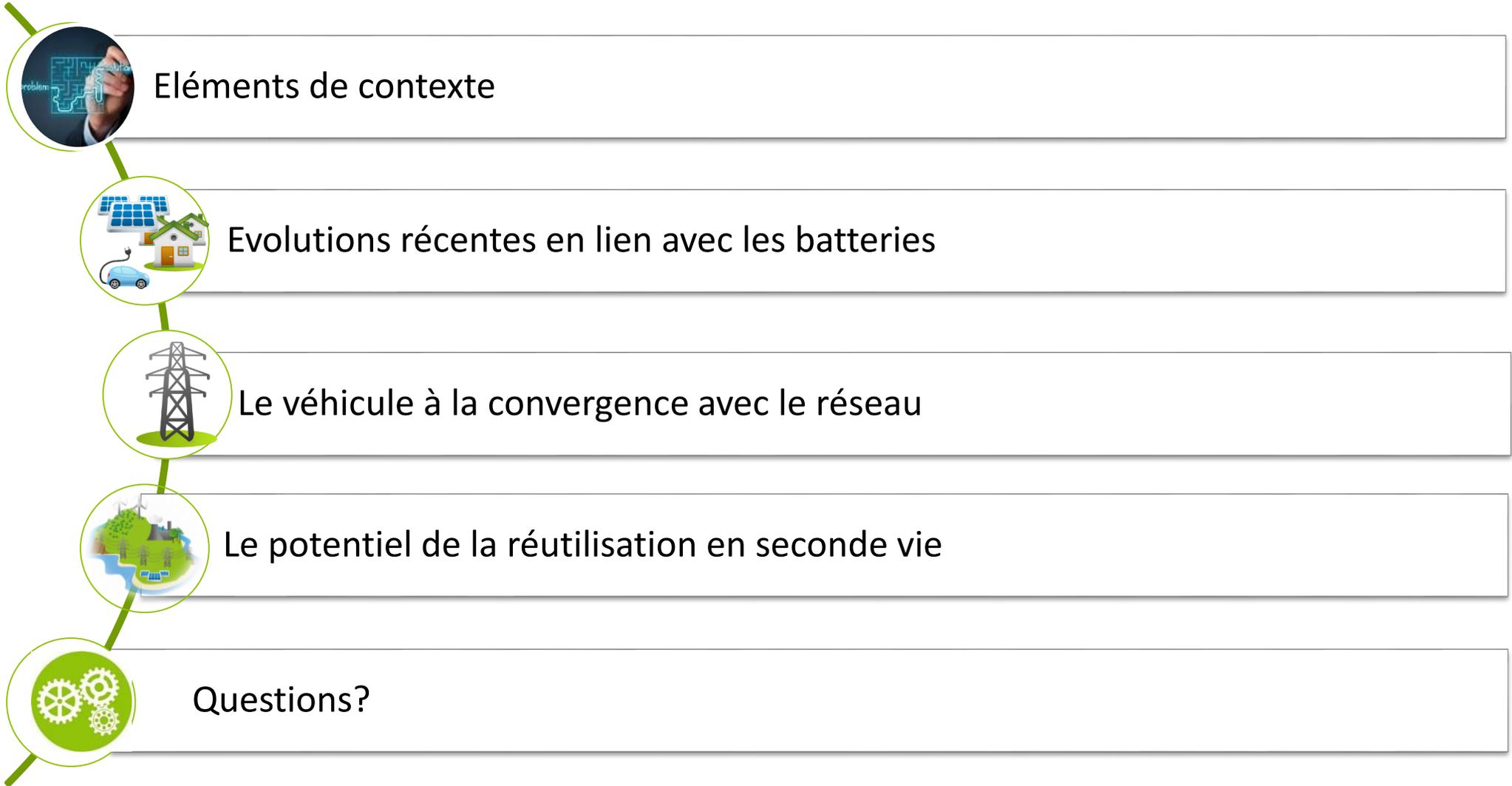
- Maximizing self-consumption
 - Charge battery when residual power available
- Persistence forecast
 - Cut-off limit: 50 % of PV peak power
 - Store cut-off energy
 - Persistence forecast to determine cut-off energy and power demand
- Grid-oriented strategy
 - Based on persistence forecast strategy
 - Additionally uses connection point voltage



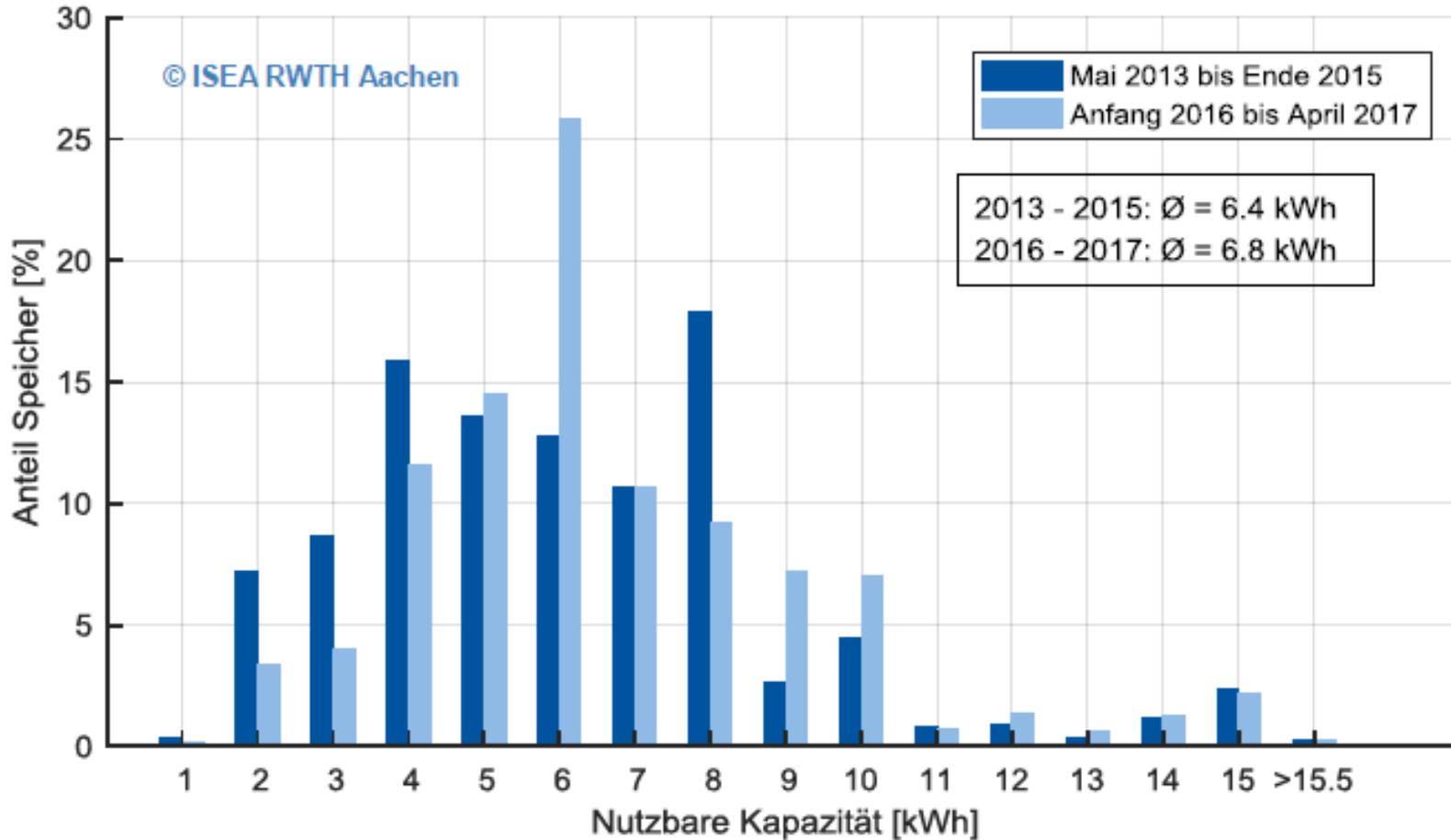
Stockage pour l'autoconsommation PV



Systemes installés en Allemagne avec et sans subvention



Quelle taille de batterie pour l'autoconsommation?



Les batteries de VE ont 40kWh et plus

Le besoin domestique est de 6kWh utiles

Question du réassemblage???

Opportunité de la seconde vie?

Bénéficiaire de la valeur résiduelle de la batterie:

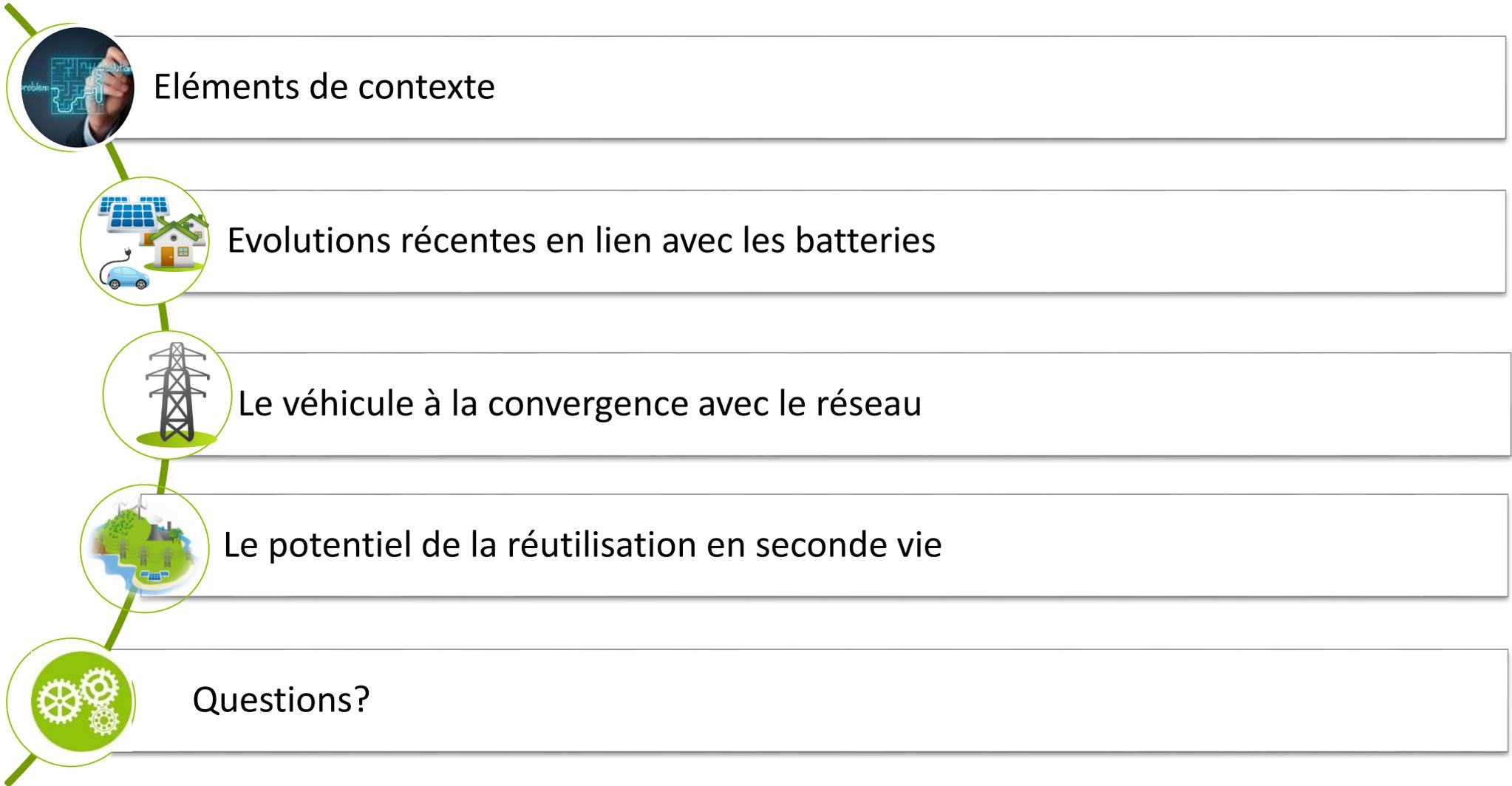
- La fin de vie correspond à une perte de capacité (autonomie) ou à une augmentation de résistance interne (capacité d'accélération)
=> les applications stationnaires (autoconsommation) nécessitent **6 à 10 kWh** et une puissance de **3 à 5 kW**
- Le recyclage est coûteux (1 euro par kg, pack de 250 kg => **250€** min)

Les volumes en 2024 et 2030:

- en 2024: Marché VE (163 GWh) = 10 * Marché stationnaire (16GWh)
- 8 à 10 ans plus tard ces mêmes batteries sont disponibles pour une retraite dorée

Les verrous:

- Diagnostic de valeur résiduelle: discrimination de cellules saines, diagnostic de panne
- Adaptation du BMS
- Réassemblage économique





liten
cea tech