

Sommaire

Les solutions de stockage d'électricité pour améliorer l'intégration des énergies renouvelables intermittentes sur le réseau électrique

- Le Groupe Saft
- Pourquoi stocker ?
- Exemples d'Application



1. Le Groupe Saft

Saft en 2009 - Chiffres clés

Espace



Défense



Stationnaire



Télécommunications

Specialty Battery Group

€241,6m
43,2 %

Batteries au lithium et à l'argent primaires et rechargeables, haute performance pour les marchés de l'électronique, de la défense et de l'espace.

Ventes 2009
€559,3m

Industrial Battery Group

€317,7m
56,8 %

Batteries rechargeables au nickel et au lithium pour applications industrielles de pointe.

Joint-Ventures:

- Johnson Controls-Saft
Batteries pour véhicules électriques (EV) et hybrides (HEV)
- ASB Group
Batteries thermiques
Mise en équivalence



Électronique professionnelle et systèmes de sécurité professionnels



Éclairage de sécurité



Aviation



Stockage d'énergie propre



Transports ferroviaires et collectifs

Un business modèle, solide, offrant de nouvelles opportunités de croissance

>75%

des ventes sur les marchés où Saft est leader

40%

des ventes en batteries de remplacement

21%

des ventes à l'industrie mondiale de la
défense

6,6%

consacré à la R&D en 2009

12%

des ventes de technologie Li-ion

*Les chiffres ci-dessus représentent % annuel des ventes 2009
Estimation 2009 de la direction. Pourcentages non additifs*

2. Pourquoi stocker ?

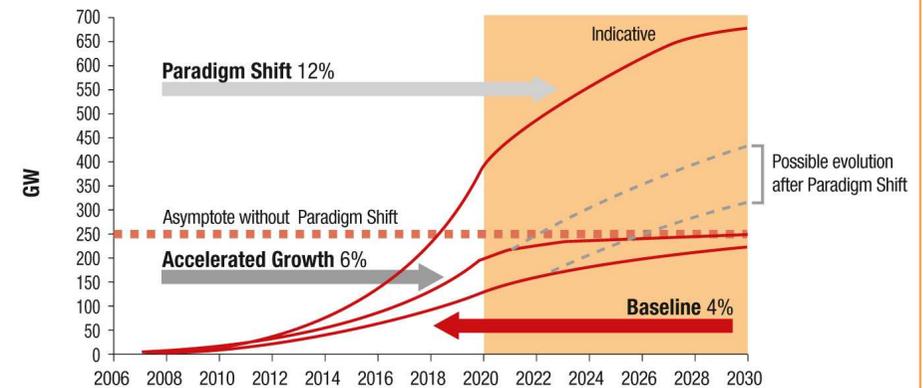
- Les ENR
- Le Stockage
- Le Réseau

Intégration des ENR

L'intégration des Energies Renouvelables ...

- ...est un objectif politique et environnemental
- ...qui rencontre des challenges techniques liés à la variation de la production
- ...nécessite davantage de **flexibilité** du management du réseau et du mix de la production.

PV deployment Scenarios in Europe 27, Norway and Turkey



© EPIA 2009 - www.setfor2020.eu

Sources: EPIA - EU DG TREN "European Energy and Transport: trends to 2030, update 2007" - Eurostat Data Portal - EU Joint Research Centre Photovoltaic Geographical Information System - A.T. Kearney analysis.

« *The Paradigm Shift Scenario (...)* requires the rapid and widespread adoption of power storage and smart grid technologies, (...) »
EPIA, SET for 2020

L'intégration des ENR

(quelques-uns des)
problèmes liés à l'intégration des énergies renouvelables intermittentes

■ Faible taux d'utilisation
= forte variabilité
de production



Mix énergétique flexible

■ Fluctuations importantes
& forte vitesse de variation



Services Réseau

■ Flux d'énergies renversés



Mise à niveau réseau de distribution

■ Génération en période
de faible demande



Déplacer la
production

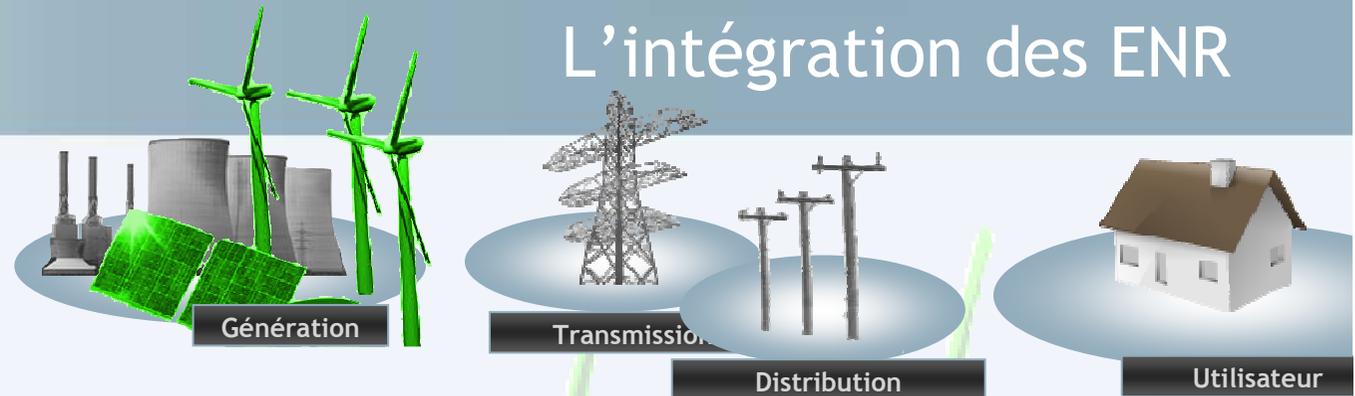
Déplacer la
demande

■ Génération dans zone
de faible demande



Mise à niveau réseau de transmission

L'intégration des ENR



- Faible taux d'utilisation = forte variabilité de production

- Fluctuations importantes & forte vitesse de variation

- Flux d'énergies renversés

- Génération en période de faible demande

- Génération dans zone de faible demande

Garantir fenêtre de prévision

Lissage de la variabilité de production

Ecrêtage de la pointe

Services Réseau

Management des flux d'énergie

Support Tension

Support au Management de la Demande (MDE)

Auto-consommation –
écrêtage de la pointe

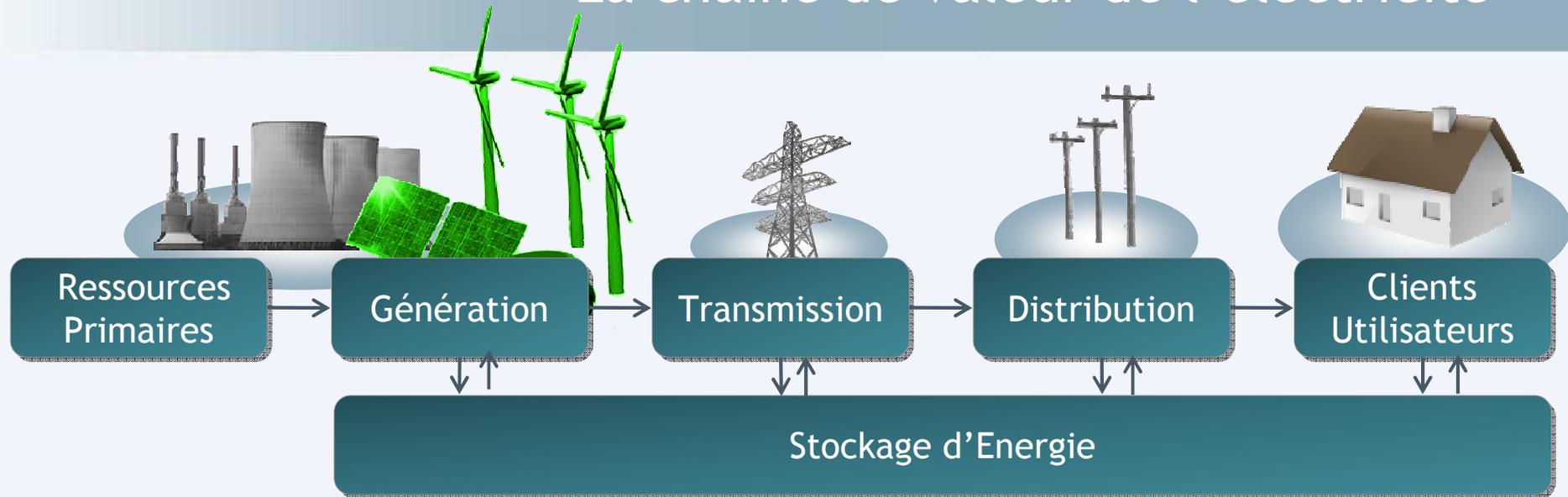
Intérêt des Opérateurs de Réseaux



- Manager une pénétration croissante d'énergie éolienne
- Fournir des services réseaux - éviter de faire fonctionner des centrales thermique
- Manager pointes et pannes du réseau
- Augmenter la valeur des systèmes photovoltaïques distribués
- Réseau Intélligent et centrales virtuelles
(smart grid and virtual power plants)

(EPRI)

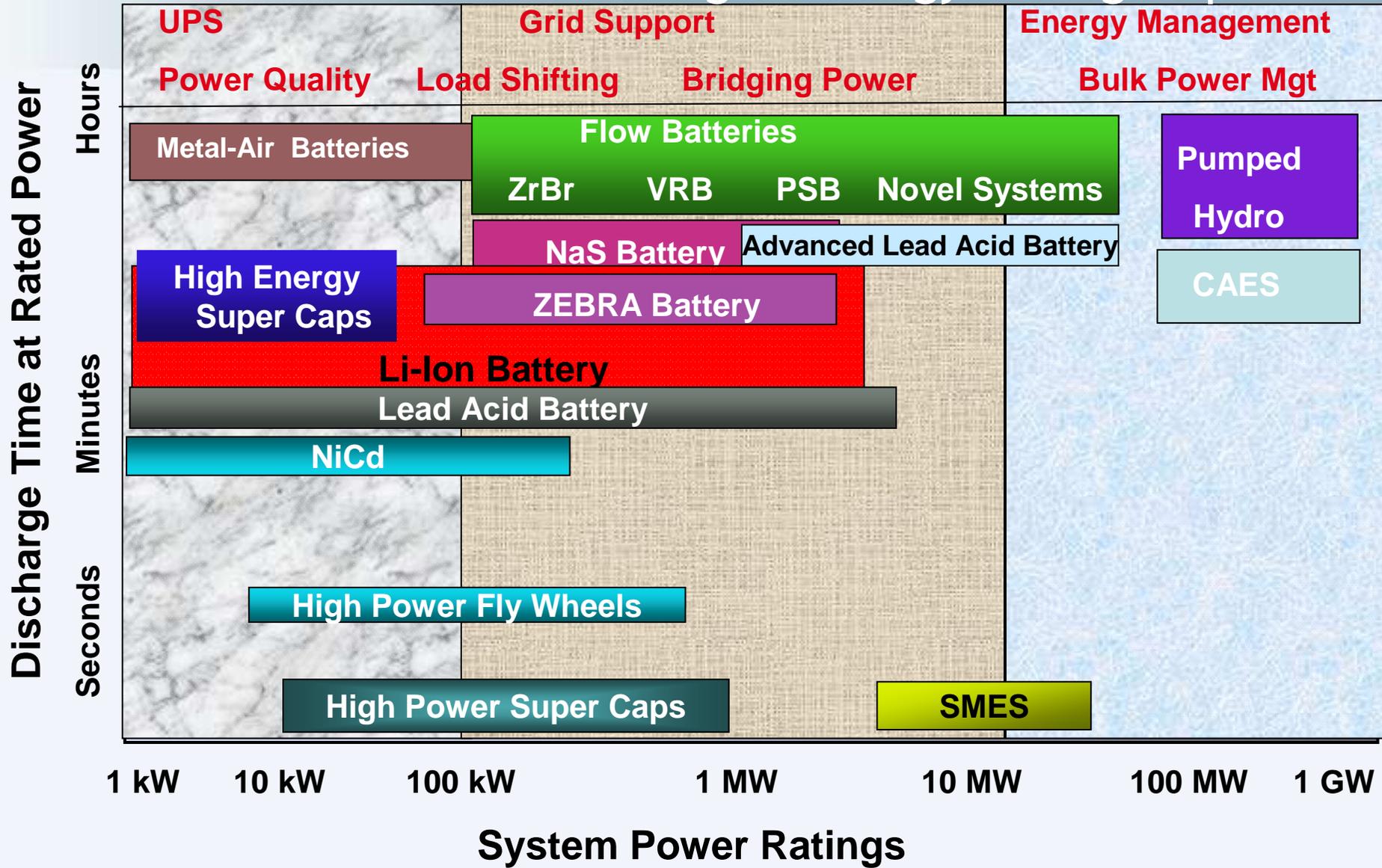
La chaîne de valeur de l'électricité



Stockage d'Énergie

- Peut être placé tout au long de la chaîne
- Peut générer de la valeur pour plusieurs participants simultanément
- Valorisations multiples du stockage par des couples énergie/puissance adaptés

Positioning of Energy Storage Options



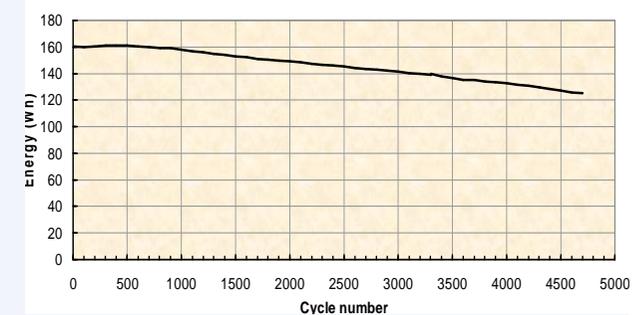
Pourquoi Li-ion ?

■ Technologie

- NCA: Oxide Ni Co Al lithié / Graphite
- Travaux PV & Li-ion depuis 2004 (INES)
- Multiples programmes de démonstration F/EU depuis 2005

■ Caractéristiques

- Compact, étanche, sans maintenance
- Excellent rendement énergétique: 95%
- Longue durée de vie calendaire et en cyclage (cyclage journalier à 60% pdd*) / 20 ans)
- Indication état de charge: crucial pour management dynamique de l'énergie
- Réduction de coût avec l'augmentation des volumes de production série



Durée de vie en cyclage à 20°C, 80% pdd

■ Utilisation

- Différents types d'éléments disponibles pour ration énergie / puissance optimal
- Fonctionnement dans des profils dynamiques énergie/puissance aléatoires

*) pdd = profondeur de décharge

Technologie: Compétence en Li-ion

■ Technologie

- NCA, design cylindrique. Expérience de plus de 10 ans.
- Choix pour la majorité des applications Saft & Johnson Controls Saft:
Critères: Performances, Durée de vie

■ Savoir-faire industriel

- Contrôle process critique pour durée de vie et fiabilité
- Fabrication éléments et assemblage systèmes
- 3 sites industriels (F, US), 5 en 2012

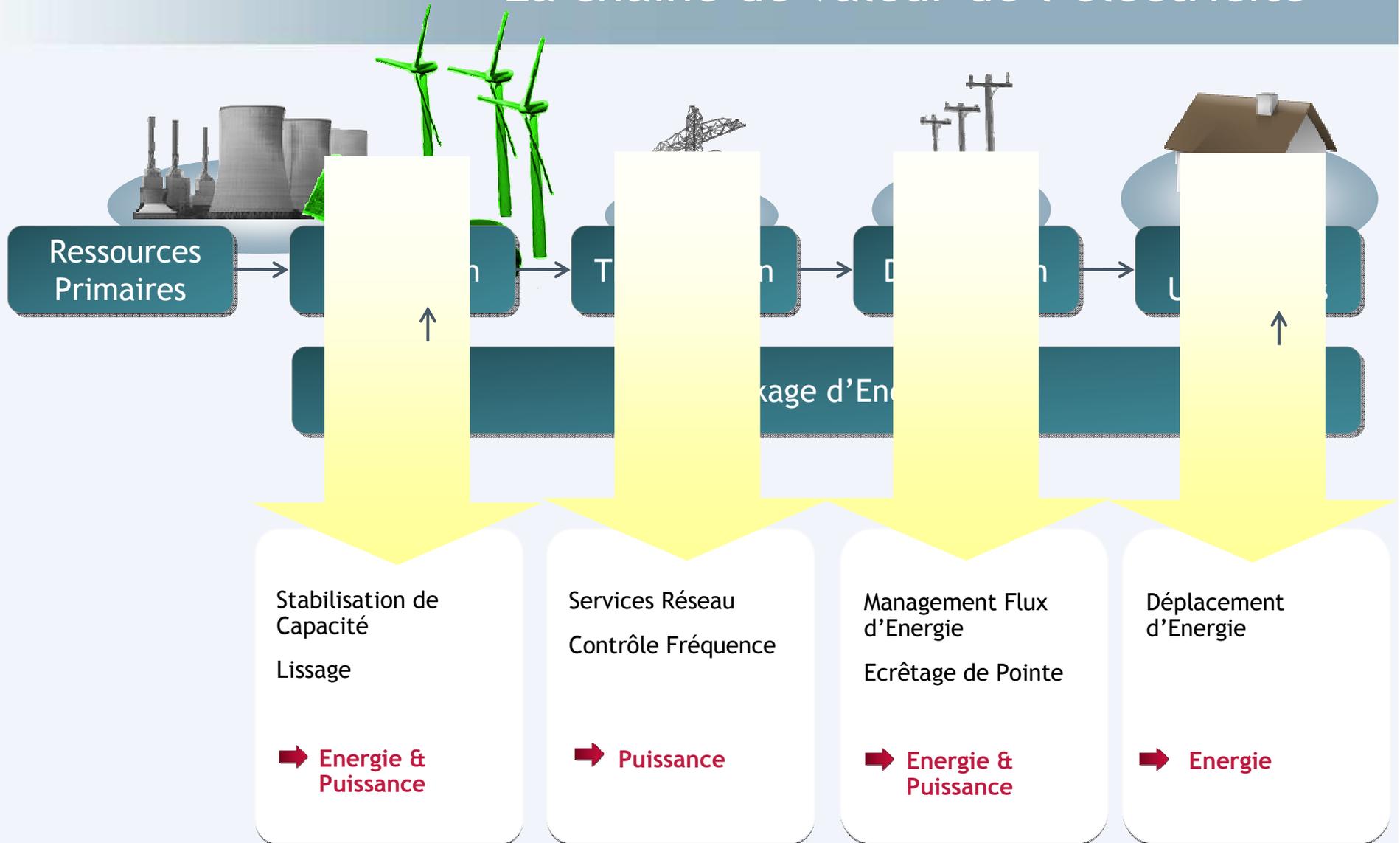
■ Compétence Systèmes

- Design des systèmes complexes: développement & qualification
- Management avant-projet et Projet
- Compétences en mécanique, électronique, tests



3. Exemples d'Application

La chaîne de valeur de l'électricité



Exemple de projets Saft



Guadeloupe projet de démonstration

- 15 sites avec 2.5 kWc PV et 11 kWh de batteries Li-ion
- Amélioration de la qualité de l'énergie, limitation de production à base d'énergie fossile.
- Toutes les batteries sont livrées. Premiers systèmes installés et fonctionnant parfaitement.

Projet Saft et ABB avec EDF Energy UK

- Intégration du Li-ion dans le système pilote SVC Light
- 200 kWh, 600 kW / 15 minutes. Tension batterie 5.8 kV
- Stabilisation de la fréquence du réseau. Control de la puissance et de la tension.

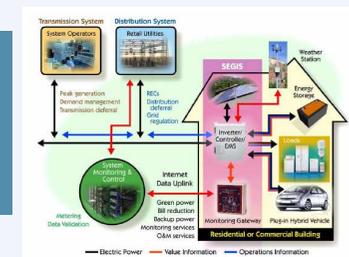


Projet Sol-ion

- En partenariat avec Conergy (Allemagne) et Tenesol (France)
- 75 systèmes 5 -15 kWh dans des maisons en 2009 / 2011

Projet : Solaire + réseau intelligent + batterie + conversion

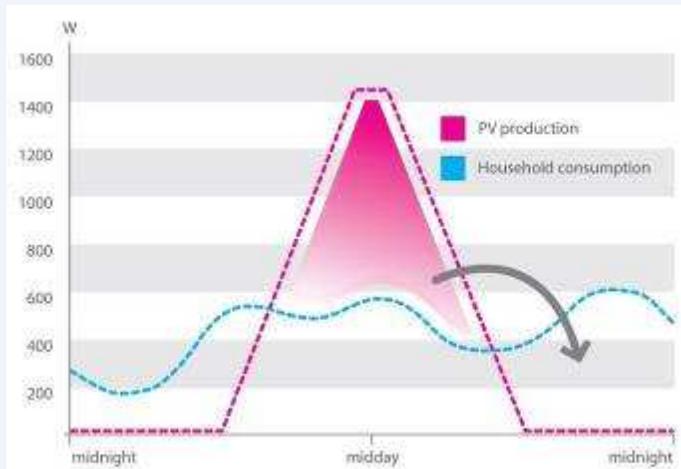
- En partenariat avec Apollo Solar et financé par le DoE US.
- La batterie de 10kwh fournira le stockage d'énergie capable de décaler l'énergie solaire produite pour être en phase avec la demande.



Stockage d'Énergie Résidentiel



La valeur du stockage



Client utilisateur

- Augmenter la valeur de l'énergie PV générée
- Autonomie de gestion
- Protection contre pannes de réseau

Opérateur réseau

- Réduction des pointes
- Services réseau

Socio-Economique

- Permet déploiement du PV décentralisé à grande échelle
- Contribution aux réductions CO₂

Deploiement en Guadeloupe

■ Support réseau en période de pointe

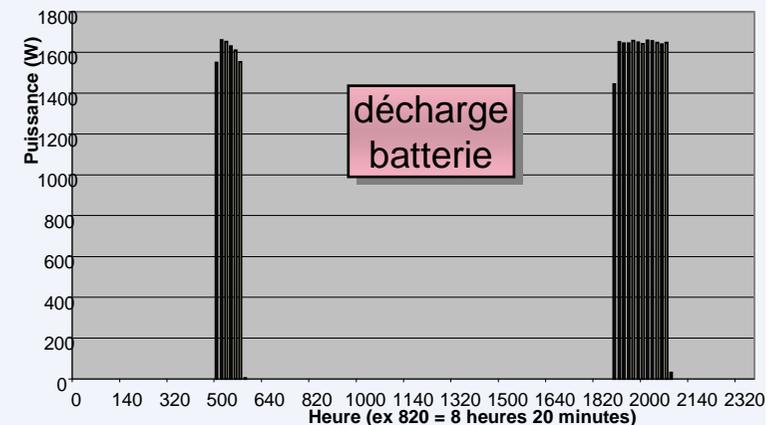
- 14 sites avec 2.5 kWp PV et batteries 11 kWh Li-ion
- Substitution de génération fossile
- Qualité courant améliorée

■ Résultats terrain 2008/10

- Injection réseau en période de pointe
 - 1h matin / 3h après-midi
- Rendement batterie 97%
- Cycle journalier moyen 45% pdd
- ROI attendu 6-10 ans
 - En fonction du coût d'énergie de pointe



Site en Guadeloupe



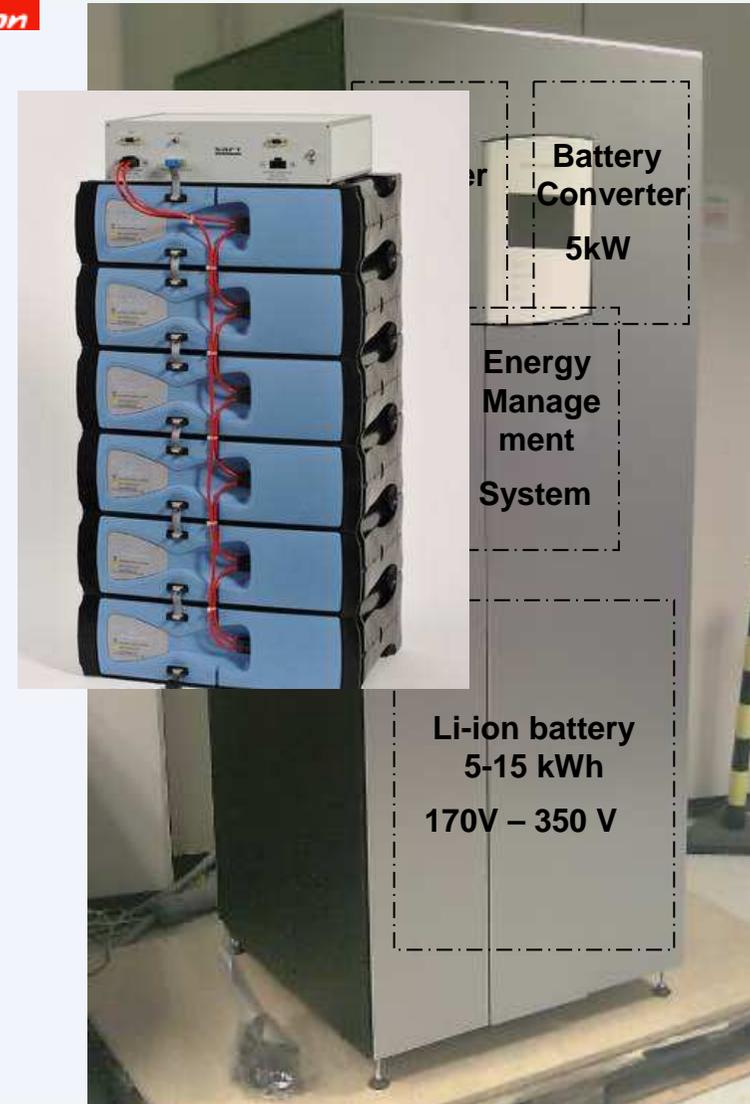
■ Système Intégré

- Conversion, stockage et management d'énergie PV
- 75 systèmes en France et en Allemagne 2010 / 2011

- 5 à 15 kWh / 170 à 350 V : Association plusieurs Energy Modules 48V, 2.2 kWh + BMM

■ Management de la demande

- Maximise l'auto-consommation avec effet d'effacement de pointe
- Intégration dans le "smart grid" du futur

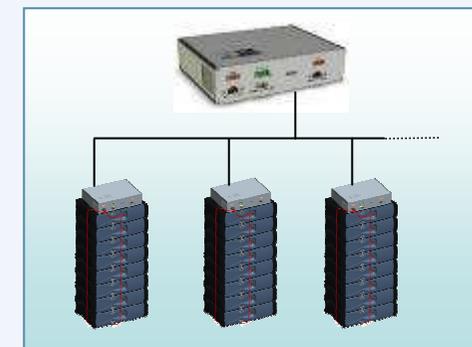


Module for Residential/Community systems

Modular Design

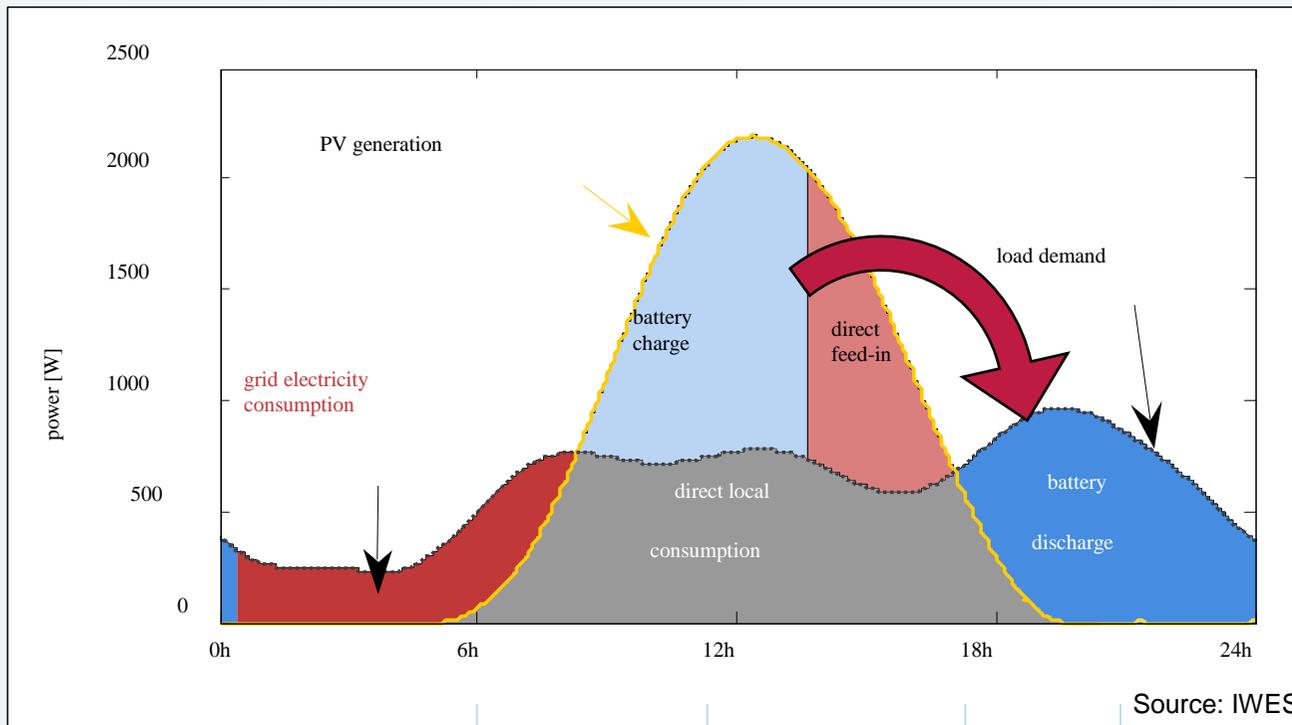
- Energy Modules 48V, 2.2 kWh
 - 14 Li-ion VLE cells
 - Cell balancing
 - Voltage & temperature control

- BMM (Battery Management Module)
 - CanOpen bus communication
 - SOH, SOC *)
 - Operating conditions
 - Alarms
 - Battery protection



* Stacked height 126mm, width 448mm when rack-mounted. ** 2kW from 2011 onwards

24h Simulation



Management d'énergie

- Sources
 - PV
 - Batterie
 - Réseau
- Batterie
 - charge/ décharge
 - Optimisaion durée de vie
- Back-up

| PV data from voltwerk electronics test site (February `08)
 | Load data from IWES 5500 kWh/a yearly consumption.
 | Time resolution 1 Minute.
 | Battery 5kWh installed capacity

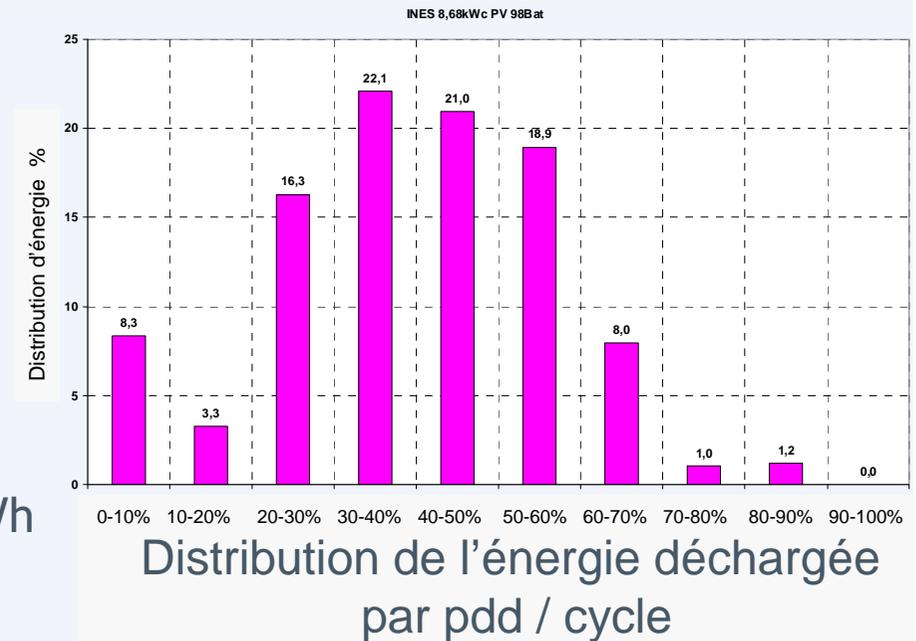
Schmiegel, Dittmer, Cousseau, Lippert: Demand driven integrated PV-system with lithium-ion batteries for storage to boost self consumption. 24th EU PVSEC Hamburg, September 2009

Simulation durée de vie en cyclage

- Exemple d'un profil de cyclage
 - 1351 cycles / an
 - 10,6% pdd*) moyenne
 - Equiv. 143 décharges complètes

■ Résultats de la simulation (1 an)

- | | |
|--------------------------|-----------|
| ■ Consommation | 4 400 kWh |
| ▪ ...depuis réseau | 16% |
| ▪ ... auto-consommation | 84% |
| › Dont PV direct | 48% |
| ■ Cumul énergie batterie | 2300 kWh |
| ■ Etat de charge moy. | 65% |
| ■ Durée de vie théorique | 26 ans |



Données système pour la simulation

- PV 8,7 kWp
- Li-ion battery 16 kWh

Source: INES

*) pdd - profondeur de décharge

Community Energy Storage (CES)

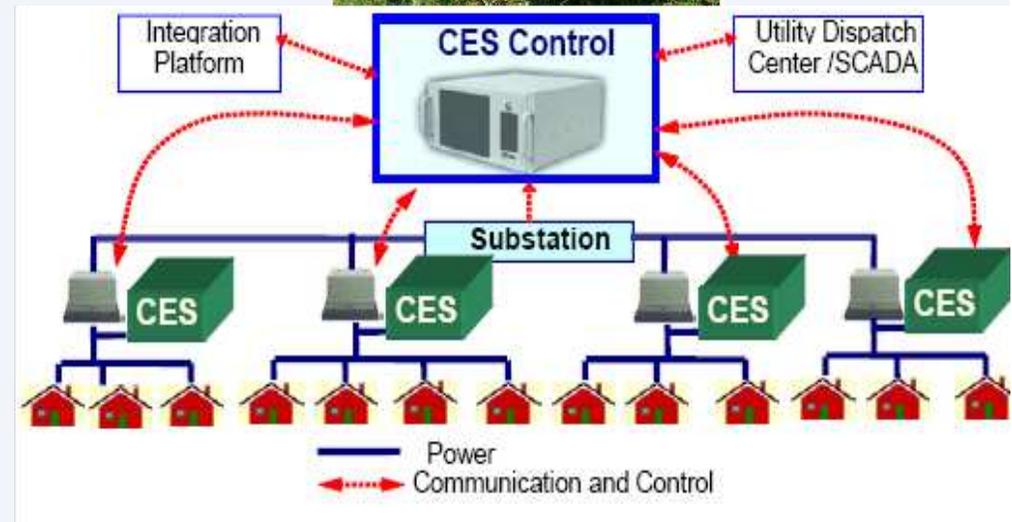
- A proximité du client
 - Backup
 - Lissage des ENR
 - Support tension

- Approx. 25 kW / 25 kWh
/Tension système 400 V (sur base de module 24V)

- Connecté réseau
 - Load levelling
 - Régulation fréquence

- Opéré par le réseau de distribution

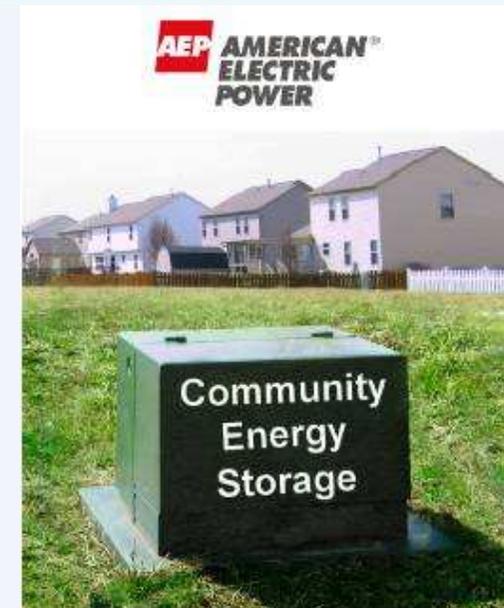
- Propriété de l'opérateur réseau



A. Nourai, AEP: A review of 2009 Energy Storage Projects in American Electric Power, EESAT, Oct 2009

Systeme CES

- Approx. 25 kW / 25 kWh
- Installation à l'extérieur
- Tension système 400V
 - modules 24V
- Mise en parallèle possible
 - Flexibilité en tension
 - Augmentation de l'énergie



Ni-Cd Battery Energy Storage BESS

- Golden Valley Electric Authority (GVEA), Fairbanks, Alaska

- Batterie Ni-Cd

- Tension Nominale 5 000 V
 - Capacité 3 680 Ah
 - Energie 18,4 MWh



- La batterie la plus puissante du monde: décharge 5 minutes à la puissance max. convertisseur: 46 MW

- Evite environ 300 000 déconnexions clients par an.



The emergence of lithium-ion

■ Saft and ABB

- Integration of Li-ion into SVC Light pilot system
- 200 kWh, 600 kW / 15 min.
- Operation to 5.8 kV

■ Mitigate short term load and supply variations

- Electricity distribution grids
 - Mitigate intermittency
 - Maximize network utilization (defer upgrades)
- Industries with high short term power demands



Li-ion Battery
8 units 646 V = 5 170 V

- 40 Ah
- 13 power modules
- 1 control module
- Optical communication

ABB FACTS: SVC Light[®] with Energy Storage

Contrôle dynamique des puissances actives et réactives du réseau électrique

- Puissance réactive:
tension réseau & stabilité
- Puissance active:
Focus sur divers applications demandant un support puissance à courte durée
 - 5 - 70 MW
 - 5 - 60 min
- Fonctionnalités d'un stockage dynamique
 - Black start
 - Arbitrage
 - Lissage ENR intermittentes
 - Contrôle Qualité Courant
 - Support pointes (éviter investissements en T&D)
 - Maintien de puissance en attendant la mise en ligne de génération alternative



Typical ± 30 Mvar, 20 MW during 15 minutes, footprint 50x60 m.

ABB's SVC Light[®] with Energy Storage

- To reduce carbon foot print (less fuel use and air emissions)
- To facilitate the use of renewable energy, enabling high penetration, increasing efficiency and reducing cost.
- To facilitate the integration of the Smart Grid Solution.
- To reduce the investment cost in T&D infrastructures and reducing transmission capacity constraints
- To dramatically increase the stability of the grid, electricity supply capacity and reliability

(source: ABB)



ABB FACTS: SVC Light[®] with Energy Storage



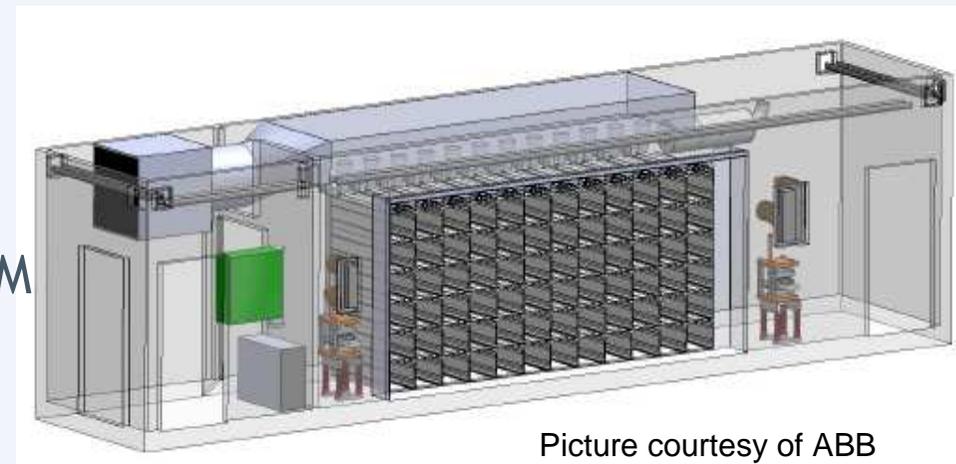
Saft Copyright 12.2009

Module Haute Puissance (2011)

- 230V, 7kWh, 70kW (VL30P)
- 400 x 400 x 1200 mm
- 120 kg

Système montage en “cassettes”

- Connection série via BMM
- Connexion parallèle avec MBMM
- Refroidissement à l'air



Picture courtesy of ABB

Stabilisation de capacité d'un générateur d'énergie renouvelable

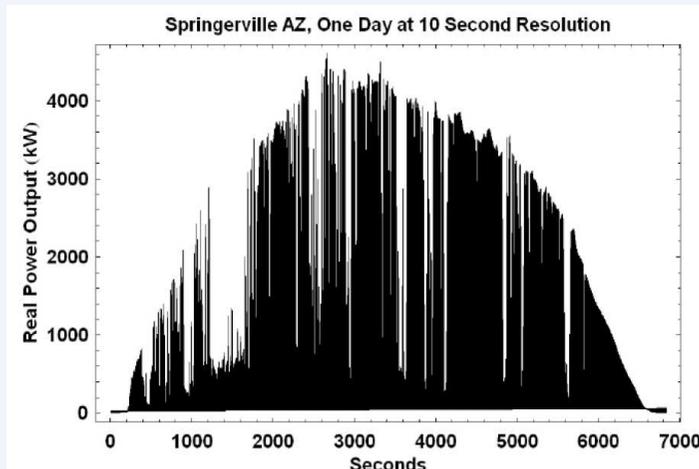
Solutions en Conteneur

Fermes Solaires



Lissage de la production PV

- Fluctuations de puissance court terme
- Provoquées par nuages et autres phénomènes météorologiques
- Créent un problème d'intégration réseau
- Stockage de courte durée permet de mitiger l'impact de ces fluctuations
- Nécessite stockage avec densité de puissance et cyclabilité élevées



Source: EPRI

Jay Apt and Aimee Curtright "The Spectrum of Power from Utility-Scale Wind Farms and Solar Photovoltaic Arrays", Carnegie Mellon Electricity Industry Center Working Paper, CEIC-08-04

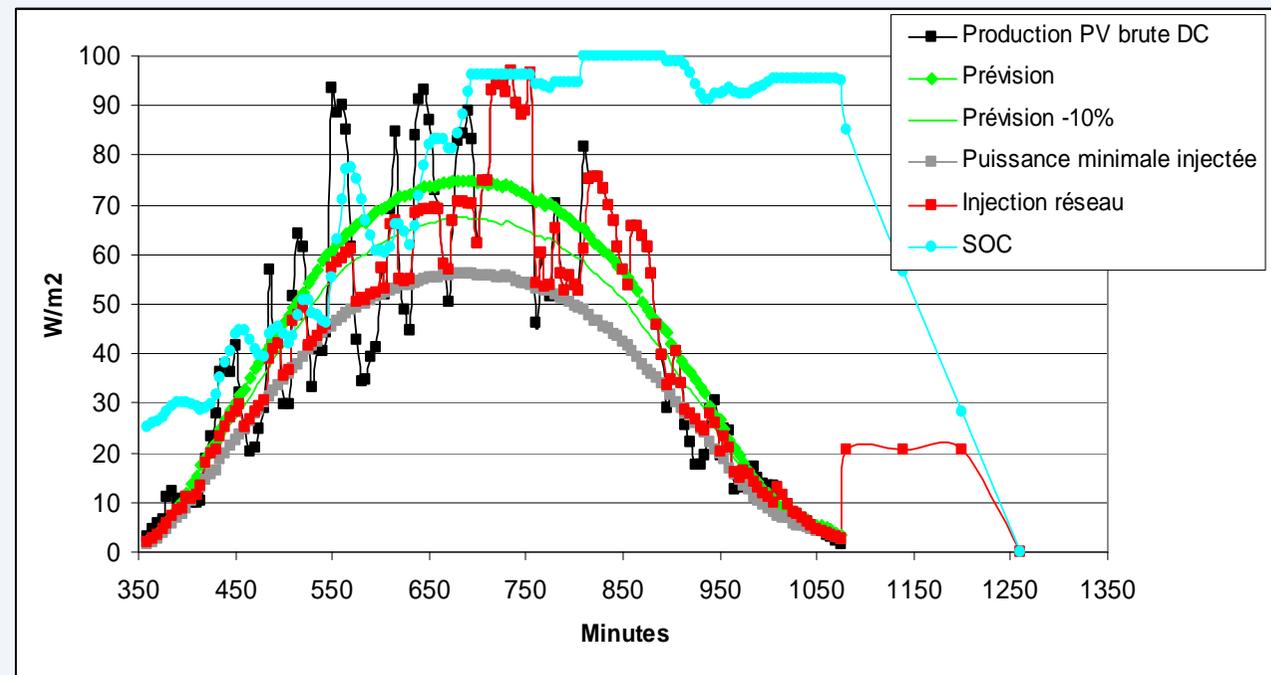
Le besoin

Lissage de production PV

- Ferme solaire 5MW
- Puissance minimum demandée 1,7 MW

Simulation

Production PV (noir)
Lissage batterie (rouge)

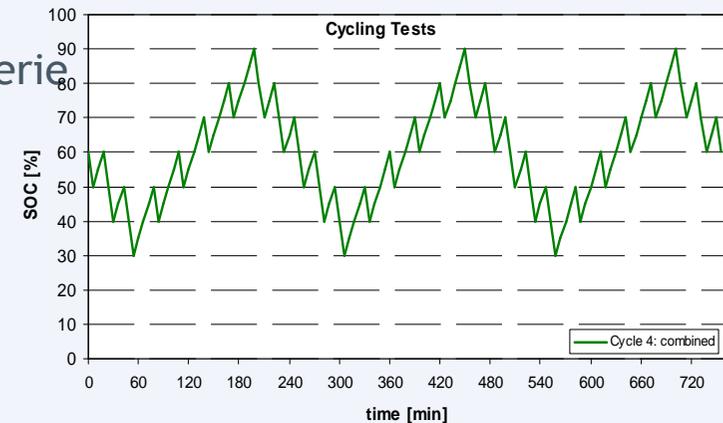


- ✓ Maintien de la production à l'intérieur d'une fenêtre de prévision
- ✓ Compensation des chutes de puissance abruptes
- ✓ Maintien de la puissance pendant 30min

Du besoin à la solution

■ Déterminer la solution optimale

- Simulation de la production PV
- Définition du profil charge/décharge de la batterie
- (puissance x temps x nb cycles)
- Simulation du cyclage (variation pdd)
- Vieillessement calendaire et cyclage performance début de vie / fin de vie
- Etude thermique
- Bilan énergétique



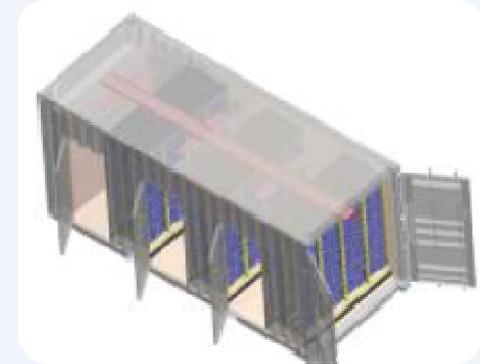
■ Le Système Batterie

- Modules Batterie
- Management & Monitoring
- Sécurité (prévention feu, contrôle accès, alarmes, ...)
- Contrôle température & humidité
- Interfaçage avec conversion d'énergie

Solution pour ferme solaire 5 MW

■ Batterie Li-ion

- Energie 3 MWh
- Puissance 6,6 MW / 30 min
- Etat de charge 60% moyenne
Variation 10% à 100%
- Cyclage dynamique à pdd variables
- Rendement 92% (incl. climatisation)
- Durée de vie 10 years +



■ Considerations

- Assemblage en conteneurs (batterie & convertisseur)
- Transport, Installation, Mise en service
- Taux de disponibilité
- Coût d'opération
 - MCO: maintien en condition opérationnelle
 - SLI : support logistique intégré
- Fin de vie

■ Batterie Li-ion

- conteneur 20ft
- 560 kWh
- 1.1 MW
- 11 t

■ Système

- Stockage d'Énergie
- Conversion d'Énergie
- Supervision
- Contrôle température
- Protection feu



Battery container



Stockage d'électricité Saft - Table ronde Cluster Energie Pays de La Loire - Propriété Saft

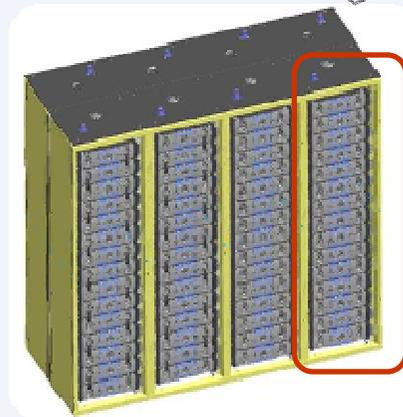
Design

■ De l'élément Li-ion au conteneur

VL41M

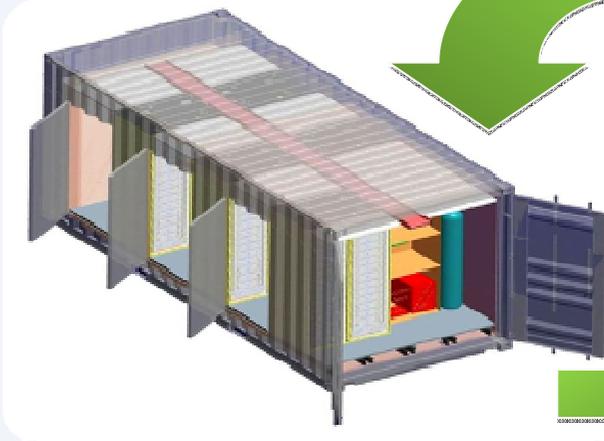


24V-80Ah module



29 modules 700V
plus 1 BMM

Mise en //
Des batteries 70 Kwh



Caractéristiques techniques d'une batterie 560kWh:
Conteneur 20ft: 6m x 2,5m x hauteur 3m, 11t
1.1MW (730V-770Ah)



MERCI

francois.danet@saftbatteries.com