



Eléments économiques sur le stockage d'énergie électrique

Carrefour In' Energie
Batteries lithium

Nantes, 27 octobre 2010

Bruno PRESTAT

EDF R&D

bruno.prestat@edf.fr



LEADING THE ENERGY CHANGE

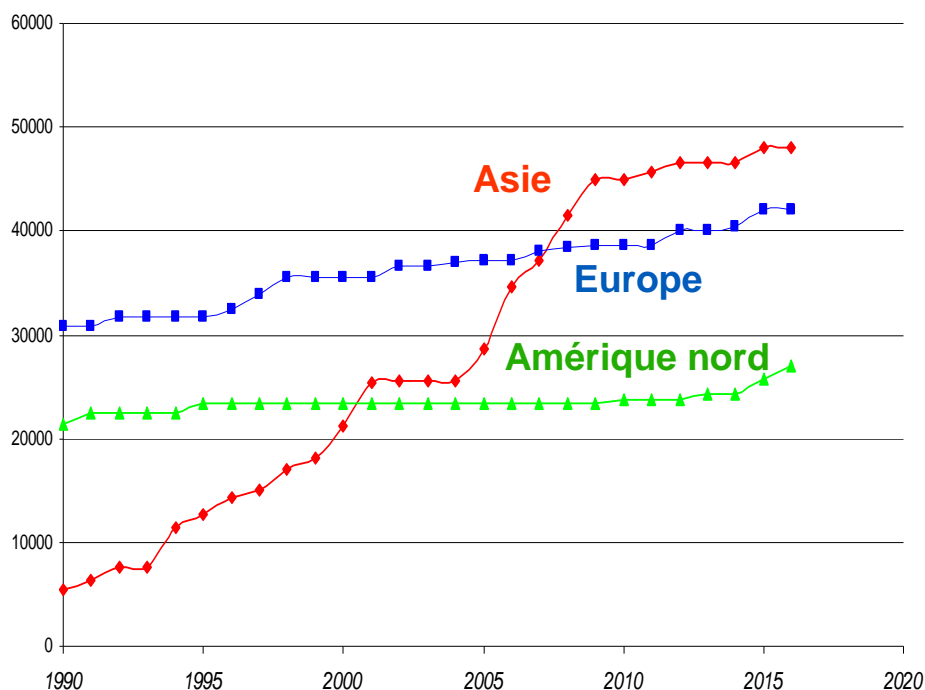
Marché du stockage d'énergie électrique

- Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) : technologie de stockage la plus répandue, plus de 100 GW dans le monde, env. 380 STEP
- Autres technologies de stockage : moins de 1% de la capacité des STEP (développement principalement hors de l'Europe)
- Croissance du volume de batteries, en particulier Japon (40 GW d'ici 2030) et USA
- Marché du stockage d'énergie électrique en Europe :

Technologie	Capacité actuelle	Capacités prévues
STEP	45 600 MW	4150 MW
Stockage air comprimé	290 MW (Huntorf)	200 MW (RWE) + ?
Batteries sodium-soufre	Quelques MW (îles)	Qques dizaines de MW
Batteries plomb-acide	20 – 30 MW	?
Batteries à circulation Redox	Env. 20 MW	?
Batteries lithium-Ion	Env. 1 MW	?

Les STEP : un marché mondial pour un outil de flexibilité efficace

Puissance cumulée (MW)



- ◆ Investissement d'environ 1 M€ / MW (soit 1000 € / kW) installé pour les projets observés (base de lacs existants)
- ◆ 6 STEP en France : env. 5000 MW de capacité en turbinage
- ◆ Cycles journaliers à hebdomadaires
- ◆ Plusieurs grands projets en Europe (Suisse, Autriche, Norvège,...)
- ◆ Rendements : proches de 80% pour les nouvelles installations (donc 20% de pertes !)

Années

STEP en France

	Montézic MSI 1982	Revin MSI 1976	G.Maison MSI 1985	S.Bissorte MSI 1987	La Coche MSI 1977	Le Cheylas MSI 1979	Total
Puissance en turbine	910 MW	720 MW	1790 MW	730 MW	330 MW	460 MW	4940 MW
Puissance en pompage	870 MW	720 MW	1160 MW	630 MW	310 MW	480 MW	4170 MW
Nb de pompes	4	4	8	4	2	2	
Constante de temps	40 h	5 h	30 h	5 h	3h	6 h	
Productible gravitaire	STEP pure	STEP pure	216 GWh	250 GWh	426 GWh	670 GWh	



Approches du stockage dans le monde

■ Approche japonaise

- Contraintes de développement des EnR dans certaines régions (faiblement interconnectées)
- Spécifications techniques assez simples (lissage de production injectée)
- Conséquences : les producteurs EnR investissent dans le stockage qui se développe fortement (batteries NaS de faible capacité énergétique associées aux EnR - perspectives 40 GW d'ici 2030)

■ Approche américaine

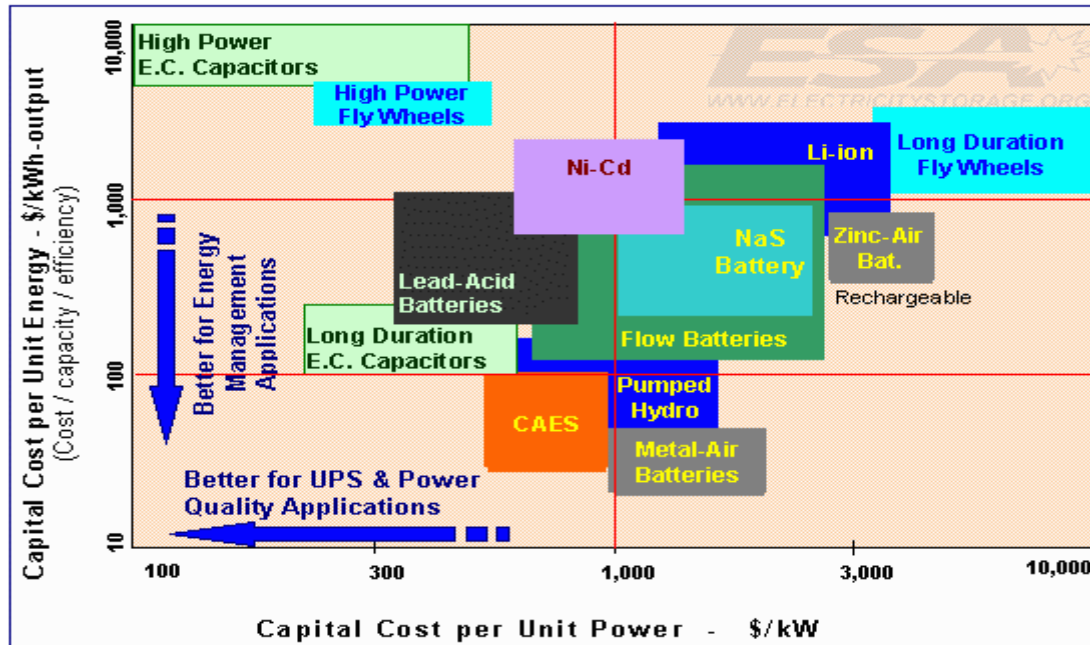
- Contexte d'intégration des EnR et de développement économique (relance)
- Loi ARRA (*American Recovery and Reinvestment Act, 2009*) facilite les investissements dans le stockage utilisé pour améliorer le réseau électrique
- Stockage reconnu comme outil de gestion des réseaux T&D depuis 2002

■ Approche européenne

- Un système électrique assez flexible (vaste, très interconnecté, hydraulique, TAC, pilotage de demande, STEP,...)
- Investissements importants dans les réseaux pour accueillir les renouvelables
- Séparation marquée régulé/dérégulé (pas d'intégration des bénéfices potentiels sur la chaîne de valeur)
- Peu de régulations relatives au stockage d'énergie électrique en Europe
- Intuition largement répandue sur la croissance de nouveaux besoins en stockage
- Vision politique favorable au niveau européen et dans les Etats Membres
- Recherche d'usages et de valorisation économique appuyée par des démonstrateurs

Coût d'investissement du stockage

◆ STEP et CAES (air comprimé) bien placés (€/kW et €/kWh)



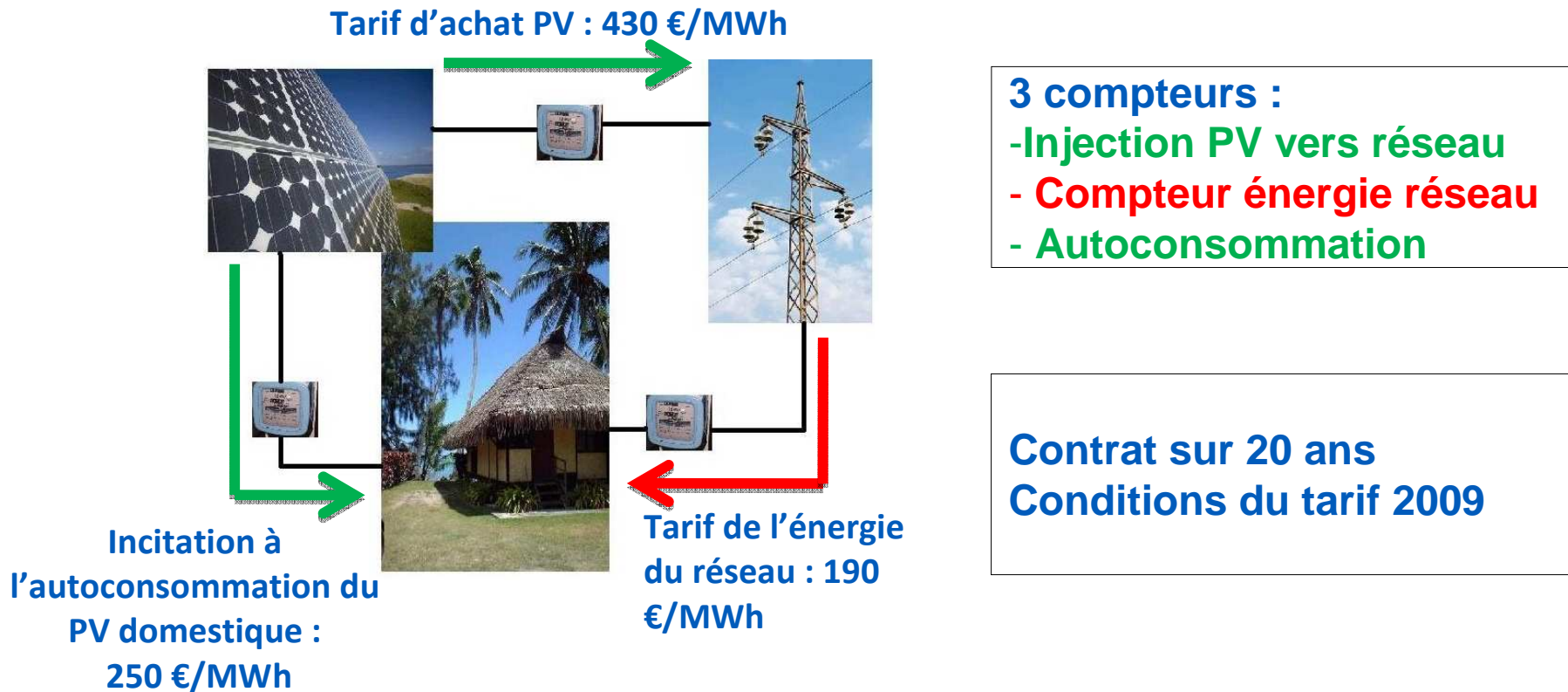
source ESA (USA)

◆ Stockage : une solution de flexibilité à comparer techniquement et économiquement avec d'autres :

- ◆ Le réseau électrique permet le foisonnement de certains aléas à large échelle
- ◆ Investissement d'une TAC cycle ouvert : env. 0.5 M€/ MW
- ◆ Développement du pilotage de la demande (y.c. stockage thermique)
- ◆ Certaines contraintes sont par nature locales : maintien du plan de tension ou congestions locales de réseaux en cas de forte proportion de renouvelables intermittents

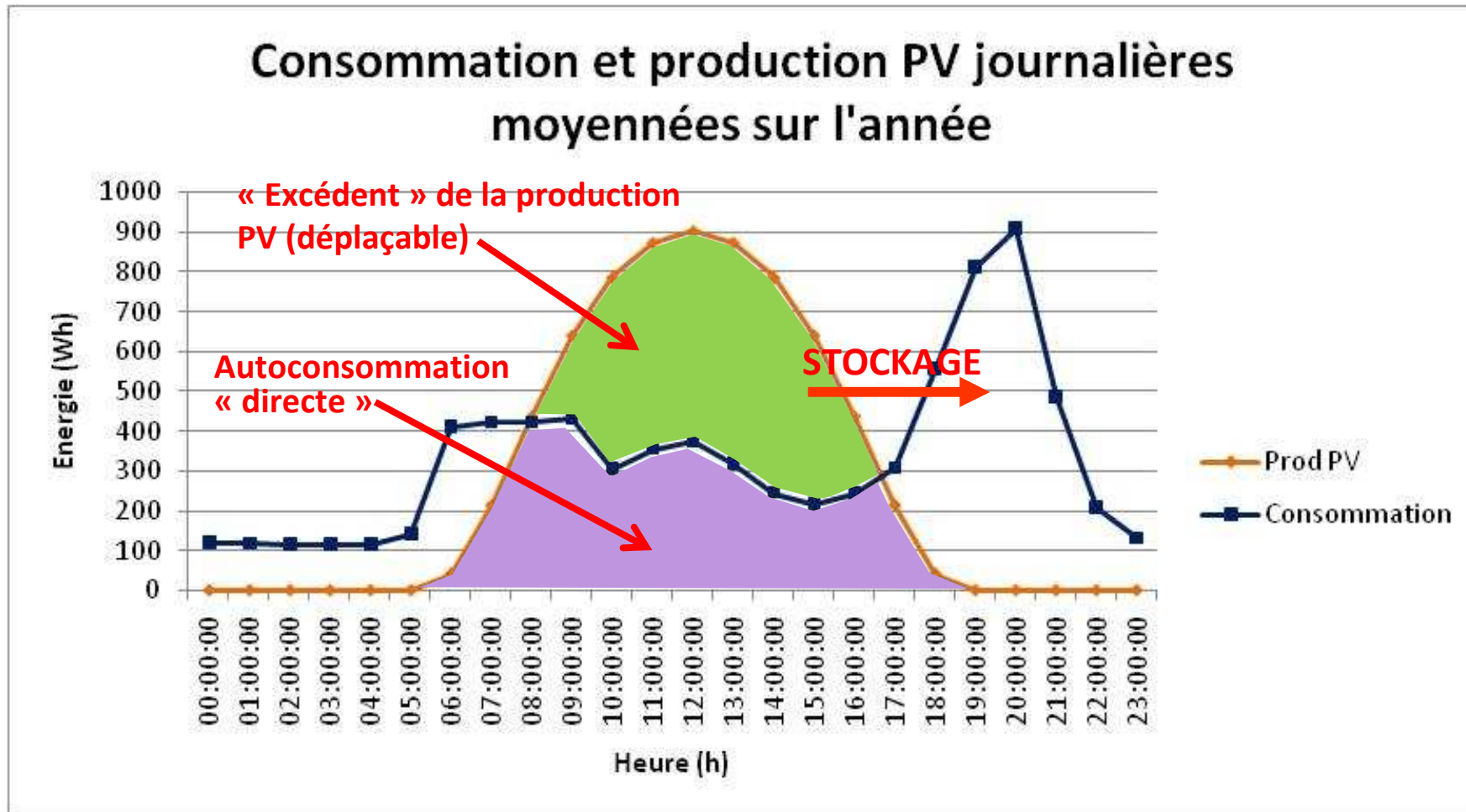
Stockage domestique : exemple sur la base du tarif allemand 2009 PV et autoconsommation

- Le tarif 2009 d'achat du PV résidentiel permet-il de développer le stockage domestique en Allemagne ?



Incitation à autoconsommer :
[Revenu avec autoconsommation à 100%] – [Revenus sans autoconsommation]
= 250 – (430 – 190) = +10 €/MWh

Stockage domestique : exemple sur la base du tarif allemand 2009 PV et autoconsommation



Naturellement une partie de la consommation est déjà synchronisée avec la production locale. Le stockage pourrait déplacer le complément (avec des pertes)

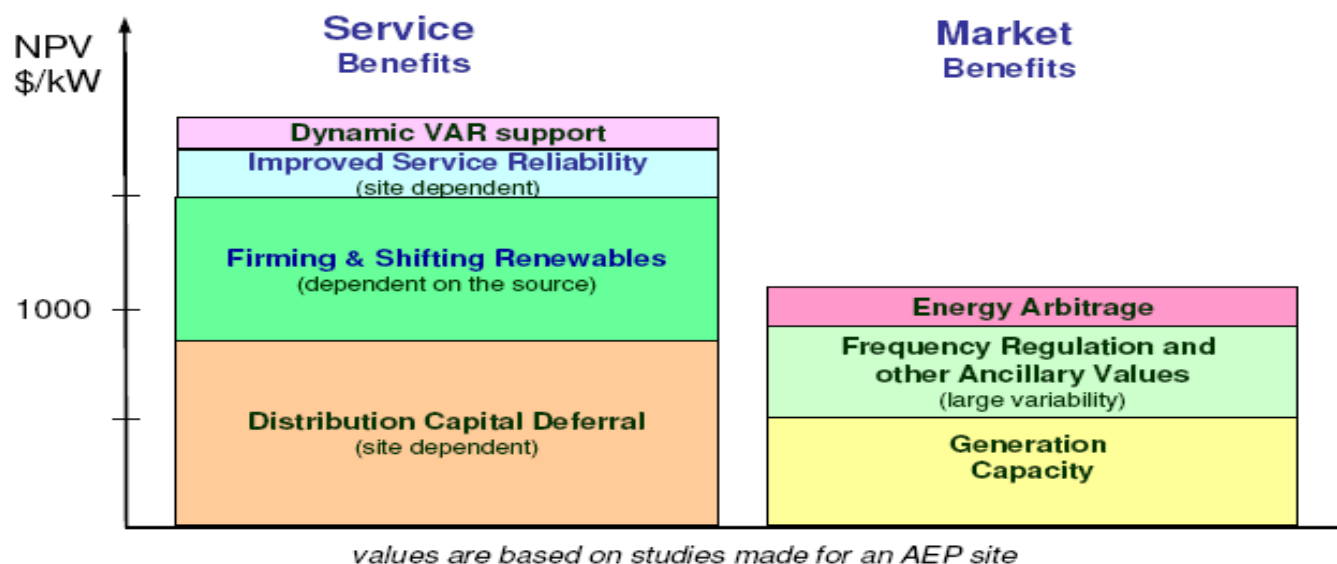
Stockage domestique : exemple sur la base du tarif allemand 2009 PV et autoconsommation

Conclusions préliminaires de cette analyse :

- ▶ Le stockage permettrait théoriquement de déplacer de l'énergie pour la rendre plus efficace pour l'ensemble du système électrique (à la pointe), à condition qu'il existe une incitation appropriée
- ▶ Le tarif étudié n'encourage pas l'installation du stockage domestique utilisé pour ce seul usage (pas de rentabilité économique avérée)
- ▶ Pour ce faire il serait nécessaire de réunir ces conditions :
 - Augmenter de beaucoup l'incitation à l'autoconsommation (quelques centaines d'€ / MWh)
 - Augmenter sensiblement le rendement de la batterie (déterminant)
 - Réduire sensiblement son coût d'investissement
- ▶ Conditions non réalistes à ce jour
- ▶ Le tarif analysé est 'plat' (constant), ce qui ne reflète pas assez l'intérêt de l'énergie déplacée par le stockage pour le système électrique
- ▶ D'autres formes tarifaires pourraient être plus adaptées, sans préjuger d'une économie globale de ce concept (hormis subventions élevées)

Cumuler plusieurs usages pour le stockage : exemple d'AEP aux USA

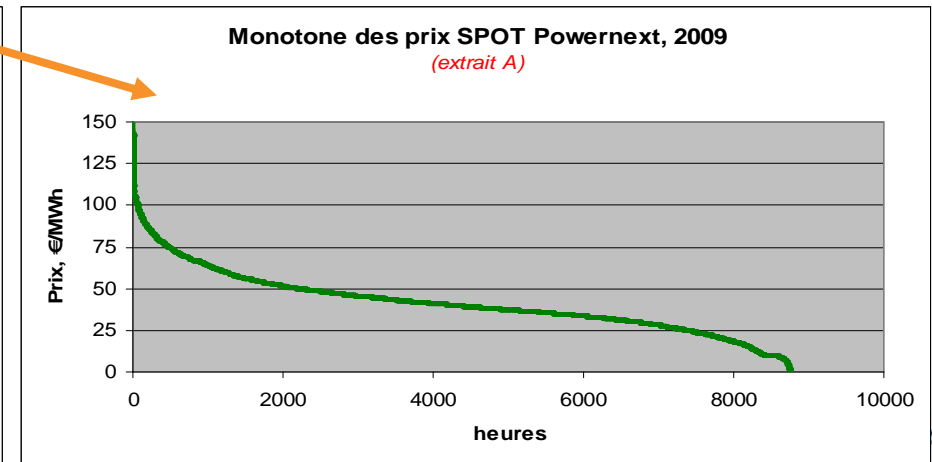
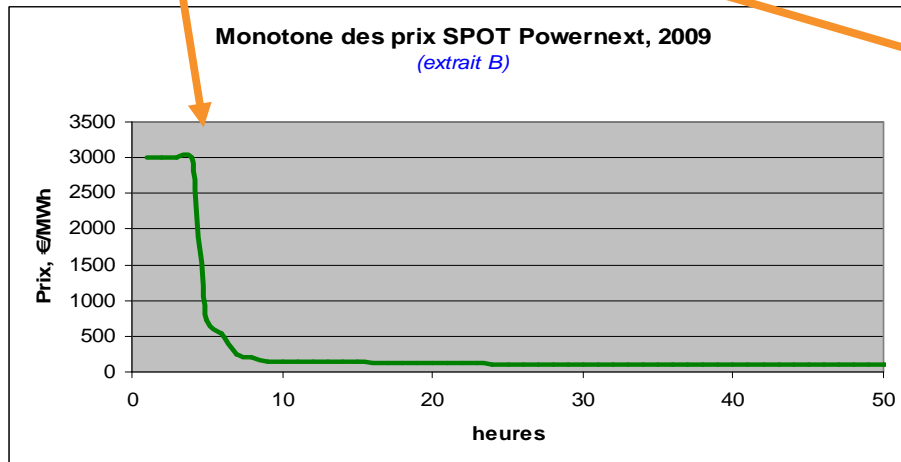
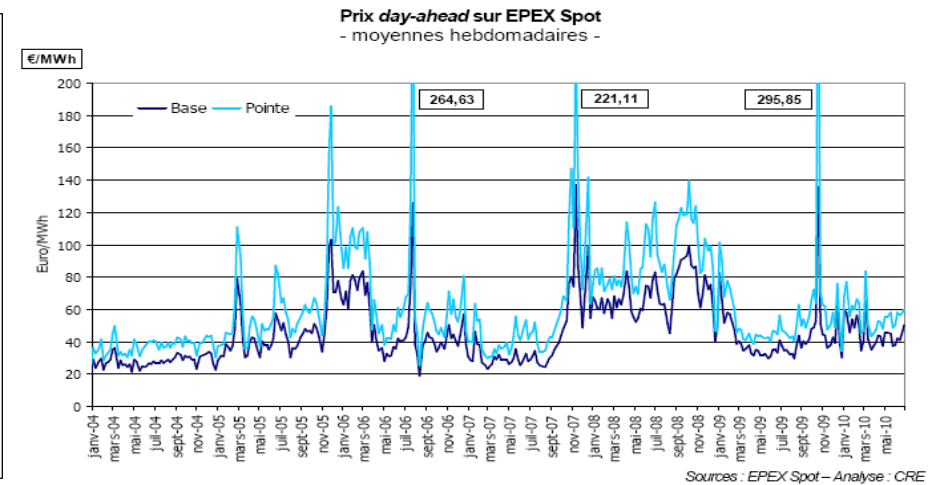
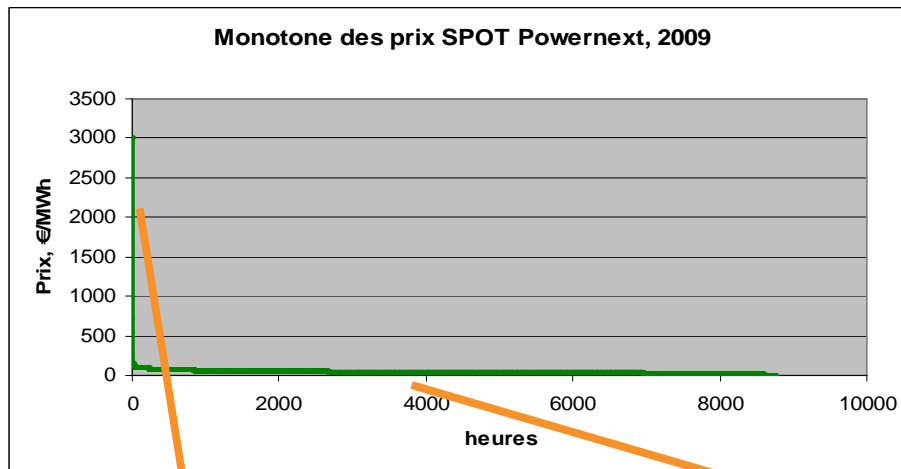
- ◆ American Electric Power (AEP) est impliqué dans des démonstrations de stockage dans ses réseaux (essentiellement des batteries NaS)
- ◆ Plusieurs services identifiés par AEP pour le stockage :



- ◆ Report d'investissements dans le réseau de distribution en première place
- ◆ Report d'énergies renouvelables, services système, garantie de capacité,...
- ◆ Principe d'addition de plusieurs usages, donc de revenus : une bonne idée
- ◆ Généralisation difficile : compagnie verticalement intégrée, contraintes de réseau particulières, subventions diverses,...

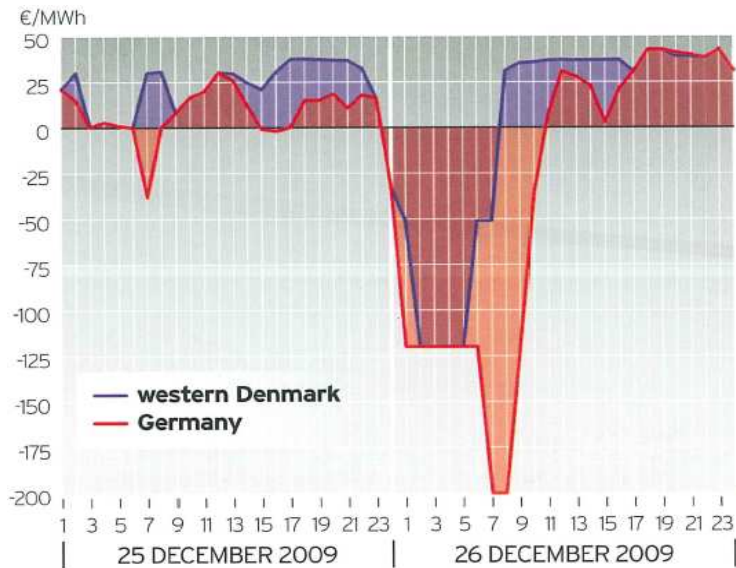
Le signal prix sur le marché Powernext

- ◆ Des pics de prix extrêmement ponctuels, quelques heures/an en 2009
- ◆ Prix spot 'Off-Peak' 2009 (20:00-08:00 en sem. et 00:00-24:00 en w.e.) : 34,7 €/MWh
- ◆ Prix spot 'peak' 2009 (08:00-20:00 en semaine) 2009 : 58,2 €/MWh



Une réflexion sur le signal prix négatif

◆ Que penser du 'signal prix négatif' ?



■ Bourse allemande : 23 périodes de prix négatifs entre octobre 2008 et octobre 2009

■ Total de 60 h (inf. 1% du temps sur l'année)

◆ L'injection des énergies renouvelables intermittentes n'est pas guidée par des considérations économiques ou de demande, mais souvent par des tarifs d'achat avec priorité d'accès

◆ Conséquences ponctuelles : prix < 0 (si techniquement les bourses le permettent)

◆ Va-t-on rencontrer ce phénomène de plus en plus souvent ?

◆ Des évolutions réglementaires à attendre pour corriger ou limiter ce phénomène

◆ A priori une mauvaise piste pour la valorisation du stockage

◆ Travaux de recherche en cours sur le sujet

Travaux EDF R&D sur le stockage

- ◆ EDF R&D est très impliquée sur le thème du stockage d'énergie électrique
 - ◆ Veilles technologiques sur batteries, air comprimé, volants d'inertie,...
 - ◆ Etudes économiques d'insertion du stockage dans le mix énergétique
 - ◆ Démonstrateurs et expérimentations : batterie NaS à La Réunion, appels d'offres AMI ADEME, projet Premio en PACA,...
 - ◆ Activités de recherche : thèses, recherche collaborative, publications et communications scientifiques
 - ◆ Club stockage de l'ATEE (www.atee.fr)
 - ◆ Future association EASE (European Association for Storage of Energy)
 - ◆ Energy Technology Institute (UK), sub-group storage (www.energytechnologies.co.uk)
 - ◆ Leadership of new WG storage economics & regulations dans l'Energy Technology Platform Smartgrids (www.smartgrids.eu)
 - ◆ ...