

Les perspectives ouvertes par le stockage

Potentiel du stockage d'énergies



**Conférence Smart Grids – Université Paris Dauphine
24 janvier 2014**



Groupement de financeurs



Partenariat



Contributeurs techniques

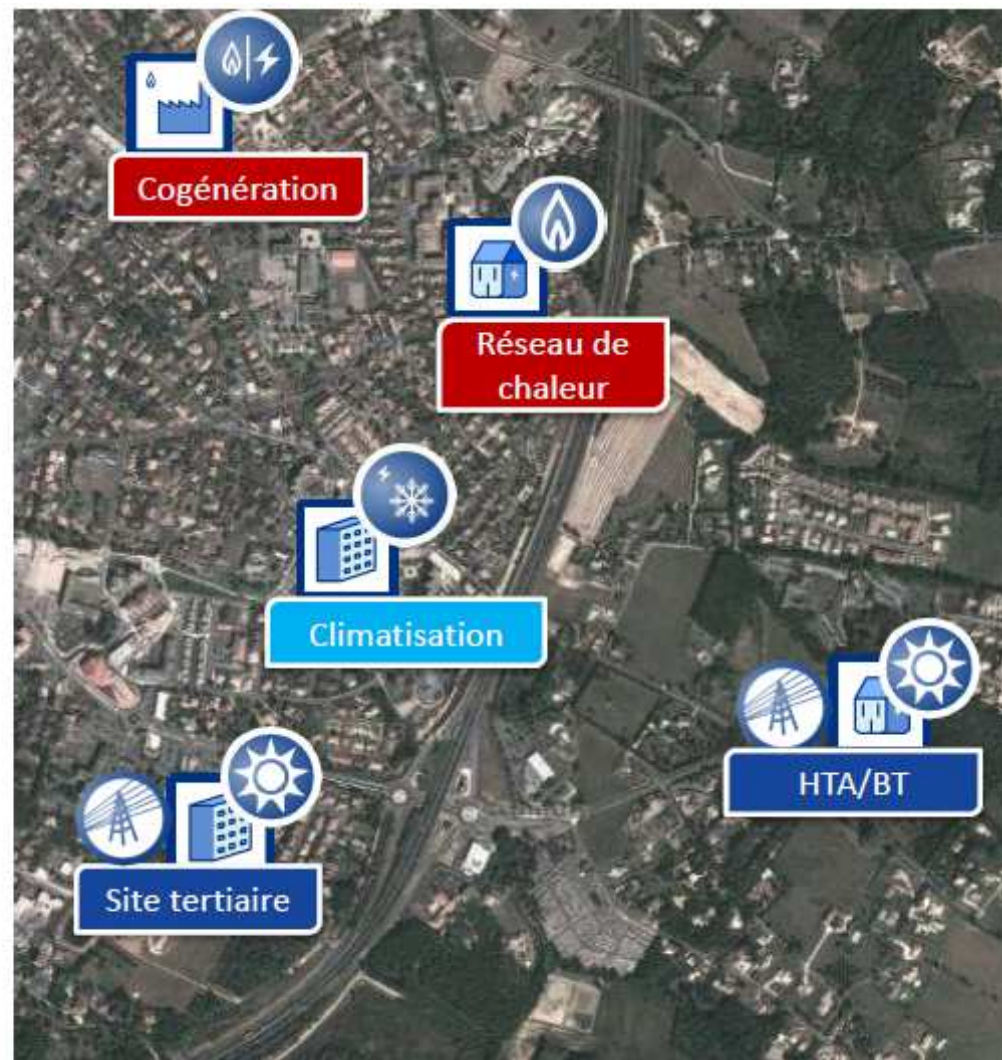


- 4 Evaluer le potentiel du stockage d'énergies stationnaire en France métropolitaine et DROM-COM, à horizon 2030

- 4 Identifier les filières technologiques les plus pertinentes d'un point de vue économique
 - | 30 filières de stockage étudiées (stockage d'électricité, power to gas, stockage de froid et de chaleur...)
 - | Projection des coûts à horizon 2030 pour 12 filières
 - | Non traité: mobilité électrique, alimentation sans interruption, stockage nomade

- 4 Identifier les verrous réglementaires à lever

Ensemble de segments d'utilisation du stockage d'énergies modélisés afin d'évaluer les opportunités de déploiement de solutions de stockage à différentes mailles du réseau :



1^{er} temps

***Gain pour la
collectivité
(conso, prod.,
gestionnaires)***

Calcul de **surplus global** (bénéfice de l'ajout de capacités de stockage pour la collectivité dans son ensemble) en dehors de toute contrainte réglementaire ou mécanisme incitatif et dans le cadre de scénarios prospectifs de mix national

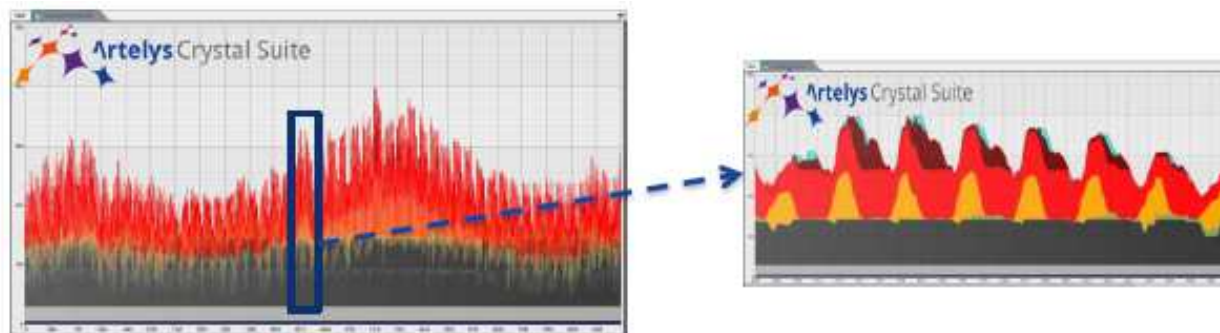
Surplus global ? (gain pour la collectivité)

Optimisation, pour la collectivité, des coûts de production du parc énergétique, en respectant les contraintes techniques des actifs énergétiques, les contraintes réseau du contexte étudié et l'EOD (pas horaire)

La valeur du stockage (multi-service) se décompose principalement en :

- ↪ Diminution des **coûts de production** (valeur d'arbitrage)
- ↪ Economies d'investissement en **pointe** (valeur capacitaire)
- ↪ Economies d'investissement **réseau** (traitement des congestions réseau)
- ↪ **Services système** (réserve tournante et régulation de tension)

Calculé sur la base de simulations détaillées (équilibre offre-demande au pas horaire)



1^{er} temps

2^{ème} temps

***Gain pour la
collectivité
(conso, prod.,
gestionnaires)***

***Revenus vs
coûts***

Calcul de **surplus global** (bénéfice de l'ajout de capacités de stockage pour la collectivité dans son ensemble) en dehors de toute contrainte réglementaire ou mécanisme incitatif et dans le cadre de scénarios prospectifs de mix national

Bénéfice comparé aux projections de coûts à l'horizon 2030 des différentes technologies de stockage (30 technos étudiées 2013-2030) + modèle d'affaires pour les cas favorables

1^{er} temps

***Gain pour la
collectivité
(conso, prod.,
gestionnaires)***

Calcul de **surplus global** (bénéfice de l'ajout de capacités de stockage pour la collectivité dans son ensemble) en dehors de toute contrainte réglementaire ou mécanisme incitatif et dans le cadre de scénarios prospectifs de mix national

2^{ème} temps

***Revenus vs
coûts***

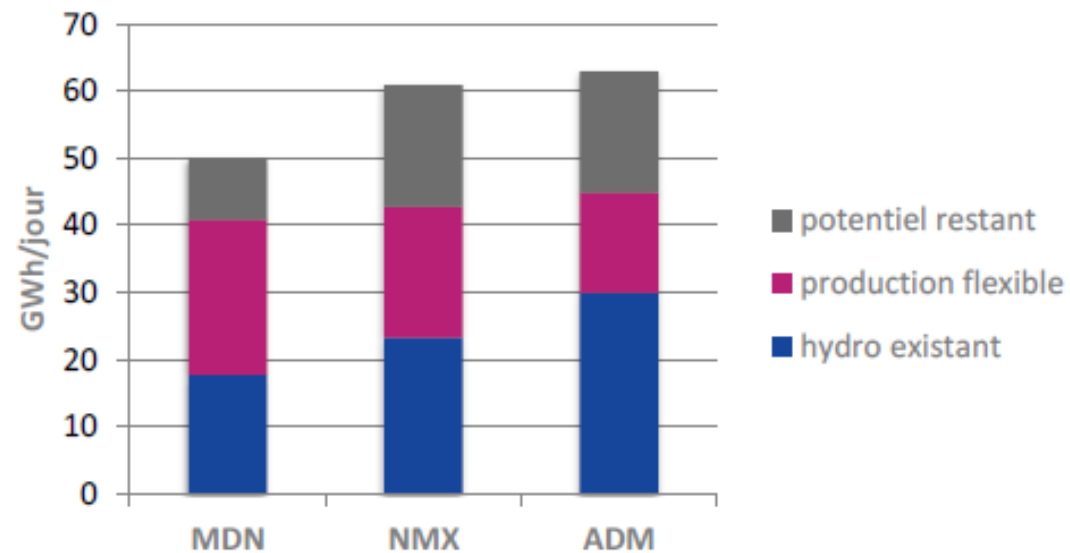
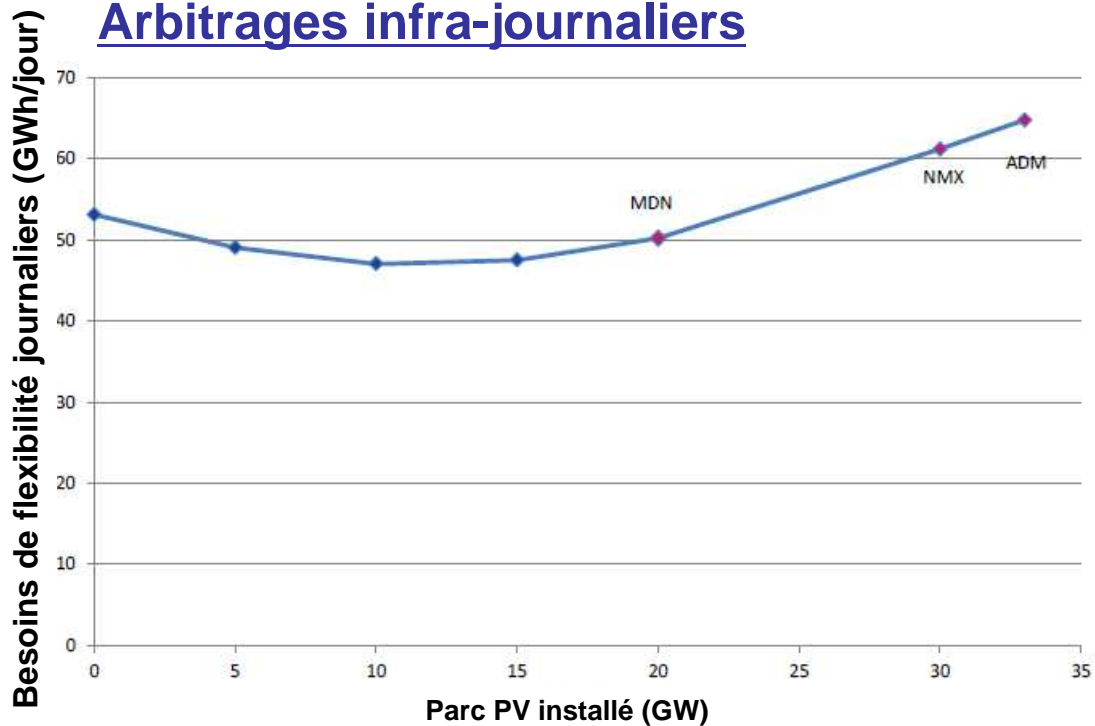
Bénéfice comparé aux projections de coûts à l'horizon 2030 des différentes technologies de stockage (30 technos étudiées 2013-2030) + modèle d'affaires pour les cas favorables

3^{ème} temps

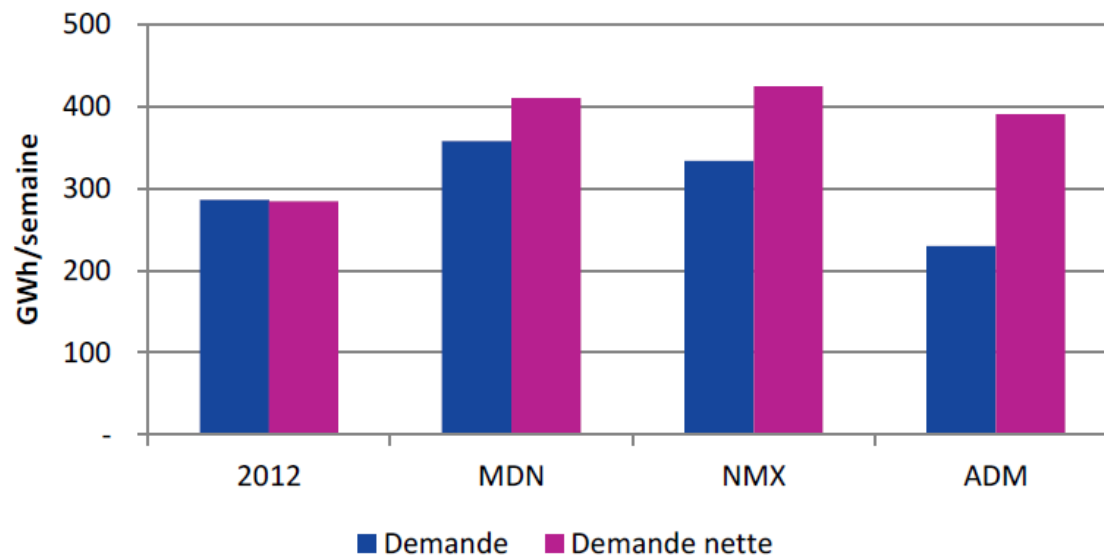
Gisement 2030

Evaluation d'un **gisement** (type de stockage et puissance) économiquement viable à l'horizon 2030

Arbitrages infra-journaliers



Arbitrages hebdomadaires

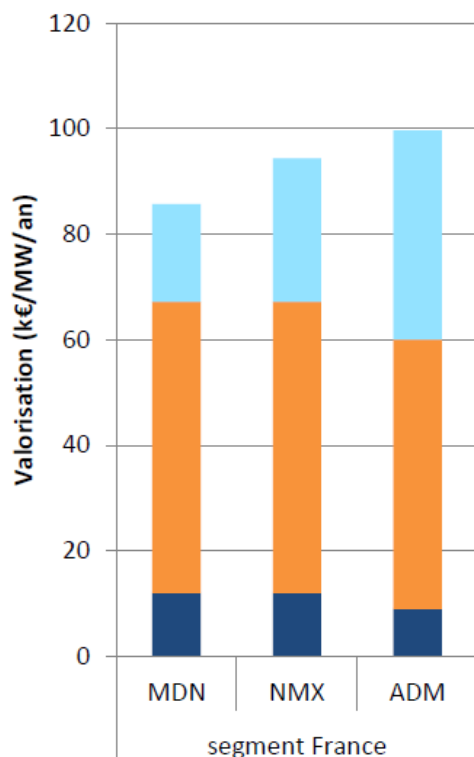


Segment France (stockage d'électricité)

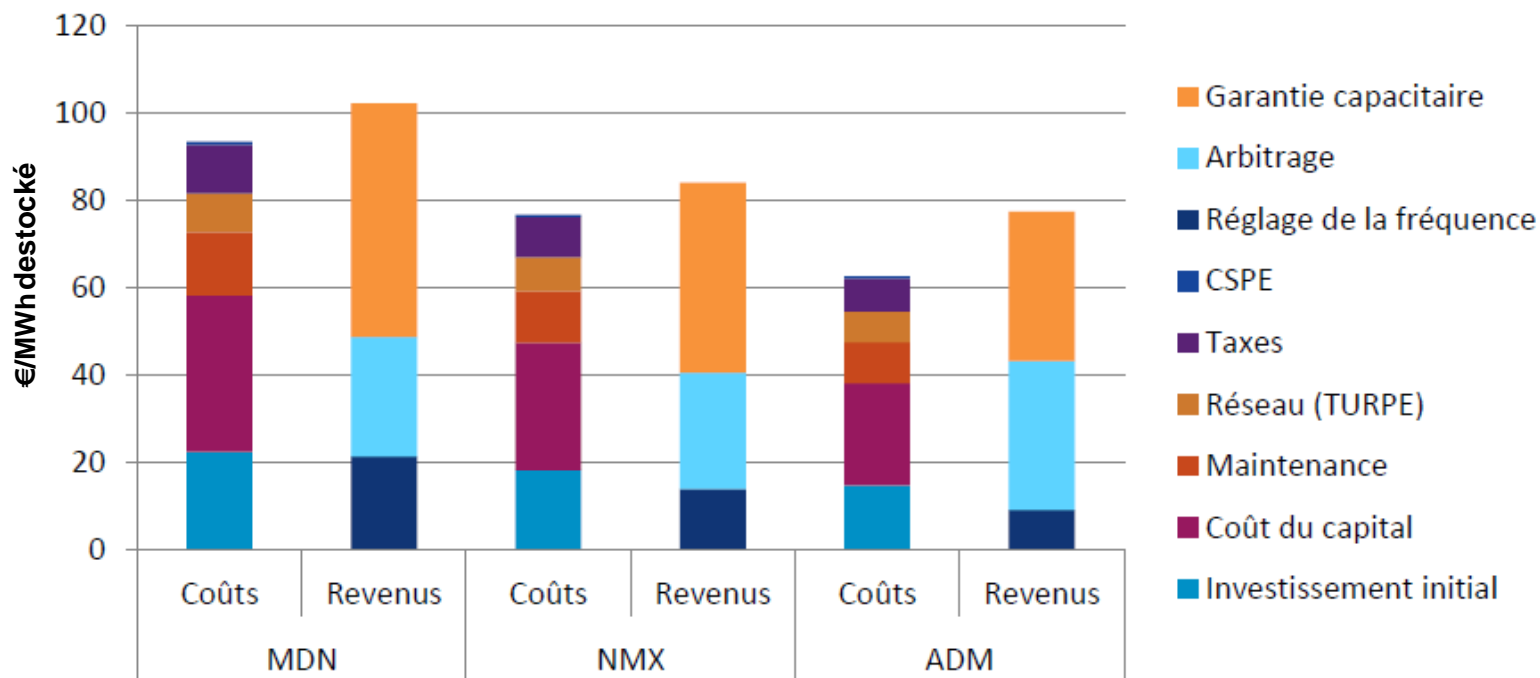
Services étudiés : garantie capacitaire, arbitrage, réglage de fréquence (max 12% capacité)

Technos étudiées : STEP, CAES, H₂, Pb-A, Li-ion, Na-S, Zn-Br

Stockage 5h, rendement 80%



STEP 24h 800 MW, rendement 83%



- Valorisation des arbitrages économiques
- Rémunération capacité France
- Valorisation de l'excédent de production intermittente
- Rémunération réserve

RÉGLEMENTAIRES ET SOUTIEN

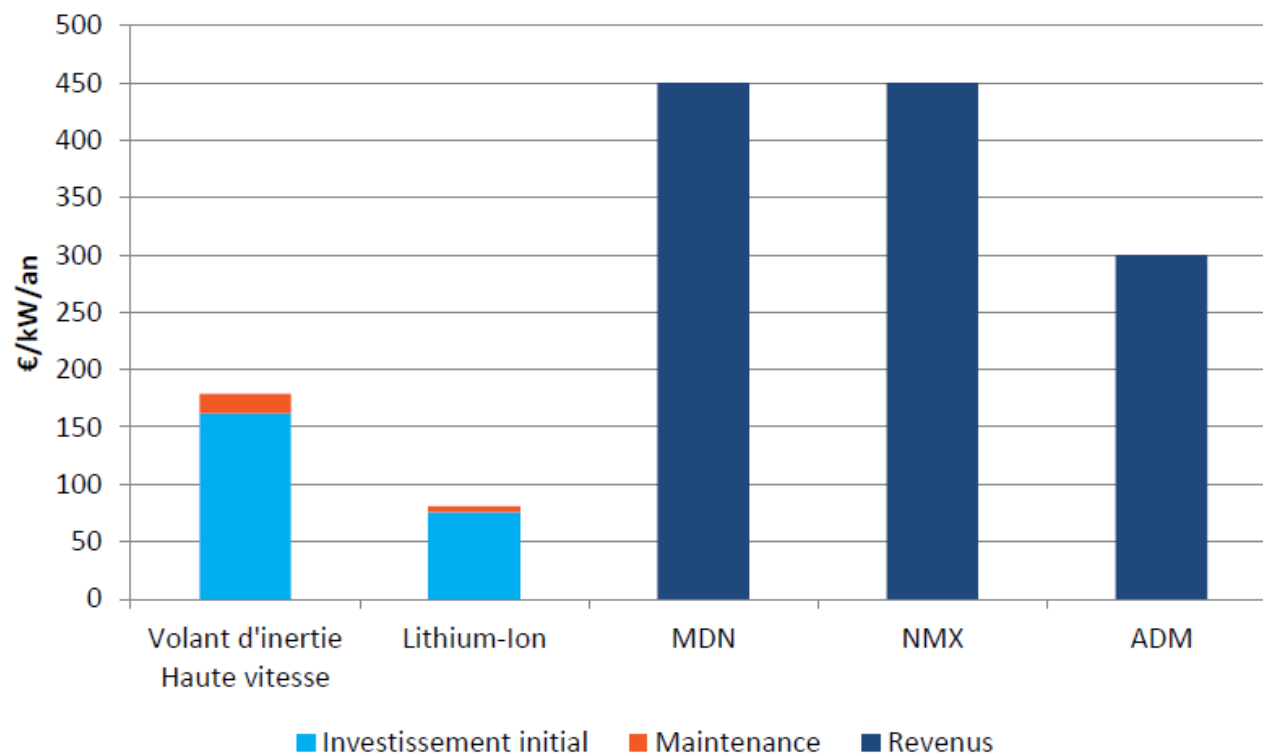
Accès à des financements à taux
préférentiel

Services étudiés : réserve primaire

Technos étudiées : volants d'inertie, batteries

① **Stockage dédié à la réserve primaire** : économie de 250 à 450 k€/MW/an installé

Volant inertie (durée de décharge de ½ heure) : hors coûts de recharge et de pertes énergétiques



Coûts d'investissement 2030

(½ h de stockage):

- 180 k€/MW/an volants d'inertie (20 ans amortissement)
- 80 k€/MW/an Li-ion (10 ans amortissement)

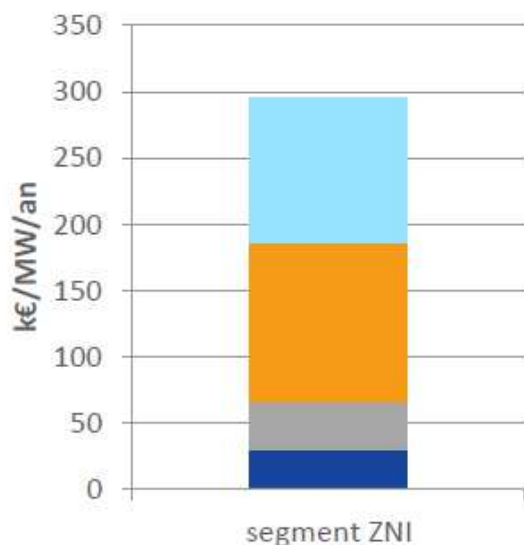
RÉGLEMENTAIRES ET SOUTIEN

Evolution des conditions pour prétendre à la fourniture de réserve

Services étudiés : garantie capacitaire, arbitrage (dont diminution des coûts des démarrages des centrales thermiques), réglage de fréquence (max 12% capacité)

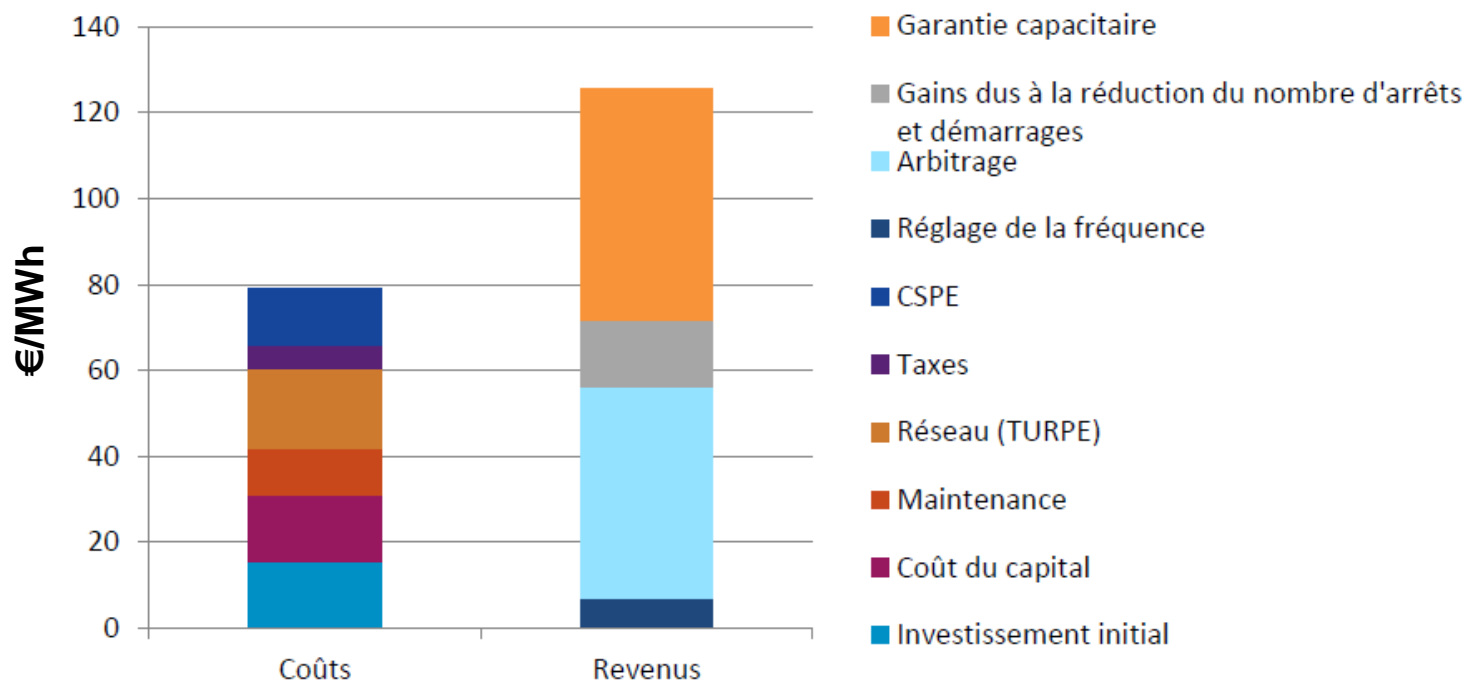
Technos étudiées : CAES de surface, Li-ion, Na-S

Valorisation brute pour 1 MW
(stockage 5h et rendement 70%)



- Valorisation des arbitrages économiques
- Rémunération capacité ZNI
- Réduction des arrêts-démarrages
- Rémunération réserve

CAES de surface de 20 MW et 7h (rendement 65%)



RÉGLEMENTAIRES ET SOUTIEN

Favoriser l'installation de dispositifs de stockage d'électricité opérés par le gestionnaire intégré

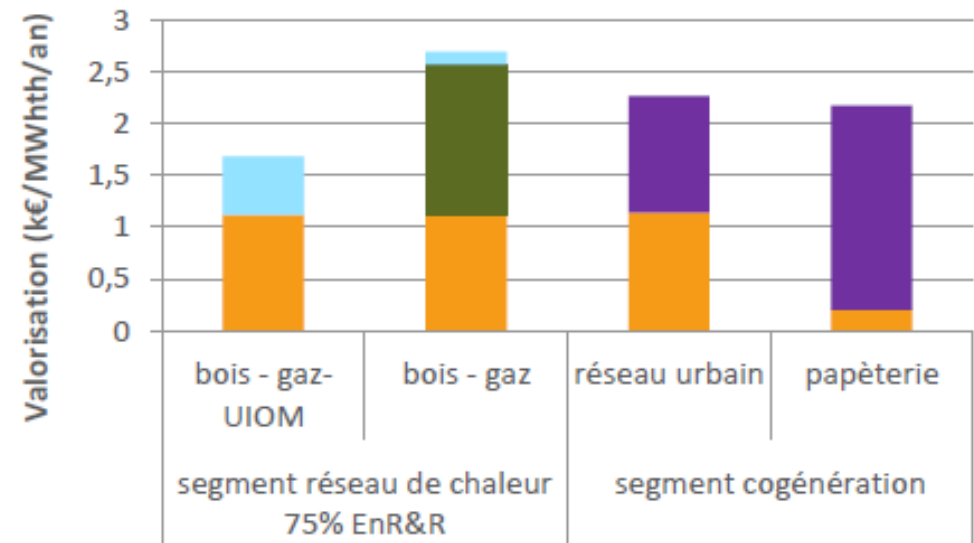
Stockage de chaleur (réseau et cogénération)

Services étudiés : réduire les coûts d'investissement, arbitrer entre les combustibles, mieux piloter la cogénération vis-à-vis des marchés électriques

Technos étudiées : stockage d'eau chaude à pression atmosphérique, stockage d'eau chaude sous pression

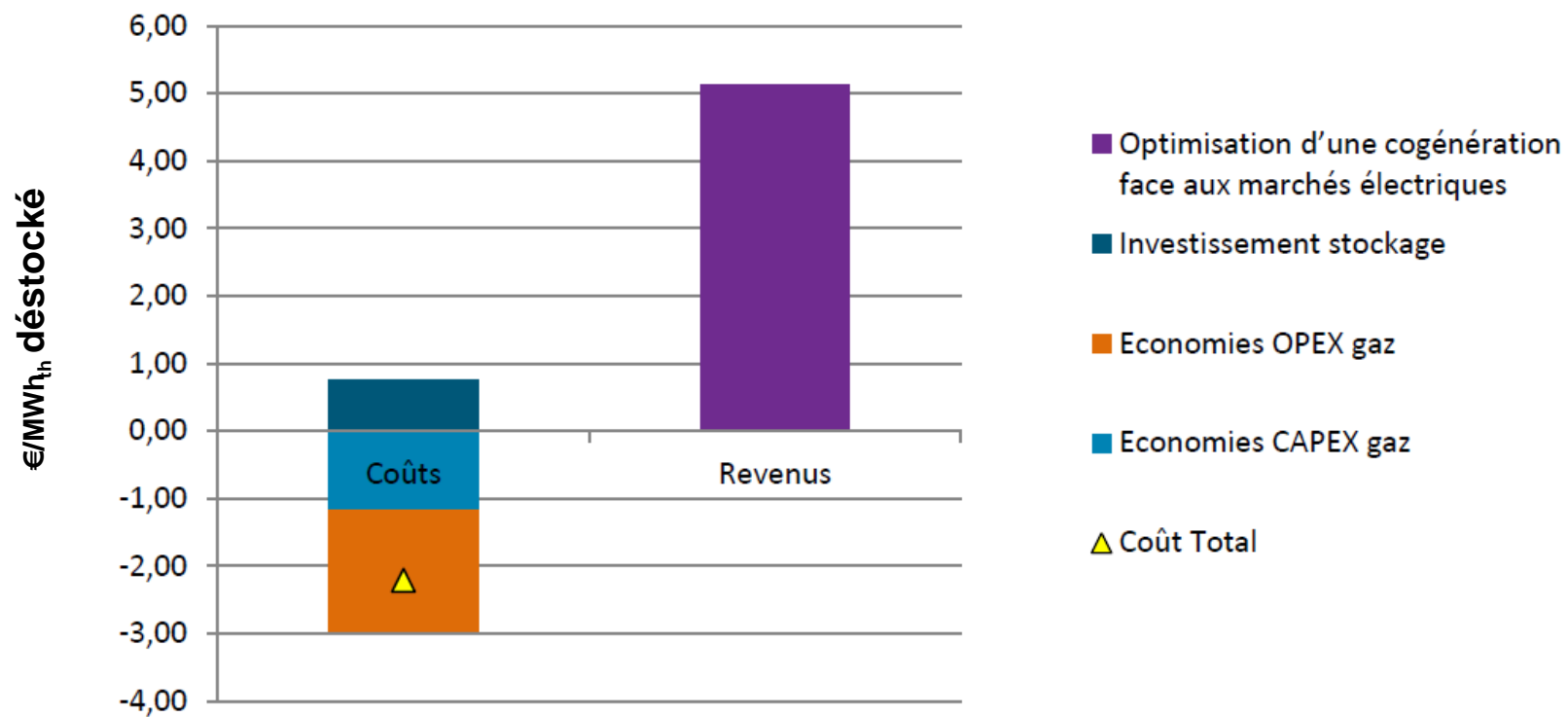
- ① *Dans un contexte de création ou d'extension de réseau, le stockage peut permettre de diminuer les coûts d'investissement du parc*
- ② ***Couplage stockage chaleur et centrale de cogénération** : piloter la cogénération en fct^o des prix de l'électricité, indépendamment de la demande chaleur*

Valorisation brute
(stockage de chaleur)



- Meilleur pilotage de la cogénération
- Arbitrage (économie de combustible pour la chaleur)
- Economie CAPEX bois (économie d'échelle)
- Economie CAPEX gaz (pointe)

Stockage eau pressurisé (réseau 55% biomasse de 200 GWh_{th}/an)





Segment étudié	Technologies de stockage étudiées	Perspectives	Gisement	Evolution réglementaire nécessaire
Stockage centralisé d'électricité, en métropole, sans contrainte réseau (segment France)	STEP, CAES, H ₂ , Pb-A, Li-ion, Na-S, Zn-Br, Power To Gas	+	1-1,5 GW	+
Stockage d'électricité dédié à la réserve, en métropole	Volants d'inertie, Li-ion	++	600 MW	++
Stockage d'énergie utile pour déplacer la demande électrique	Ballons d'eau chaude chez les particuliers, pilotage de la recharge de véhicules électriques	++ (ECS et VE)	Pas de stockage supplémentaire à installer	++
Stockage centralisé d'électricité, en zone insulaire	CAES de surface, Li-ion, Na-S, Zn-Br, Pb-A	+	200 – 400 MW	++
Stockage d'électricité dédié à la réserve, en zone insulaire	Volants d'inertie, Li-ion	+	100 MW	++
Stockage d'électricité en appui de poste sources pour des zones exportatrices (fermes éoliennes)	Pb-A, Li-ion, Na-S, Zn-Br, Power To Gas	-		
Stockage d'électricité diffus en BT pour du résidentiel avec production PV	Pb-A, Li-ion	-		
Valorisation complémentaire d'un stockage d'électricité destiné à l'ASI	Pb-A, Li-ion, Zn-Br	~		
Stockage de froid pour site tertiaire ou industriel	Stockage de glace	-		
Stockage de chaleur pour réseau de chaleur	Eau chaude sensible, Eau chaude pressurisée	++	5-10 GWh _{th}	+

- 4 Rémunérer le stockage d'énergies à hauteur des services rendus aux différents systèmes énergétiques pour permettre l'émergence de filières d'avenir
 - | Permettre au stockage de participer au marché capacitaire
 - | Préserver le statut d'EnR&R aux EnR&R stockées
 - | Limiter les taxes et contributions à l'énergie réellement consommée (CSPE notamment)

- 4 Valoriser la flexibilité de la demande électrique avec les moyens de stockage d'énergies
 - | Déjà présents (eau chaude sanitaire par exemple)
 - | Ou à venir (pilotage de la charge des véhicules électriques notamment)
 - | Enjeux de 100 à 300 M€/an

Merci



Appel à projets de recherche INTOPENR

« Intégration optimisée des énergies
renouvelables et maîtrise de la demande
d'électricité »

Clôture : 21 mars 2014

aap-srer@ademe.fr



Appel à manifestation d'intérêts
« Stockage et conversion de l'énergie »
(stockage de chaleur, stockage réversible
d'électricité)

Clôture :

- 1. 31 mars 2014**
- 2. 28 janvier 2015**

ami.stockage@ademe.fr

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

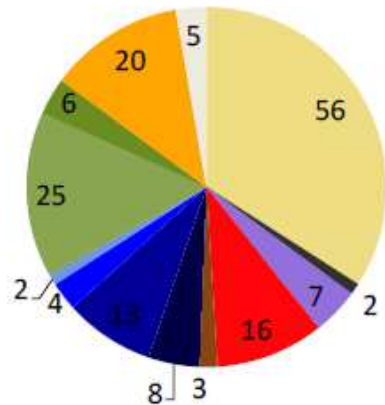
Pour les décideurs publics et privés :

- ① Connaissance du potentiel quantitatif des marchés et de modèles économiques qui leur sont associés vitale pour faciliter la mise en œuvre de solutions adaptées et définir les conditions de leur déploiement
- ② Besoin d'une étude qui combine volets technologiques, économique, réglementaire et industriel
- ③ Avoir une approche électrique ET thermique
- ④ Définir les freins au développement en France du stockage d'énergies: analyse sous les angles environnementaux, techniques, économiques, réglementaires, sociétaux,...

Scénarios 2030 de mix électriques

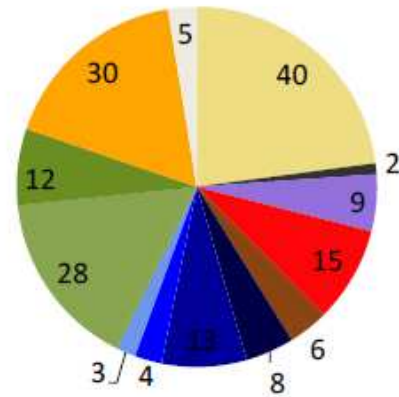
RTE

Parc installé MDN (164 GW)



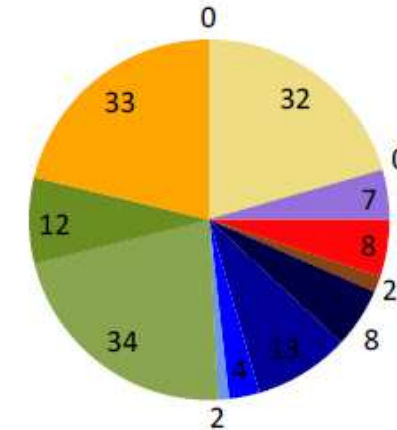
RTE

Parc installé NMX (178 GW)



ADEME

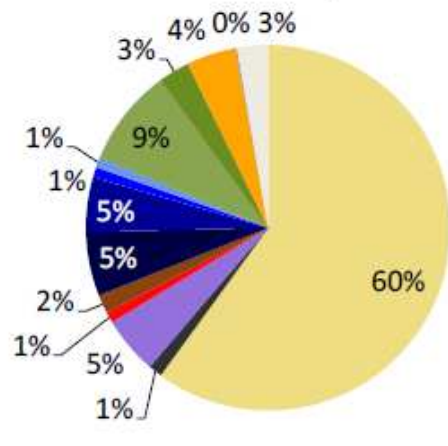
Parc installé ADM (157 GW)



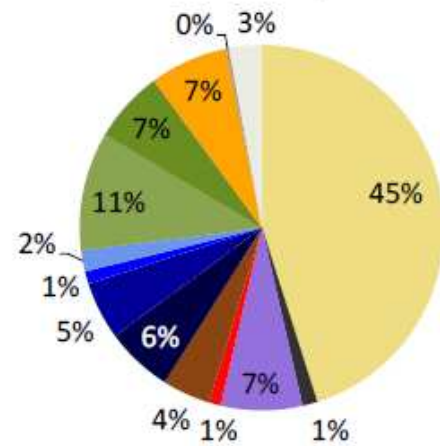
- Nucléaire
- Charbon
- CCGT
- Pointe
- Biomasse
- Fil de l'eau
- Hydraulique lac
- STEPs
- Energies marines
- Eolien On-shore
- Eolien Off-shore
- PV
- Imports
- Therm. Décentralisé

+ scénarios de prix 2030 : World Energy Outlook (AIE) « New Policies »

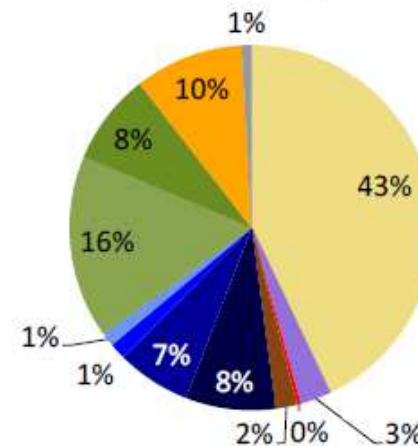
Production MDN (600 TWh)



Production NMX (560 TWh)



Production ADM (440 TWh)



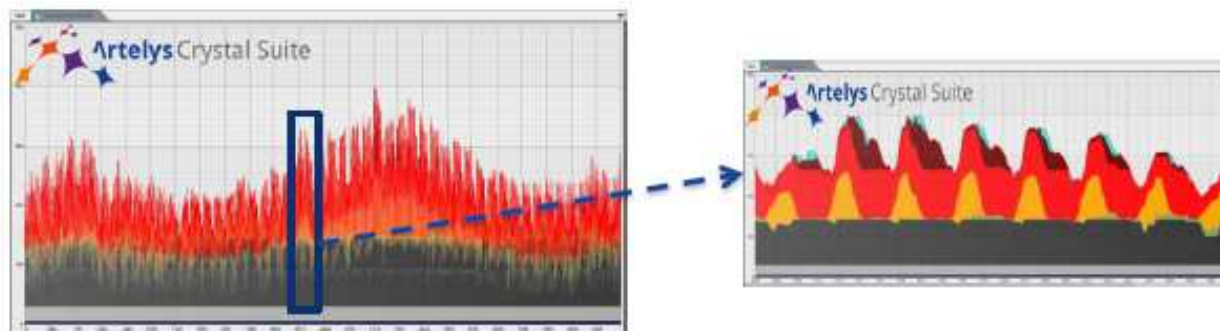
Surplus global ? (gain pour la collectivité)

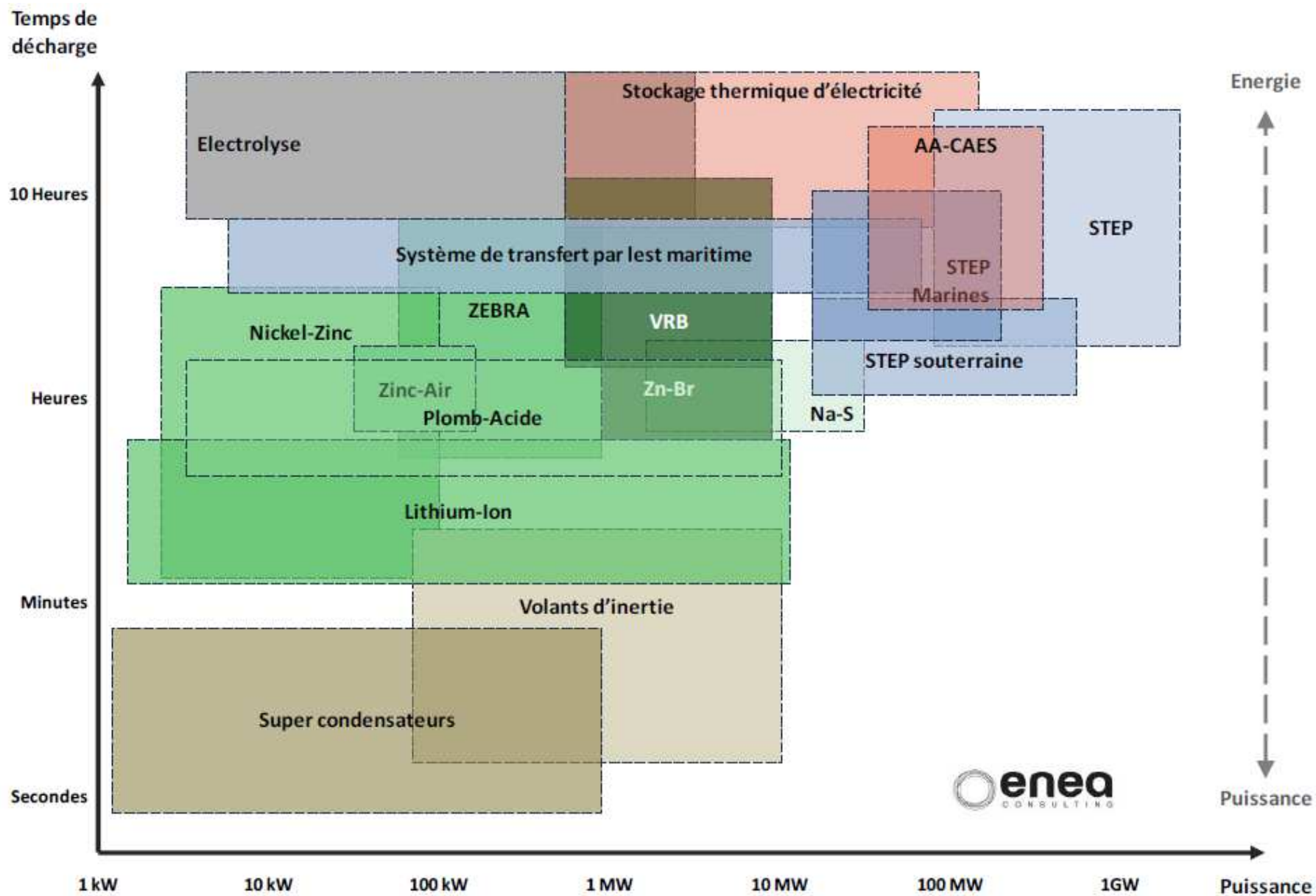
Optimisation, pour la collectivité, des coûts de production du parc énergétique, en respectant les contraintes techniques des actifs énergétiques, les contraintes réseau du contexte étudié et l'EOD (pas horaire)

La valeur du stockage (multi-service) se décompose principalement en :

- ↪ Diminution des **coûts de production** (valeur d'arbitrage)
- ↪ Economies d'investissement en **pointe** (valeur capacitaire)
- ↪ Economies d'investissement **réseau** (traitement des congestions réseau)
- ↪ **Services système** (réserve tournante et régulation de tension)

Calculé sur la base de simulations détaillées (équilibre offre-demande au pas horaire)

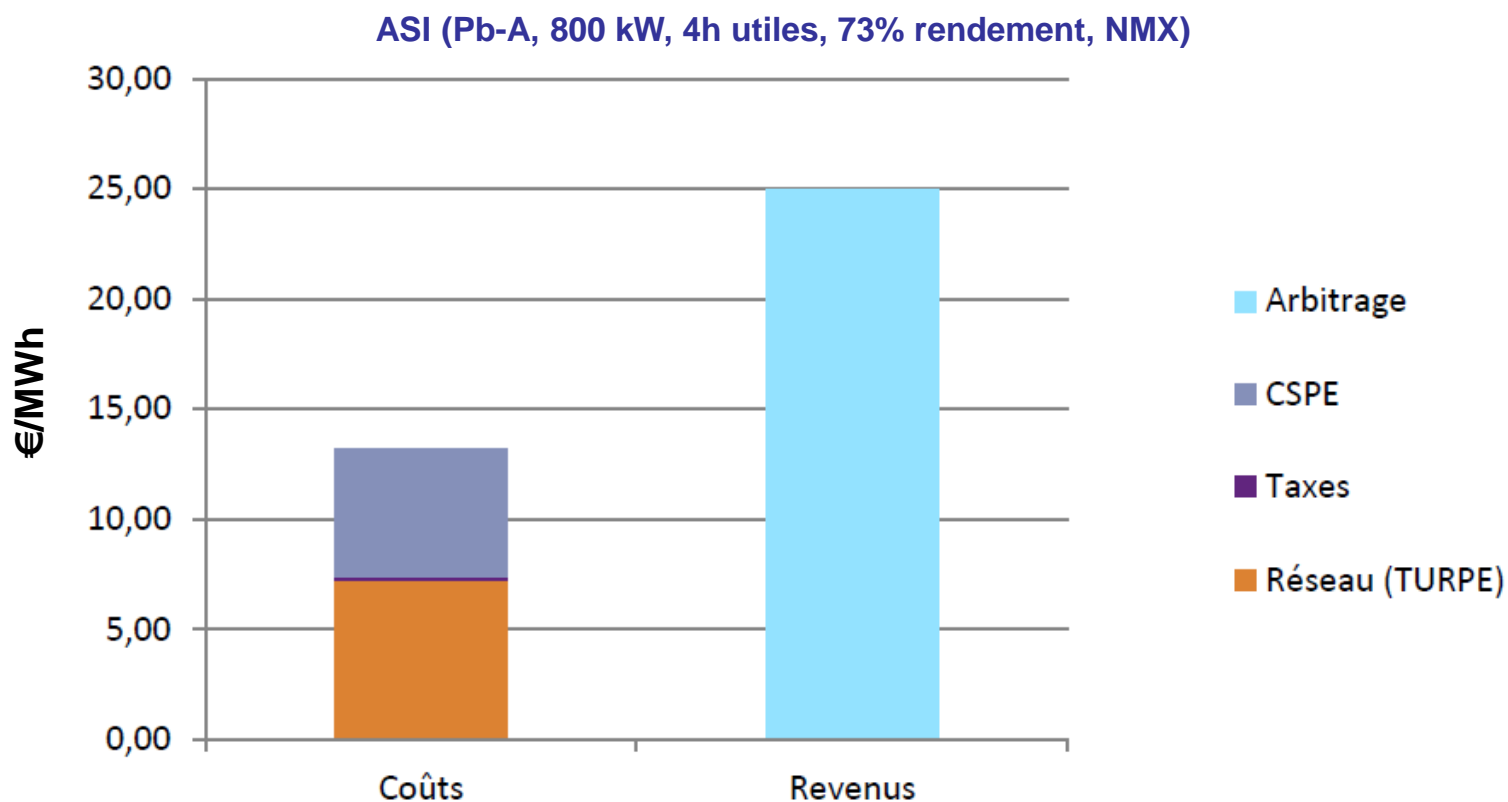




Services étudiés : arbitrage (segment France), garantie capacitaire (segment France), continuité d'alimentation

Technos étudiées : Pb-A, Li-ion, Zn-Br

① *Utilisation pour arbitrage d'un système ASI de batteries Pb-A existant : 10 k€/kW/an (ADM)*



- 4 Réaliser le potentiel de stockage d'énergies identifié
 - | 1 à 2 GW de STEP en métropole
 - | 200 à 400 MW de stockage électrique distribué ZNI
 - | 5 à 10 GWh_{th} capacité de stockage installée

- 4 Mettre en place un programme ambitieux de R&D et de déploiement de démonstrateurs pour préparer les filières d'excellence de demain

- 4 Faire des DROM-COM un champ actif d'expérimentation et un tremplin pour l'export