Préparer la Transition Energétique par les réseaux d'énergie et le stockage

Les orientations de recherche-développement de l'ADEME et les soutiens aux projets innovants

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

INVESTISSEMENTS D'AVENIR

Bordeaux – 12 juillet 2017

1- Enjeux des smart grids et du stockage

Raphaël GERSON
Service Réseaux et Energies Renouvelables

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Les réseaux et le stockage sont un élément essentiel de la Transition Energétique et Ecologique

NTIC

Faciliter l'insertion des énergies renouvelables

S'adapter à l'évolution des usages

Stockage et conversion

Objectifs LTECV 2030 :

- Réduction de la consommation d'énergie finale de 20 %
- 32 % d'EnR dans la consommation finale brute d'énergie
  - 38 % d'EnR dans la consommation finale de chaleur
  - 40 % d'EnR dans la production d'électricité

Evolution des réseaux et modèles d'affaires existants

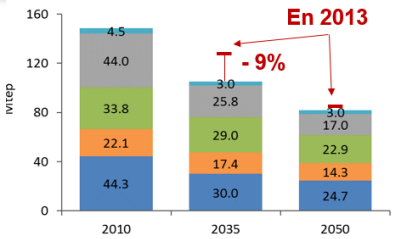
Consom'acteur

Favoriser la Maîtrise et la Gestion de la Demande

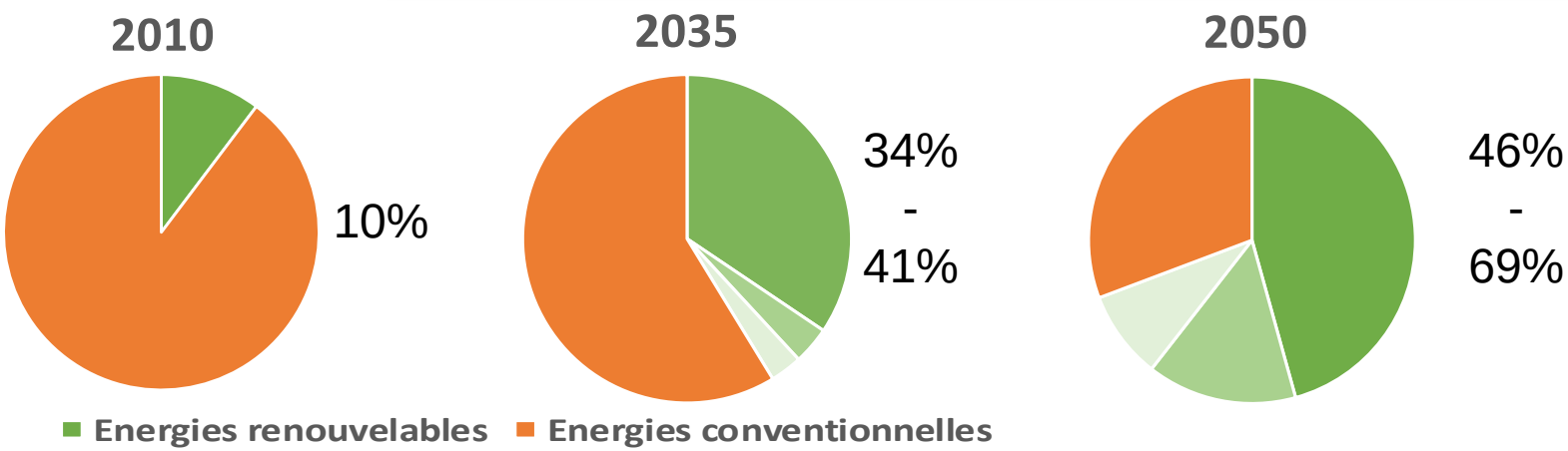
Les visions ADEME (édition 2017)…

Demande finale d'énergie en MTep

2010		2035		2050
149	- 29% →	105	- 45% →	82



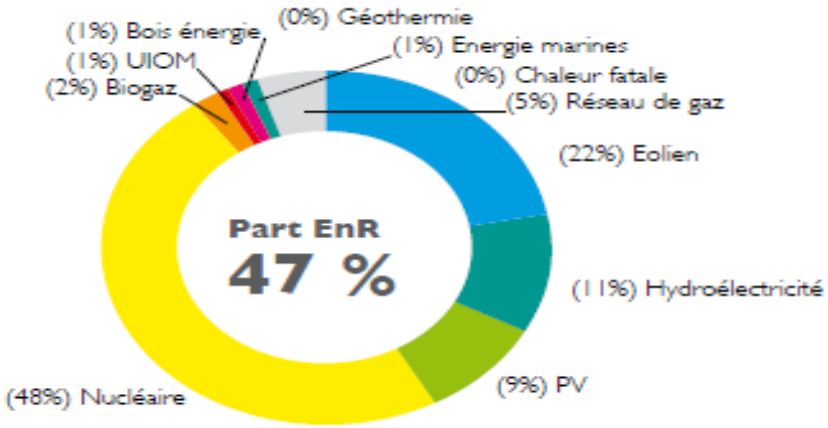
Part de la demande finale d' origine renouvelable (selon les 3 variantes d'offre)



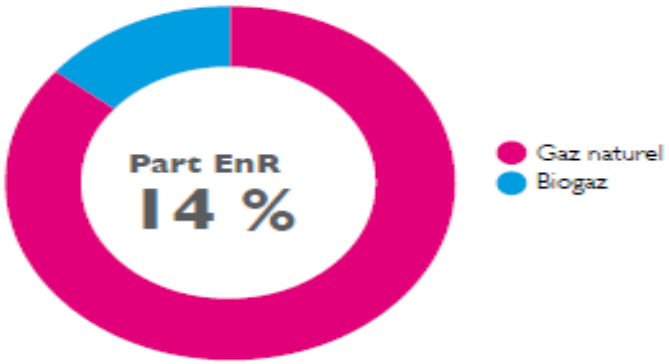
Emissions de GES CO_2 eq.

1990		2035		2050
529	- 51% →	260	- 70% à -72% →	158 - 146

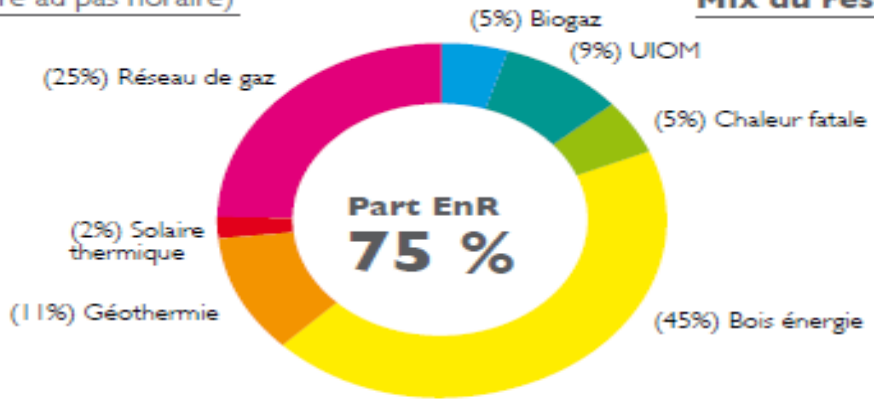
… montrent la part croissante d'EnR dans les réseaux en 2030 …



Mix électrique (Equilibré au pas horaire)



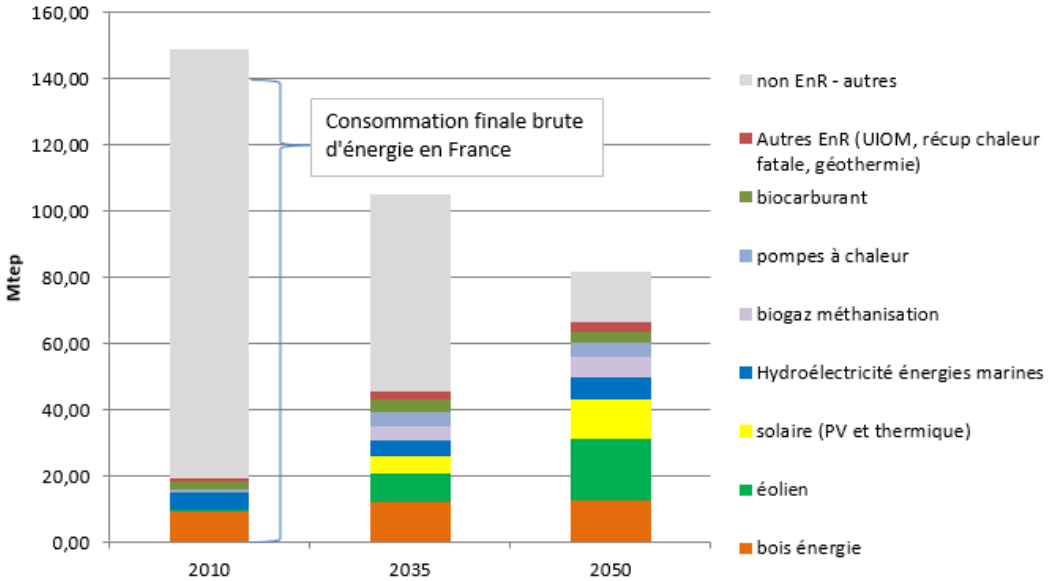
Mix du réseau de gaz



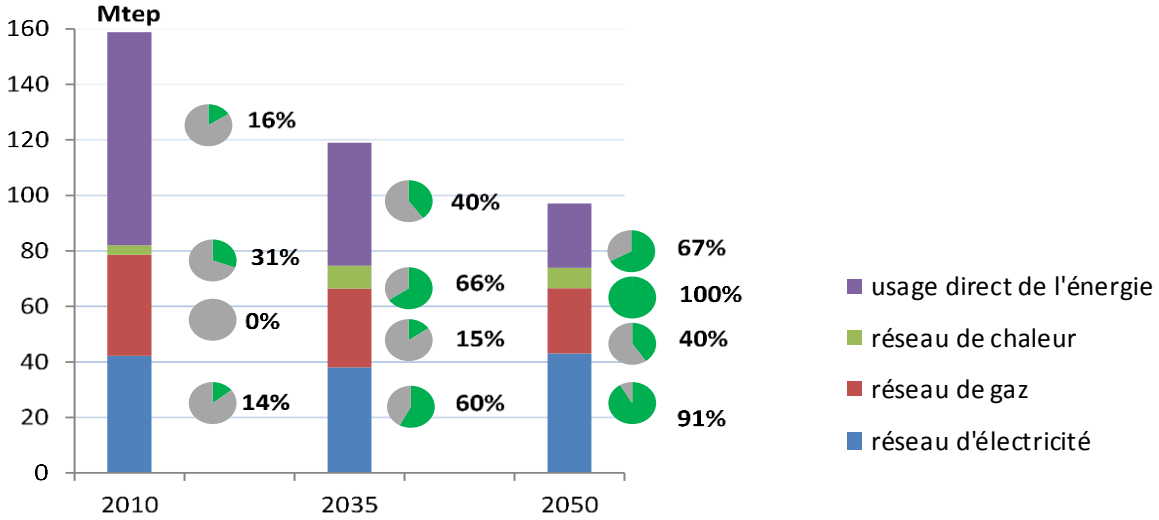
Mix du réseau de chaleur

… en 2050 …

Part d'EnR dans la consommation



Progression de l'énergie véhiculée dans les différents réseaux



… et le rôle important du stockage et de la flexibilité

- Dans les variantes de mix électrique les capacités de stockage sont renforcées pour assurer l'équilibre offre-demande sur le réseau

Type de stockage	Journalier et hebdo	Inter-saisonnier
Variante 90% EnR	13 GW	6 GW
Variante 50% EnR	5 GW	0 GW

- Le pilotage de la demande apporte une flexibilité journalière, complémentaire au stockage de court terme, permettant notamment d'absorber la production photovoltaïque

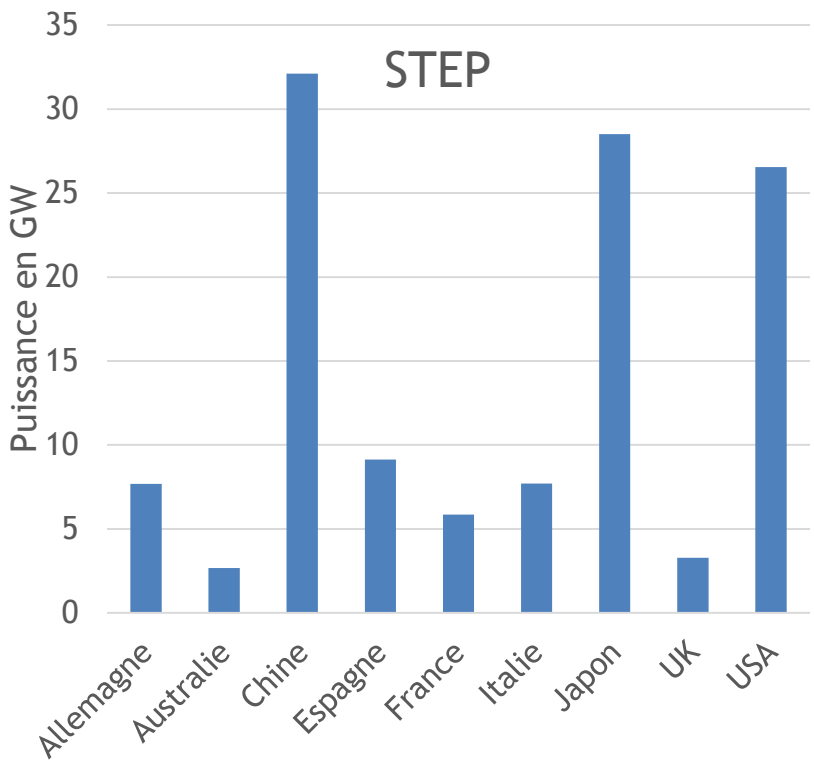
- Le développement des connexions interrégionales permet d'intégrer les productions décentralisées et de mutualiser les potentiels

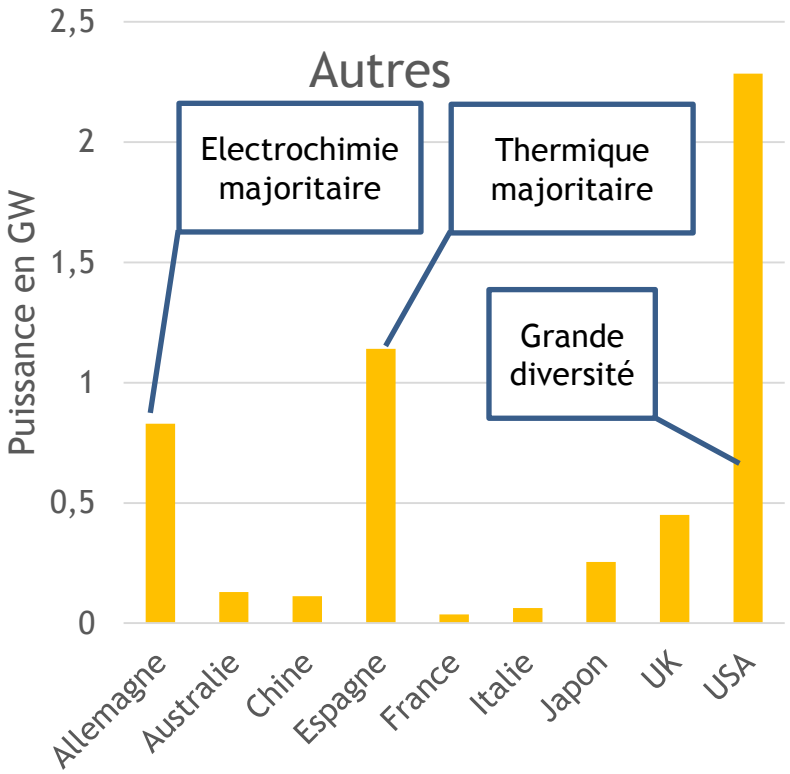
Les enjeux des filières REI et stockage sont multiples …

Energétiques	**Renforcement de l'autonomie énergétique grâce à une part accrue d'EnR**
Industriels / Economiques	**Création d'une filière et d'emplois pour développer et exporter les nouvelles solutions technologiques**
Environnementaux	**Réduction des émissions par substitution des moyens de production carbonés**
Politiques	**Redistribution de la compétence énergie a une échelle plus locale**

… le marché du stockage évolue…

Puissances installées





Le stockage hydraulique est encore majoritaire mais les puissances installées dans d'autres technologies deviennent conséquentes

From DOE Storage Data Base

… le marché du stockage évolue…

Sous l'effet d'une demande croissante pour les VE et les ENR, la capacité de production mondiale de batteries au Lithium devrait plus que doubler d'ici 2021

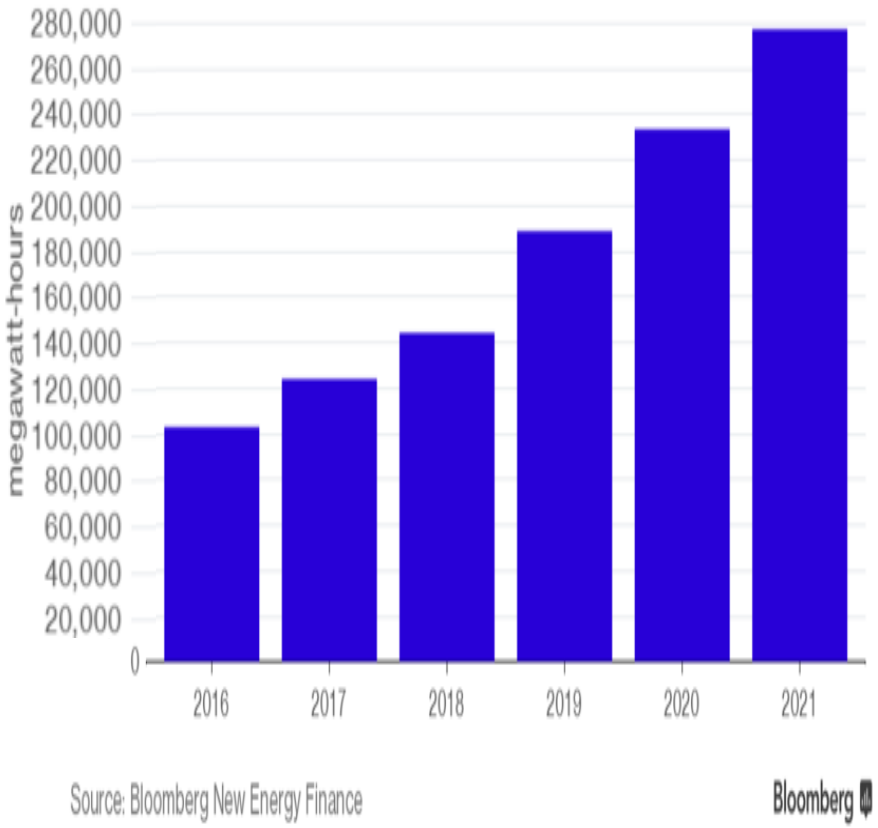
Le TSO TenneT et Sonnen déploient des batteries solaires domestiques gérées en agrégation via la technologie "Blockchain".

Daimler investit 500 M€ dans une usine de production de batteries VE et stationnaires.

Green Mountain Power et Tesla vont déployer 2 000 Powerwalls et Powerpacks gérés en agrégation par l'opérateur.

SolarQ prévoit d'associer 4 000 MWh de stockage Lithium avec 350 MWc de PV.

RTE prévoit de déployer 100 MW de stockage à l'horizon 2020

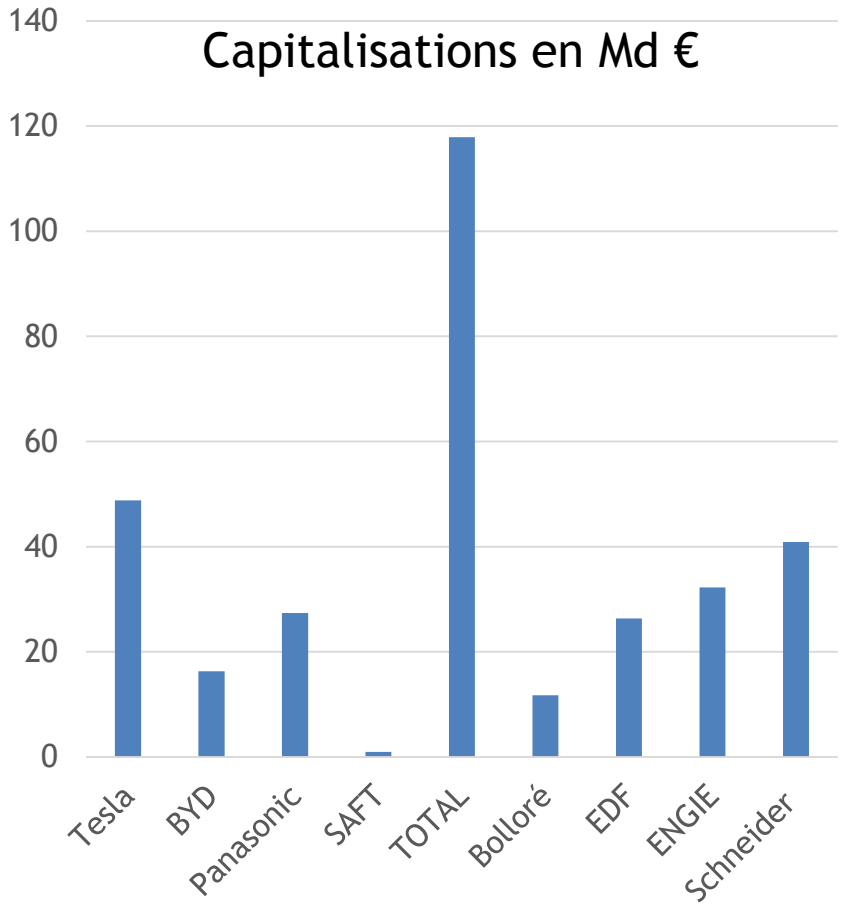


… et la France possède un important savoir faire et des capacités d'investissement

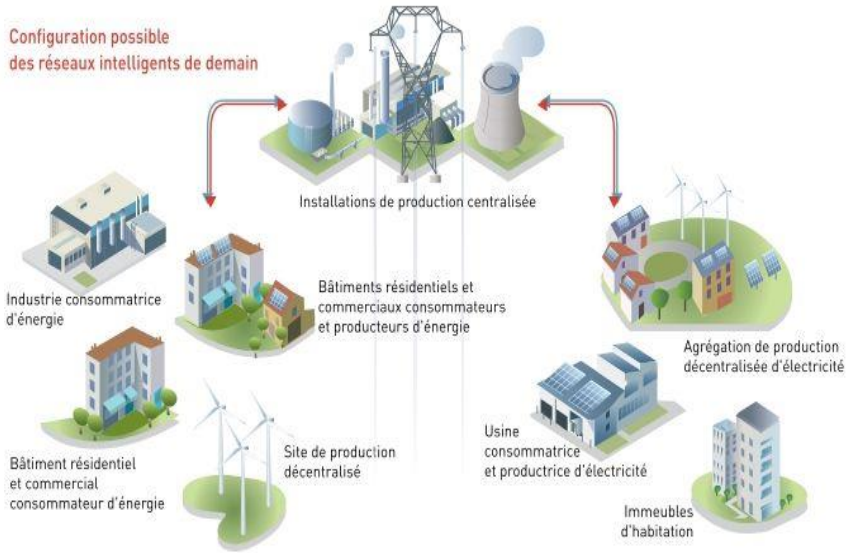
Le « ticket d'entrée » est élevé dans le domaine du stockage électrochimique

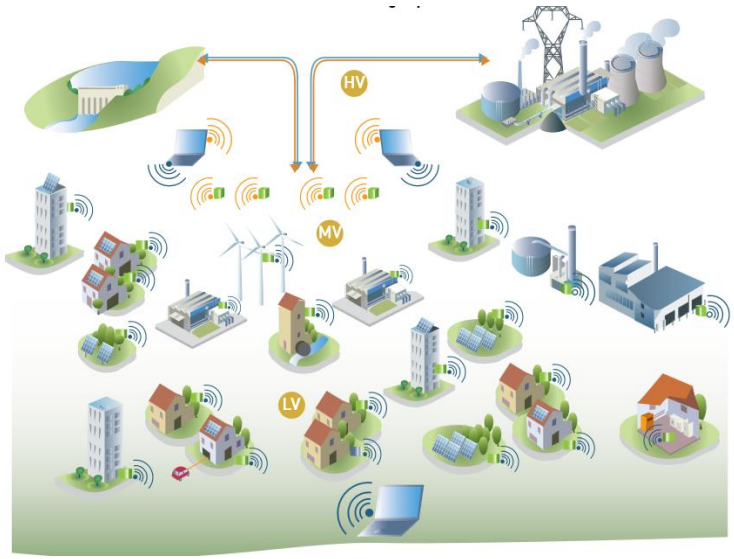
La capitalisation des majors du stockage par batterie est aujourd'hui du même ordre que celle des énergéticiens.

La France possède un important savoir faire et des capacités d'investissement.



Les réseaux évoluent aussi…





… les acteurs français sont présents sur l'ensemble de la chaine de valeur (non exhaustif)…

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

INVESTISSEMENTS D'AVENIR

Acteurs de production transport et distribution d'électricité

Production Stockage → Agrégation → GRT → GRD → Fournisseurs → Asso. de consommateurs

- SyDEV
- BORALEX
- GEG
- VEOLIA ENVIRONNEMENT
- actility
- Energy Pool
- dalkia GROUPE EDF
- Rte
- ENEDIS L'ELECTRICITE EN RESEAU
- SRD
- GEG
- G.E.S
- SyDEV
- direct energie
- EDF
- ENGIE
- UFC Que Choisir 56
- CSF

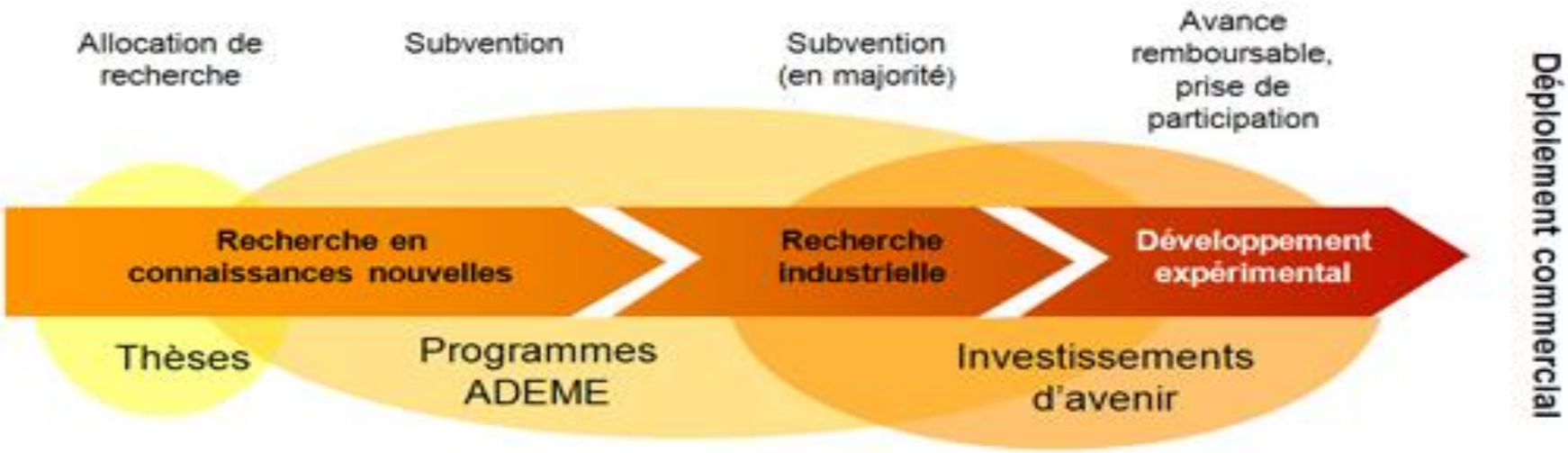
Fournisseurs d'équipements et/ou de services

Production Stockage → Communication Traitement de données → Equipements réseau → Equipements aval compteur → Services de conseil énergétique

- SAFT
- SEVIL
- Atos Worldgrid
- ST
- nke ELECTRONICS
- Alcatel·Lucent
- Landis+Gyr
- Sagemcom
- Nexans
- Artelys optimization solutions
- made
- bpl GLOBAL
- SCLE SFE
- Schneider Electric
- Niji
- neeLOGY
- intent TECHNOLOGIES
- CIRTEM
- GE GRID SOLUTIONS
- ARCHOS
- NetSeenergy
- edelia
- VITY
- IDENKO
- eco CO2
- legrand
- DELTA DORE
- Fludia
- Schneider Electric
- somfy
- dombox
- hager
- atlantic
- orange

… et l'ADEME soutient le développement de ces filières, de la R&D au déploiement industriel

- Etudes ciblées et feuille de route
- De la R&D Amont : Programme thèses ADEME
- De la recherche industrielle : Appels à projets recherche
- Du développement industriel : PIA



Actions de l'ADEME dans le Stockage

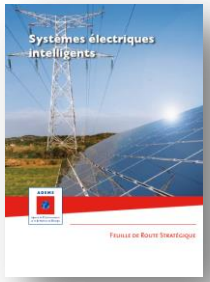
- Des études ciblées et une feuille de route
  - Etudes Potentiel Stockage Energie (PEPS 1 et 2)
  - Etude valorisation stockage thermique power to heat (PEPS 3)

- De la R&D Amont: Programme thèses ADEME
  - 2 thèse sur les batteries Li-ion
  - 1 thèse sur le stockage thermocline
- De la recherche industrielle: Appels à projets recherche
  - 3 projets : batterie Red-Ox flow, micro-CAES, stockage thermique
- Du développement industriel : PIA
  - 3 AAP, 6 projets lauréats (5 stockage électrique, 1 stockage thermique)
  - 2 IPME : 4 projets lauréats

Actions de l'ADEME dans les REI

Des études ciblées et une feuille de route

- Evaluation de la consommation électrique des TIC dans les REI
- Evaluation du potentiel d'effacement dans l'industrie et le tertiaire
- Valorisation socio-économique des Réseaux Electriques Intelligents



De la R&D Amont: Programme thèses ADEME

- Comportement dynamique de la production électrique à base EnR
- Optimisation de l'intégration de la production EnR dans un SEI
- Approche territoriale de la TE (cas d'études sur territoires contraints)

De la recherche industrielle: Appels à projets recherche

Du développement industriel : PIA

- 5 AAP, 28 projets lauréats
- 2 IPME : 21 projets lauréats

Les résultats des premiers démonstrateurs sont encourageants…

Favoriser des actions de MDE et de flexibilité

- Informer et accompagner les consommateurs peut permettre des économies d'énergie jusqu'à 10%
- Gisement d'effacement diffus : env 1kW peut être effacé par foyer

Anticiper l'évolution des réseaux électriques existants

- Il existe des briques technologiques matures prêtes à être déployées (capteurs, transfo régleur en charge, disjoncteurs automatisés, mini-PCCN)
- Des développements additionnels sont nécessaires sur les télécommunications et les SI (e.g. cybesécurité,interopérabilité)

Faciliter l'insertion de la production renouvelable décentralisée

- L'accroissement de l'observabilité sur les réseaux, le développement des outils de prévisions de production EnR et l''écrêtement des réseaux permettent d'augmenter les puissances raccordées EnR, d'améliorer la gestion locale du réseau et de limiter les renforcements

Préfigurer les modèles d'affaires

- Bénéfices démontrés sur le secteur régulé; Incertitude sur la valorisation économiques des solutions sur le secteur dérégulé
- Des évolutions du cadre régulatoire sont nécessaires, notamment pour la viabilité économique des solutions de stockage de l'énergie (hors ZNI)

… et les perspectives également

- Pertinence du déploiement industriel des solutions smart-grids :
  - à court terme : observabilité, prévision ou commandabilité
  - à moyen terme : flexibilité (hors flexibilité industrielle déjà pertinente à court terme)

- Toutes les solutions de flexibilité étudiées trouvent leur place en 2030 et l'ensemble des capacités associées pourraient atteindre près de 9GW

- A l'horizon 2030, l'ensemble des fonctions smart grids (stockage inclus) étudiées pourraient apporter à terme des bénéfices nets de l'ordre de 400 M€/an pour la collectivité

Etude commune ADEME, ADEeF, Enedis, RTE en collaboration avec les acteurs de la filière
http://www.ademe.fr/valorisation-socio-economique-reseaux-electriques-intelligents

2- Les autres vecteurs de la transition énergétique : (bio)méthane, hydrogène et relations avec l'électricité et les territoires

Dominique FOURTUNE
Direction Régionale
Nouvelle-Aquitaine

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Les autres vecteurs énergétiques

Le (bio)méthane

- Le biogaz est intéressant pour verdir notre système énergétique, tout en évitant des sauts technologiques sur les équipements de consommation, y compris pour les transports
- Le biogaz est une énergie mature. Il présente de bonnes performances énergétiques à condition d'être valorisé au maximum. C'est pourquoi l'ADEME recommande son injection dans le réseau de gaz naturel
- Les capacités de stockage permettent de moduler la production en fonction des besoins de pointe des réseaux (électrique ou gaz naturel), ce qui facilite l'injection des autres énergies renouvelables variables

Les autres vecteurs énergétiques

Le « Power to Gas »

- Le « Power to Gas » est le fait d'utiliser une électricité renouvelable excédentaire pour réaliser un stockage gaz intersaisonnier à grande échelle et faible coût
- Il pourra être nécessaire à l'équilibre du système électrique au-delà de 50 % d'EnR$_{variables}$ dans le mix. En France, la diffusion commerciale pourrait devenir importante après 2040.
- Il présente une forte synergie avec les infrastructures existantes et un large éventail d'utilisations possibles du gaz produit : chaleur, matière première, carburant, production d'électricité
- Le coût de production est élevé, mais il pourrait être financé en partie par des services rendus aux réseaux électriques

Les autres vecteurs énergétiques

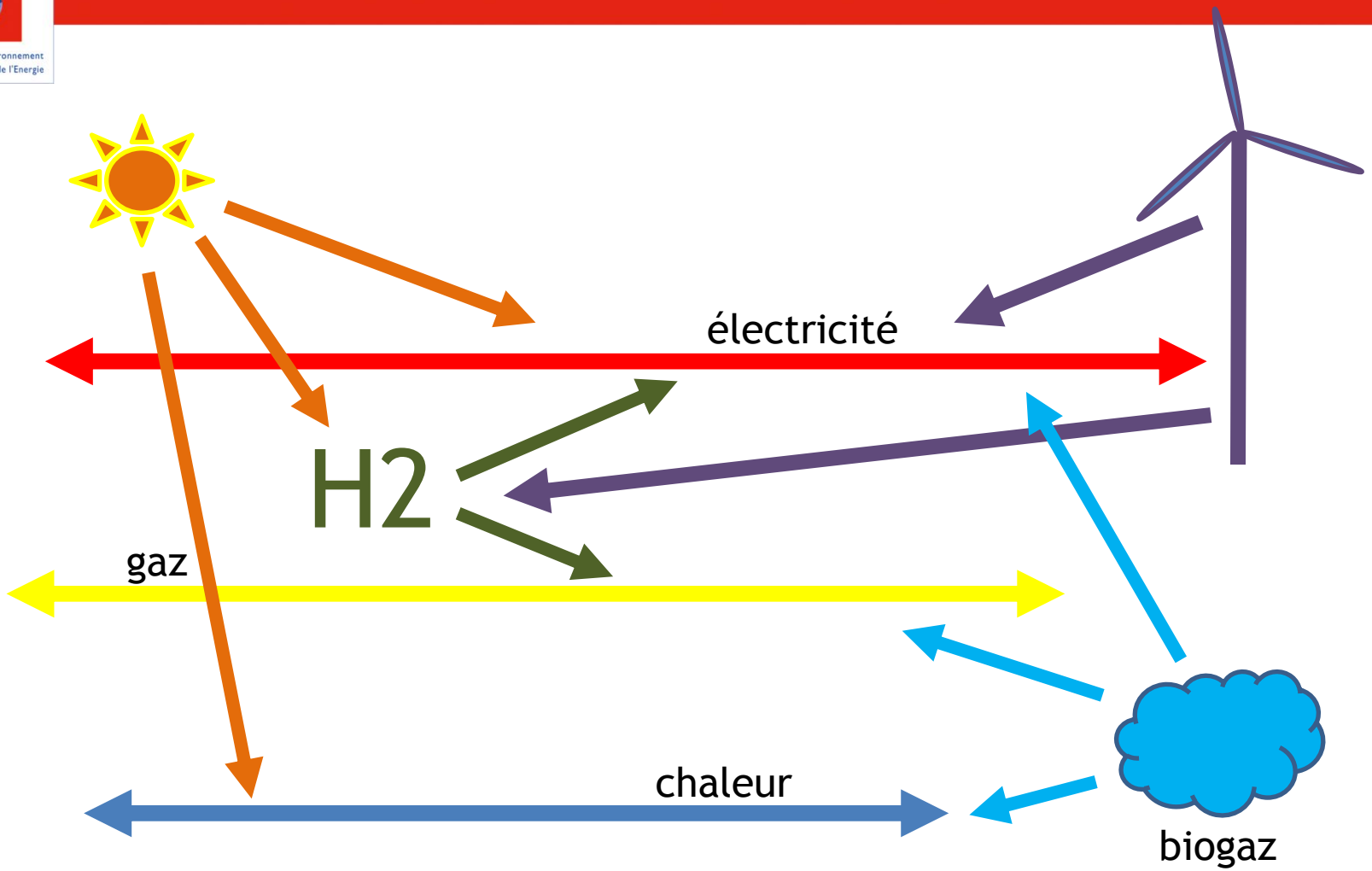
L'hydrogène

- L'hydrogène présente un intérêt environnemental lorsqu'il est produit et consommé localement à partir de ressources renouvelables. Il peut participer à l'optimisation des ressources énergétiques d'un territoire.
- Le vecteur énergétique « H2 renouvelable » est intéressant dans un système énergétique décarboné :
    - en appui au développement de l'électromobilité
    - en appui au développement des énergies renouvelables variables en tant que moyen de stockage
    - en valorisant des excédents d'électricité renouvelable, au travers d'un vecteur gaz, dans des usages transport et habitat.

Inter-relations, données et gouvernance

- Réseaux énergétiques imbriqués et inter-dépendants, en injection et soutirage
- Situations locales / régionales variables selon spécificités et potentiels locaux
- Dynamique complexe, les systèmes d'information et les gestionnaires de réseaux devront s'adapter
- Evolution des modèles économiques (CAPEX et OPEX, qui paie quoi ?)
- Evolution du cadre juridique et de la gouvernance locale (territoires d'expérimentation et suites)

Systèmes énergétiques territoriaux 2.0



Et il faut rajouter les transports et la mobilité …

L'ADEME précurseur

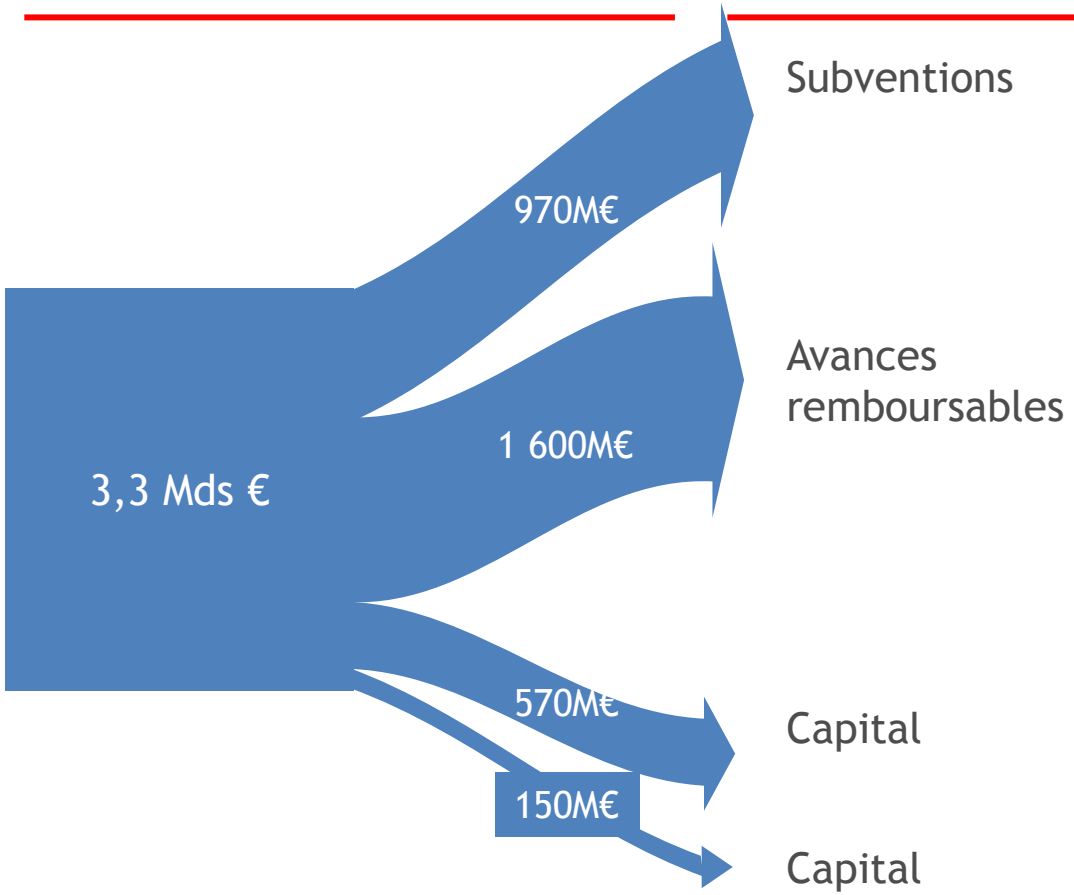
- Etude sur « 100 % power to X » (X = électricité, gaz, chaleur), sur complémentarités et interactions, variabilité/pilotage, contenus en CO2, substitutions, etc.
- Accord-cadre ADEME / GRDF 2015-2018 sur biogaz, mobilité, bâtiments, urbanisme, aménagement et réseaux, compteur communiquant, gaz 100% renouvelable en 2050
- Rédaction en cours d'une Feuille de route sur Systèmes et Réseaux Energétiques dans les territoires, incluant le rôle des collectivités (analyse socio-technique)
- Une refondation des relations entre les mailles nationale et locale …

3- Les Investissements d'Avenir

Laurène BOULITROP
Direction des Investissements d'Avenir

3,3 Mds d'euros gérés par l'ADEME au service de la transition énergétique et écologique

Répartition des montants PIA 1&2* gérés par l'ADEME



Type d'outils	Commentaires
Subventions	Aides d'Etat combinant normalement subvention et avances remboursables à destination principalement des entreprises (PME, ETI, grand groupes)
Avances remboursables	
Capital	Interventions gérées en directes par l'ADEME à destination des grands groupes et des ETI
Capital	Interventions à destination des PME gérées dans le cadre du fonds Eco-technologies

* Le PIA 3 opéré par l'ADEME débutera dès 2017

Un champ d'intervention sur 22 thématiques pour permettre de stimuler l'innovation

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Programme « Démonstrateur de la transition écologique et énergétique »

- Bâtiment
- Biodiversité
- Captage, stockage et valorisation du CO2
- Chimie biosourcée
- Déchets et écologie industriel
- Dépollution des sols et des sites
- Energies éoliennes
- Energies marines
- Energie solaire
- Eau
- Géothermie
- Procédés industriels
- Réseaux électriques intelligents
- Stockage de l'énergie
- Vecteur hydrogène

Programme « Véhicule et transport du futur »

- Véhicules électriques et infrastructures de recharges
- Motorisation hybride et thermique
- Allègement des véhicules
- Véhicules lourds
- Mobilité et logistique
- Transport ferroviaire
- Navire du futur

Objectifs

Le PIA a pour objectifs notamment de stimuler la croissance, dans le cadre de la transition écologique et énergétique en :

- Stimulant de l'innovation
- Accompagnant le risque de mise sur le marché de solutions innovantes

650 projets

2,5 Mds€ financement

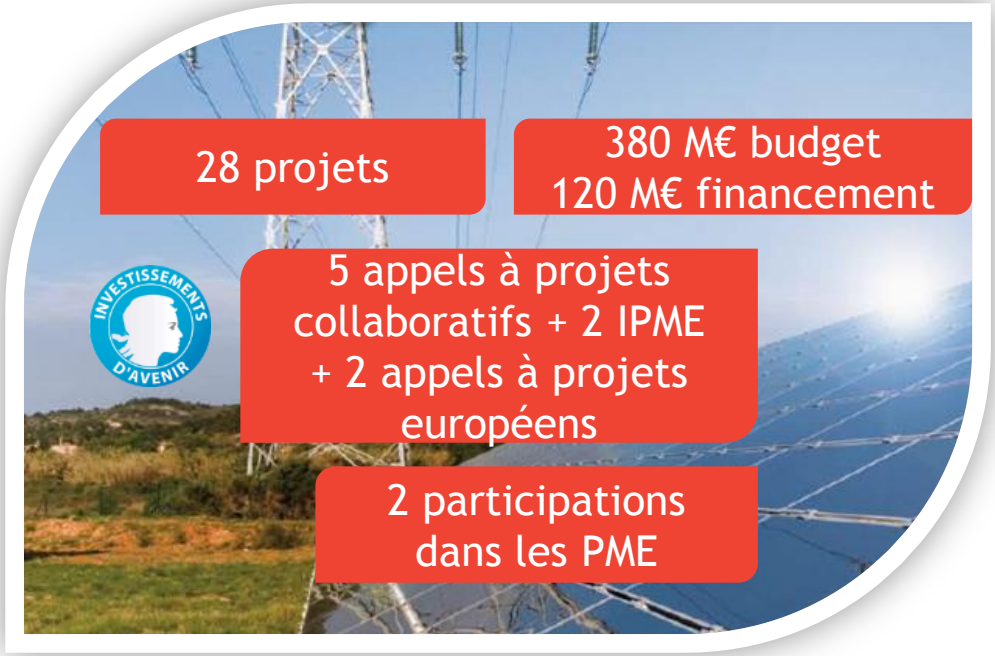
Les appels à projets de l'ADEME sur les smart grids ont suscité un réel intérêt…

ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

SOLENN – enteea – MODELEC par direct energie – SO MEL SO CONNECTED – POSTE INTELLIGENT

VERTPOM – millener – Smart ZAE – EnR-Pool – PicoWatty – GreenLys – TBH – REstable PROJECT – Smart Occitania

Next – RéFlexE – PRIDE – SMART ELECTRIC LYON – BienVEnu – NICE GRID – m2M – iPERD – INTERMITTENCE + – actility – IJENKO – SOGRID – POST



…Et un nouvel AAP sur les smart grids est en cours de préparation en vue d'une ouverture à l'automne.

IPERD: Insertion de Productions et Equilibre des Réseaux de Distribution

Coordinateur

Séché environnement
Séché global solutions

Partenaires

ines INSTITUT NATIONAL DE L'ENERGIE SOLAIRE

RÉSEAUX DISTRIBUTION SRD GROUPE ÉNERGIES VIENNE

Objectifs	Expérimenter plusieurs solutions de gestion de l'énergie facilitant l'insertion d'électricité d'origines renouvelables dans le réseau de distribution et la réduction des pointes de consommation, à faible coût.
Eléments clés	▪ **Coût total:** 1,6 M€ ▪ **Aide PIA :** 0,7 M€ ▪ **Durée :** 3 ans ▪ **Localisation :** La Vienne
Déroulement	2 types de solutions smart grids intégrés sur le réseau de distribution : ▪ Une gestion optimisée de batteries Li-ion (100 kW/200 kWh) connectées au réseau basse tension et couplées à un parc photovoltaïque (PV) de 100 kWc (1) ; ▪ Un système de communication entre le poste source et le gestionnaire de parcs PV, et le pilotage à distance de la production (3,2 MWc instrumentés) (2) ; Grâces aux solutions IPERD de stockage électrochimique et d'écrêtage PV, le propriétaire du réseau, SRD, a pu raccorder davantage de producteurs d'énergie d'origine renouvelable tout en limitant ses investissements.

IPERD: Insertion de Productions et Equilibre des Réseaux de Distribution

Résultats obtenus	■ **Innovation:** ✓ Evolution du dispositif d'échange et d'information d'exploitation (DEIE) pour inclure davantage de modes de pilotage de la production d'énergie d'origine renouvelable ✓ Faisabilité technique du système de stockage électrochimique pour la régulation journalière (et saisonnière) du plan de tension sur le réseau BT; ✓ Utilisation de systèmes de communication et de pilotage à distance ; ■ **Economie:** ✓ Nouvelle possibilité de raccordement des systèmes de production d'énergie non centralisés sans modification significative de l'infrastructure existante ; ✓ Optimisation des réseaux de distribution électrique ; ✓ Limitation des déconnexions totales des productions variables grâce à la gestion de déconnexions partielles ou au stockage de l'énergie excédentaire ■ **Environnement:** Meilleure insertion des énergies renouvelables dans les réseaux. ■ **Valorisation industrielle de la solution non envisagée:** Analyse coût-bénéfice (ACB) de la solution IPERD de stockage électrochimique démontre que la technologie n'a pas de pertinence économique dans un contexte d'utilisation pour le maintien du plan de tension seul. Elle pourrait toutefois peut-être, mais dans certains cas particuliers seulement, s'envisager en combinaison avec une solution d'écrêtage. Toutefois, du point de vue du Gestionnaire de Réseau, un déploiement généralisé à l'échelle d'un poste-source semble délicat à mettre en œuvre.

Les appels à projets de l'ADEME sur le stockage ont permis de financer une dizaine de projets:

10 projets

20,5 M€ financement

3 appels à projets collaboratifs
+ 2 IPME

- **ViVaSTEP-Co**
- **STOREWATT**
- **FLYPROD**
- **Micro STEP de Berrien**
- **C-FAST-STOCK**
- **THERMSTOCK**

- **BASTOL**
- **FRENCH STOCK**
- **STOLECT2**
- **MPES**

Cadre de l'AAP Stockage et Conversion de l'Energie

Axes de l'AAP	Descriptif
Volet 1: Stockage d'énergie	
Stockage de chaleur	Stockage court terme pour l'habitat résidentiel ou le collectif pour écrêter la demande d'électricité liée au chauffage ou à la clim. Pour des applications tertiaires, l'objectif est de valoriser la chaleur fatale ou de diminuer la puissance appelée. Stockage intersaisonnier pour favoriser une intégration plus importante de la chaleur ou du froid renouvelables dans la gestion thermique des bâtiments
Stockage réversible d'électricité	Stockage de masse : STEP, Systèmes thermodynamiques, ACAES, Stockage distribué : Micro-Step, élecrochimique,.. Stockage diffus: Développement de solutions « bas coût »: électrochimiques, volants d'inertie,…
Volet 2: Conversion de l'électricité renouvelable en d'autres vecteurs (PtX)	
Production d'hydrogène et conversion en électricité	Démontrer l'intérêt du vecteur hydrogène vecteur énergétique associé à des usages énergétiques spécifique (alimentation embarquée, mobilité, secours électriques…) Valorisation H2 fatal et H2 ex-biogaz également inclue dans l'AAP.
Procédés de valorisation du CO2	Démontrer la faisabilité technique, économique et le bénéfice énergétique et environnemental des voies de valorisation de CO2. Attente de projets intégrés de valorisation du CO2, utilisant une source d'énergies renouvelables et intégrant la récupération/captage de CO2.

Ouverture:

- **Clôture finale : 11/12/2017**

Périmètre:

- Ouvert aux acteurs susceptibles de promouvoir des moyens de stockage et de conversion d'énergie, économiquement viables, qui permettent une meilleure intégration et une meilleure valorisation des énergies renouvelables fluctuantes
- Pour les zones Non Interconnectées, le coût de la solution de stockage devra viser 120€/MWh (hors coût de l'énergie).

Modalités d'aide de l'AAP Stockage et Conversion de l'Energie

Grandes Entreprises		Régime RDI		Régime LDE
		avec coop. effective	sans coop. effective[2]	
Coûts éligibles et retenus > 1 M€	100% Avances remboursables	50%	35%	45%
	80% AR + 20% subventions	40%	25%	35%
Coûts éligibles et retenus < 1 M€	100% Subventions	25%	15%	20%

Moyennes Entreprises		Régime RDI		Régime LDE
		avec coop. effective	sans coop. effective[2]	
Coûts éligibles et retenus > 1 M€	100% Avances remboursables	60%	45%	55%
	80% AR + 20% subventions	50%	35%	45%
Coûts éligibles et retenus < 1 M€	100% Subventions	35%	25%	30%

Petites Entreprises		Régime RDI		Régime LDE
		avec coop. effective	sans coop. effective[2]	
Coûts éligibles et retenus > 1 M€	100% Avances remboursables	70%	55%	65%
	80% AR + 20% subventions	60%	45%	55%
Coûts éligibles et retenus < 1 M€	100% Subventions	45%	35%	40%

Type de projet :

- Projet collaboratif porté par une entreprise limité à 5 partenaires financés
- Projet mono-partenaire

Eligibilité:

- Critère sur le projet
- 3M€ minimum

Modalité de remboursement des Avances remboursables:

- 100% AVR sur avancement projet au Taux CE + 100 pts de base

Ou

- 50% AVR sur avancement projet ou premier succès commercial au Taux CE + 100 pts de base
- Et
- 50% AVR sur succès commercial au Taux CE + 600 pts de base

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Contacts :
Dominique FOURTUNE
dominique.fourtune@ademe.fr
Laurène BOULITROP
laurene.boulitrop@ademe.fr

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie