ÉNERGIES RENOUVELABLES ET SYSTÈMES ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS

Decarboner le mix énergétique pour atteindre les « 3x20 » à l'horizon 2020 et le Facteur 4 à l'horizon 2050

Accompagner l'augmentation de la production décentralisée d'énergie et favoriser la gouvernance, la gestion et le pilotage dynamique des systèmes énergétiques.

Les enjeux

- Réduire le coût du kWh produit utile et offrir des solutions compétitives pour les filières de production d'énergie renouvelable (éolien, solaire, hydraulique, énergies marines et biomasse). Cette production concerne les divers vecteurs énergétiques : l'électricité, la chaleur, le méthane, le syngaz, l'hydrogène et les carburants liquides.
- Améliorer de manière significative et simultanée les performances environnementales et énergétiques des différents systèmes de production, de gestion et de stockage de vecteurs énergétiques.
- La maîtrise de la demande énergétique doit être, par ailleurs, encouragée en limitant la dépense et en assurant un pilotage dynamique du système énergétique, avec une gestion en temps réel des charges et des effacements.

Production d'énergies renouvelables

Concevoir, fabriquer et déployer des solutions compétitives, efficaces, et adaptées aux usages énergétiques, tout en maîtrisant leurs coûts d'investissement et d'exploitation, est l'enjeu auquel doivent répondre les filières de production d'énergies renouvelables, pour notamment répondre à la demande des usagers. Les cadres juridiques, réglementaires et économiques devront évoluer pour accompagner le déploiement de ces systèmes de production.

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ECOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Stockage de l'énergie

Le déploiement massif des énergies variables pour des applications diverses ne pourra se faire sans le développement de solutions de stockage. Actuellement, ce sont des moyens de production émetteurs de CO_2 qui sont mis en œuvre pour pallier aux aléas de production d'énergie renouvelable, ce qui est peu compatible avec l'atteinte d'un mix énergétique décarboné. Les enjeux scientifiques et technologiques portent aussi bien sur la conception de matériaux innovants, la réduction des coûts des systèmes, que sur l'amélioration des rendements et des durées de vie des solutions de stockage.

Vers des systèmes énergétiques intelligents

L'intégration des énergies renouvelables conduit à repenser les modes de gestion et l'architecture des systèmes énergétiques, tout en ne perdant pas les avantages du système actuel. Dans ce contexte, les systèmes électriques intelligents doivent répondre à plusieurs enjeux :
anticipation de l'accroissement du taux de pénétration des énergies renouvelables variables,
efficacité énergétique du système,
intégration de nouveaux « objets » électriques (véhicules électriques, bâtiments à énergie positive…),
fiabilisation et sécurisation accrues du réseau électrique,
optimisation des investissements existants et à venir, ainsi que des coûts de fonctionnement associés.
Les synergies entre réseaux énergétiques ou entre vecteurs énergétiques sont également une voie prometteuse pour permettre l'évolution vers des systèmes énergétiques intelligents.

Répondre efficacement à la demande en énergie et intégrer les énergies renouvelables nécessite :

- d'intégrer une vision de l'ensemble du système dans les étapes de conception, de développement et de fabrication des systèmes de production, de gestion et de stockage des vecteurs énergétiques,
- de concevoir des technologies fiables et adaptées aux différents usages, notamment pour la maîtrise de la demande,
- d'intégrer de nouveaux « objets » électriques (mobilité électrique ou hybride, déploiement massif de bâtiments producteurs d'énergie…) et de nouvelles technologies de l'information de la communication,
- de fournir, aux territoires, les outils de dimensionnement et technologies de planification des réseaux et du système énergétique en intégrant les ressources disponibles localement.

Préparer cette évolution nécessite des avancées technologiques et des évolutions organisationnelles ; de nouveaux modèles d'affaire restent également à concevoir. Repenser la sécurité énergétique en diversifiant les sources d'approvisionnement offre de réelles opportunités d'activités et d'emplois dans de nouveaux métiers.

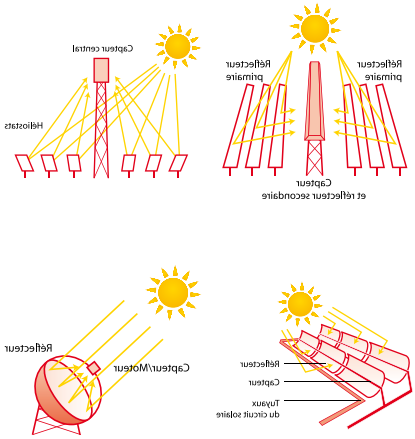
le FORUM ADEME des INNOVATIONS 3ème ÉDITION

ÉNERGIES SOLAIRES

Accompagner les filières solaires vers plus de compétitivité

Le contexte

La France dispose d'un tissu d'acteurs scientifiques, technologiques et industriels sur les différentes filières de l'énergie solaire : **le solaire photovoltaïque, thermique et thermodynamique.**



Les enjeux

- En complément des performances énergétiques (amélioration du rendement), économiques (diminution du coût des équipements) et d'intégration de la production (réduction du coût du kWh produit utile) :
  - participer à l'amélioration du bilan environnemental des systèmes énergétiques et franchir une marge de progression,
  - proposer une offre compétitive, adaptée aux usages et intégrée sur l'ensemble de la chaîne de valeur, point indispensable pour le déploiement de la filière,
  - accroître l'indépendance énergétique par la production d'énergie renouvelable.

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

L'électricité photovoltaïque

Axes de recherche :

- Augmenter la performance énergétique globale sur tout le cycle de vie.
- Réussir l'insertion en briques technologiques (systèmes, assemblage et procédés de montage) dans le bâtiment.
- Concevoir de nouveaux process de fabrication plus économes en ressources et des modèles économiques qui permettront de s'affranchir du soutien public.
- Développer des dispositifs innovants, à rendement plus élevé, pour contribuer à baisser le coût des produits et des systèmes installés.

Perspectives de déploiement :

- Installations individuelles photovoltaïques, raccordées au réseau national ou à des réseaux locaux pour des besoins décentralisés, qui entraîneront une modification de la structure des réseaux.
- Fermes solaires de forte puissance pour injecter de l'électricité dans le réseau et assurer des fonctions de stockage. Cela suppose un fort investissement des entreprises pour industrialiser les nouvelles générations de cellules et de systèmes, et l'industrialisation des technologies du photovoltaïque intégré au bâti.

Solaire thermodynamique

Axes de recherche :

- Améliorer les ensembles réflecteurs/récepteurs.
- Optimiser les structures portantes.
- Développer des solutions de stockage thermique innovantes, élément clef du déploiement.
- Réduire les coûts, notamment ceux de l'électricité de base.

Perspectives de déploiement :

- Grandes centrales solaires à concentration, notamment à l'export, surtout dans les zones d'ensoleillement propice.
- Installations décentralisées de petite et moyenne puissances et installations centralisées de moyenne à forte puissances, la technologie déterminant fortement le domaine d'application.

Le solaire thermique

Axes de recherche :

- Améliorer la balance coût bénéfice, accroître les performances tout en diminuant les coûts.
- Simplifier et améliorer les étapes d'installation et d'intégration, et la durabilité des systèmes.
- Concevoir des systèmes avec une instrumentation embarquée, simple d'utilisation et à faible coût.
- Disposer de solutions optimisées de contrôle/commande, intégrant notamment le monitoring, la surveillance du fonctionnement, le couplage des énergies et des usages.

Perspectives de déploiement :

- Développement d'une offre proposant des solutions intégrées plutôt que des composants individuels, permettant aux entreprises françaises de se positionner au premier plan.
- Intégration économique et structurelle de la filière dans la future offre énergétique avec une filière structurée et spécialisée sur le volet solaire thermique ou avec un développement rapide de filières diversifiées et multi-énergies.

PV800 Export

AMI SOLAIRE
PHOTOVOLTAÏQUE 2011

Le contexte

- Les perspectives de croissance du marché d'installation du PV sont très prometteuses, tant au plan national (1,2 GW en 2015), européen (9,3 GW en 2015) qu'international (37 GW en 2015).
- Les prévisions de croissance de production ont été régulièrement et largement dépassées ces dernières années. Le besoin en équipements de production de wafers photovoltaïques de haute qualité permettant l'assemblage de modules à haut rendement et à bas coûts est par conséquent énorme.
- Le projet PV800 Export ambitionne de développer une filière industrielle française compétitive. Il vise notamment la création d'une filière d'équipementiers français innovants verticalement intégrée pour la réalisation de wafers PV à bas coût à partir de silicium métallurgique.

Les enjeux

- Développer une filière industrielle française compétitive grâce à plusieurs innovations de rupture et à des améliorations incrémentales sur plusieurs étapes de la production de wafers de silicium pour la production d'énergie électrique solaire.
- Anticiper une demande commerciale forte, en particulier à l'export, portée par le développement de l'électricité solaire. Le PV est un moyen intrinsèquement sûr de produire une électricité propre d'origine renouvelable et constituera de plus en plus une composante cruciale du mix énergétique mondial.
- Structurer une filière d'équipementiers français compétitive et innovante pour un marché international en forte évolution.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : **48 mois**
Démarrage : 1er mai 2011
Avancement : 20 %
Montant total projet : 20 M€
Dont aide PIA : 9,5 M€
Localisation : Rhône-Alpes

Coordonnateur :

Partenaires :

Nappe
de 10 fils

CONTACTS

Technique : Anis Jouini
anis.jouini@cea.fr
+33 4 79 60 19 40

Administratif et financier :
Yvan Trouillot
y.trouillot@ecmtech.com
+33 4 76 49 37 96

Communication : Yvan Trouillot
y.trouillot@ecmtech.com
+33 4 76 49 37 96

www.pv800export.com

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

L'INNOVATION

- Purification, ségrégation, cristallisation, caractérisation Si.
- Plate-forme d'éboutage modulaire.
- Fil de découpe et recyclage du trait de fil.

Le déroulement

3 phases majeures :

1. Une phase de R&D de prototypage.
2. Une phase de production des équipements industriels.
3. Une phase de démonstration industrielle.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Apporter des bénéfices énergétiques, environnementaux et sociaux, en étant un stimulateur de compétitivité internationale qui confère un avantage technologique à plusieurs acteurs français clés de l'équipement des installations de production de silicium et de wafers PV.

L'économie

- Permettre aux équipementiers français d'appréhender l'explosion du marché mondial du PV avec des technologies démontrées à l'échelle industrielle.
- Permettre une diffusion plus rapide du solaire électrique grâce à la baisse des coûts générée par la pénétration des technologies PV800 Export chez les fabricants mondiaux de cellules PV.

Le citoyen / la société

- Offrir une dynamique nationale décentralisée avec des créations d'emplois qualifiés et de sites de production dans des régions rurales grâce à la répartition géographique des équipementiers de PV800 Export.

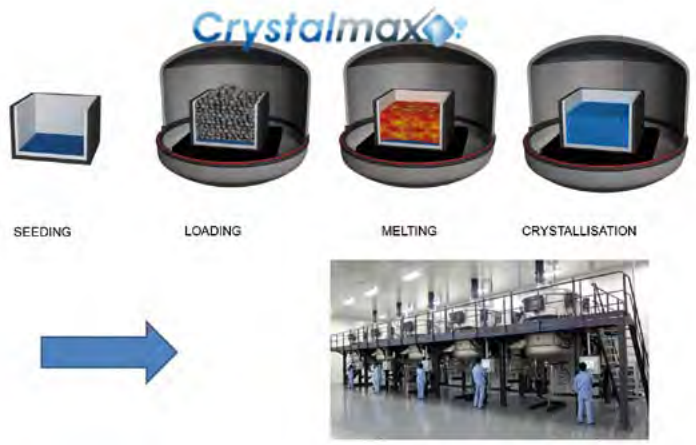
L'environnement

- Économiser l'énergie, les ressources et les émissions de CO_2 pour les procédés de fabrication des wafers PV. Par exemple, la purification par voie métallurgique apportera une économie d'énergie de l'ordre de 70 % sans générer de déchets polluants. Les technologies développées par le consortium permettront de gagner 10 à 14 mois sur la durée de payback (durée de production d'électricité solaire nécessaire pour produire l'énergie consommée pour la fabrication des dispositifs).

Les applications

- Fabriquer du silicium de qualité solaire grâce à la complémentarité des 3 technologies de purification développées, la déphosphoration, l'élimination du bore et la ségrégation.
- Proposer une solution technologique complète.
- Proposer une offre globale complète clef-en-main de ligne de production de wafers PV à partir du Si MG pour des marchés en Asie et au Moyen-Orient en particulier.
- Commercialiser chacune des briques « purification » indépendamment les unes des autres.

Schéma du procédé de cristallisation reprise sur germes



HCPV 1024 SOLEILS

AMI SOLAIRE
PHOTOVOLTAÏQUE 2011

Filière française du photovoltaïque à concentration

©Heliotrop

Le contexte

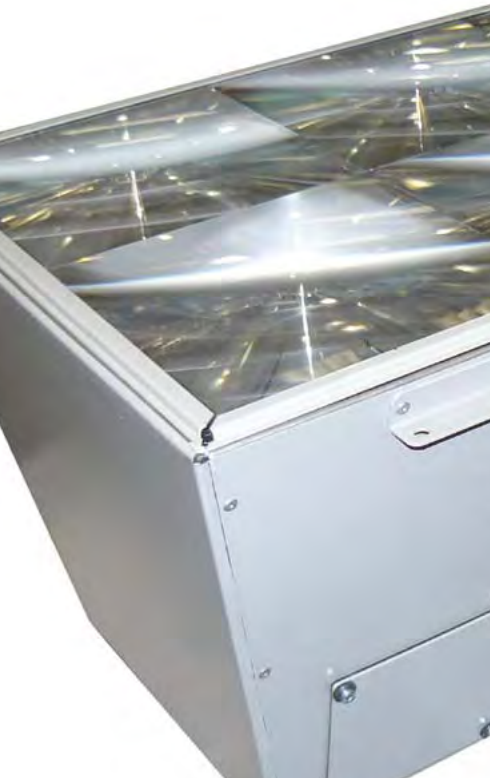
- Le solaire à concentration permet d'envisager une production d'énergie solaire proche de la parité réseau dans les zones à fort ensoleillement.
- La filière 1024 Soleils se positionne sur les technologies solaires de 3e génération et des unités à hautes performances (rendement double par rapport aux technologies traditionnelles) et à bas coûts.
- Son objectif est de produire les centrales solaires les plus adaptées aux marchés à fort ensoleillement, dès le sud de la France, avec une industrialisation compétitive localisée sur le territoire national.

Les enjeux

- Apporter la meilleure solution à un enjeu d'envergure : la compétitivité par rapport aux énergies fossiles.
- Proposer une technologie inédite à très haute concentration : le rayonnement solaire sera concentré 1024 fois et permettra des performances inégalées.

Les verrous identifiés et à lever dans ce projet :

1. Optimisation et fiabilisation des chaînes optiques, thermiques et mécaniques, en laboratoire et au soleil.
2. Optimisation des composants et procédés de fabrication pour permettre une durée de vie de 30 ans.
3. Approche partenariale intersites inédite dans le CPV (Concentrated Photovoltaic) : optimisation des savoir-faire existants issus de l'automobile et revitalisation de lignes industrielles existantes.
4. Rentabilité de la technologie, validation des performances et démonstration des coûts complets (centrale et maintenance), validation de modèles de productible.



Module G2
(sans radiateur)

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 60 mois
Démarrage : mai 2011
Montant total projet : 44 M€
Dont aide PIA : 16 M€
Localisation : France et Europe

Coordonnateur :

Heliotrop

Partenaires :

CONTACTS

Technique, administratif et financier :
paul.bellavoine@heliotrop.fr

Communication :
communication@heliotrop.fr

www.heliotrop.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

L'INNOVATION

- Unités photovoltaïques à très haute concentration (1024 Soleils).
- Conception optimisée des modules et trackers par des laboratoires et des industriels
- Industrialisation partenariale.

Le déroulement

Trois phases successives :

1. R&D et conception optimisée,
2. Industrialisation pilote,
3. Démonstration de grande puissance sur différents sites.

Les résultats clés

La science / La technologie / L'innovation

- Optique innovante
- Maîtrise de la très haute concentration (>1000 soleils) et du comportement des cellules haut rendement triple jonction
- Démonstration de la technologie à grande échelle

L'économie

- Commercialisation d'une technologie de centrale solaire permettant la compétitivité avec les énergies fossiles dans la décennie en cours
- Estimation à 800 emplois créés dans les prochaines années (notamment industriels dans l'Ouest de la France avec EOLANE et GMD) pour une production de 200 MW
- Produits offrant de réelles opportunités à l'export

Le citoyen/ La société

- Électricité solaire HCPV 1024 Soleils compétitive face à l'électricité « d'origine fossile »
- Indépendance énergétique
- Énergie de proximité, renouvelable et sans risque de bruits ou de gênes
- Maîtrise d'une technologie solaire du futur

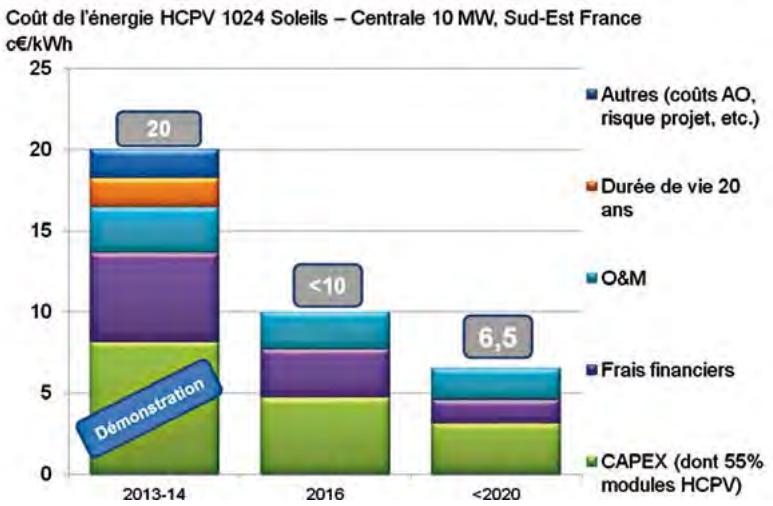
L'environnement

- Taux de recyclabilité > 98 %
- Un bilan carbone performant : 12,5 gCO_2/kWh retour énergétique en moins de 6 mois (3 fois plus dans le silicium et presque 100 fois plus pour une centrale charbon)

Les applications

- Commercialisation de grandes centrales solaires photovoltaïques à concentration, en France et à l'étranger, de puissances comprises entre plusieurs MW et plus d'une centaine de MW
- Participation au Mix Énergétique et aux objectifs de protection de l'environnement et de la lutte contre le changement climatique.

Coût de l'énergie HCPV 1024 Soleils
Centrale 10 MW, Sud-Est france



MICROSOL

AMI
SOLAIRE 2011

Micro-centrale solaire pour l'électrification rurale

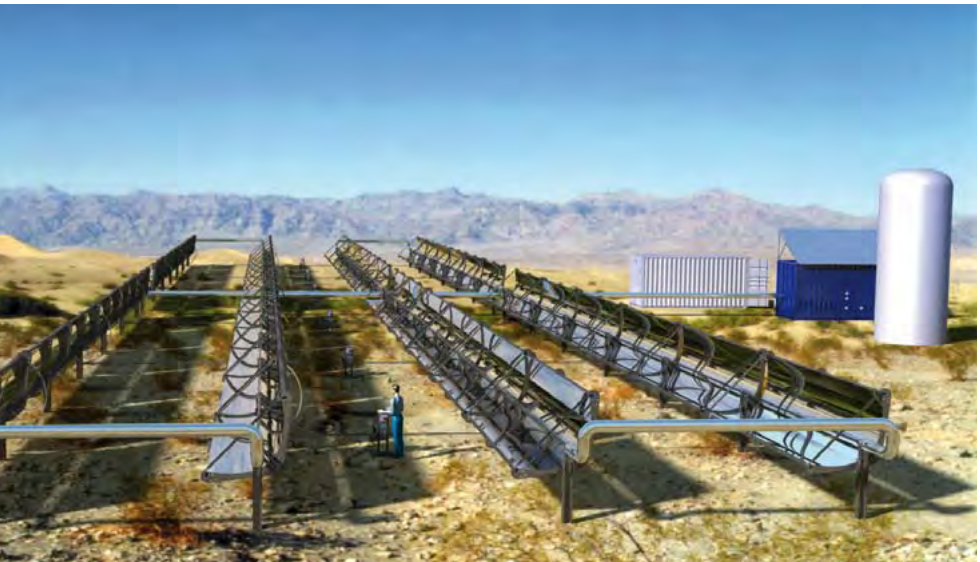
Le contexte

- Parmi les 1,4 milliards de personnes dans le monde qui n'ont pas accès à l'électricité, la moitié environ vit dans des zones rurales éloignées d'un réseau et fortement disséminées, pour lesquelles seule une génération d'électricité locale est envisageable.
- La solution la plus déployée dans les sites isolés est le groupe diesel associé à un groupe électrogène. Cette solution est actuellement la plus attractive car son coût d'investissement initial en équipements est très faible mais ses coûts d'exploitation sont élevés, de même que les émissions de gaz à effet de serre associées.

Les enjeux

- Déployer une technologie pour l'électrification des sites isolés, de maintenance aisée et basée sur l'exploitation d'énergie renouvelable, afin de s'affranchir du problème d'approvisionnement de combustible.
- Avec l'appui technique et financier de plusieurs partenaires industriels et académiques français, le projet MiCROSOL développe une solution nouvelle de microcentrale électrique solaire capable d'alimenter 24h/24 un village de 500 habitants en électricité, chaleur et eau potable.
- Ce projet s'inscrit dans le programme BipBop (« Business, Innovation & People at the Base of the Pyramid »), programme qui favorise l'accès pour tous à une énergie fiable, abordable et propre, en proposant des produits et des solutions adaptées, et en investissant dans l'innovation.

Image de synthèse de Microsol



PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 30 mois
Démarrage : Novembre 2011
Avancement : conception
Montant total projet : 10,9 M€
Dont aide ADEME : 5,1 M€
Localisation : France & Afrique

Coordonnateur :

Schneider Electric

Partenaires :

Stiral, TMW water & heat technologies, Lemta, ines, Leme, exoès, exosun

CONTACTS

MiCROSOL :
Benoît Grappe
benoit.grappe@schneider-electric.com

BipBop :
John Graham
john.graham@schneider-electric.com

www.schneider-electric.com

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

Le déroulement

Deux temps forts :

1. Construire un prototype sur le site du CEA-Cadarache pour mesurer et évaluer les risques techniques. Le prototype associera des capteurs cylindro-paraboliques, un stockage thermique et un moteur ORC. Un module de dessalement sera également testé sur ce prototype, de même qu'un moteur Stirling, en cours de développement.
2. Construire un autre prototype sur un site pilote en Afrique pour lever les risques d'acceptation par les utilisateurs finaux, et les risques de financement, en impliquant des organismes actifs dans l'aide au développement à l'échelle mondiale.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Les contraintes de conception qui guident MiCROSOL sont fortes puisque le fluide caloporteur et le matériau de stockage sont uniquement de l'eau. Ce choix, qui va à l'encontre des solutions solaires thermodynamiques répandues, représente un défi technique.

L'économie

- Mettre en place un partenariat profitable entre un grand groupe industriel français, des start-up et des PME. Elles porteront le plus gros de l'industrialisation et s'ouvriront, via le réseau de vente mondial de Schneider Electric, un canal d'accès vers un marché qu'elles ne pourraient pas atteindre seules.

Le citoyen / la société

- Apporter aux populations rurales isolées les deux vecteurs de développement économique et de bien-être que sont l'accès à l'électricité et à une eau propre à la consommation.

L'environnement

- Répondre au besoin d'alimenter en électricité des sites isolés en évitant l'émission de CO_2 et en s'affranchissant des problèmes de pollution de l'environnement.

L'INNOVATION

Technologique :

- Développement de capteurs cylindro-paraboliques.
- Développement de moteurs thermodynamiques adaptés aux conditions imposées par l'électrification rurale.
- Module de purification d'eau.

Partenariale :

- Mise en place de nouveaux modèles d'affaires devant permettre de répondre aux enjeux de l'électrification rurale dans des zones à fort ensoleillement.

Les applications

- Viser le marché de l'électrification des zones isolées du réseau ou reliées à un réseau souvent défaillant. MiCROSOL s'adresse notamment aux régions rurales de pays mal équipés en infrastructures et bénéficiant d'un fort taux d'ensoleillement.
- Produire de l'énergie (électricité & chaleur) là où elle va être consommée pour une gestion intelligente de la ressource énergétique, grâce à l'organisation en constellation des centrales MiCROSOL.
- Utiliser la co-génération locale de chaleur et d'électricité pour inventer des nouveaux systèmes de dessalement et de purification d'eau pour un accès pour tous à l'électricité, ainsi qu'à une eau potable.

SCRIB

AMI Solaire
2011

Dispositif Solaire de Climatisation Réversible Intégré au Bâti

Le contexte

- Un des freins au développement de l'énergie solaire sous nos latitudes est le décalage entre les pics de production de l'énergie solaire durant les périodes de fort ensoleillement et les pics de consommation plutôt le soir et la nuit.
- La climatisation, les besoins en rafraîchissement coïncident avec les périodes qui présentent la plus grande disponibilité solaire. Le recours à la climatisation solaire est cependant limité pour le moment car les investissements sont très importants pour installer un équipement qui n'est utilisé que quelques mois dans l'année.

Les enjeux

- Développer une solution de climatisation solaire réversible, à haute efficacité énergétique et à faible impact environnemental qui répond à l'ensemble des besoins thermiques des bâtiments industriels et tertiaires (climatisation, chauffage, froid industriel et ECS), pour rentabiliser l'investissement sur l'ensemble de l'année.
- Proposer une solution globale, conçue en tenant compte des spécificités de l'énergie solaire, compétitive et avec un impact environnemental réduit par rapport aux solutions électriques conventionnelles.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME
FINANCÉ PAR LE PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)

Durée : 54 mois
Démarrage : mai 2011
Montant total projet : 2 ,8 M€
Dont aide PIA : 1,4 M€
Localisation : France, Région PACA

Coordonnateur :

Helioclim

Partenaires :

CYTech. développement
TECSOL

Le déroulement

Deux phases :

1. La réalisation d'un démonstrateur de recherche d'une puissance de 10 kWf (kW froid). Cette installation à échelle réduite permettra de démontrer le bon fonctionnement du système complet de climatisation solaire réversible. Cette phase inclut la création d'un outil de pré-dimensionnement capable de calculer de façon simplifiée les performances prévisionnelles du système.
2. La réalisation d'un démonstrateur pré-industriel d'une puissance de 700 kWf. Cette phase, qui intègre la pré-industrialisation de l'ensemble des sous-systèmes constitutifs de la solution, permettra de réaliser la première installation à échelle 1 sur un bâtiment représentatif, démontrant l'intérêt de la solution climatisation solaire réversible tout au long de l'année.

Les résultats clés

La science/la technologie/ l'innovation

- Un système unique pour répondre à l'ensemble des besoins thermiques des bâtiments.
- Une machine réellement réversible.
- Une conception qui tient compte des spécificités de l'énergie solaire.
- Des capteurs solaires thermiques à concentration à haut rendement et faible masse pour permettre leur intégration en toiture des bâtiments.
- Une solution interne de stockage de l'énergie sans déperditions thermiques.
- Une solution sans émissions de CO_2 en fonctionnement solaire.

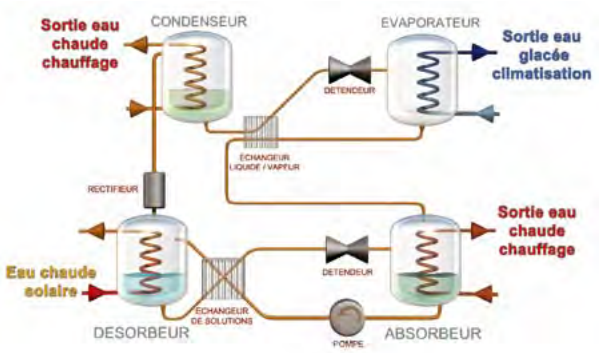
L'économie

- Une production réalisée en France. À terme, le projet permettra la création d'emplois de techniciens et d'ingénieurs.
- Un fort potentiel de développement à l'export.

Le citoyen / la société

- Une réduction substantielle de la facture énergétique tout en conservant le confort thermique des bâtiments.
- L 'accès à des conditions d'hygiène et de confort dans des zones énergétiquement isolées, notamment dans le cas des hôpitaux ou de la conservation des denrées alimentaires.

Le fonctionnement de la machine à absorption



La solution inclut des dispositifs de stockage d'énergie et d'appoint en énergie de relève. Le système est constitué d'une machine à absorption réversible, alimentée par un système de capteurs solaires thermiques à concentrateurs innovants.

L'INNOVATION

- Système unique à haute efficacité énergétique répondant à l'ensemble des besoins thermiques annuels des bâtiments, et à un coût compétitif par rapport aux solutions classiques de pompes à chaleur électriques.
- Capteurs solaires thermiques à concentration et absorbeurs tube sous vide à haut rendement, faible masse et faibles coûts.
- Machine à absorption intégrant une solution de stockage de l'énergie sans déperditions thermiques.

L'environnement

- Une réduction de plus de moitié des dépenses en énergies non renouvelables des bâtiments, c'est-à-dire supérieure aux objectifs des programmes de développement des énergies renouvelables.
- Une économie de 10 000 tonnes de CO_2 par an dès l'installation de 76 unités.

Les applications

- Produire une technologie de climatisation solaire réversible efficace et à un coût compétitif. Cela permet un large développement, et offre un prix au kW installé comparable à celui fourni par des solutions de climatisation réversibles conventionnelles électriques à compression.

le FORUM ADEME des INNOVATIONS 3ème ÉDITION

GRAND ÉOLIEN

L'énergie du vent sur terre, et en mer

Le contexte

La filière éolienne participe activement à l'augmentation de la production énergétique renouvelable, grâce à des machines de plus en plus performantes et à une ressource largement disponible.

- Cette énergie a, aujourd'hui, franchi un cap dans ses applications terrestres mais les zones encore disponibles pour capter la ressource sont plus rares. Souvent difficiles d'accès, le développement de l'éolien terrestre nécessite des innovations technologiques d'ampleur.
- L'éolien en mer connait également depuis quelques années, une forte croissance avec le développement de champs en Mer du Nord et le long des côtes européennes. Situés à plusieurs dizaines de kilomètres des côtes, les champs d'éoliennes au large sont soumis à des vents plus puissants et plus réguliers que sur terre. En revanche l'environnement agressif dans lequel ils sont implantés nécessite le développement de technologies spécifiquement conçues, extrêmement robustes et adaptées.

Les enjeux

- Conduire la filière à sa maturité en développant des systèmes qui répondent aux spécificités du marché :
  - **en mer** : éoliennes de très forte puissance (5MW et plus) adaptées à l'environnement (houle, vagues, bathymétrie, conditions d'accès pour la logistique et la maintenance…),
  - **sur terre** : prise en compte d'une gamme de vents étendue pour ouvrir de nouveaux marchés en France et à l'export.
  - dans les **zones insulaires** et difficiles d'accès.

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ECOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Les axes de recherche

- Mieux évaluer la ressource éolienne et la prédictibilité de la production électrique.
- Améliorer la fiabilité grâce à de nouveaux matériaux, composants et procédés associés, adaptés aux usages.
- Utiliser moins de matériaux et réduire le poids des machines, favoriser leur recyclabilité.
- Permettre l'installation de machines de très grande puissance et réduire les coûts de démantèlement.
- Favoriser l'intégration au réseau électrique (fonctionnalités, coûts) par des systèmes adaptés (outils de surveillance, lissage de production et de gestion des creux de tension par stockage, grid codes, etc.).
- Concevoir les outils et les infrastructures de production et de maintenance pour assurer la compétitivité de la filière.
- Prendre en compte les interactions avec l'environnement et les cohabitations avec d'autres usages (interaction avec les radars, connaissance des impacts sur le voisinage, acceptabilité sociétale et conflits d'usage sur terre et en mer).
- Concevoir de nouveaux outils et des modèles d'affaires pour assurer la rentabilité des projets et favoriser l'éolien citoyen et participatif.
- Adapter le potentiel industriel existant pour structurer la filière plus rapidement.

Les perspectives de déploiement

Un potentiel d'innovations existe au niveau de l'évaluation de la ressource, des générateurs et des services associés (intégration et support aux systèmes électriques, maintenance, etc.).

Au-delà, la mise en place d'infrastructures et une réelle coordination entre les différents acteurs semblent indispensables pour la structuration de la filière.

SiPRÉ

APPEL À PROJETS
DE RECHERCHE

Faire cohabiter éoliennes et radars

Crédits photo : ONERA

Le contexte

- En fonction de sa taille et du nombre de machines implantées, une éolienne située à moins de 20-30 km d'un radar d'observation (météo, défense, aviation), peut en altérer les mesures.
- Le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie a lancé un programme de recherche en trois phases, piloté par l'ADEME.

La première, démarré en 2010, consiste à développer un outil de simulation : SiPRÉ (Simulation de la Perturbation des Radars par les Eoliennes). L'Onera et Oktal-SE ont développé SiPRÉ, pour simuler les perturbations créées par les éoliennes sur une scène de plusieurs dizaines de km².

Les deux autres portent sur le développement d'éoliennes à signature radar réduite (éoliennes furtives) et l'amélioration du traitement du signal des radars pour réduire l'effet des éoliennes.

Les enjeux

- Les avis des opérateurs de radars utilisés pour la prévision météorologique, la surveillance du territoire, le contrôle aérien, maritime ou fluvial, sont sollicités dans les projets d'implantation de parcs éoliens. À l'heure actuelle, plus de 3 000 MW de puissance éolienne sont bloqués par des avis négatifs, alors que la capacité installée à mi-2013 est d'environ 7 500 MW et que la loi Grenelle II en prévoit 19 000 MW en 2020.
- SiPRÉ permet une analyse scientifique fine du niveau de perturbation d'un parc éolien sur un radar météorologique du réseau ARAMIS de Météo-France. Cette analyse doit permettre de mieux comprendre le mécanisme de perturbation et de requalifier certains projets qui n'induisent pas de pertes majeures dans l'observation radar. La simulation SiPRÉ permet d'optimiser la répartition des éoliennes et joue également un rôle important dans la conception d'éoliennes furtives ou dans l'optimisation du traitement des signaux.

PROJET FINANCÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **D'UN APPEL À PROJETS DE RECHERCHE**

Coût de l'opération : 1 545 979 €
Dont aide ADEME : 1 004 886 €
Montant d'aide final : 1 004 886 € (soit : 65 %)
Date de lancement : 2010

Coordonnateur :

ONERA

Partenaires :

Synthetic Environment
METEO FRANCE Toujours un temps d'avance
REpower

CONTACTS

ONERA
Gérard Bobillot
gerard.bobillot@onera.fr

OKTAL-SE
Nicolas Douchin
nicolas.douchin@oktal-se.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr

Les résultats clés

Les résultats de simulation ont été comparés aux résultats obtenus lors d'une campagne de mesures, à Abbeville, sur le radar MEDYCIS de l'Onera et le radar de Météo-France et sur le parc éolien de Monts-Bergerons.

SiPRÉ a permis de démontrer la pertinence des technologies modernes, de modélisation 3D et de simulation numérique, pour le calcul des signaux réfléchis par les éoliennes vers le radar, en tenant compte fidèlement de leur environnement d'implantation (relief, bâtiments, végétation). L'orientation de l'axe rotor, la rotation du rotor, le calage des pales sont également modélisés et l'effet Doppler, produit par la rotation du rotor, est pris en compte.

Focus

Avec cet outil, les futures implantations seront simulables et les discussions entre météorologues et aménageurs s'engageront sur des bases scientifiques plus solides.

Les validations sont concluantes à la fois sur les signaux radar générés et également sur le traitement des données de Météo-France.

La version actuelle du logiciel (version RD) est un outil essentiel, pour l'optimisation des parcs éoliens, l'étude de la furtivité et des traitements radars. La version industrielle (SiPRÉ-OAD) permettra de réaliser des études de parcs éoliens, en présence de radars météorologiques, au profit de la profession éolienne. À terme le projet DEMPERE étudiera une extension aux radars militaires.

LES ENSEIGNEMENTS

Les premières exploitations du logiciel SiPRÉ et les mesures faites, confirment les niveaux importants des échos radar produits par les éoliennes.

La connaissance fine de l'origine des échos radar permettra d'améliorer l'acceptabilité des éoliennes. Pour cela, le logiciel SiPRÉ constitue un outil permettant de :

- optimiser le placement des éoliennes sur le terrain ;
- affiner les critères d'acceptation ;
- développer des éoliennes « furtives » ;
- améliorer les radars, tant du point de vue du traitement du signal que de leur structure même ;
- mettre en place des radars complémentaires.

Le parc éolien modélisé par le logiciel SiPRÉ

ALSTOM
OFFSHORE FRANCE

Industrialisation de la production d'éoliennes marines de grande puissance

Le contexte

- Les Energies Marines Renouvelables (EMR) représentent un gisement important d'énergies renouvelables et exploitent différentes technologies dont notamment l'éolien en mer (posé ou flottant), l'énergie des courants marins, l'énergie des vagues ou l'énergie thermique des mers.
- L'éolien en mer connait, depuis quelques années, une croissance très forte avec le développement de champs en Mer du Nord et le long des côtes européennes.
- Pouvant être situés à plusieurs dizaines de kilomètres des côtes, les champs d'éoliennes au large ont l'avantage d'être soumis à des régimes de vents plus puissants et plus réguliers que les champs terrestres. L'environnement agressif dans lequel ils sont implantés nécessite en revanche le développement de technologies spécifiquement conçues, extrêmement robustes et adaptées.

Les enjeux

- Accompagner le déploiement de l'Haliade™ 150-6 MW, une nouvelle éolienne en mer de grande puissance, proposant différentes innovations technologiques lui conférant une forte productivité et de faibles besoins de maintenance.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE DU **PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR**

Localisation : Saint Nazaire (Loire-Atlantique) et Cherbourg (Manche)

Actionnaires :

CONTACTS
www.alstom.com

POUR EN SAVOIR PLUS
www.ademe.fr/invest-avenir

Le déroulement

1 Le 21 janvier 2013, début des travaux de construction des deux premières usines de turbines éoliennes offshore d'Alstom : une surface totale d'environ 2,5 hectares sur un terrain de près de 14 hectares situé à Montoir-de-Bretagne, dans la zone portuaire de Saint-Nazaire. Les usines de Saint-Nazaire sont entièrement dédiées à l'assemblage des nacelles et à la fabrication des alternateurs de l'éolienne offshore Haliade 150.

2 En 2014, pour la production en série, ces usines remplaceront définitivement l'atelier temporaire de Saint-Nazaire dans lequel Alstom produit déjà actuellement les préséries.

3 Dès 2015, deux autres usines implantées à Cherbourg, destinées à la fabrication des pales et des mâts, viendront compléter le dispositif industriel.

Les résultats clés

L'économie & le social

- Livrer à EDF Energies Nouvelles, les 240 éoliennes Haliade™ 150-6 MW qui équiperont les champs de Courseulles-sur-mer, Fécamp et Saint-Nazaire à partir de 2016.
- Créer un millier d'emplois directs en France dans la filière des énergies marines renouvelables : 200 personnes (80 % d'ingénieurs) seront notamment employées dans le centre d'ingénierie spécialisé sur les EMR, qui verra le jour dans le pôle métropolitain de Nantes-Saint-Nazaire.
- Générer 2 000 emplois supplémentaires grâce à l'activité du consortium (EDF EN, Dong Energy, Alstom), essentiellement pour la maintenance des parcs éoliens et 4 000 emplois indirects chez ses fournisseurs et sous-traitants.
- Développer une expertise et des capacités industrielles dans les énergies marines. Structurer la filière éolienne en France en créant un réseau dense de sous-traitants.

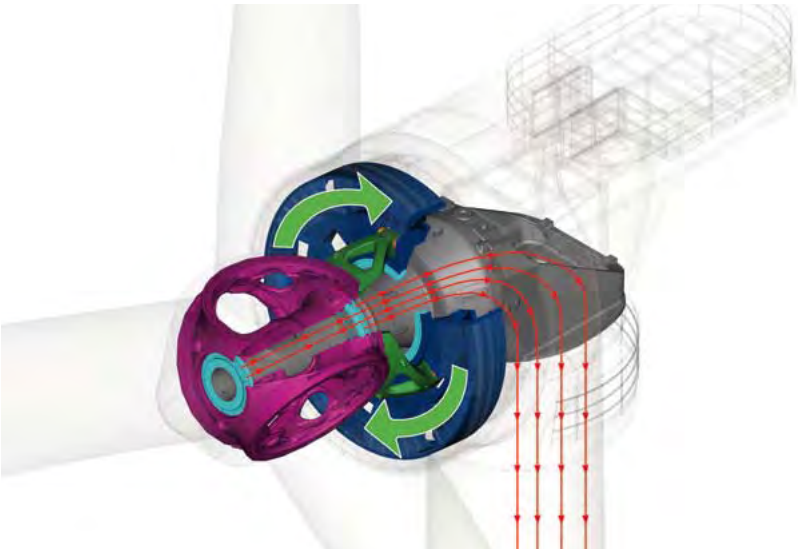
L'INNOVATION

- Réduction des coûts d'exploitation et de maintenance grâce à une éolienne dotée d'un alternateur à aimants permanents, sans boîte de vitesse, qui fonctionne par entraînement direct.
- Protection de l'alternateur grâce à la technologie PURE TORQUE® qui permet un report des efforts mécaniques indésirables du vent vers le mât de l'éolienne.
- Augmentation de la productivité grâce à un rotor de 150 m de diamètre.

L'environnement

- Alimenter en électricité, grâce à cette éolienne de nouvelle génération, l'équivalent d'environ 5 000 foyers par aérogénérateur.
- Accroître la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique national.
- Fournir une électricité moins variable, plus facilement exploitable par les réseaux et particulièrement décarbonée : 0 g en émissions directes et seulement 12 g CO_2eq/kWh en prenant en compte l'ensemble de son cycle de vie.

Schéma du système PURE TORQUE® et montage des pales de 73,5 m



Les applications

- Industrialiser cette nouvelle génération d'éoliennes à travers 3 usines :
  - une usine d'assemblage de nacelles sur le domaine portuaire du port de Saint-Nazaire,
  - une usine d'assemblage et de fabrication d'alternateurs à aimants permanents, située sur le même site que l'usine de nacelles,
  - une usine de fabrication de pales localisée sur le domaine portuaire du port de Cherbourg.

EOLIFT

AMI
GRAND ÉOLIEN

Tours éoliennes terrestres de grande hauteur en béton avec méthode de levage innovante

Le contexte

- Les demandes croissantes en énergies renouvelables ouvrent un nouveau champ de recherche dans le domaine des éoliennes.
- Pour rendre l'énergie éolienne compétitive vis-à-vis des énergies fossiles, les innovations technologiques de ces dernières années visent à augmenter la puissance et la rentabilité des turbines. Cela implique des turbines de plus grandes tailles, situées sur des tours plus hautes pour aller chercher plus haut des vents plus importants et plus réguliers.
- Des structures en béton, utilisées à la place des mâts traditionnels en acier, sont à même de supporter des turbines aussi imposantes. Elles constituent aujourd'hui une alternative économique et technique aux tours traditionnelles en acier pour des hauteurs de plus de 100 m.
- Pour permettre le montage de telles éoliennes, des grues de très forte capacité sont nécessaires. Ces grues présentent plusieurs inconvénients : elles sont peu disponibles et génèrent un coût important. Elles sont par ailleurs très exposées et sensibles au vent et sont de ce fait obligées de s'arrêter régulièrement pendant la construction d'un parc, ce qui impacte également le planning général.

Les enjeux

- Concevoir et réaliser des tours en béton précontraint de grande hauteur (>100 m) capables de supporter des turbines de forte puissance (>3 MW).
- Concevoir et réaliser un outil d'assemblage de la tour, et de levage de la nacelle, permettant de s'affranchir de l'utilisation de grues de forte capacité.

Éolienne de 120m

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 2 ans
Démarrage : T1/2012
Montant total projet : 6,8 M€
Dont aide PIA : 3,3 M€
Localisation : Normandie et Région Parisienne

Coordonnateur :

FREYSSINET SUSTAINABLE TECHNOLOGY

Partenaires :

LOFIMS, INSA ROUEN, Université Le Havre, CNRS

CONTACTS

FREYSSINET
Benoît MELEN
Coordonateur Projet
01 46 01 84 70
benoit.melen@freyssinet.com

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

- Réaliser le démonstrateur d'une éolienne de 120 m de haut avec une turbine de 3 MW répondant au marché à moyen terme. Compte tenu des enjeux inhérents au projet, ce démonstrateur sera réalisé à l'échelle 1 afin de s'assurer de la précision des résultats obtenus.

Le déroulement

5 phases majeures :

1. Étude des interactions turbine/tour/sol pour définir l'ensemble des charges qui permettront de dimensionner la fondation, la tour et l'outil de levage correspondant.
2. Définition, à partir de l'ensemble de ces charges, et grâce à un processus d'itération, de la géométrie de la fondation ainsi que du design de la tour, et prise en compte des contraintes liées au design de l'outil de levage réalisé.
3. Études détaillées avant une série de tests pour la mise au point de l'outil de levage correspondant.
4. Réalisation du démonstrateur de la tour et de l'outil de levage.
5. Analyse détaillée du cycle de vie pour déterminer l'impact environnemental de la construction des tours éoliennes EOLIFT.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Innover de manière inédite dans l'éolien : sur la structure de la tour (béton précontraint) et la méthode de levage (sans grue de forte capacité).

L'économie

- Réduire d'environ 15 % les coûts liés à la construction, au mât et à la fondation.
- Faire avancer la filière française autour du grand éolien, via le développement de mâts éoliens de grande hauteur et d'une méthodologie unique de construction.

L'environnement

- Améliorer le bilan carbone des solutions actuellement sur le marché.
  La structure de la tour en béton est moins énergivore que l'acier, et, la fabrication et le levage de la tour sur site réduisent considérablement les émissions de CO_2 traditionnellement associées aux transports de la tour et de la grue.

L'INNOVATION

- Une innovation de structure : remplacement des tours en acier traditionnelles par des tours en plusieurs éléments de béton précontraint.
- Une innovation d'industrialisation : conception d'une usine temporaire (démontable) proche du site pour produire les éléments de béton et réduire le transport.
- Une innovation de levage : méthode d'élévation de la tour inédite « par le dessous » à la place de l'utilisation de grue de forte capacité.

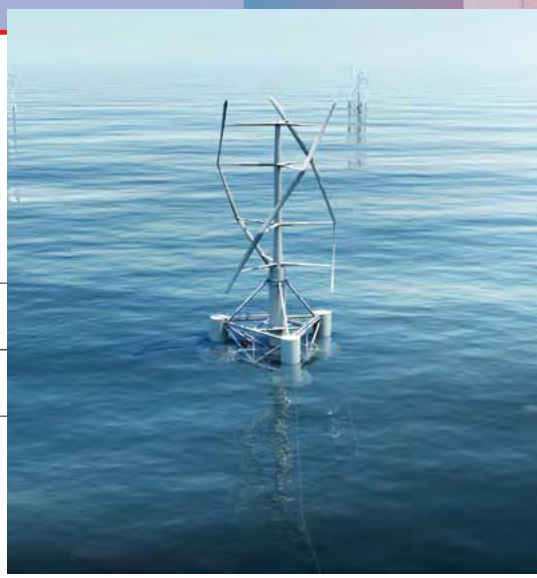
Les applications

- Adapter l'outil de levage, réalisé dans le cadre de ce projet, à l'élévation de tours comprises entre 100 et 140 m, supportant des turbines de 3 à 6 MW.
- Permettre au porteur de projet de se positionner sur le marché éolien terrestre international avec des tours estimées à 120 m en moyenne pour des turbines de 3 MW puis des tours de 140 m supportant des turbines de 6 MW.

VERTIWIND

AMI
ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Des éoliennes maritimes flottantes à axe vertical



Le contexte

- L'idée résulte d'un travail d'analyse des côtes françaises : les profondeurs supérieures à 30 mètres sont atteintes trop près des côtes pour espérer un développement de l'éolien offshore posé sur des fondations comparable à celui des pays nordiques. L'éolien flottant permettrait ainsi de conforter les objectifs de la France en matière d'éolien offshore, s'agissant en particulier de la réalisation de parcs sur la façade méditerranéenne.
- Le concept d'éolienne flottante à axe vertical VERTIWIND permet de résoudre les problèmes inhérents aux éoliennes flottantes à axe horizontal et constitue une véritable rupture technologique. Les éoliennes en mer sont presque toutes basées sur des architectures à axe horizontal. Non seulement cette technologie à axe vertical permet une inclinaison plus importante de l'éolienne, et ainsi de réduire le coût de la structure flottante, mais aussi réduit l'impact paysager. Ces éoliennes plus simples et plus robustes, sont donc plus adaptées à l'environnement marin.

Les enjeux

- L'éolien flottant est devenu un secteur d'innovation technologique dans lequel une course est engagée, non seulement avec les autres pays européens, mais aussi à l'échelle mondiale. Les Japonais ont ainsi lancé un vaste programme de R&D sur l'éolien flottant suite à la catastrophe de Fukushima. De même, les Etats-Unis ont lancé plusieurs programmes de recherche, car leurs fonds marins (trop profonds) sont peu propices au développement de l'éolien en mer posé.
- Le marché visé est l'extension de l'éolien en mer, aujourd'hui limité aux pays disposant de vastes plateaux continentaux de profondeurs inférieures à 35 mètres (exemple au Danemark, aux Pays-Bas, en Belgique, en Allemagne et en Grande-Bretagne). En particulier, les pays méditerranéens (l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce, la Turquie), les États-Unis et le Japon s'orientent vers le marché « offshore » et les profondeurs de leurs fonds marins nécessitent essentiellement des solutions flottantes.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)

Coût total projet : 16,8 M€

Dont aide PIA : 7,06 M€

Localisation du démonstrateur :
Fos sur mer

Coordonnateur :

Contact : Sophie Ytournel

Partenaires :

CONTACTS

NENUPHAR Offshore Wind Turbines
ABM Center
128, rue du Faubourg de Douai
59000 LILLE
contact@nenuphar-wind.com

www.nenuphar-wind.com

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

Le déroulement

- Différentes étapes vont permettre de valider les estimations de la puissance potentiellement produite, les lois de régulation de l'aérogénérateur, les solutions d'amarrage et d'ancrage du flotteur et de tester les phénomènes de couplage aéro/hydrodynamique de l'éolienne et de son flotteur.
- Un premier démonstrateur à l'échelle 1/10e équipée d'un vérin et d'un mécanisme de basculement, permettant de simuler le comportement de l'éolienne inclinée sur un flotteur sous l'action du vent et des vagues, a été testé dans les environs de Boulogne-sur-Mer. Depuis la fin de l'année 2012, NENUPHAR construit un prototype à terre à axe vertical de 2MW qui devrait être testé à l'automne 2013. Par la suite, un démonstrateur sera mis à l'eau sur le site d'essai MISTRAL au large de Port Saint Louis du Rhône, près de Fos sur Mer. Ce projet s'inscrit dans une initiative plus large car un second démonstrateur est planifié dans le cadre du projet européen INFLOW, puis une ferme éolienne flottante de 13 unités dans le cadre d'un projet sélectionné dans le cadre du NER300.

Les résultats clés

- Offrir une solution aux problèmes inhérents aux éoliennes flottantes traditionnelles à axe horizontal qui nécessitent par exemple de contrôler en permanence l'inclinaison des pales en fonction de la houle. Cette technologie simple et robuste se caractérise par un fonctionnement optimal de l'éolienne dans un écoulement turbulent, caractéristique des éoliennes flottantes installées sur un support en mouvement.
- Réduire le coût de la structure flottante, ainsi que l'impact paysager.

Éolienne flottante
à axe vertical VERTIWIND

L'INNOVATION

- L'éolienne VERTIWIND peut flotter dans des zones où les profondeurs atteignent jusqu'à 200 mètres, et ne nécessite qu'un faible tirant d'eau pour son installation sur son flotteur.
- Ses pales sont vrillées pour assurer un fonctionnement optimal de l'éolienne.
- Ses dimensions finales prévues :
  - Diamètre de l'éolienne : 50 m
  - Hauteur des pales : 75 m
  - Hauteur en bout de pale : 100 m
  - Masse totale : 320 t
  - Puissance : 2,4 MW

- Des verrous technologiques majeurs ont été levés :
  - développement de solutions innovantes de pales et bras de liaisons en matériaux composites,
  - développement d'un code aéro-élastique pour les éoliennes flottantes à axe vertical,
  - développement d'attaches bras-pales saines mécaniquement et compatibles avec les modes d'excitation de l'éolienne dans tous les cas de fonctionnement,
  - développement et validation des codes de calcul aérodynamiques,
  - conception et calcul d'une solution de roulement intégrée à l'alternateur.

WINFLO

AMI
ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Eolienne Flottante Winflo copyright Nass&Wind

- Winflo est une éolienne flottante offshore de grande puissance - plus de 3 MW – destinée à être implantée sur des zones dont la profondeur dépasse les 50 mètres.
- Dotée d'un moyeu situé à 75 m au-dessus de l'eau et d'un rotor de 100 m de diamètre, elle repose sur une plateforme semisubmersible métallique, lestée et ballastée. La nacelle et le flotteur sont développés conjointement et optimisés pour la production d'électricité, avec des garanties maximales en matière de fiabilité et de longévité.

La légèreté de la nacelle, la flottabilité, l'ancrage souple et l'adaptabilité à tous types de fonds permettent une éolienne avec un impact environnemental minimisé.

- Un démonstrateur de taille réelle sera testé fin 2013. Les premières pré-séries pourraient être fabriquées et installées dès 2015. Plusieurs centrales pilotes de grande taille pourraient être construites entre 2015 et 2020, avec à la clé la création d'une filière génératrice d'emplois.

Eolienne Flottante Winflo copyright Nass&Wind

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)

Coordonnateur :

NASS & WIND INDUSTRIE

Partenaires :

DCNS, Ifremer, ENSTA Bretagne, eni, saipem, EVIVO

POUR EN SAVOIR PLUS
www.ademe.fr/invest-avenir

NAVALIS

AMI
NAVIRES DU FUTUR

Crewboat innovant pour l'éolien offshore

Crédit photo : MSI

Le contexte

- Dans le cadre de son programme de développement des énergies renouvelables, l'État français prévoit l'implantation de plusieurs champs d'éoliennes en mer. L'objectif français de 6 GW de capacité offshore installée d'ici 2020 correspond au potentiel d'au moins 1 000 éoliennes.
- Cette exploitation massive nécessitera une maintenance qui peut, notamment, être assurée par des navires d'une vingtaine de mètres, appelés crewboats, qui permettent de transporter les techniciens très rapidement sur les sites d'exploitation. Ces bateaux doivent être en mesure d'assurer le transfert du personnel vers ces sites, en répondant aux préoccupations de sécurité, de confort et de respect de l'environnement.

Les enjeux

- Proposer un crewboat (environ 19 m de longueur) dédié à l'éolien offshore, plus économe, plus propre, plus sûr, au fonctionnement plus intelligent.
- Améliorer la sécurité des opérations de transfert de personnel entre le navire et les plate-formes d'accès aux éoliennes, via notamment une passerelle robotisée permettant de compenser les effets de la houle.
- Améliorer les conditions de vie du personnel à bord en réduisant les nuisances sonores à l'intérieur du navire.
- Réduire la consommation énergétique et les émissions de polluants des crewboats grâce notamment à l'intégration d'une motorisation de type Gaz Naturel Liquéfié (GNL).

Éolienne : opération de soudage en fin de roulage

Crédit photo : © Arnaud Bouissou/MEDDE

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME VÉHICULE DU FUTUR DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 5 ans

Démarrage : 02/2012

Montant total projet : 7,18 M€

Dont aide ADEME : 2,53 M€

Localisation : façade atlantique, Ile-de-France, Languedoc-Roussillon, Centre

Coordonnateur :

Partenaires :

CONTACTS

Technique, administratif, financier et communication
François Allais
francois.allais@msimarine.fr
Tél : 33 + 6 80 85 96 42

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

L'INNOVATION

- Carène NAVALIS.
- Intégration d'une propulsion GNL.
- Eco-pilot GNL.
- Système de réduction des nuisances acoustiques et vibratoires.
- Passerelle d'accès robotisée.
- Positionnement dynamique local.
- Système de stockage de l'énergie thermique.

Le déroulement

Débuté en février 2012, le projet doit se dérouler sur 59 mois.
Il comprend 7 phases :

1. Conception et réalisation de la carène NAVALIS du crewboat.
2. Intégration au navire d'une propulsion GNL (notamment études sur la stabilité, conception et réalisation des réservoirs).
3. Conception et réalisation d'un système de suivi de soutage et de la consommation de GNL (éco-pilot).
4. Conception et réalisation d'une passerelle robotisée pour le transfert du personnel et du matériel.
5. Développement et intégration d'un système de positionnement du navire par rapport à l'éolienne.
6. Conception et intégration d'un système de réduction des nuisances sonores et vibratoires, et d'un système de stockage de l'énergie thermique.
7. Tests à quai et en situation d'exploitation.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Réduire la traînée du navire et améliorer sa stabilité (carène NAVALIS).
- Intégrer un moteur GNL sur un crewboat, en prenant en compte les contraintes propres à ce type de navires (rapides et relativement légers).
- Concevoir un système innovant de suivi du soutage (remplissage du réservoir) et de la consommation de GNL du navire.
- Réaliser une passerelle robotisée stable pour des houles allant jusqu'à 2,5 m.
- Stabiliser le navire sur une zone de 3 à 6 m au pied de l'éolienne (système de positionnement dynamique local).
- Réduire de 10 décibels les nuisances sonores à l'intérieur du navire, et de 6-7 dB le bruit rayonné grâce à des technologies d'isolation et de contrôle des vibrations.
- Récupérer l'énergie thermique des moteurs pendant la journée pour la redistribuer la nuit (maintien en température des moteurs grâce au système de stockage de l'énergie thermique).

L'économie

- Créer une filière française de navires de maintenance pour l'éolien offshore avec un potentiel à l'export en profitant du développement des énergies renouvelables marines en France et en Europe.
- Maintenir et créer des emplois dans le secteur de la construction navale en France (ouvriers, techniciens, ingénieurs).

Le citoyen / la société

- Réduire le nombre d'accidents liés à la maintenance des équipements offshore.

L'environnement

- Réduire de 10 à 15 % la consommation du navire par rapport à un crewboat catamaran actuel de même taille.
- Réduire de 20 à 30 % les émissions CO_2 du navire, de 80 % les émissions de NOx et de presque 100 % les émissions de SOx et de particules fines grâce à l'utilisation d'un moteur GNL.

Les applications

- Devenir un acteur européen du marché en pleine expansion du crewboat dédié à l'éolien offshore.
- Commercialiser sur les marchés européen et mondial les produits et services issus du projet NAVALIS grâce aux partenaires équipementiers, qu'ils soient PME ou grandes entreprises, fortement tournés vers l'international.

Crédit photo : MSI

le FORUM ADEME des INNOVATIONS 3ème ÉDITION

STOCKAGE DE L'ÉNERGIE

Favoriser la montée en puissance des énergies renouvelables

Le contexte

- Le stockage de l'énergie doit permettre de faire face, en France, aux objectifs de développement des énergies renouvelables (électriques et thermiques) en :
  - intégrant ces productions croissantes dans le mix énergétique français,
  - favorisant le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables,
  - valorisant au mieux l'énergie produite.
- Le stockage de l'énergie électrique concerne :
  - les systèmes stationnaires, c'est à dire des sites dédiés qui viennent en appui aux réseaux électriques et aux sites de production d'énergies renouvelables ;
  - les systèmes embarqués, c'est à dire des moyens de stockage de petite capacité intégrés dans un système mobile, en particulier dans les véhicules électriques et hybrides rechargeables.
- Le stockage de la chaleur concerne essentiellement des systèmes stationnaires utilisés dans le bâtiment.

Les enjeux

- Tout stockage d'énergie électrique et thermique, qu'il soit centralisé, distribué ou diffus, pourrait contribuer à la sécurité d'approvisionnement, à l'optimisation de la courbe de charge, à décarboner le bouquet énergétique et à la stabilité des systèmes énergétiques.
- Dans un contexte énergétique contraint (bouquet énergétique, augmentation durable du prix des énergies fossiles, développement des énergies renouvelables (EnR) et récupérables (R), limitation des réseaux et besoins de flexibilité, contraintes sur les émissions, mobilité électrique, exigences de rentabilité ou de coûts d'accès modérés), les systèmes énergétiques européens sont appelés à évoluer :
  - moyens et des coûts de production,
  - gestion et équilibre des flux.
- Pour l'électricité et la chaleur, au-delà de la gestion des pointes de demande et de l'insertion des énergies intermittentes, les besoins de stockage d'énergie sont encore renforcés par la nécessité de préparer la mutation

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

du secteur des transports vers la mobilité électrique, et par l'émergence du concept de bâtiments intelligents à énergie positive (BEPOS).

Le stockage de l'énergie est donc une solution complémentaire pour favoriser l'insertion des énergies renouvelables intermittentes, améliorer l'efficacité énergétique, apporter de la flexibilité aux systèmes et renforcer la sécurité des réseaux.

Les axes de recherche

- Pour lever les différents verrous technologiques et socio-économiques liés à la régulation et à l'environnement, les recherches à mener en priorité portent :

Sur les systèmes électrochimiques (stationnaires et embarqués)

- Augmentation de la durée de vie
- Amélioration des densités en énergie et en puissance
- Réduction des coûts
- Amélioration de la sécurité intrinsèque

Sur les systèmes physiques (stockage d'air comprimé, volants d'inertie, procédés hydropneumatiques…)

- Diminution de la consommation de maintien et réduction des coûts (volants d'inertie)
- Amélioration du rendement système (hydropneumatique)
- Amélioration de la flexibilité en puissance et du rendement de cycle (hydraulique)

Sur les systèmes de stockage thermique

- Développement de matériaux haute température pour l'industrie
- Développement de matériaux à changement de phase à bas coût pour l'habitat
- Réduction des pertes

Les perspectives de déploiement

- Afin de respecter ses objectifs de développement du véhicule décarboné ou de déploiement de moyens de production d'électricité d'origine renouvelable, la France doit maîtriser les technologies de stockage de l'énergie et surtout leur industrialisation.
- Cela représente un fort potentiel de développement pour des entreprises de toutes tailles, en vue de la production, de la mise en œuvre et de « l'intégration système » des solutions de stockage.

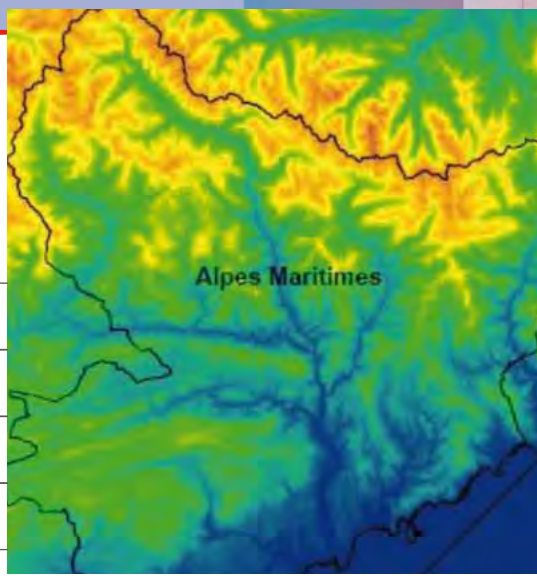
L'accompagnement de ce potentiel nécessite :

- la définition d'un cadre stable de régulation,
- le développement d'un tissu de fournisseurs nationaux pour les composants des systèmes de stockage.

MICROSTEP

APPEL À PROJETS
DE RECHERCHE

Développement d'un outil d'analyse de terrain pour évaluer le potentiel de stockage en microstep d'une région géographique



Le contexte

- Les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) sont aujourd'hui une solution maîtrisée et efficace pour le stockage d'électricité (rendements > 80 %).
- Cette technologie s'est principalement développée pour du stockage de masse pour optimiser la production traditionnelle.
- Or, à l'heure où le besoin de stocker l'énergie électrique est renforcé par l'arrivée sur les réseaux électriques de sources d'énergie intermittentes (éolien, photovoltaïque...), il devient difficile de trouver des sites de grande taille susceptibles d'accueillir de nouvelles capacités de STEP et les autorisations nécessaires liées entre autre au droit de l'eau sont difficiles à obtenir.

Les enjeux

- Transposer cette technologie à des unités de petite taille (micro-STEP) opérées ou non par agrégats. Moins impactante, la mise en place de ce type d'unités reste à priori plus facilement envisageable tant pour des raisons géographiques que juridiques.
- Concevoir et développer un outil informatique d'évaluation du potentiel technico-économique des micro-step sur une zone géographique déterminée.

PROJET SOUTENU PAR L'ADEME DANS LE CADRE **D'UN APPEL À PROJETS DE RECHERCHE**

Coût de l'opération : 113 191,20 €
Dont aide ADEME : 55 595,60 €
Montant d'aide final : 55 595,60 € (soit : 49,12 %)
Date de lancement : 2012
Localisation : Est-PACA

Coordonnateur :

UNITe

Partenaires :

HYDROWATT

CONTACTS

Marie-Yvonnick Legal
my.legal@hydrowatt.fr
Tél. : 06 31 43 46 97

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

Les résultats clés

- Évaluer, sur la base de données SIG, le potentiel technico-économique de micro-step sur une zone géographique donnée, grâce à un outil métier opérationnel chez Hydrowatt.
- Identifer un potentiel « mobilisable » de 107 MWh pour un potentiel « brut » de 628 MWh sur la zone Est-Paca.
- Développer des contacts (qui sont en cours) avec les collectivités de l'Est-PACA, notamment dans le cadre de l'OIN de la zone de Carros.

Focus

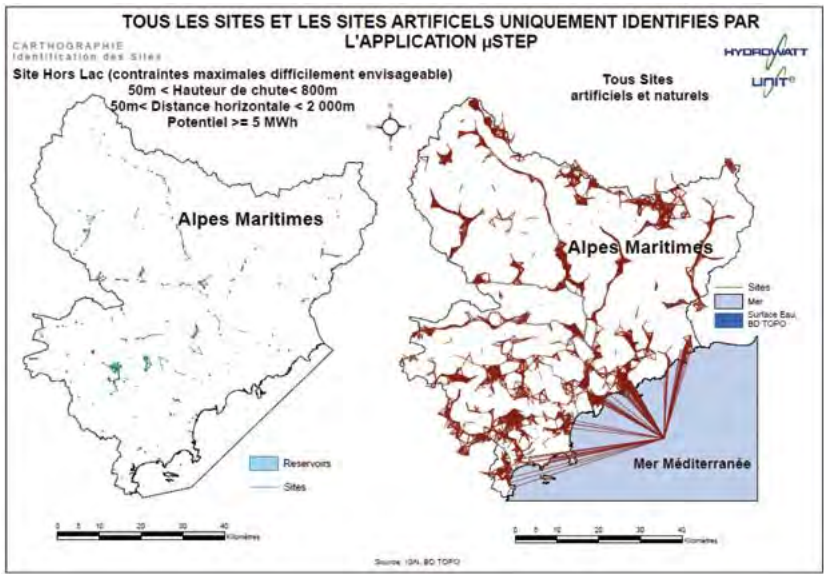
Les points forts :

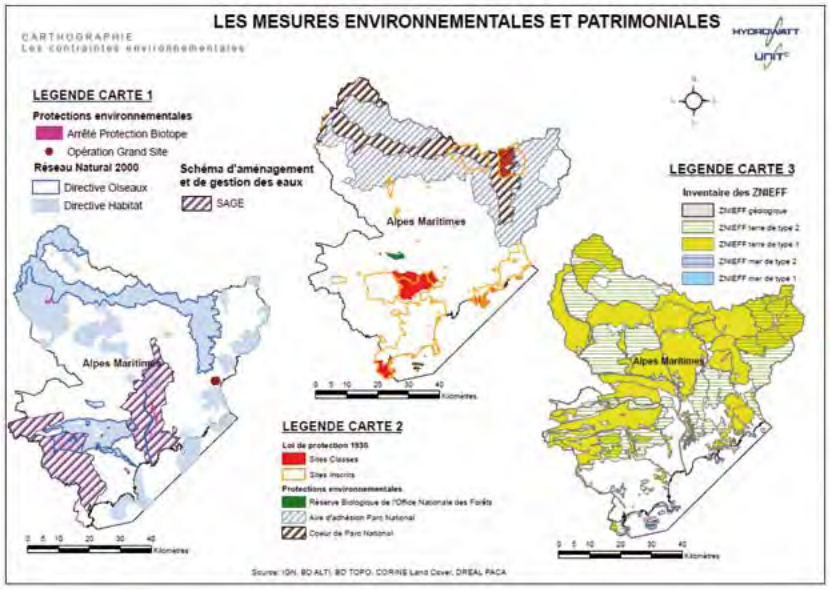
- Travaux en avance de phase par rapport à l'état de l'art.
- Méthodologie réplicable.
- Valorisation possible à court terme.

LES ENSEIGNEMENTS

Les grandes phases du projet

- Détection de micro-bassins par analyse géomorphologique du MNT de la région PACA.
- Détermination des sites potentiels micro-STEP.
- Croisement avec une analyse géographique par SIG.
- Validation sur le terrain d'un sous-ensemble de sites micro-STEP potentiels.
- Analyse technico-économique d'un réseau micro-STEP en PACA.
- Synthèse des travaux et rédaction du rapport d'étude.





PEGASE

APPEL À PROJETS
DE RECHERCHE

Prévision des Énergies renouvelables et Garantie Active par le Stockage d'Énergie

Les enjeux

- Expérimenter et valider l'utilisation combinée des prévisions de production des EnR intermittentes et du stockage d'énergie électrique avec une batterie NaS de 1 MW, sur l'île de la Réunion.
- Les systèmes électriques insulaires sont intrinsèquement plus fragiles puisque non-interconnectés.
La croissance des EnR intermittentes y a été très importante, au point que le seuil des 30 % de puissance EnR par rapport à la demande a été atteint fin 2011.
- Au-delà, la prévision et la garantie de production deviennent nécessaires pour ne pas compromettre l'équilibre offre-demande et ne pas sur-solliciter le parc de production thermique, annulant ainsi les gains environnementaux.
- Permettre à ces territoires d'atteindre 50 % d'EnR à l'horizon 2020.

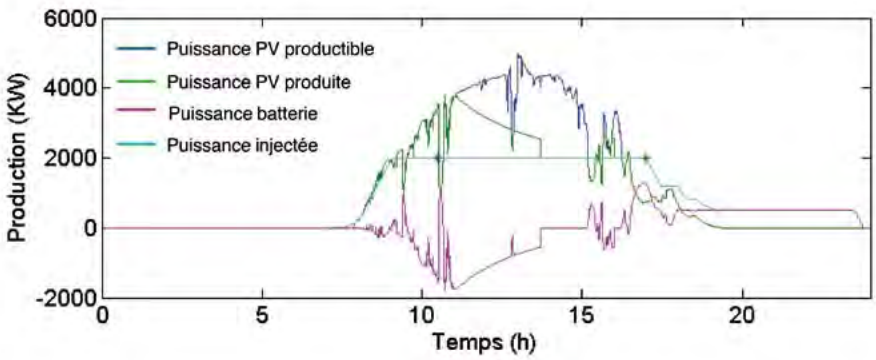
PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME
DANS LE CADRE **DE L'EDITION 2010 DE L'APPEL À PROJETS BIORESSOURCES, INDUSTRIES ET PERFORMANCE**

Montant total : 5 millions €
Dont aide ADEME : 500 000 €
Période : 2011 - 2013

Coordonnateur :

Partenaires :

Gestion intermittence PV
avec stockage



CONTACTS

Technique :
Stephane Lascaud
stephane.lascaud@edf.fr
Tél. : 0681877174

POUR EN SAVOIR PLUS
www.ademe.fr/invest-avenir

Les résultats clés

- Étudier le modèle météo (AROME) et l'apport de sa haute résolution spatiale.
- Développer un SI, des logiciels d'optimisation énergétique et de pilotage en temps réel du stockage.
- Développer des modèles de prévision par imagerie sol, satellitaire et statistiques de productions EnR intermittentes.
- Contribuer, grâce à l'ensemble des outils développés et déployés, à poursuivre l'essor des EnR intermittentes en minimisant le recours aux moyens de production thermique et en optimisant l'utilisation de l'énergie hydraulique déjà présente et des futurs moyens de stockage d'énergie.
- Générer des gains combustibles, éviter des investissements en moyens de production de pointe, optimiser la quantité de stockage utile et piloter de futurs ouvrages de stockage d'énergie, comme les stations marines de transfert d'énergie par pompage et les batteries.

Focus

La genèse :

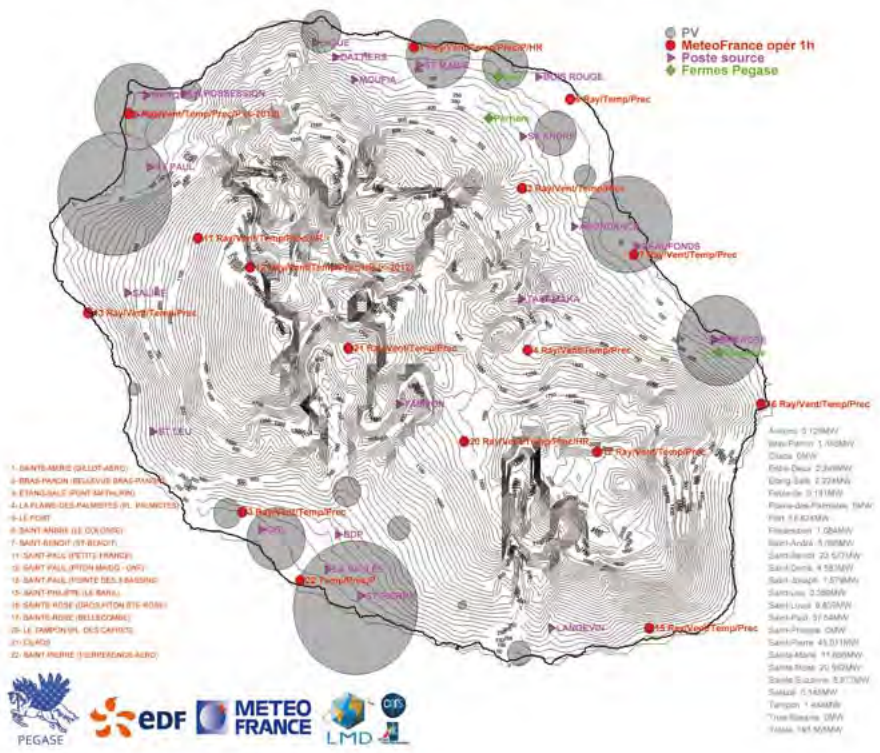
Depuis 2009, EDF et l'ADEME ont lancé l'expérimentation d'une batterie NaS pour une gestion journalière en stockant l'énergie la nuit pour la restituer lorsque la demande est forte. En 2011, EDF en partenariat avec Météo France, le Laboratoire de Météorologie Dynamique et l'aide de l'ADEME a lancé le projet PEGASE pour faire évoluer l'utilisation de la batterie NaS, expérimenter des outils de prévision et de gestion dynamique du stockage pour minimiser l'intermittence EnR.

LES ENSEIGNEMENTS

- PEGASE ambitionne de développer des outils de prévision d'énergies renouvelables intermittentes et un logiciel d'optimisation énergétique pour le stockage d'énergie. Ces outils reposeront sur de l'imagerie au sol, satellitaire et des prévisions météorologiques.
- Ce projet expérimental teste les outils développés en couplant des fermes photovoltaïques et éoliennes multi-MW avec la batterie NaS.

Carte de points de mesure et postes source pour placer les stations AMER

Les fermes PV sont répresentés par commune en poids rélative (cercles gris). Puissance PV totale: 194 MW



FLYPROD

AMI STOCKAGE
DE L'ÉNERGIE

Ligne pilote de PRODduction de volants d'inertie (FLYwheel)

Le contexte

- Dans le secteur stratégique, en plein essor, du stockage stationnaire d'électricité, les volants d'inertie constituent une solution de stockage flexible et réactive particulièrement attrayante.
- Pour les rendre économiquement viable, il est nécessaire d'augmenter significativement les rendements des technologies actuellement sur le marché et d'en réduire le coût, tout en préservant un niveau de sécurité optimal.

Les enjeux

Grâce à une technologie de rupture de volants d'inertie à sustentation passive à petite échelle (10 kW) :

- Optimiser la conception du volant d'inertie à sustentation passive (en utilisant notamment des matériaux standard, en intégrant la pompe à vide et un système de résistance sismique) pour en augmenter les rendements (objectif supérieur à 97 %), réduire leur coûts, améliorer leur fiabilité et étendre leur diffusion géographique potentielle.
- Concevoir, déployer et exploiter une ligne pilote de production de volants d'inertie d'une puissance augmentée à 40 kW.
- Concevoir et construire un bâtiment industriel adapté aux procédés de fabrication mis en œuvre pour la ligne pilote de production à l'échelle industrielle.

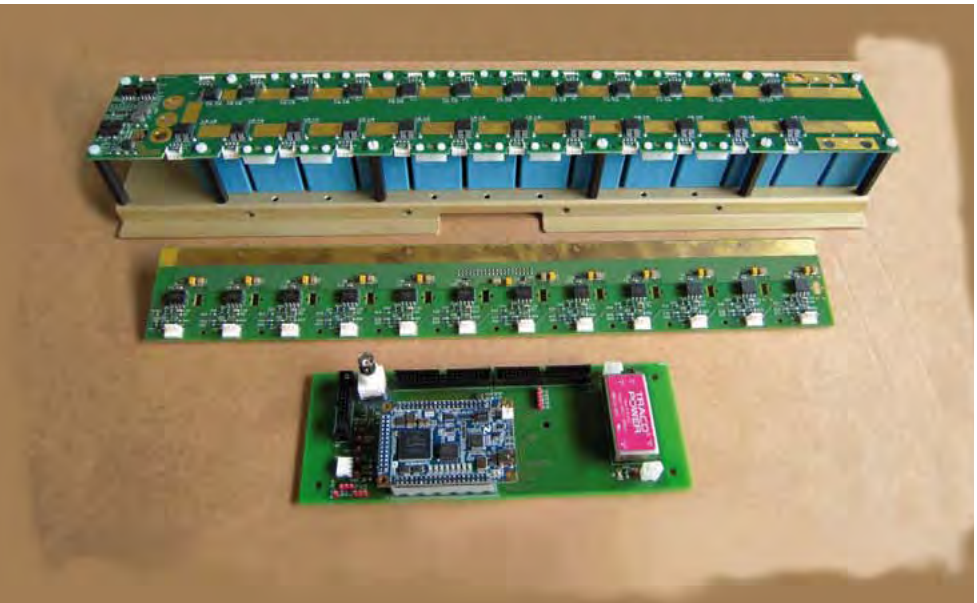
PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME ÉNERGIES DÉCARBONÉES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 42 mois
Démarrage : Juillet 2013
Montant total projet : 14 582 003 €
Dont aide ADEME : 3 756 251 €
Localisation : Troyes (Aube)

Coordonnateur :

Partenaires :

Variateur
multi-niveaux
très haut rendement



CONTACTS

Technique : Michel Saint-Mleux
michel.saint-mleux@sevil.fr

Administratif / financier / Communication :
Pascal de Guglielmo
delmoconcept@gmail.com

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

L'INNOVATION

- Un volant d'inertie à très haut rendement et à faible coût.
- Une technologie fortement intégrée et résistante aux séismes.
- La maîtrise de la capacité de production en grande série.

Le déroulement

- Conception et réalisation des outillages nécessaires au fonctionnement de la ligne pilote de production.
- Installation et exploitation de la ligne pilote jusqu'à l'obtention d'une cadence de production de 100 machines par an, soit une capacité de régulation de 4 MW (sous contrôle qualité).
- Lancement de l'avant-projet définitif de l'usine et des démarches visant à obtenir le permis de construire à proximité de l'UTT (Université Technologique de Troyes) et de la technopôle.
- Construction de l'usine susceptible d'accueillir, à terme, une production annuelle de 20 MW.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

Disposer d'un système de stockage d'électricité innovant de par ses performances et son coût de fabrication. Il sera en mesure de répondre aux besoins des marchés en terme de volume.

Proposer des services de régulation des réseaux électriques basés sur des fermes de volants d'inertie.

L'économie / le social

Créer une vingtaine d'emplois directs, hautement qualifiés, pour exploiter le site industriel. Des emplois indirects de sous-traitance, en mécanique de précision notamment, et dans le domaine de la recherche, seront induits pour le territoire.

Stimuler le tissu économique local grâce à la création de l'usine.

L'environnement

Stabiliser le réseau pour permettre l'intégration, donc le développement, des énergies renouvelables intermittentes et ainsi diminuer les émissions de CO_2 liées à la production d'électricité.

Les applications

- Disposer d'une offre commerciale performante pour répondre, dans un premier temps, aux besoins français et européens dans le domaine de la régulation des réseaux.
- Permettre à une PME française de se positionner en leader dans le secteur stratégique et concurrentiel des volants d'inertie.

Contrôle qualité
sur la ligne de production
des composants électroniques

GRHYD

AMI HYDROGÈNE ET PILES À COMBUSTIBLE

Gestion des Réseaux par l'injection d'HYdrogène (H_2) pour Décarboner les énergies

Le contexte

- L'objectif européen, fixé pour la France à 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie à l'horizon 2020, impliquera un fort développement de sources variables telles que l'éolien, dont les profils de production seront parfois en décalage avec les profils de consommation électrique.
- Il est donc essentiel de développer des vecteurs de flexibilité pour optimiser le lien entre production et consommation d'énergie.

Les enjeux

- Proposer le vecteur hydrogène comme solution de flexibilité, pour une gestion couplée et optimisée des énergies électrique et gazière :
  - en mode de stockage l'électricité renouvelable est directement valorisée sous forme de gaz ;
  - en mode de régulation entre production et consommation d'EnR, l'hydrogène apporte une solution de flexibilité et d'arbitrage entre différentes utilisations finales de l'énergie.
- Valider la pertinence technico-économique d'une filière composée d'hydrogène et de gaz naturel (GN) sur 3 marchés énergétiques :
  - Optimisation des énergies renouvelables par conversion en hydrogène puis stockage et valorisation via le réseau gaz naturel.
  - Production et commercialisation d'un nouveau mélange combustible hydrogène-gaz naturel répondant aux enjeux des villes et éco-quartiers.
  - Fourniture de carburant Hythane® à des flottes captives (bus, véhicules de collectivité).

Nouveau GNV DK
L'agglomération de Dunkerque sera le territoire d'accueil du projet

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME ÉNERGIES RENOUVELABLES DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 5 ans
Démarrage : 09/2013
Montant total projet : 15,3 M€
Dont aide PIA : 4,9 M€

Coordonnateur :

GDF SUEZ

Partenaires :

Dunkerque Grand Littoral, GrDF, cea, INEO GDF SUEZ, McPhy, AREVA, GNVERT GDF SUEZ, DK'BUS, CETIAT, VEOLIA TRANSDEV, INERIS

CONTACTS

Technique :
Rémi Batisse

Administratif et financier :
Isabelle Alliat

Communication :
Hélène Pierre

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

Le déroulement

Les phases majeures :

1. Développement des outils de dimensionnement, de gestion (arbitrage) et pilotage pour production-stockage H_2 (hydrogène). Études complémentaires, réglementation, ACV, équipements innovants…
2. Préparation et réalisation des démonstrations. Recueil et analyse des résultats des démonstrations.
3. Projections de déploiement et valorisation. Communication.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Développer un gaz GN-H_2 distribué par le réseau gaz, des carburants Hythane® pour véhicules et indirectement des véhicules adaptés à ces carburants.
- Développer des technologies innovantes : électrolyseurs, stockages, outils de gestion (arbitrage) pilotage de production et de stockage du H_2.

L'économie

- Bénéficier de différentes retombées localement, en tant que filière professionnelle de proximité pour différents métiers, de la conception à la maintenance des systèmes énergétiques.
- Faire émerger un gisement d'emplois pour les équipementiers français de la filière de production et stockage H_2 et les exploitants de ces systèmes.

Le citoyen / la société

- Évaluer l'acceptabilité sociale et sociétale de l'usage du H_2, dans une solution énergétique dans les domaines des transports urbains et des utilisations stationnaires de la ville.
- Réduire les émissions de GES et les impacts sanitaires de la pollution urbaine sur la population.

L'environnement

- Valoriser les sources d'énergie renouvelable ou bas carbone, grâce à la conversion en H_2 injecté réseau gaz naturel :
  - 20 % de H_2 dans un carburant Hythane® permettrait de réduire de 8 % les émissions de CO_2, de 10 % celles des NOx et de 7 % de la consommation énergétique finale.
  - pour un mélange à 20 % de H_2 dans le réseau de distribution de gaz, la réduction des émissions de CO_2eq est estimée à 7 %, et celle de la consommation d'énergie fossile entre 2 et 7 %.

L'INNOVATION

- Une gestion couplée et optimisée de l'électricité et du gaz via le vecteur hydrogène.
- Des technologies innovantes portées par des acteurs français : électrolyseurs, stockages, outils de dimensionnement, de gestion (arbitrage) & pilotage de production & stockage H_2.
- De nouveaux produits et offres : un gaz GN-H_2, des carburants Hythane® pour véhicules et des véhicules adaptés au carburant Hythane®.

Les applications

- Développer deux filières énergétiques correspondant chacune à un marché spécifique.
- Converger vers l'émergence d'un marché de services aux réseaux de transport et distribution de l'électricité, notamment par le stockage sous forme d'hydrogène des productions d'énergies d'origine renouvelable non consommées dans les périodes de faible demande électrique.
- Permettre aux exploitants et aux équipementiers de la filière H_2 de trouver de nouveaux relais de croissance pour les produits et services qu'ils commercialisent.

le FORUM ADEME des INNOVATIONS 3ème ÉDITION

SYSTÈMES ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS

Vers une gestion efficace de l'électricité

Le contexte

Pour faire face aux défis en matière d'environnement, de développement des énergies renouvelables et d'unités de production décentralisée d'énergie, de sécurité d'approvisionnement et d'accès à l'énergie, les systèmes électriques intelligents devront notamment permettre d'intégrer des énergies renouvelables à un taux de pénétration variable et de nouveaux « objets » électriques (véhicules électriques, bâtiments à énergie positive…), tout en assurant une fiabilisation et une sécurisation renforcées du réseau.

Les enjeux

- Accompagner l'intégration des nouvelles technologies de l'énergie et permettre une cohérence accrue dans le développement et l'aménagement des territoires selon leurs ressources disponibles.
- Maintenir un niveau élevé de qualité et de sécurité d'approvisionnement en électricité ; optimiser et maîtriser les coûts d'investissement et de fonctionnement des systèmes ; prendre en compte des questions d'accès à l'électricité et de précarité énergétique.
- Structurer une filière industrielle opérationnelle, compétitive en France et à l'export.

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ECOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Les axes de recherche

- Les besoins de recherche technologiques concernent le développement d'outils de dimensionnement et de technologies de planification adaptés à l'évolution de l'environnement des réseaux, l'évolution des équipements, notamment des réseaux de distribution et aval compteur, et la conception d'outils de gestion et d'exploitation de ces systèmes électriques intelligents.
- Côté équipements, les besoins prépondérants sont l'interopérabilité et la maîtrise de leur consommation. Côté exploitation, l'amélioration de la fiabilité des systèmes intégrant des technologies IP et le développement d'outils d'optimisation et de stratégie de contrôle commande sont des points clés.
- Les méthodologies d'évaluation des coûts et bénéfices de ces systèmes et celles de quantification des nouveaux usages (potentiels de flexibilité côté demande et comptage lié à l'effacement) sont un enjeu majeur.
- Les recherches en sciences humaines et sociales doivent permettre de mieux analyser les processus de diffusion de ces innovations : dans quelle mesure ces nouveaux équipements et services sont adoptés par les usagers ? Quels sont les processus de gouvernance qui rendent possible le déploiement de ces systèmes ? Quelles sont les nouvelles formes d'organisation nécessaires à leur bon fonctionnement ?

Les perspectives de déploiement

À moyen et long termes, la nature, l'architecture et l'exploitation des systèmes dépendront en particulier de l'évolution de paramètres structurants tels que le type de déploiement et le rôle des nouvelles technologies de l'énergie (NTE), ainsi que la maille d'exploitation des systèmes électriques intelligents.

Le déploiement de ces systèmes électriques intelligent intégrant les TIC suppose une cohérence accrue dans le développement et l'aménagement des territoires selon leurs ressources disponibles, et entraînent des questions d'optimisation des coûts, de prise en compte des questions d'accès à l'énergie et de précarité énergétique.

Il s'agit également à terme de structurer une filière industrielle opérationnelle et compétitive en France et à l'export.

Crédits : Burgeap

NICE GRID

AMI RÉSEAUX
ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS

Démonstrateur de quartier solaire intelligent

Le contexte

- Aujourd'hui en France, la distribution d'électricité est principalement gérée de manière centralisée et verticale.
- Mais demain, les réseaux de distribution devront gérer la production massive d'électricité d'origine renouvelable issue de systèmes décentralisés et répartis, et assurer la maîtrise de la demande en énergie des consommateurs alimentée par la seule production PV diffuse.

Les enjeux

- Développer un réseau électrique intelligent intégrant une forte proportion de production photovoltaïque décentralisée couplée à des solutions de stockage.
- Tester différents niveaux de pilotage de ressources jusqu'à l'îlotage complet d'une zone de consommation alimentée par la seule production PV diffuse.
- Développer le concept de consom'acteur en misant sur la participation des clients pour favoriser l'intégration de la production décentralisée (incitations tarifaires, pilotage d'usage...).
- Utiliser le compteur communiquant sur toute la chaîne du projet, de l'identification des contraintes au pilotage aval compteur.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE DU PROGRAMME RÉSEAUX ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)

Durée : 4 ans
Démarrage : 11/2011
Avancement : 25 %
Montant total projet : 30 M€
Dont aide PIA : 4 M€ (13 %)
Localisation : Carros (06)

Coordonnateur :

ERDF
ÉLECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE

Partenaires :

EDF, SAFT, ALSTOM, NetSeenergy, WATTECO, ARMINES, RTE, DAIKIN

CONTACTS

TECHNIQUE :
Christophe Arnoult
christophe.arnoult@erdf-grdf.fr

COMMUNICATION :
Déborrah Vanderdonckt
deborah.vanderdonckt@erdf-grdf.fr

www.nicegrid.eu

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

Le déroulement

- Prévision de la production d'électricité solaire et de la consommation.
- Installation de batteries lithium-ion au niveau du réseau de distribution et des postes sources.
- Test de solutions innovantes basées sur les TIC pour piloter à distance certains usages.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Promouvoir une nouvelle infrastructure de communication quasi-temps réel, couplée au réseau électrique.
- Permettre au client final de mieux maîtriser sa consommation.
- Disposer de systèmes de supervision et de contrôle pour gérer la production décentralisée et l'interfaçage avec le système global de gestion des réseaux de distribution.

L'économie

- Tester des offres d'effacement sur le panel de clients, mettre au point des stratégies de pilotage alliant effacement, stockage et déstockage.
- Contribuer à l'émergence d'un cadre concurrentiel stable et transparent pour offrir aux acteurs impliqués l'opportunité de pérenniser leurs investissements en fonction des périodes de production, de la congestion dans les réseaux et des incitations au consommateur de consommer ou de s'effacer.

Le citoyen / la société

- Identifier les leviers d'acceptation des technologies et les offres incitatives les plus pertinentes à mettre en place en fonction des segments de population étudiés.
- Faire évoluer le statut de consommateur vers celui de consom'acteur.
- Valoriser les ressources énergétiques locales et favoriser la décentralisation croissante depuis les territoires.

L'environnement

- Permettre l'intégration massive d'électricité photovoltaïque.
- Suivre la consommation des bâtiments et des équipements publics par l'accès ou l'affichage des consommations.

L'INNOVATION

- Gestion optimale de la production PV distribuée, des technologies de stockage (électrique et thermique) et des usages disponibles et répartis sur un territoire.
- Services d'effacement fiables et ciblés, pilotés en tenant compte des capacités d'effacement, des contraintes techniques des systèmes, des conditions climatiques et du confort des usagers.
- Fonctionnement d'une zone îlotée dotée de ses propres moyens de production PV et de stockage électrique.

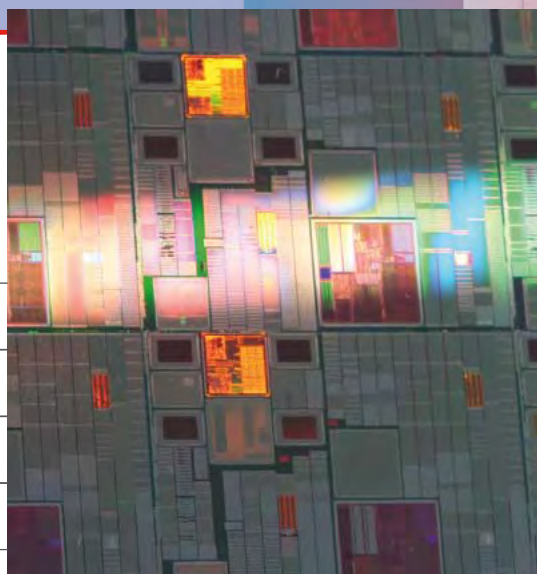
Les applications

- Les tests et le possible développement du stockage électrique à plusieurs niveaux sur le réseau électrique (du stockage domestique au batteries de plusieurs MW).
- Des offres client plus diversifiées et adaptées à la nouvelle donne énergétique.
- Des producteurs PV en plus grands nombre sur le réseau électrique.
- Le développement de la consommation locale de l'énergie produite.

SOGRID

AMI RÉSEAUX
ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS

Développement d'un système de communication « full CPL G3 » pour un pilotage temps réel des réseaux de distribution d'électricité



Le contexte

- La directive européenne 2009/72/CE fixe aux États membres un objectif de déploiement de compteurs électriques intelligents dans 80 % des foyers européens d'ici 2020. La transposition de cette directive doit amener les acteurs de gestion des réseaux électriques à faire évoluer leurs infrastructures et leurs modes de fonctionnement : que ce soit au niveau du compteur lui-même ou des différents organes de gestion des réseaux électriques.
- Au vu des objectifs de la directive, et compte-tenu de l'infrastructure électrique dans laquelle s'insère le compteur communicant, plusieurs expérimentations portant sur la technologie de transmission CPL (Courant Porteur en Ligne) ont été lancées, en France et en Italie notamment.
  Ces expérimentations tendent à montrer que les protocoles CPL sont d'une grande robustesse et ont des temps de réponse adaptés aux activités industrielles exigeantes.
- De plus, ces protocoles seraient adaptés au traitement et à la transmission de volumes de données importants.
  Au regard de ces avantages technologiques, de nouveaux services pourraient être développés pour répondre aux enjeux d'intégration de productions décentralisées d'origine renouvelable.

Les enjeux

- S'inscrire dans ce contexte d'évolution du réseau de distribution et tester en conditions réelles une architecture de communication CPL G3 du compteur au poste source.
- Concevoir, développer, déployer et expérimenter plusieurs innovations technologiques (systèmes-sur-puce, concentrateurs, coupleurs, capteurs intégrés, compteurs électroniques).
- Offrir des performances de gestion et de communication supérieures pour, notamment, assurer le pilotage en temps réel des réseaux électriques basse et moyenne tension.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE **DU PROGRAMME RÉSEAUX ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)**

Durée : 4 ans

Démarrage : 10/2011

Montant total projet : 26 M€

Dont aide PIA : 1,2 M€

Localisation : régions rurales de Haute Garonne et Toulouse Métropole

Coordonnateur :

Partenaires :

CONTACTS

Coordonnateur :
Dominique Loyer - ST
dominique.loyer@st.com

Communication et technique :
Xavier Montuelle - ERDF
xavier.montuelle@erdf-grdf.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

L'INNOVATION

- Développement d'une chaîne de communication « full CPL » au service du pilotage temps réel des réseaux de distribution électrique.
- Structuration d'une filière de technologies CPL G3 (capteurs, concentrateurs, compteurs, coupleurs, système-sur-puce…).

Le déroulement

4 étapes majeures :

1. Établir les spécifications fonctionnelles et techniques des différents composants.
2. Développer les différents composants (système-sur-puce, capteurs, coupleurs, compteurs…).
3. Élaborer l'architecture globale du système de communication s'interfaçant avec le système informatique (SI) du gestionnaire de réseau. Elle permettra notamment de transmettre les informations en temps réel à l'outil de conduite de ERDF.
4. Expérimenter, en laboratoire, les performances des matériels et logiciels développés, puis, sur le terrain, en milieu urbain dense et en milieu rural, à travers l'installation de 1 000 compteurs, de plusieurs concentrateurs sur le réseau BT et de capteurs/coupleurs sur le réseau HT.

Les résultats clés

La science/ la technologie/l'innovation

- Concevoir et tester des composants innovants compatibles CPL G3 (capteurs, concentrateurs, compteurs, coupleurs, système-sur-puce…).

L'économie/ le social

- Optimiser les investissements dans les réseaux électriques grâce à la mise en œuvre d'une architecture de communication innovante permettant une meilleure observabilité des réseaux de distribution.

L'environnement

- Améliorer l'observabilité et le pilotage du réseau en temps réel. Ceci afin de permettre une gestion optimisée des pointes de consommation par la gestion plus fine de certains usages électriques des clients « flexibles », ainsi qu'un meilleur pilotage des moyens de production renouvelable.

Les applications

- Permettre aux industriels impliqués d'exporter leurs compétences et connaissances, au-delà du contexte du démonstrateur.
- Faire évoluer la conduite des réseaux de distribution d'électricité, notamment par une meilleure prise en compte des productions d'électricité d'origine renouvelable et décentralisée.
- Accompagner l'essor des énergies renouvelables en France et en Europe.

Donchéry

VENTEEA

AMI RÉSEAUX
ÉLECTRIQUES INTELLIGENT

Voir l'Energie Naturelle Transformer l'Exploitation de l'Electricité dans l'Aube

Le contexte

- Les réseaux électriques ont été historiquement conçus et construits dans un contexte de système de production centralisé qui distribue l'électricité vers les consommateurs finaux.
- L'émergence des énergies renouvelables décentralisées et variables est de nature à entraîner une modification profonde dans la manière d'exploiter les réseaux.

Les enjeux

- Permettre de faire face à l'injection de ces multiples sites de productions d'origine renouvelable, en n'importe quel point du réseau, tout en assurant la sûreté du système électrique, la sécurité d'alimentation électrique et la sécurité des biens et des personnes.
- Permettre au gestionnaire de réseau de distribution de gérer des flux électriques, hier unidirectionnels, qui deviennent aujourd'hui bidirectionnels avec un réel impact sur la qualité de l'onde électrique.

PROJET ACCOMPAGNÉ PAR L'ADEME DANS LE CADRE DU PROGRAMME RÉSEAUX ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR (PIA)

Durée : 3 ans
Démarrage : 03/2011
Montant total projet : 20,5 M€
Dont aide PIA : 7,4 M€
Localisation : Aube

Coordonnateur :

ERDF
ÉLECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE

Partenaires :

Enel Green Power, utt, Schneider Electric, GE imagination at work, Saft, Rte, EDF, made, Centrale Lille, L2EP Lille

CONTACTS

ERDF - Coordonnateur du projet
Didier Colin
tél. : 03 26 04 91 69
didier.colin@erdf.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

www.ademe.fr/invest-avenir

L'INNOVATION

- Régulation dynamique de la tension en fonction de la production éolienne.
- Prévision et pilotage de la production éolienne sur les réseaux de distribution.
- Développement de nouveaux équipements (capteurs, détecteurs de défauts, transformateurs…).
- Expérimentation d'une solution de stockage sur le réseau moyenne tension.

Le déroulement

- Améliorer l'efficacité du réseau, mieux intégrer et valoriser l'énergie éolienne sur ces réseaux, tout en optimisant les coûts de raccordement.
- Tester des équipements et des outils de gestion innovants sur le réseau de distribution HTA (20 kV en France), en milieu rural, dans une zone de production d'énergie éolienne.
- Proposer des outils pour permettre de limiter les déconnexions intempestives des moyens de production, d'anticiper, et de lisser les fluctuations des productions. Ces outils permettront également d'adapter les plans de tension en conséquence, de mieux contrôler la puissance réactive, ou encore de détecter et localiser plus rapidement les défauts sur le réseau.
- Déployer des moyens de stockage au niveau des moyens de production décentralisés, afin de participer à la stabilisation du réseau et d'augmenter sa capacité d'accueil.

Les résultats clés

La science / la technologie / l'innovation

- Améliorer la fiabilité des réseaux en période de forte production éolienne.
- Dynamiser le pilotage du réseau de distribution par une meilleure prise en compte de la production intermittente d'origine renouvelable via la mesure en temps réel de ce niveau de production.
- Valider l'efficacité d'une solution de stockage de l'électricité pour la gestion et l'exploitation des réseaux d'électricité.

L'économie

- Optimiser les coûts d'investissement des infrastructures réseaux.
- Limiter les coûts de raccordement éoliens.
- Développer de nouveaux matériels destinés à équiper les réseaux de distribution.

L'environnement

- Le démonstrateur fera l'objet d'une analyse qui étudiera l'impact environnemental global du projet lié à l'introduction de procédés, produits et services nouveaux sur le réseau.

Les applications

- Étudier la réplicabilité à plus grande échelle des procédés expérimentés.
- Améliorer la conduite des réseaux de distribution pour mieux prendre en compte la production d'électricité d'origine renouvelable et décentralisée grâce aux concepts testés dans le cadre de ce démonstrateur.
- Faciliter l'essor des énergies renouvelables.
- Spécifier et qualifier le développement de matériels innovants qui constitueront autant de briques élémentaires constitutives des réseaux électriques intelligents.
- Constituer des relais de croissance sur les marchés mondiaux de l'équipement pour les industriels impliqués dans ce projet.