



# Rapport d'activité

## 2015-2016

Créée le 17 juillet 2009, l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre) rassemble 19 organismes de recherche et innovation et conférences d'établissements d'enseignement supérieur dans le domaine de l'énergie.

Ses missions, exercées en liaison avec les pôles de compétitivité et les agences de financement, sont de :

- ▶ renforcer les synergies et partenariats entre organismes de recherche, universités et entreprises,
- ▶ identifier les verrous scientifiques et techniques qui limitent les développements industriels,
- ▶ proposer des programmes de recherche et innovation et les modalités de leur mise en œuvre,
- ▶ contribuer à l'élaboration de la stratégie nationale de recherche en matière d'énergie ainsi qu'à la programmation des agences de financement.

## SOMMAIRE

Éditorial de Didier Houssin,  
président de l'Ancre

1

Gouvernance

2

L'Ancre en chiffres

4

Faits marquants 2015-2016

6

Identifier les enjeux du futur

8

Contribuer à l'élaboration  
des politiques publiques

11

Orienter la programmation

14

Mobiliser, structurer et fédérer  
les communautés

17

Produire et diffuser des connaissances

19

### Les membres fondateurs

**CEA** : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

**CNRS** : Centre national de la recherche scientifique

**CPU** : Conférence des présidents d'université

**IFPEN** : IFP Energies nouvelles

### Les membres associés

**Andra** : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

**BRGM** : Bureau de recherches géologiques et minières

**CDEFI** : Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs

**Cirad** : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

**CSTB** : Centre scientifique et technique du bâtiment

**Ifremer** : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

**Ifsttar** : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

**Ineris** : Institut national de l'environnement industriel et des risques

**Inra** : Institut national de la recherche agronomique

**Inria** : Institut national de recherche en informatique et en automatique

**IRD** : Institut de recherche pour le développement

**IRSN** : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

**Irstea** : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

**LNE** : Laboratoire national de métrologie et d'essais

**Onera** : Office national d'études et de recherches aérospatiales



# ÉDITORIAL

## Didier Houssin

### Président de l'Ancre

Les années 2015-2016 ont été marquées par une actualité énergétique particulièrement riche : succès de la 21<sup>e</sup> Conférence des parties pour le climat (COP21), accord du Conseil européen relatif au paquet Énergie-Climat 2030, promulgation de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, lancement de la stratégie nationale de la recherche énergétique.

Cette actualité énergétique a offert à l'Ancre de nombreuses opportunités pour présenter ses travaux et ses propositions. Dans le cadre de la COP21, l'Ancre a ainsi organisé deux conférences sur le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique et sur l'étude *Decarbonization Wedges* qui présente des recommandations pour accélérer le déploiement des technologies bas carbone au niveau mondial.

L'un des points forts essentiels de l'Ancre est sa capacité à identifier les enjeux du futur et à conduire des exercices de prospective technico-économique qui sont ensuite déclinés en priorités stratégiques et en feuilles de route de recherche et innovation. Ainsi, l'Ancre a élaboré, depuis 2013, plusieurs scénarios contrastés d'évolution du système énergétique français à l'horizon 2050 qui ont contribué à alimenter le débat national sur la transition énergétique (DNTE) ainsi que ses propres propositions dans le cadre de l'élaboration de la stratégie nationale de recherche (SNR). Ils font aujourd'hui l'objet d'une actualisation qui prend en compte les objectifs chiffrés de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte en vue de contribuer aux exercices de programmation pluriannuelle de l'énergie.

Comme autre exemple de la contribution de l'Ancre à l'élaboration des politiques publiques, je citerai son implication dans l'élaboration actuelle de la stratégie nationale de la recherche énergétique. Par ailleurs, l'Ancre a développé une coopération étroite avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) qui devrait évoluer vers une interaction encore plus forte entre les préconisations stratégiques de l'alliance et la programmation de l'agence : des recommandations ont été faites en ce sens par l'Ancre. De même, l'alliance s'est impliquée dans l'élaboration des stratégies nationale et européenne

des infrastructures de recherche, en vue d'assurer leur cohérence pour les infrastructures relevant de l'énergie. Sur le plan européen, elle a été particulièrement active dans la préparation du programme de travail d'Horizon 2020 et a contribué à son évaluation à mi-parcours.

L'Ancre a entamé un important travail visant à fédérer et mobiliser la communauté de recherche autour des sciences de base pour l'énergie pour préparer les ruptures de demain. La collaboration avec les autres alliances nationales de recherche sera privilégiée, tant les apports des sciences humaines et sociales, de l'environnement, ou des sciences et technologies du numérique sont essentiels pour réussir la transition énergétique. Sur le plan européen, de nouvelles synergies avec l'Alliance européenne de la recherche énergétique (EERA) sont à promouvoir.

Identifier les enjeux du futur, contribuer à l'élaboration des politiques publiques, orienter la programmation de la recherche, structurer et fédérer les communautés vont de pair avec une production de connaissances de haut niveau. C'est ce que peut apporter une alliance constituée de 19 institutions de recherche et universitaires qui, à travers ses travaux, a permis de fédérer les compétences de plus de 200 spécialistes de l'énergie. Qu'il me soit donné ici l'occasion de les remercier pour leur implication et pour la qualité de leurs travaux dont témoignent les nombreuses interventions pour lesquelles l'Ancre est sollicitée ou encore la montée en puissance de son consortium de valorisation thématique qui vient d'être reconduit par le Commissariat général à l'investissement pour une période de trois ans.

Au cours de l'assemblée générale de l'Ancre de juin 2015, les pouvoirs publics soulignaient le rôle essentiel que joue aujourd'hui l'alliance dans le système français de recherche et innovation ; ils préconisaient la poursuite de ses contributions en appui de la réflexion stratégique de l'État et une large diffusion de ses travaux pour que l'Ancre porte de plus en plus la parole de la France dans son domaine. Nul doute aujourd'hui que l'Ancre est en très bonne voie pour atteindre ces objectifs.



# GOUVERNANCE

## COMITÉ DE COORDINATION

### Représentants des membres fondateurs

#### IFPEN

**Didier Houssin**  
président

#### CPU

**Jacques Bittoun**  
président honoraire de l'université  
Paris-Sud

#### CEA

**Christophe Gégout**  
administrateur général adjoint

#### CNRS

**Jean-Yves Marzin**  
directeur de l'Institut des sciences  
de l'ingénierie et des systèmes

### Représentants des membres associés

#### Pierre Toulhoat

directeur général délégué,  
directeur scientifique du BRGM

#### Yann Mace

directeur général adjoint, en charge  
des affaires financières et juridiques, des  
achats et de l'informatique de l'Ineris

### Représentants de l'État

#### Michel Ferrandery

sous-directeur des matériels  
de transport, de la mécanique et  
de l'énergie à la direction générale  
des entreprises du ministère de  
l'Économie et des Finances

#### Richard Lavergne

conseiller auprès du directeur général  
de l'énergie et du climat et conseiller  
Énergie-climat de la commissaire  
générale au développement durable,  
ministère de l'Environnement, de  
l'Énergie et de la Mer

#### Frédéric Ravel

directeur scientifique du secteur Énergie,  
développement durable, chimie  
et procédés, à la direction générale  
de la recherche et de l'innovation  
du ministère de l'Éducation nationale,  
de l'Enseignement supérieur et  
de la Recherche

### Représentants des agences de financement

#### Pascal Bain

responsable scientifique du défi 2 « Énergie  
propre, sûre et efficace » et coresponsable  
du défi 6 « Mobilité et systèmes urbains  
durables », responsable adjoint du  
département scientifique Sciences physiques,  
ingénierie, chimie, énergie de l'Agence nationale  
pour la recherche

#### Daniel Clément

directeur scientifique adjoint de l'Agence  
de l'environnement et de la maîtrise  
de l'énergie

### Autres personnalités

#### Hervé Bernard

président de l'*European Energy Research  
Alliance*

#### Marie-Françoise Chabrelie

chef du département Veille, technologie et  
marché d'IFPEN, directrice du consortium  
de valorisation thématique de l'Ancre

### Groupe des sherpas

**CEA** (Franck Carré, Françoise Touboul),

**CNRS** (Alain Dollet),

**CPU** (Fabrice Lemoine),

**IFPEN** (Jean-Jacques Lacour),

**Membres associés** (Sylvie Gentier)

## ANIMATION DES GROUPES PROGRAMMATIQUES

### GP1 - Énergies issues de la biomasse :

Inra (Paul Colonna), CEA (Elisabeth Le Net), CNRS-CPU (Jack Legrand), IFPEN (Jean-Luc Duplan)

### GP2 - Énergies fossiles, géothermie, métaux critiques :

IFPEN (Pierre Le Thiez), CNRS (Olivier Vidal)

### GP3 - Énergies nucléaires :

CEA (Franck Carré), CNRS (Sylvain David)

### GP4 - Énergies solaires :

CEA (Philippe Malbranche), CNRS (Gilles Flamant)

### GP5 - Énergies marines, hydrauliques et éoliennes :

Ifremer (Chantal Compère), École centrale de Nantes-CNRS (Pierre Ferrant), IFPEN (Thierry Becue)

### GP6 - Transports :

Ifsttar (Guillaume Uster), CEA (Paul Lucchese), IFPEN (Richard Tilagone)

### GP7 - Bâtiment :

CSTB (Hervé Charrue), CPU- CNRS (Francis Allard)

### GP8 - Industries et agriculture :

CNRS (Jean-Michel Most), IFPEN (Laurent Forti)

### GP9 - Prospective et économie de l'énergie :

CEA (Jean-Guy Devezeaux), CNRS (Patrick Criqui), IFPEN (Nathalie Alazard-Toux)

### GP10 - Réseaux d'énergies et stockages associés :

CPU (Nouredine Hadj-Said), CEA (Nicole Mermilliod), CNRS (Michel Latroche)

## ANIMATION DES GROUPES TRANSVERSES

### GT - Stratégie :

CEA (Jean-Philippe Bourgoïn), CNRS (Pascal Brault), CPU (Fabrice Lemoine), IFPEN (Jean-Jacques Lacour)

### GT - Europe et international :

CEA (Jean-Philippe Gouy), CNRS (Alain Dollet, Pascal Brault), CPU (Fabrice Lemoine), IFPEN (Julie Lhomme-Maublanc, Yolande Rondot)

## ANIMATION DU CONSORTIUM DE VALORISATION THÉMATIQUE

### Représentants des membres fondateurs :

IFPEN (Marie-Françoise Chabrelie, directeur), CEA (Tony Prézeau), CNRS (Laurence Musset), CPU (Jack Legrand)

### Représentants de trois membres associés :

BRGM (Dominique Morin), Ifsttar (Guillaume Uster), Irstea (Véronique Vissac), agissant pour le compte des autres établissements adhérents au CVT (CSTB, Ifremer, Ineris, Inra)

## PRINCIPALES ÉVOLUTIONS 2015-2016

SEPTEMBRE  
2015

*Nomination de Didier Houssin, président d'IFPEN, à la présidence de l'Ancre. Didier Houssin succède à Jacques Bittoun, président de l'université Paris-Sud, qui exerçait, au titre de la CPU, cette même fonction depuis le 17 octobre 2013.*

FÉVRIER  
2016

*Renouvellement du représentant au comité de coordination de l'Ancre des membres associés : Pierre Toulhoat (BRGM, titulaire) et Yann Mace (Ineris, suppléant) succèdent à Vincent Laflèche (BRGM). Sylvie Gentier (BRGM) succède à Hélène Le Du (Ifsttar) comme sherpa des membres associés.*

OCTOBRE  
2015

*Participation au comité de coordination de l'Ancre du ministère de l'Économie et des Finances en la personne de Michel Ferrandery.*

JUILLET  
2016

*Marie-Françoise Chabrelie (IFPEN) succède à Françoise Fabre (CEA) à la direction du consortium de valorisation thématique.*

NOVEMBRE  
2015

*Évolution de la convention fondatrice de l'Ancre : qualification et renforcement du rôle du président.*



# L'ANCRE EN CHIFFRES

## 4 MEMBRES FONDATEURS



## 15 MEMBRES ASSOCIÉS



# 4 GRANDES MISSIONS

- ▲ **Renforcer les synergies et partenariats** entre organismes de recherche, universités et entreprises concernés par le secteur de l'énergie
- ▲ **Identifier les verrous** scientifiques et techniques qui limitent les développements industriels
- ▲ **Proposer des programmes de recherche et innovation**, et les modalités de leur mise en œuvre
- ▲ **Contribuer à l'élaboration de la stratégie nationale de recherche en matière d'énergie** ainsi qu'à la programmation des agences de financement dans ce domaine

# 2 PRINCIPAUX DÉFIS SOCIÉTAUX

- ▲ **Une énergie propre, sûre et efficace**
- ▲ **Mobilité et systèmes urbains durables**

# 10 GROUPES PROGRAMMATIQUES

- ▲ Énergies issues de la biomasse
- ▲ Énergies fossiles, géothermie, métaux critiques
  - ▲ Énergies nucléaires
  - ▲ Énergies solaires
- ▲ Énergies marines, hydrauliques et éoliennes
  - ▲ Transports
  - ▲ Bâtiment
- ▲ Industries et agriculture
- ▲ Prospective et économie de l'énergie
- ▲ Réseaux d'énergies et stockages associés

# 200 SCIENTIFIQUES MOBILISÉS

# 2 GROUPES TRANSVERSES

- ▲ Stratégie
- ▲ Europe et international

# 1 CONSORTIUM DE VALORISATION THÉMATIQUE



# FAITS MARQUANTS 2015-2016

## Juin 2015

Présentation du retour d'expérience 2009-2013 de l'Ancre au cours de son assemblée générale annuelle.

## Septembre 2015

Audition de l'Ancre à l'OPECST sur « Innovation et changement climatique : l'apport de l'évaluation scientifique et technologique ».

## Novembre 2015

Publication par l'Ancre de l'étude *Decarbonization Wedges*.



## Mars 2015

Mise en place et structuration du groupe transverse « Europe et international » autour de trois grandes missions : Alliance européenne de la recherche énergétique (EERA), Europe communautaire et coopération internationale.

## Juillet 2015

Participation de l'Ancre à la conférence scientifique « Notre avenir commun face au changement climatique » organisée, en amont de la COP21, à l'Unesco.

## Octobre 2015

- ▶ Audition de l'Ancre par la mission d'évaluation de la participation française à Horizon 2020.
- ▶ Audition de l'Ancre par la mission d'évaluation de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) sur la « Revue en profondeur de la politique énergétique de la France ».
- ▶ Lancement de la réflexion sur les « Sciences de base pour l'énergie » visant à fédérer et organiser une communauté académique des sciences de base pour préparer les ruptures de demain dans le domaine de l'énergie.
- ▶ Colloque « Trajectoire des 2°C : quelle contribution des technologies bas carbone ? » organisé au MENESR.



## Janvier 2016

- Colloque « La chaleur dans la transition énergétique : défis et priorités pour la recherche » organisé par l'Ancre au MENESR.
- Audition d'évaluation triennale du consortium de valorisation thématique de l'Ancre.
- Audition conjointe Ancre-Athena à l'OPECST sur « Les synergies entre les sciences humaines et les sciences technologiques ».

## Mars 2016

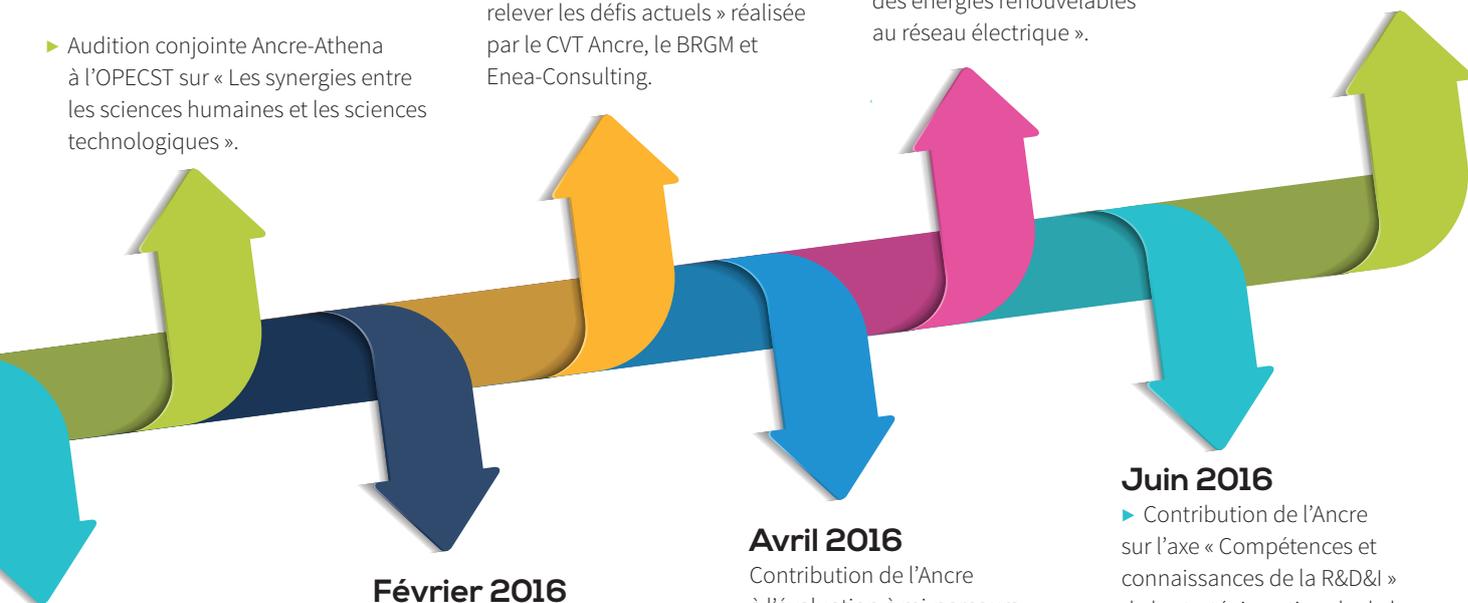
Colloque de restitution des résultats de l'étude « Filières énergétiques du sous-sol : quelles perspectives communes pour relever les défis actuels » réalisée par le CVT Ancre, le BRGM et Enea-Consulting.

## Mai 2016

Audition de l'Ancre à l'OPECST sur « Les enjeux technologiques de l'intégration des énergies renouvelables au réseau électrique ».

## Septembre 2016

Reconduite par le CGI du financement du CVT Ancre pour une durée de trois ans.



## Décembre 2015

Participation de l'Ancre à la COP21 via la réalisation de deux *side-events* portant sur le « Système hydrogène : un rôle significatif dans la transition énergétique ? » et sur la présentation de l'étude *Decarbonization Wedges*.

## Février 2016

Recommandations de l'Ancre sur le positionnement stratégique de l'Agence nationale de la recherche (ANR), en particulier dans les domaines de l'énergie, et de la mobilité et des systèmes urbains durables, et sur son processus de programmation.

## Avril 2016

Contribution de l'Ancre à l'évaluation à mi-parcours du programme Horizon 2020.

## Juin 2016

- Contribution de l'Ancre sur l'axe « Compétences et connaissances de la R&D&I » de la stratégie nationale de la recherche énergétique (SNRE).
- Audition de l'Ancre à l'OPECST sur la « Valorisation de la recherche ».



# IDENTIFIER LES ENJEUX DU FUTUR

## UN ENGAGEMENT FORT DANS LA COP21

Dans le contexte de la 21<sup>e</sup> Conférence des parties (COP21), l'Ancre a conduit une réflexion sur les leviers technologiques clés permettant, d'ici à 2050, de décarboner massivement le système énergétique mondial et de limiter à 2 °C l'accroissement de la température à la surface du globe en 2100.

Le GP9 a ainsi analysé les solutions mises en avant par les trajectoires de décarbonation élaborées pour les 16 pays les plus gros émetteurs de CO<sub>2</sub> de la planète dans le cadre du projet *Deep Decarbonization Pathways* des Nations unies. En complément, l'ensemble des GP de l'Ancre a identifié les technologies, en cours de développement ou encore au stade de la recherche, pouvant contribuer à la baisse des émissions de gaz à effet de serre et évalué leur potentiel d'abattement des émissions de CO<sub>2</sub>.

Pour éviter d'émettre 40 à 45 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2050, les conclusions montrent tout d'abord la nécessité de mobiliser un large portefeuille de technologies ; plus d'une centaine d'entre elles a ainsi été identifiée, dont le panel et l'importance du déploiement varient suivant les groupes de pays étudiés. Le potentiel d'abattement dépend tout autant des technologies portant sur l'offre d'énergie (éolien, solaire,

nucléaire, captage et stockage du CO<sub>2</sub> (CSC), biomasse, etc.) que sur celles relatives à la demande (transport, industrie, bâtiment) et les résultats convergent quant aux technologies portant le potentiel d'abattement de CO<sub>2</sub> le plus important.

Dans le domaine de la production d'énergie, les technologies du solaire, de l'éolien et du nucléaire arrivent en tête dans tous les groupes de pays étudiés, avec respectivement 10 %, 9 % et 8 % du potentiel d'abattement global. Viennent ensuite l'hydraulique (dans les pays du sud, principalement), la biomasse, la géothermie et les énergies marines. Si le CSC joue également un rôle essentiel, son importance est perçue différemment suivant les approches avec un potentiel d'abattement évalué entre 5 % et 15 %. En matière d'efficacité énergétique et de substitution par des vecteurs non carbonés d'origine renouvelable (électricité, hydrogène, biocarburants, etc.), les principales perspectives de gain se situent dans l'industrie (25 % de l'abattement total mondial) et dans les transports (19 %). Dans le bâtiment, l'enjeu apparaît réel mais plus réduit (9 %).





Par ailleurs, les analyses de l'Ancre mettent en évidence trois types de freins au développement des technologies bas carbone :

- ▶ sur le plan économique, les risques d'une trop faible compétitivité des nouvelles technologies de l'énergie et d'un manque de capacité pour financer des solutions qui restent souvent à forte intensité en capital ;
- ▶ sur le plan réglementaire, le véritable obstacle que constituent des réglementations peu adaptées, inefficaces et souvent très changeantes ;
- ▶ sur le plan de la recherche, l'insuffisance des sommes investies en R&D au niveau mondial dans le domaine de l'énergie au regard de l'ampleur des enjeux.

Pour accélérer le déploiement des technologies bas carbone, l'Ancre a formulé un certain nombre de recommandations :

- ▶ soutenir les efforts mondiaux de R&D pour améliorer la compétitivité des technologies existantes et pour développer les technologies de rupture ;
- ▶ intégrer, dès le début du processus d'innovation, la dimension humaine et sociale afin d'apporter des solutions répondant aux attentes de la puissance publique, des territoires et de la société civile, et proposer des évolutions dans les modes de gouvernance pour un meilleur déploiement des nouvelles technologies de l'énergie ;
- ▶ mettre en place les mécanismes permettant le transfert des technologies des pays industrialisés vers les zones les moins développées ;
- ▶ apporter une attention particulière aux aspects réglementaires et normatifs.

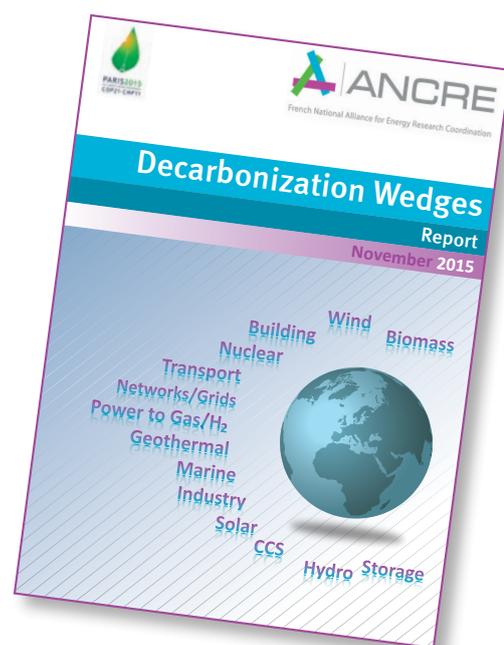
Ces analyses ont donné lieu à la publication du rapport *Decarbonization Wedges* et d'un ensemble de fiches technologiques accessibles sur le site web de l'Ancre. En outre, un colloque de présentation des résultats, intitulé « Trajectoire des 2 °C : quelle contribution des technologies bas carbone ? », a été organisé le 16 octobre 2015 au MENESR. Ce colloque, qui a réuni plus d'une centaine de participants, a permis d'engager un échange fructueux entre chercheurs et industriels, sur les perspectives de déploiement à différents horizons des technologies bas carbone, et d'évoquer les politiques publiques et les collaborations nécessaires permettant d'accélérer ce déploiement.

Cette étude a également été présentée lors d'une conférence organisée au pavillon France de la COP21 le 11 décembre 2015, apportant un éclairage sur les leviers d'action possibles pour concrétiser les engagements pris par les pays à Paris. Elle fait aujourd'hui l'objet de nombreuses présentations (MEEM-DGEC, MEEM-CGEDD,

Académie des sciences, Entreprise pour l'environnement, audition OPECST, etc.) permettant d'en enrichir le contenu et d'orienter les réflexions futures.

De même, l'Ancre a organisé une seconde conférence au pavillon France de la COP21 sur le « Système hydrogène : un rôle significatif dans la transition énergétique ? ». En effet, l'hydrogène trouve sa place, en tant que vecteur énergétique, dans de nombreuses trajectoires visant à réduire massivement les émissions de CO<sub>2</sub> du système énergétique mondial. Cette conférence a notamment permis de confronter divers points de vue de la recherche et de l'industrie sur les potentialités et les facteurs clés de déploiement de l'hydrogène, en passant en revue l'ensemble des applications possibles dans le domaine de la mobilité, du stockage de l'énergie ou dans la gestion des réseaux électriques.

Enfin, citons la participation de l'Ancre à la conférence scientifique internationale « Notre avenir commun face au changement climatique », qui s'est déroulée à l'Unesco, à Paris, du 7 au 10 juillet 2015. Organisé en amont de la COP21, l'événement avait pour objectif de dresser un bilan des connaissances scientifiques et d'élaborer des solutions pour faire face au défi du changement climatique. Le travail mené par l'Ancre sur les *Decarbonization Wedges* et ses recommandations pour accélérer le développement et la diffusion des technologies bas carbone dans le monde ont été présentés le 10 juillet par le GP9, lors de la session *Low Carbon Pathways for Staying Below 2°C : National Contributions*.





## La gestion de la chaleur : un enjeu majeur de la transition énergétique

*Le 21 janvier 2016 s'est tenu, à Paris, un colloque organisé par le CVT et plusieurs GP de l'Ancre sur « La chaleur dans la transition énergétique : défis et priorités pour la recherche ».*

*Ce colloque, qui a réuni près de 200 participants, a permis d'examiner les défis posés par la chaleur, qui figure au cœur des enjeux de réduction des consommations d'énergie et d'amélioration de l'efficacité énergétique. En effet, avec une part de 45 % de la consommation énergétique en France, il existe des marges de progrès considérables dans l'utilisation de la chaleur résultant des activités industrielles et de production d'énergie.*

*Les présentations et échanges ont notamment permis de confirmer la place stratégique de la chaleur, déjà mise en exergue dans les scénarios de l'Ancre, pour préparer les ruptures technologiques à fort impact potentiel sur la transition énergétique.*

*L'état de l'art qui en a été dressé a aussi révélé les atouts dont dispose la France dans ce domaine. Enfin, les témoignages d'industriels ont contribué à mettre en exergue les défis auxquels vont devoir répondre les communautés scientifiques et techniques, pour récupérer et valoriser le vaste potentiel de chaleur fatale à tous les niveaux des process et dans tous les secteurs d'activité, et dont la résolution constitue un des éléments clés de la compétitivité des domaines industriels concernés.*

## UN INVESTISSEMENT SIGNIFICATIF DANS LES SCÉNARIOS PROSPECTIFS NATIONAUX

En 2016, l'Ancre a initié la construction de nouveaux scénarios énergétiques pour la France à l'horizon 2050, l'objectif étant de proposer un ensemble de trajectoires satisfaisant au mieux les différentes cibles et actions inscrites dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) et tenant compte des actions et orientations inscrites dans la programmation pluriannuelle pour l'énergie (PPE) telles que publiées en septembre 2016.

Dans ce cadre, le GP9 a élaboré un outil permettant une représentation intégrée du système énergétique national et de l'ensemble de ses usages (bâtiment, transport, industrie, agriculture). Portant le nom d'Opéra, cet outil prend en compte les différents groupes de technologies et leur performance, ainsi que l'évolution des comportements des acteurs. L'ensemble des GP de l'Ancre participe à cet exercice prospectif, apportant leurs compétences sur les gains de performance attendus des principales technologies requises par la transition énergétique et sur les innovations qui pourraient émerger et se déployer d'ici à 2050. Le travail en cours inclut une évaluation multicritère des trajectoires plus approfondie que celle réalisée lors des précédents exercices, avec la volonté de développer une collaboration étroite avec les autres alliances (AllEnvi, Athena), dont les apports sont essentiels dans ce domaine.

En poursuivant et actualisant le travail sur les scénarios énergétiques pour la France et en consolidant cette activité via la construction d'un outil intégré de représentation du système énergétique, l'Ancre ambitionne de contribuer activement, et sur le long terme, à la PPE et de devenir progressivement un acteur de premier plan sur l'ensemble des questions liées à la transition énergétique.

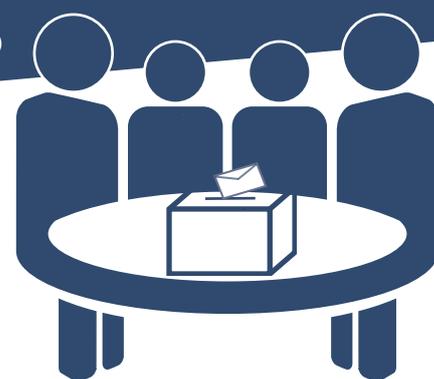
**LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE** pour la  
**CROISSANCE VERTE**



PARIS2015  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
COP21 • CMP11



# CONTRIBUER À L'ÉLABORATION DES POLITIQUES PUBLIQUES



## UNE CONTRIBUTION RECONNUE DANS LE DÉBAT NATIONAL SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Avec la volonté de s'investir pleinement dans le débat national sur la transition énergétique (DNTE), l'Ancre a élaboré, en 2013, trois scénarios d'évolution du système énergétique français à l'horizon 2050. Ces trois trajectoires poursuivaient un objectif commun : permettre, à l'horizon 2050, une division par quatre (par rapport à 1990) des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le secteur de l'énergie, avec une contrainte de réduire à 50 % maximum la part du nucléaire dans la production d'électricité nationale à l'horizon 2025-2030. En outre, un scénario alternatif a également été étudié, laissant stable la production nucléaire mais qui prévoit la mise en œuvre de la cogénération nucléaire et une augmentation significative des énergies renouvelables (ENR) dans le mix électrique.

Au terme de deux ans de travaux associant l'ensemble des GP, l'Ancre a publié, en 2014, un rapport décrivant ces trois trajectoires et la variante « nucléaire et ENR », ainsi que les résultats d'une première évaluation multicritère de chacune d'entre elles, portant, en particulier, sur les impacts socio-économiques et environnementaux. Par cette publication,

il s'agissait pour l'Ancre d'apporter des éléments d'éclairage supplémentaires dans le cadre de la préparation du projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV).

L'évaluation économique a fait apparaître qu'un fort niveau d'investissement était nécessaire. Ce résultat est une constante dans tous les scénarios, sans qu'il ait été identifié d'écart très notable entre eux. Au-delà de la baisse des émissions de GES, plusieurs autres impacts positifs ont été mesurés, portant principalement sur la réduction de la dépendance énergétique extérieure, sur l'amélioration de la balance commerciale et, potentiellement, sur l'emploi. Sur ce dernier point, il reste cependant incontournable que l'émergence de nouvelles filières technologiques soit soutenue par des investissements publics et développée par des entreprises françaises et/ou européennes.



Par ailleurs, les prix unitaires de l'énergie augmentent dans tous les scénarios, mais selon des dynamiques différentes. D'une manière générale, un doublement du prix de l'électricité est escomptable d'ici à 2050, l'impact sur le budget des ménages et sur les coûts des entreprises pouvant cependant rester en moyenne limité compte tenu d'une consommation d'énergie fortement réduite. Ce rapport formule enfin un certain nombre de propositions en termes de programmation de la recherche, portant notamment sur l'intensité de l'effort R&D à consentir et sur les modalités de pilotage à mettre en place, en lien avec la stratégie nationale de la recherche énergétique.

En ce qui concerne l'évaluation multicritère de ces scénarios, l'Ancre a souligné la nécessité d'approfondir ce travail dans la durée, compte tenu de la complexité des questions posées, des incertitudes et du potentiel réel des outils de modélisation actuels.

Cette étude a fait l'objet de nombreuses présentations et d'échanges avec les pouvoirs publics et l'ensemble des parties prenantes au DNTE (industriels, élus, monde associatif, etc.), participant ainsi pleinement au débat public en apportant des éléments de compréhension des impacts possibles des différentes orientations envisageables et des innovations à mettre en œuvre.



## Contribution de l'Ancre à la réflexion sur les sciences participatives en France

*La notion de sciences participatives couvre des activités qui associent le grand public à la démarche scientifique, le grand public étant producteur de données à destination de scientifiques, en charge de l'expression du besoin, de l'interprétation des données et de la production des connaissances scientifiques auxquelles ces données participent.*

*François Houllier, président-directeur général de l'Inra et président de l'alliance AllEnvi, a été chargé par le MENESR d'une mission dans ce domaine pour laquelle les différentes alliances ont été consultées et, en particulier, l'Ancre qui a contribué au rapport remis le 4 février 2016 à Najat Vallaud-Belkacem et à Thierry Mandon.*

*La démarche des sciences participatives n'est pas d'usage courant dans le*

*domaine de l'énergie. Elles concernent plus les domaines liés à la demande en énergie que ceux liés à l'offre, sauf quand celle-ci est accessible au niveau de l'individu, comme c'est le cas, par exemple, pour l'énergie solaire. L'Ancre a cependant identifié quelques initiatives, comme la Base de données des sites photovoltaïques (BDPV) du côté de l'offre ou comme le projet Conduite efficace de véhicules électriques (CEVE) du côté de la demande.*

## UNE IMPLICATION SOUTENUE DANS L'ÉLABORATION DE LA STRATÉGIE NATIONALE DE LA RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE

L'article 183 de la loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) stipule que « les ministres chargés de l'énergie et de la recherche arrêtent et rendent publique une stratégie nationale de la recherche énergétique (SNRE) qui constitue le volet énergie de la stratégie nationale de recherche (SNR) ». Une première SNRE a été élaborée en 2007. Lancés en 2012, les travaux de révision de la SNRE ont été suspendus en attente des orientations issues du DNTE et de la LTECV.

La capacité à conduire des exercices systémiques de prospective technico-économique et à les décliner en priorités stratégiques et en feuilles de route de R&I est un des points forts de l'Ancre, comme l'illustre sa contribution, en 2013, à l'élaboration de la SNR en réponse au défi de société « Une énergie propre, sûre et efficace ». S'appuyant sur l'élaboration par l'Ancre des trois scénarios visant à atteindre le facteur 4 en 2050, cinq priorités thématiques ont été définies par l'Ancre :

- **priorité 1** : accélérer les efforts de R&D sur les invariants des scénarios de transition énergétique, incluant l'optimisation du système énergétique, une forte réduction de la consommation finale d'énergie et le développement d'une offre compétitive en matière d'énergies renouvelables ;

- ▶ **priorité 2** : capitaliser sur les atouts compétitifs des filières actuellement majoritaires dans le bouquet énergétique et des industries contribuant à la sécurité énergétique (hydrocarbures, nucléaire, ressources minérales stratégiques) ;
- ▶ **priorité 3** : favoriser les révolutions technologiques à fort impact potentiel sur la transition énergétique (captage, transport, stockage et valorisation du CO<sub>2</sub>, gestion de la chaleur fatale) ;
- ▶ **priorité 4** : améliorer la compréhension des comportements quant à l'utilisation de l'énergie et développer des modèles de marché adéquats dans un contexte de bouleversement profond du rôle des acteurs et des chaînes de valeur dans le domaine de l'énergie ;
- ▶ **priorité 5** : favoriser l'émergence de concepts innovants pour l'énergie, en développant un socle de connaissances fondamentales et génériques au meilleur niveau mondial et en améliorant la dynamique de transformation des recherches fondamentales en ruptures technologiques (mise en place de réseaux pluridisciplinaires thématiques pérennes, développement de programmes favorisant les approches génériques et transversales telles que le big data ou s'appuyant sur les SHS [économie, sociologie, psychologie, philosophie, histoire, droit], etc.).

Cette contribution a permis de nourrir, en janvier 2015, un premier plan de la SNRE au sein de son secrétariat permanent dont l'Ancre est membre aux côtés du MEEM, du MENESR et de l'Ademe. Dans ce cadre, deux autres contributions ont été fournies par l'Ancre comme documents préparatoires à la SNRE :

- ▶ l'actualisation, en janvier 2016, des 16 fiches-filières (élaborées en 2012 avec l'Ademe) présentant un état des lieux factuel des différentes filières énergétiques : état de l'art, verrous, compétences et acteurs, potentiel de développement économique, etc. ;
- ▶ une réflexion, en juin 2016, portant, d'une part, sur les atouts et l'organisation d'une communauté nationale de recherche de haut niveau dans le domaine de l'énergie et de ses modes d'interactions avec les entreprises et, d'autre part, sur la formation des acteurs de la transition énergétique et la diffusion des connaissances vers la société civile.

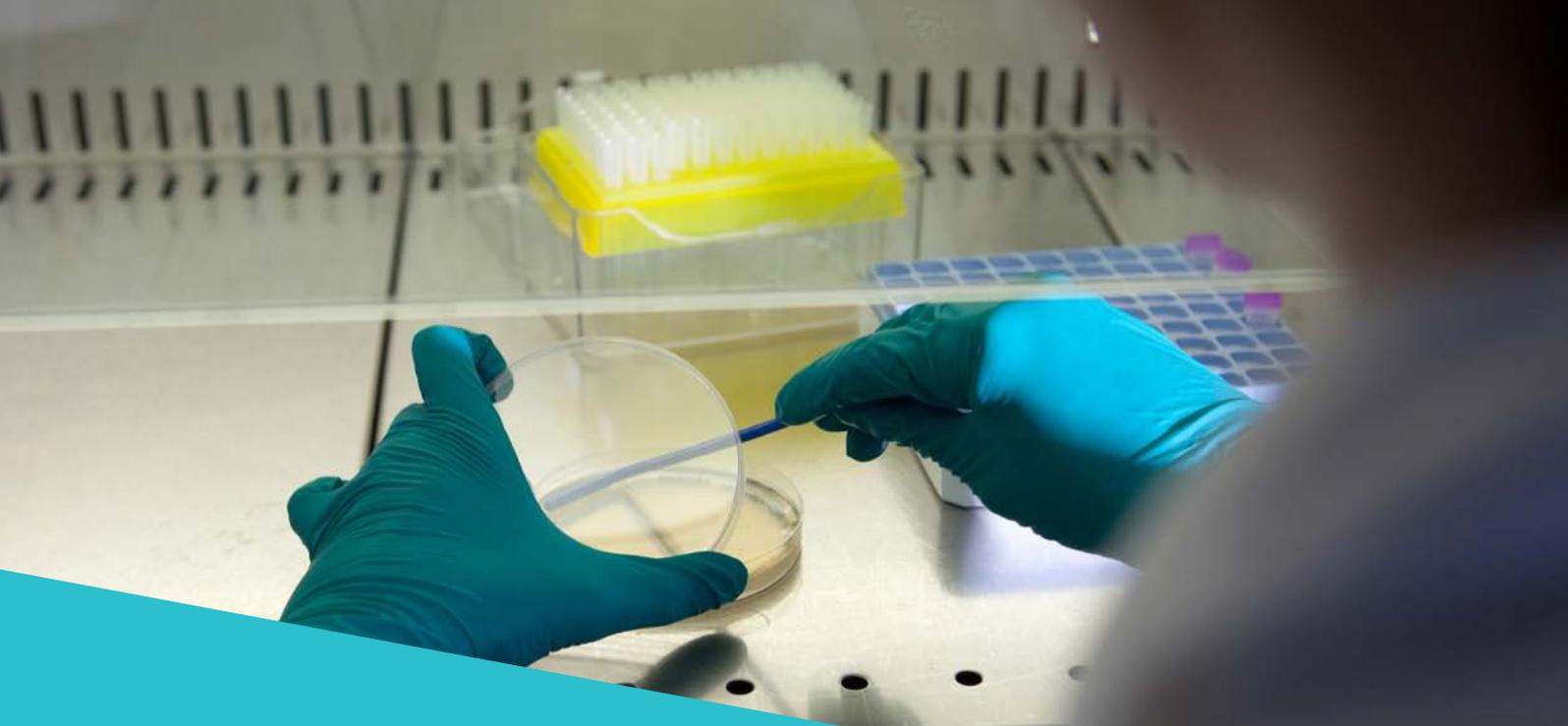
Sur le premier volet, un certain nombre de recommandations a été proposé mettant notamment en avant la mise en place d'une structuration systématique des nouvelles filières énergétiques (comprenant l'amplification des actions territoriales sur les démonstrateurs), l'accompagnement à la création d'entreprises des jeunes

## Audition de l'Ancre par l'Agence internationale de l'énergie

*L'Ancre a été auditionnée au cours de la « Revue en profondeur de la politique énergétique de la France » conduite par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) du 19 au 23 octobre 2015. Rappelons que cet exercice présente une importance politique et diplomatique particulière puisqu'il s'agit, selon une méthodologie de « revue par les pairs », de vérifier le respect par la France du traité d'adhésion de l'AIE. Cette audition a permis de mettre en avant l'importance du rôle de coordination joué par l'Ancre au sein du système français de recherche et innovation et d'échanger sur les apports de l'Ancre à l'élaboration des politiques publiques nationales, sur sa contribution à la mise en œuvre du programme H2020 et sur ses relations avec l'EERA. Son rôle et sa contribution dans l'élaboration de la SNR et dans le processus de programmation de l'ANR, notamment sur le défi n° 2 « Une énergie sûre, propre et efficace », ont, en outre, été particulièrement soulignés par le MENESR, également auditionné à cette occasion.*

diplômés et des chercheurs, et le renforcement de la complémentarité de l'action des principaux opérateurs de recherche publics, à favoriser en particulier dans le cadre de leurs démarches de contractualisation avec l'État. De même, les facteurs contribuant à l'émergence d'une communauté de recherche interdisciplinaire « amont » ont été avancés, mettant en particulier l'accent sur l'importance d'un travail étroit entre alliances et la mise en place, dans la durée, d'un programme de recherche « Sciences de base pour l'énergie » à l'instar des initiatives similaires prises par le Department of Energy (États-Unis) ou bien encore par l'EERA (notamment dans le cadre du programme *Advanced Materials and Processes for Energy Applications* (AMPEA) qui vise à créer un réseau de recherche européen et à accroître l'efficacité des moyens mis par les États membres).

Sur la formation, l'accroissement de l'interdisciplinarité des programmes (Master), l'adaptation des programmes à des champs disciplinaires spécifiques, la complémentarité des formations diplômantes, continues et par la recherche, l'accroissement nécessaire de l'esprit entrepreneurial des étudiants ou la promotion de démarches d'innovation pédagogique ambitieuses ont été recommandés.



# ORIENTER LA PROGRAMMATION

## DES RELATIONS ÉTROITES AVEC L'AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

En tant que personnalité qualifiée, un représentant de l'Ancre est membre du conseil d'administration de l'Agence nationale de la recherche (ANR). L'Ancre est également représentée dans les comités de pilotage scientifique des défis n°1 « Gestion sobre des ressources et adaptation climatique », n°2 « Une énergie propre, sûre et efficace », n°3 « Stimuler le renouveau industriel » et n°6 « Mobilité et systèmes urbains durables ».

S'appuyant sur ses dix groupes programmatiques, l'Ancre contribue activement à l'élaboration du plan d'action de l'ANR en proposant, chaque année, les évolutions souhaitées. C'est, par exemple, à son initiative qu'a été introduit l'axe 1 du défi n°2 relatif aux « Recherches fondamentales, exploratoires et aux concepts en rupture », pour renforcer les connaissances fondamentales et génériques et favoriser la recherche interdisciplinaire, qui sont deux dynamiques indispensables pour préparer les révolutions technologiques requises à moyen-long terme par la transition énergétique.

Par ailleurs, face à la baisse régulière des financements alloués aux défis n°2 et 6, l'Ancre a transmis, en février 2016,



# ANR

un certain nombre de propositions à l'ANR. En effet, les objectifs ambitieux affichés par les politiques publiques dans le domaine de l'énergie et de la mobilité propre (LTECV, paquet Énergie-Climat 2030, lancement de la Mission innovation lors de la COP21, etc.) rendent nécessaire de réinterroger le financement public de la R&I dans ces domaines, tant en termes de volume que d'instruments financiers à faire évoluer ou à créer, et ce, dans un souci de complémentarité (Ademe, programme H2020, fonds structurels, etc.), de transparence et de simplification.



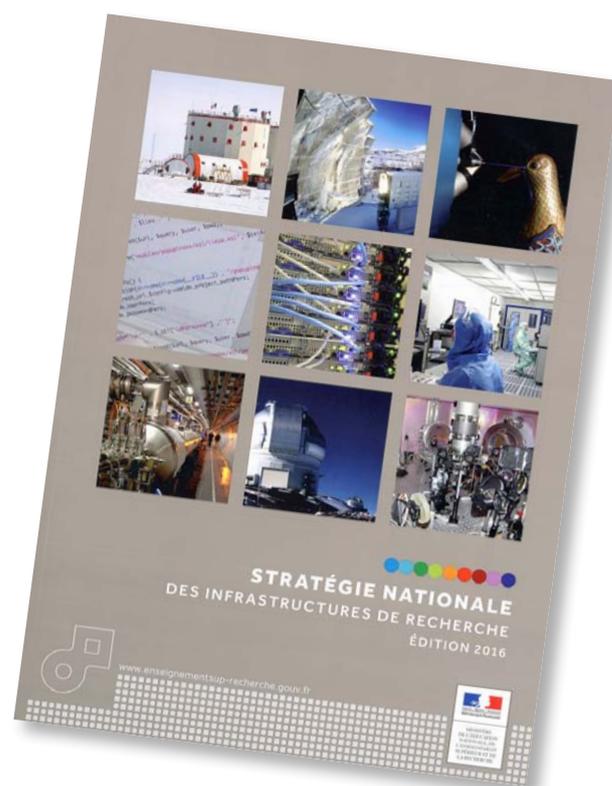
Dans ce contexte, l'Ancre préconise plus particulièrement de :

- ▶ réaliser un état des lieux (à suivre de façon continue), incluant un benchmark à l'international, des financements et des instruments financiers publics existants de la R&I dans le domaine de l'énergie ;
- ▶ flécher des allocations par défi et les réguler, en tenant compte de critères complémentaires comme la taille des communautés concernées ou le nombre de partenaires ou de chercheurs impliqués par projet, afin que le nombre de préprojets déposés ne constitue pas le seul critère d'allocation des ressources par défi et grande priorité ;
- ▶ amplifier et consolider l'effort de recherche de l'ANR sur les « Sciences de base pour l'énergie (bas-TRL) » afin de favoriser l'émergence de ruptures/concepts innovants dans ce domaine ;
- ▶ renforcer le lien stratégie-programmation entre l'Ancre et l'ANR, en sanctuarisant le financement de thématiques/orientations proposées par l'Ancre selon des critères et modalités restant à définir ;
- ▶ clarifier la position de l'ANR sur la pertinence d'un accent mis, par le biais du financement de l'agence, sur le renforcement du lien public-privé dans le domaine de l'énergie, notamment *via* les projets de recherche collaborative avec les entreprises ;
- ▶ réserver une partie du budget de l'ANR pour permettre la participation nationale dans les outils européens de programmation conjointe, notamment les *Eranet Cofund* existants ou à créer dans le domaine de l'énergie, tout en accroissant la présence française dans le leadership de ces projets.

## UNE ACTION COORDONNÉE SUR LES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

L'Ancre a été très impliquée dans la construction de la stratégie nationale relative aux infrastructures de recherche, avec, en particulier, la mise à jour de la feuille de route nationale des Très grandes infrastructures de recherche (TGIR) et de la feuille de route européenne *European Strategy Forum on Research Infrastructures* (ESFRI).

Pour la première fois, et par souci de cohérence entre les échelles française et européenne, la feuille de route nationale comportait un volet spécifique sur l'énergie. Six projets ont été proposés par l'Ancre pour labellisation dans le domaine de l'énergie. Au final, et après recommandation du haut conseil des TGIR, le comité directeur des TGIR (CD-TGIR), auquel participe le président de l'Ancre,



a proposé d'inscrire deux infrastructures dans la feuille de route sous le label « Infrastructure de recherche » :

- ▶ **Fr-Solaris** : infrastructure de recherche française sur le solaire thermique concentré (nœud français du projet ESFRI EU-Solaris), portée par le CNRS ;
- ▶ **WEST** : *W (Tungsten) Environment for Steady State Tokamaks* (upgrade du projet Tore-Supra à Cadarache), infrastructure portée par le CEA.

Trois autres infrastructures ont également été identifiées dans la feuille de route nationale sous le label de « Projet » :

- ▶ **ECCSEL** : *European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory*, nœud français du projet ESFRI ECCSEL et infrastructure portée par le BRGM ;
- ▶ **Sophira** : infrastructure pour la recherche sur le solaire photovoltaïque, portée par le CEA ;
- ▶ **Theorem** : réseau de moyens d'essais en hydrodynamique pour les énergies marines renouvelables, infrastructure portée par l'École centrale de Nantes et par l'Ifremer.

L'Ancre participe également au comité des structures légales mis en place fin 2014 par le MENESR pour instruire les dossiers relatifs aux infrastructures de recherche susceptibles d'être retenues au niveau européen.



## UNE PARTICIPATION ACTIVE À LA PROGRAMMATION EUROPÉENNE

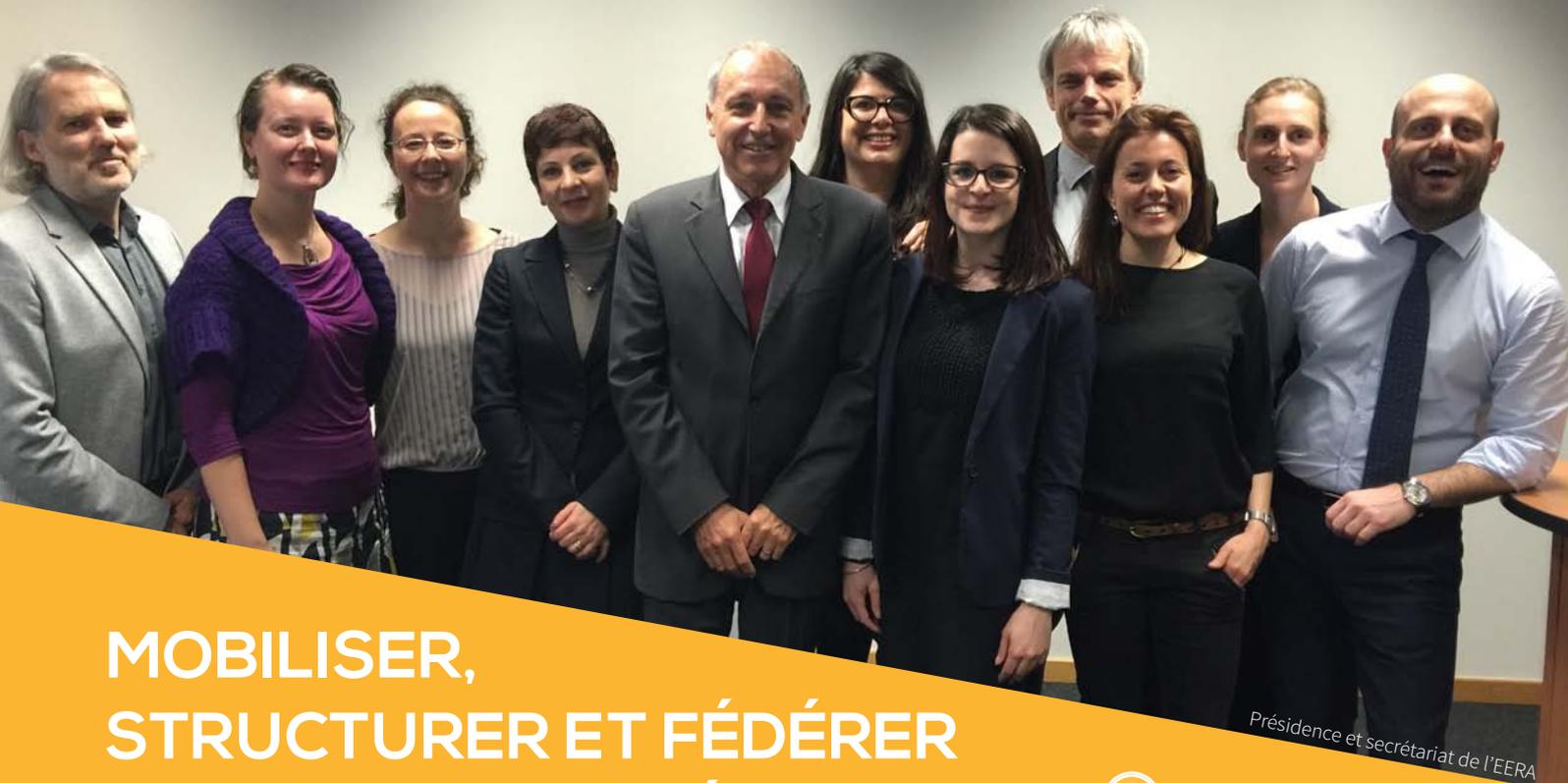
Les relations avec l'Europe communautaire figurent parmi les priorités de l'Ancre. Face au constat d'un faible retour financier pour les acteurs de la R&D française sur le 7<sup>e</sup> programme-cadre et le début du programme H2020, l'Ancre a été auditionnée en octobre 2015 par la mission d'évaluation de la participation française au programme H2020. Bien que n'étant pas un opérateur de recherche, l'Ancre a ainsi eu l'occasion de rappeler ses actions vis-à-vis de l'Europe ; son rôle dans la préparation des programmes de travail H2020 et la cohérence de ses propositions avec ses contributions à la SNR ou au plan d'action de l'ANR ont été soulignés.



En avril 2016, l'Ancre a également répondu à la sollicitation du MENESR sur l'évaluation à mi-parcours du programme H2020. Des recommandations concrètes ont été formulées : soutien d'un défi prioritaire au même niveau que l'*European Research Council* ; soutien accru à la thématique Énergie du pilier 1 (excellence) du programme H2020 ; soutien de toute la chaîne de R&D&I ; renforcement des actions ciblées sur les TRL 3-4 ; mise en place d'outils permettant d'accroître la mobilité des chercheurs ; accroissement de la sélection des projets (lors de la première étape) ; recherche d'une meilleure articulation avec la programmation et les outils de financement nationaux.

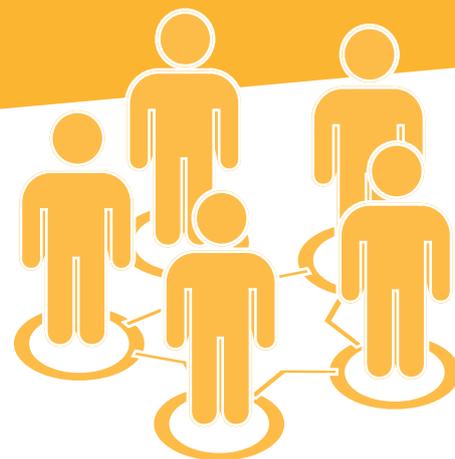
Par ailleurs, au printemps 2016, l'Ancre a également formulé des propositions pour le programme FET (*Future and Emerging Technology*) proactive 2018-2020 — électrochimie du 21<sup>e</sup> siècle ; approche rationnelle pour le design de molécules et matériaux pour l'énergie — et transmis au représentant français aux comités de programme un certain nombre de sujets pour la construction du programme de travail.

Enfin, dans le cadre des réflexions de l'ANR sur sa politique internationale, l'Ancre a fortement recommandé une implication financière de l'agence dans les programmes *Eranet Cofund* à bas TRL à venir, et est en charge aujourd'hui d'en instruire les propositions thématiques.



Présidence et secrétariat de l'EERA

# MOBILISER, STRUCTURER ET FÉDÉRER LES COMMUNAUTÉS



## LA PROMOTION D'UNE COMMUNAUTÉ DES « SCIENCES DE BASE POUR L'ÉNERGIE »

La contribution de l'Ancre à la SNR a mis en avant, comme une priorité stratégique à part entière, la nécessité de favoriser l'émergence de concepts innovants pour l'énergie. À ce titre et après avoir recensé les initiatives et structures existantes de ses organismes membres dans ce domaine (programmes blancs, groupements de recherche, actions incitatives, etc.), l'Ancre a initié, au second semestre 2015, une réflexion sur les « Sciences de base pour l'énergie ». Son ambition : fédérer et amplifier une communauté dans ce domaine reposant sur une intelligence collective, avec une visée recherche à 10-15 ans, en vue de préparer et faire émerger les ruptures scientifiques et technologiques de demain, et construire un programme interorganismes (Epic, EPST et universités) ambitieux dans ce domaine.

Il a fallu tout d'abord identifier des problématiques scientifiques larges, génériques et transversales favorisant :

- ▶ l'émergence de concepts nouveaux (TRL jusqu'à 2-3) par une démarche de type *bottom-up* ;
- ▶ la transposition de champs scientifiques à fort impact au domaine de l'énergie ;

- ▶ l'identification de besoins à moyen-long terme de l'industrie et leur traduction en questionnements scientifiques.

À ce stade, l'Ancre a d'ores et déjà identifié les principales thématiques suivantes, comme porteuses de fortes ruptures dans le domaine de l'énergie : modélisation et simulation multi-échelles et multiphysiques des matériaux ; matériaux innovants ; caractérisations avancées pour les systèmes énergétiques ; systèmes bio-inspirés ; sciences des systèmes complexes et dynamique des systèmes à finalité énergétique.

Dans les mois qui viennent, les initiatives similaires mises en œuvre par certaines institutions étrangères (programme *Basic Sciences for Energy* du DOE aux États-Unis, campus universitaires porteurs d'une initiative « énergie » majeure, etc.) seront recensées et analysées ; elles aideront à l'identification des contours d'actions de recherche



interorganismes à promouvoir en concertation étroite avec les agences de financement. Dans un second temps, des workshops, réunissant experts français et étrangers, seront organisés sur les défis identifiés comme les plus porteurs de rupture, pour construire les feuilles de route associées.

## UNE COOPÉRATION RENFORCÉE AVEC LES AUTRES ALLIANCES NATIONALES

Le développement des systèmes énergétiques fait appel à des connaissances liées aux sciences humaines et sociales (SHS) ; l'Ancre s'est donc naturellement rapprochée de l'alliance Athena et participe, en tant que membre-invité, aux séances de son directoire.

Athena s'est, dès sa création, attachée à consolider et à renforcer la communauté des SHS autour du sujet de l'énergie, en créant un groupe de prospective (GPRO) dans ce domaine, auquel ont été associés des chercheurs de l'Ancre. En 2015, dans la dynamique de la COP21, ce GPRO est devenu GPRO Énergie-Climat, et le GP9 de l'Ancre participe à ses travaux. Pour renforcer les synergies entre les deux alliances, l'Ancre a également ouvert les travaux du GP9 à un représentant de l'alliance Athena.

En janvier 2016, le colloque de l'OPECST « Les synergies entre sciences humaines et sciences technologiques » a permis aux deux alliances de présenter les actions menées en commun et de faire des propositions : formations interdisciplinaires, processus de sélection des projets, nécessaire multidisciplinarité des jurys de sélection, interfaces des sciences dures avec les nombreuses disciplines des SHS impliquées sur le sujet de l'énergie, etc. La nécessité de structurer la recherche amont SHS/énergie (au-delà de la mise en place de projets de recherche communs) et de faire une veille sur les initiatives à l'international ont été jugées primordiales.

Les 9 et 10 juin 2016, s'est également tenu un colloque organisé par l'université de Strasbourg sur « Les approches critiques de la transition énergétique dans les sciences humaines et sociales », au cours duquel les deux alliances ont assuré une conférence introductive intitulée « Que fait la transition énergétique au dialogue entre disciplines ? Un retour sur l'expérience récente des alliances de coordination de la recherche Ancre et Athena ».

Par ailleurs, rappelons la coopération étroite avec l'alliance AllEnvi (environnement), notamment *via* les travaux conjointement menés par le GP1 (biomasse) de l'Ancre et le GT7 (Écotecnologies et chimie durable) d'AllEnvi. De même, la collaboration amorcée dans le cadre de l'élaboration de la SNR avec l'alliance Allistene (sciences et technologies du numérique) devrait connaître de nouveaux développements dans un futur proche compte tenu de l'importance grandissante des interactions entre l'énergie et le numérique.

## UN LIEN PRIVILÉGIÉ AVEC L'ALLIANCE EUROPÉENNE DE LA RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE

Créée en 2008, l'Alliance européenne de la recherche énergétique (EERA) rassemble 175 membres de 27 pays européens. Parmi ces membres, 11 sont français (BRGM, CEA, CNRS, CSTB, IFPEN, Ineris, Inra, EDF, France Énergies Marines, Mines de Paris et université de Lorraine), dont les membres fondateurs et quatre membres associés de l'Ancre.

Depuis avril 2014, la France préside — en la personne d'Hervé Bernard, directeur au CEA — le comité exécutif de l'EERA, présidence qui a démarré avec la création de l'association AISBL qui porte les activités de l'alliance européenne. Pour assurer une bonne circulation de l'information entre l'EERA et l'Ancre, un temps de parole est régulièrement attribué au président de l'EERA lors des comités de coordination de l'Ancre (dont il est membre à part entière). Le calendrier des événements de l'EERA, les questions de gouvernance et le résultat des entretiens avec la Commission européenne ou les États membres font ainsi l'objet de nombreux échanges lors de ces réunions et contribuent à renforcer la cohérence des réflexions et des actions des deux alliances.

Enfin, en termes d'action à l'international, la structuration en 2014 du GT « Europe et international » commence à porter ses fruits avec une forte implication des membres fondateurs et associés, pour répondre aux diverses sollicitations du MENESR. Ainsi, à titre d'exemple, le GT « Europe et international » participe activement aux différents groupes de travail et au comité de pilotage mis en place, en juin 2016, par le MENESR dans le cadre du processus d'élaboration de la stratégie internationale en recherche, innovation et enseignement supérieur (SIRIES).



# PRODUIRE ET DIFFUSER DES CONNAISSANCES

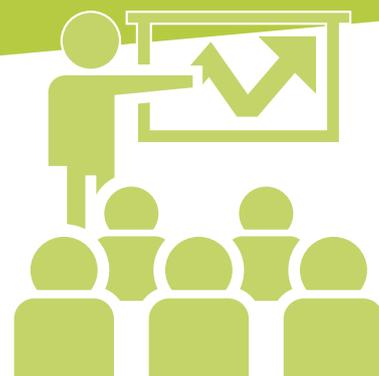
## DES GROUPES PROGRAMMATIQUES MOBILISÉS

### ▲ GP1- Énergies issues de la biomasse

Le GP1 de l'Ancre a pour objectif d'étudier les potentialités de l'offre en biomasse et des technologies utilisatrices (chaleur, cogénération, biogaz [méthanisation et méthanation], biocarburants). Ces thèmes sont instruits en collaboration très étroite avec le GT7 Écotechnologies et chimie durable de l'alliance AllEnvi. La spécificité de ces deux groupes est de démarrer toute réflexion à partir de la biomasse, terme générique recouvrant les produits d'origine agricole, forestière ou aquatique, les coproduits et effluents des industries de transformation des matières biologiques (scieries, papeteries, industries agroalimentaires, élevages industriels) et les autres déchets organiques (déchets urbains, boues de station d'épuration, ordures ménagères, déchets verts de parcs et jardins) dont ceux issus des cultures énergétiques.

Une feuille de route sur les « Bioénergies et la chimie durable » sera prochainement finalisée. Celle-ci s'organise autour de plusieurs volets, dont le premier concerne la

disponibilité et la mobilisation de la ressource. L'enjeu est ici de déterminer les potentialités de généralisation des solutions technologiques, en regard des territoires où les biomasses sont disponibles. Dans certains cas, la ressource doit être traitée : les problématiques technico-scientifiques et l'ensemble des technologies où la biomasse est modifiée sont analysés ainsi que les procédés où la biomasse est réduite en ses éléments constitutifs depuis l'échelle particulière jusqu'aux monomères, par combinaison de technologies physiques, chimiques et biotechnologiques. Cette feuille de route aborde également les transformations biologiques par des micro-organismes ou des *consortia* microbiens et (bio)chimiques, ou *via* la mise en œuvre de catalyseurs. Les approches systèmes, tant au niveau de l'organisation du territoire que de celle des usines, font l'objet d'un développement particulier. Enfin, les verrous scientifiques et technologiques à lever, notamment dans un contexte européen, sur l'ensemble de la chaîne, sont explicités.





Par ailleurs, le GP1 a organisé avec le CVT de l'Ancre deux colloques : l'un sur les « Microalgues : une nouvelle filière industrielle », à Saint-Nazaire les 22 et 23 octobre 2015 ; l'autre sur l'« Organisation des filières biomasse pour l'énergie. Quelles perspectives pour les acteurs économiques ? Le cas de la biomasse forestière », à Lyon le 17 mars 2016.

Enfin, deux nouvelles études ont démarré en 2016 dans le cadre du CVT : l'une sur les « Transformations biologiques alternatives à la méthanisation » et l'autre sur la « Production de bio-huiles ».

### ▲ GP2 - Énergies fossiles, géothermie, métaux critiques

Les travaux du GP2 ont conduit à la publication de deux rapports :

- ▶ Le premier, intitulé « Ressources minérales et énergie », fait le point sur les enjeux scientifiques et technologiques associés au problème de l'approvisionnement en matières premières stratégiques, en tenant compte des besoins requis par la transition énergétique. Il illustre les liens entre ces deux secteurs et passe en revue les principaux axes de R&D qui devraient faire l'objet de programmes dédiés au niveau national et international. Le rapport a fait l'objet d'une présentation au MEEM le 19 janvier 2016.
- ▶ Le second, commandité par le pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (Pipame) et intitulé « Enjeux et perspectives des filières industrielles de la valorisation énergétique du sous-sol profond », a été instruit par le CVT Ancre, le BRGM et Enea Consulting.



Cette étude vise à établir un diagnostic quantitatif et qualitatif des acteurs de ces filières — exploration et production pétrolières et gazières, stockage géologique d'hydrocarbures liquides et gazeux, stockage géologique de CO<sub>2</sub> et géothermie profonde — implantés sur le territoire français, et sur leur structuration. Ces filières présentent de fortes similarités mais sont de maturités différenciées ; elles nécessitent la mise en place de synergies pour assurer des gains de performance rapides. Trois natures de recommandation (déclinées en huit leviers) ont été identifiées pour la conquête de nouveaux marchés à l'export, pour affirmer l'expertise française, et pour construire un modèle d'exploitation responsable et durable du sous-sol profond et valoriser les forces de ces filières pour ancrer l'emploi en France. Ce rapport a fait l'objet d'un colloque spécifique, organisé dans le cadre « Les rendez-vous du Pipame », le 11 mars 2016.

Par ailleurs, on notera la participation du GP2 dans le groupe de travail mis en place par le MENESR et par le ministère de l'Économie et des Finances, dans le cadre de la stratégie de recherche, d'innovation et de développement dans les domaines des matières premières (minérales et organiques).

### ▲ GP3 - Énergies nucléaires

L'action du GP3 a principalement été focalisée sur le renforcement de la coopération avec la communauté académique (recherche à bas TRL), sur les apports de l'énergie nucléaire à une économie bas carbone et sur l'instruction de questions d'actualité.

Sur le premier point, le GP3 a concentré ses efforts sur l'exploration de nouvelles opportunités de coopération en neutronique. Par ailleurs, deux feuilles de route sont actuellement en cours d'élaboration portant sur « L'instrumentation pour les énergies nucléaires » et sur « La fusion thermonucléaire ».

Sur le second point, l'apport du nucléaire et ses limites pour compenser la variabilité des énergies renouvelables sont régulièrement évalués à travers l'analyse de scénarios, d'échanges avec EDF et d'études menées avec le logiciel Mixoptim développé par le GP3 pour optimiser la réponse d'un mix électrique donné à une demande de puissance. Parallèlement, les voies de recherche permettant d'accroître la dynamique de suivi de charge des réacteurs sont identifiées.



Le GP3 a également conduit, dans le cadre du CVT, une étude sur la « Cogénération nucléaire : intérêts et potentiels d'une offre de chaleur basse température pour l'industrie française ». Cette étude, aujourd'hui partagée avec les principaux acteurs du domaine, évalue à 22 TWh la part des besoins de chaleur industrielle à moins de 250°C situés à moins de 100 km des sites de production nucléaire et qui pourraient théoriquement être fournis par la cogénération.

Sur les questions d'actualité, plusieurs réunions d'échanges ont été organisées (notamment avec l'IRSN) sur les verrous à lever dans les domaines des systèmes de sûreté passifs, des combustibles nucléaires plus résistants aux situations accidentelles ou sur les besoins nouveaux d'instrumentation dans les réacteurs à eau sous pression.

Enfin, l'Ancre a été approchée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dans le cadre de sa nouvelle mission de suivi et d'orientation de la recherche pour la sûreté nucléaire et la radioprotection. Ce premier contact sera poursuivi par un travail ASN-GP3 visant à définir les apports possibles de l'Ancre — expertises, thématiques de recherche à promouvoir, etc. — dans ces deux domaines.

#### ▲ GP4 - Énergies solaires

Le GP4 a pour objectif de faire l'état des développements technologiques et de dégager les pistes de recherche dans les domaines du solaire thermique (basse température), du solaire à concentration (moyenne et haute températures) et du photovoltaïque. Deux actions principales sont en cours de réalisation :

- ▶ une étude sur le potentiel technologique et économique des filières photovoltaïques à haut rendement, conduite au sein du CVT ;
- ▶ la définition des priorités de recherche dans le domaine du solaire à concentration dans le cadre européen.

Lancée en mai 2016, la première étude vise la réalisation d'une évaluation technico-économique permettant d'analyser le potentiel des trois grandes filières les plus matures : silicium cristallin, couches minces, multijonctions à concentration. L'analyse d'une 4<sup>e</sup> filière, plus prospective, intégrant les concepts émergents les plus performants (pérovskites, organiques) complétera cette réflexion.



En ce qui concerne le solaire thermique à concentration, le CEA et le CNRS sont conjointement engagés dans un projet européen concernant la production solaire de chaleur industrielle qui doit démarrer à l'automne 2016 (*Integrating National Research Agendas on Solar Heat for Industrial Processes*) ; ce thème a également été proposé comme prioritaire pour l'appel à projets Eranet 2017.

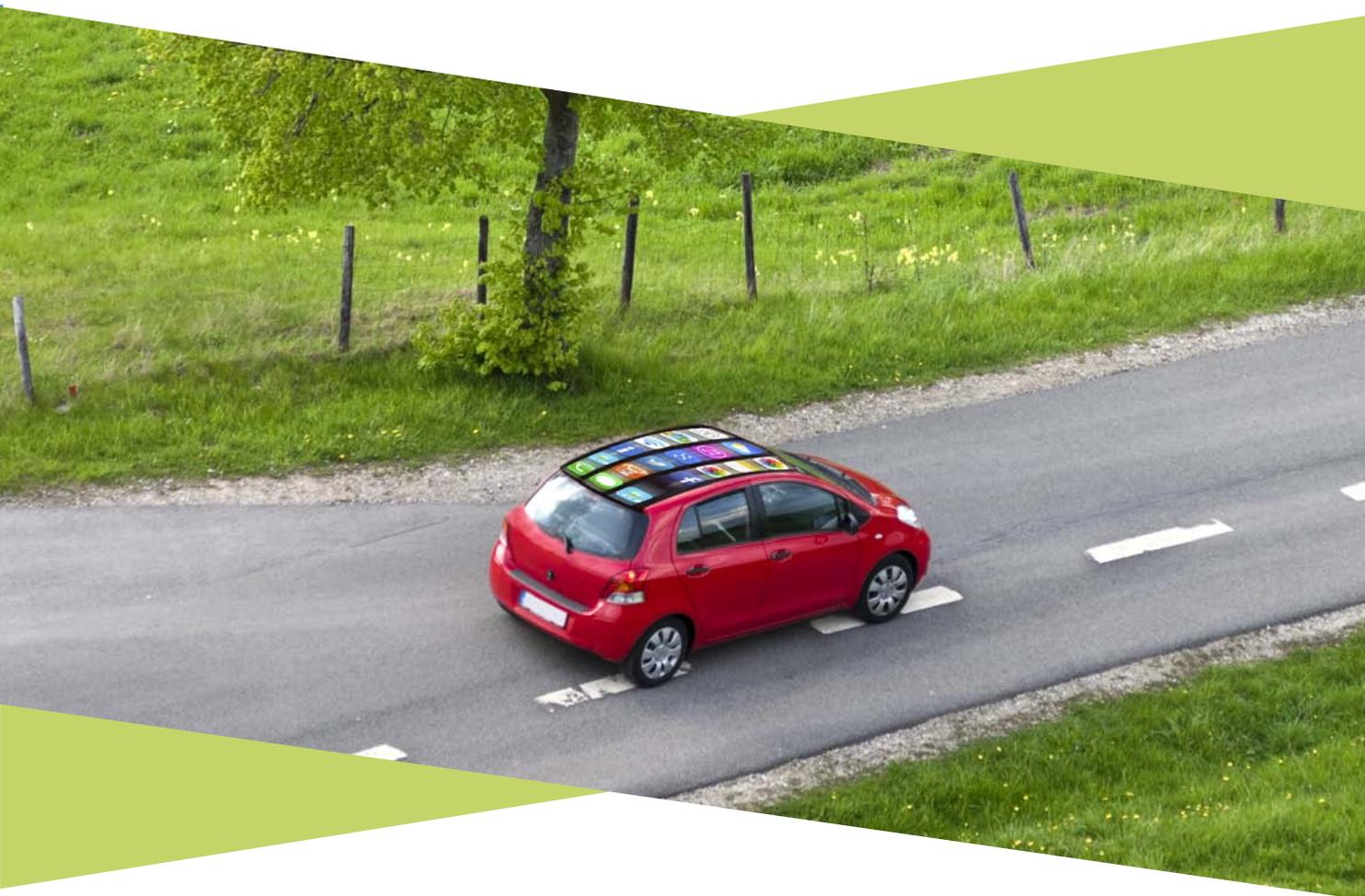
Une autre proposition CEA-CNRS portant sur la production d'électricité par centrale solaire thermique a été élaborée dans le cadre du SET-Plan en concertation avec l'EERA-CSP et Estela. Cette proposition privilégie deux options : concentrateurs linéaires de Fresnel avec sel fondu comme fluide caloporteur et cycles hybrides à air sous pression pour les centrales à tour. Sept autres options sont également discutées dans le groupe de travail européen, le choix final (deux à trois configurations) devant être fait fin 2016 pour proposition à la Commission européenne.



#### ▲ GP5 - Énergies marines, hydrauliques et éoliennes

Le GP5 s'est focalisé sur :

- ▶ Le lancement d'une étude au sein du CVT portant sur « Le raccordement au réseau et connectique sous-marine des parcs de convertisseurs d'énergie marine renouvelable ». Un état de l'art exhaustif, s'appuyant sur un travail important de synthèses bibliographiques (publications, brevets, etc.), est en cours d'analyse. Couplés à la conduite d'une phase d'écoute des industriels au cours du 3<sup>e</sup> trimestre 2016, ces travaux permettront de qualifier les besoins en termes de R&D ou de développement industriel dans ce domaine essentiel de la transition énergétique.
- ▶ Une ouverture accrue sur l'Europe et l'international, avec la proposition de plusieurs sujets sur les énergies marines renouvelables à bas TRL à porter dans le cadre de la programmation 2018-2020 de H2020, pour lesquels un travail important d'approche de partenaires européens en capacité de soutenir ces actions a été conduit avec succès. En outre, pour accroître la capacité d'action nationale dans ce domaine, un état des lieux de l'implication des acteurs français dans des projets à l'international (européen particulièrement) et des représentations des membres du GP5 dans des instances internationales est en cours de réalisation.



### ▲ GP6 - Transports

La transition énergétique dans les transports routiers offre de nouvelles opportunités de R&I dans le domaine de la motorisation thermique : développement de solutions logicielles ou technologiques pour des motorisations à haute efficacité énergétique et faibles émissions, optimisation énergétique des motorisations en conditions réelles, nouveaux couples moteurs-carburants, etc. En outre, les vecteurs énergétiques, électricité et hydrogène, qui nécessitent le déploiement d'infrastructures de distribution dédiées, ouvrent également de nouveaux champs de recherche pour les motorisations hybrides ou électriques. Au-delà des mutations technologiques, des gisements en mobilité durable sont aussi à rechercher du côté de l'évolution des comportements, comme le partage, issu de la consommation collaborative.

C'est pourquoi, il apparaît pertinent d'élargir l'approche actuelle classique de recherche axée sur les composants des systèmes de transport — essentiellement les véhicules polyvalents pour la réduction de la consommation énergétique — à une vision plus globale prenant en compte

le véhicule dans son environnement. La voiture connectée, coopérative et demain autonome, requerra différentes infrastructures pour se déplacer, s'alimenter en énergie ou échanger de l'information. Le numérique joue un rôle de pivot par le déploiement de services d'optimisation de flottes, de gestion du trafic et d'aide à l'exploitation, qui sont également facteurs d'économies d'énergie.

Ce contexte conduit le GP6 à se renouveler actuellement en profondeur pour s'investir dans une approche plus systémique des transports, reposant sur le triptyque véhicule-infrastructure-usages. Dans ce cadre, les nécessaires interrelations de ces trois parties du système de transport seront étudiés, ainsi que l'illustre l'étude « Nouvelles énergies, nouveaux services pour les mobilités », conduite au sein du CVT, qui a permis d'explorer le concept de véhicule dédié proposant, pour un usage spécifique, des services auprès de cibles identifiées (entreprises, particuliers, collectivités publiques, etc.).



### ▲ GP7 - Bâtiment

L'obtention des résultats de baisse des émissions de gaz à effet de serre et des consommations pour le secteur de la construction et de l'urbain aux échéances 2030-2050 a conduit le GP7 à proposer six axes stratégiques concernant les efforts de R&D à renforcer ou à développer au niveau national et international :

- ▶ observation du parc (points critiques entre enveloppe, équipements et réseaux), et scénarios d'usages et de comportement représentatifs ;
- ▶ développement et industrialisation de solutions technologiques interopérantes dans une approche systémique (bâtiments-quartier-ville) en interaction avec les autres secteurs (distribution d'électricité ou de chaleur, mobilité, etc.) ;
- ▶ développement de modèles de simulation permettant d'optimiser l'intégration et l'interopérabilité des différentes technologies, et d'outils multicritères d'aide à la décision à destination des acteurs de la construction ;
- ▶ développement de l'analyse économique multicritère en support aux politiques incitatives et aux investisseurs ;
- ▶ développement d'outils de formation à destination des professionnels de la construction ;
- ▶ gestion des données (densité, flux, base de données, big data, etc.).

Par ailleurs, le GP7 a conduit, au sein du CVT, une étude sur le « Bâtiment H2020 » visant à objectiver la mesure de l'effort de R&D public et privé de la filière, dont les résultats ont fait l'objet de nombreuses communications, comme l'illustre, à titre d'exemple, le colloque, organisé en liaison avec le pôle de compétitivité Fibres-Énergie à Strasbourg le 22 octobre 2015 ou, plus récemment, le colloque sur « Les facteurs clés de succès et les leviers de l'innovation dans le bâtiment » organisé en collaboration avec le pôle de compétitivité Tenerrdis et le CEA-INES, sur le site de ce dernier, le 22 septembre 2016.



### ▲ GP8 - Industries et agriculture

Sur 2015-2016, le GP8 a impulsé une nouvelle dynamique grâce à l'organisation d'événements fédérateurs, à l'identification d'enjeux énergétiques dans les principaux domaines industriels, à l'introduction d'exposés scientifiques et technologiques lors de ses réunions, ainsi qu'à la motivation de nouveaux membres issus des centres et laboratoires de recherche, de l'industrie et des instituts innovants (ITE).

Ainsi, dans le cadre du CVT, le GP8 a défini et piloté l'étude « Optisites » focalisée sur l'optimisation énergétique des sites industriels et a contribué à l'étude du GP3 sur la cogénération nucléaire. Plus récemment, le GP8 a porté et lancé l'étude sur les centres informatiques en veillant à son élargissement pour prendre en compte non seulement le domaine de la récupération et la valorisation de la chaleur fatale mais aussi celui de l'optimisation énergétique des composants électroniques et des logiciels informatiques. Il prépare actuellement deux nouvelles actions de veille stratégique

sur la valorisation énergétique dans les domaines des déchets industriels et des combustibles solides de récupération ; l'objectif est de construire une première vision de ces filières, de dresser un panorama des acteurs industriels et académiques impliqués, et d'élaborer une feuille de route des actions prioritaires de R&I, à partager avec l'industrie.

De même, le GP8 a fortement contribué à l'organisation du colloque « La chaleur dans la transition énergétique » du 21 janvier 2016 où plusieurs de ses membres sont intervenus lors des exposés, de la table ronde et de la synthèse finale. Il s'est également fortement impliqué dans la rencontre écotكنولوجique « Efficacité énergétique dans l'industrie » organisée le 30 juin 2016 conjointement par l'Ancre, le comité stratégique de filière « Éco-industrie », le partenariat pour l'excellence des éco-entreprises (Pexe) et l'association des instituts Carnot. Est envisagé, en 2017, un colloque sur l'agriculture et l'énergie organisé conjointement avec le GP1 de l'Ancre et l'alliance AllEnvi.



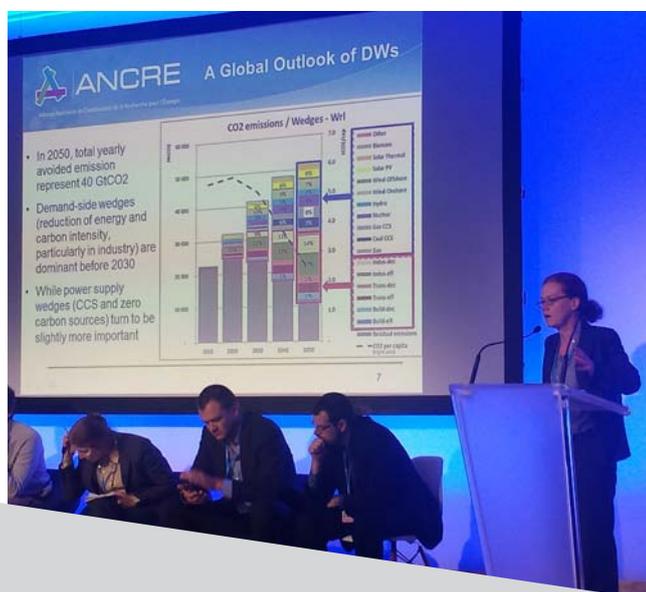
Enfin, le GP8 a répondu à de nombreuses sollicitations des pouvoirs publics, comme l'illustre, à titre d'exemple, l'expertise demandée par le député européen Édouard Martin sur les enjeux scientifiques et technologiques pour maintenir, en France et en Europe, une industrie durable des métaux de base dans un contexte de croissance verte.

### ▲ GP9 - Prospective et économie de l'énergie

En 2015, le GP9 a coordonné une étude *Decarbonization Wedges* sur les leviers de la décarbonation du système énergétique mondial, publiée en décembre de la même année dans le contexte de la COP21. En 2016, il a lancé la réactualisation du travail sur les scénarios France, visant la construction d'une trajectoire respectant les objectifs de la LTECV. Dans ce cadre, un nouvel outil de modélisation du système énergétique français Opera a été réalisé pour industrialiser le processus de construction de scénarios.

En outre, le GP9 s'attache à collaborer avec les alliances Athena afin de progresser sur la compréhension des dimensions humaines et sociales de la transition énergétique et AllEnvi pour en évaluer les impacts environnementaux.

Par ailleurs, le GP9 a initié, au sein du CVT, deux études permettant d'apporter des éclairages complémentaires à ses travaux.





La première, initiée et finalisée en 2015, vise une analyse comparative de diverses « Initiatives sur l'énergie » lancées par de grandes universités étrangères (ou les impliquant). L'objectif est de comprendre leurs facteurs de succès (notamment de celles impliquant académiques et industriels) sur les plans de la recherche et de la formation, et en tirer des recommandations pour une éventuelle initiative de ce type en France.

La deuxième étude, proposition conjointe du GP9 et du GP10, a été lancée au second semestre 2016. Elle vise une analyse des travaux de modélisation ou de simulation d'une part croissante et significative des énergies renouvelables variables dans un parc électrique. L'objectif est, d'une part, d'identifier les recherches à promouvoir pour mieux comprendre et réduire les incertitudes portant sur l'intégration massive de ces énergies ; d'autre part, de qualifier les besoins en nouvelles technologies, notamment pour la gestion des réseaux, le stockage d'énergie et la flexibilisation de la demande.

Ces travaux font régulièrement l'objet de présentation, de partage et d'enrichissement auprès des pouvoirs publics, du monde académique et de l'industrie.

### ▲ GP10 - Réseaux d'énergies et stockages associés

Avec le concours du CVT, le GP10 a élaboré une feuille de route (disponible sur le site web de l'Ancre) intitulée « Quelle R&D mener pour le développement des réseaux d'énergies de demain ? ». Celle-ci prend en compte les nouvelles contraintes des réseaux d'énergie : croissance de la demande électrique, part croissante des énergies renouvelables, occurrence de pointes sur le réseau électrique, besoins accrus de flexibilité, impact de la mobilité électrique, problématique du stockage, intégration d'intelligence dans la gestion des réseaux, etc.

Cette feuille de route a fait l'objet de présentations à la Commission de régulation de l'énergie, au pôle de compétitivité Systematic, à l'Académie des technologies et à la CPU. Actuellement reprise dans un cadre de prospective stratégique et politique en lien avec les travaux du GP9, elle sera prochainement complétée en prenant en compte les aspects numérique et TIC (Technologies de l'information et de la communication), en liaison étroite avec l'alliance Allistene.



## LE CONSORTIUM DE VALORISATION THÉMATIQUE : UNE MONTÉE EN PUISSANCE RÉUSSIE

Après deux premières années pleinement consacrées à la réalisation — sur l’initiative des GP de l’Ancre — d’études stratégiques, le consortium de valorisation thématique (CVT) de l’Ancre (à laquelle il est rattaché) s’est progressivement affirmé comme un acteur à part entière de l’écosystème national d’innovation.



Rapprochant les offres des chercheurs académiques des besoins des industriels, le CVT a notamment permis de développer une réelle communauté d’intérêt pour la veille stratégique comme en témoigne, par exemple, l’investissement de plus en plus marqué des membres fondateurs et associés de l’Ancre. Ses travaux, qui visent à identifier des opportunités et formuler des recommandations sur les filières à promouvoir, contribuent à développer un maillage entre experts scientifiques de l’Ancre et experts en analyse technico-économique de chacun des domaines étudiés.

Tout d’abord à destination des membres de l’Ancre, les études stratégiques du CVT contribuent à nourrir les feuilles de route des GP, conjointement avec les ateliers de veille organisés en leur sein. Elles font également l’objet, sur demande, d’une diffusion plus large notamment vers les acteurs de la valorisation (SATT, IRT, ITE, instituts Carnot, pôles de compétitivité, etc.), les établissements académiques et les industriels. Cette diffusion-valorisation des connaissances se fait non seulement par l’interface web dont le CVT s’est doté en 2015 ([www.allianceenergie.fr/Les-Etudes-CVT.aspx](http://www.allianceenergie.fr/Les-Etudes-CVT.aspx)), mais aussi et surtout par l’organisation de colloques, le plus souvent conjointement organisés avec des pôles de compétitivité du domaine de l’énergie, des ITE ou des entités régionales (CCI, etc.). Cette dynamique sera amplifiée dans les années qui viennent, à l’image du colloque conjointement organisé au MENESR avec les GP3, 7, 8, 9 et 10, en janvier 2016, sur la chaleur dans la transition énergétique.

Parmi les axes de développement futur du CVT, la réalisation d’études pour les tiers sera privilégiée, un mouvement initié avec l’étude sur « Les filières de la valorisation énergétique du sous-sol profond ».

En 2016, le CVT de l’Ancre a été reconduit pour trois ans après une audition par ses organismes de tutelle, au cours de laquelle un bilan d’activités a été réalisé. Les indicateurs d’objectif et de suivi, tels que définis dans la convention ANR-CVT Ancre, ont été analysés et un plan d’affaires pour les années à venir a été présenté.

### Le CVT Ancre en quelques chiffres

- ▲ **Réalisation de 9 études stratégiques depuis 2013 :**
  - ▶ solaire thermique et solaire thermique concentré,
  - ▶ optimisation énergétique des sites industriels,
  - ▶ organisation des filières d’approvisionnement en biomasse pour l’énergie,
  - ▶ biomasse microalgale pour l’énergie,
  - ▶ bâtiment H2020,
  - ▶ filières de la valorisation énergétique du sous-sol profond,
  - ▶ benchmark d’initiatives internationales dans le domaine de l’énergie,
  - ▶ nouvelles énergies, nouveaux services pour les mobilités,
  - ▶ cogénération nucléaire basse température pour l’industrie.
- ▲ **Contribution à l’organisation de 13 colloques**
- ▲ **50 demandes de rapports d’études**
- ▲ **9 études stratégiques en cours**

**Ont contribué à la rédaction de ce document :**

Nathalie Alazard-Toux, Francis Allard, Thierry Becue, Hervé Bernard, Jean-Philippe Bourgoïn, Pascal Brault, Franck Carré, Marie-Françoise Chabrelie, Hervé Charrue, Paul Colonna, Chantal Compère, Patrick Criqui, Sylvain David, Jean-Guy Devezeaux, Alain Dollet, Jean-Luc Duplan, Françoise Fabre, Pierre Ferrant, Gilles Flamant, Laurent Forti, Sylvie Gentier, Jean-Philippe Gouy, Nouredine Hadj-Said, Jean-Jacques Lacour, Michel Latroche, Jack Legrand, Fabrice Lemoine, Élisabeth Le Net, Pierre Le Thiez, Julie Lhomme-Maublanc, Paul Lucchese, Philippe Malbranche, Nicole Mermilliod, Jean-Michel Most, Yolande Rondot, Richard Tilagone, Françoise Touboul, Guillaume Uster, Olivier Vidal

**Crédits photos**

CEA, Club Photo IFPEN, Cyrille Dupont, Esquif, Fotolia, IFPEN, Masterfilms, Hervé Thouroude, Jean-José Wanegue, Laurent Wargon – Objectif Images, Pixabay, Photodune, X.

Conception-Réalisation : Esquif Communication — 051611 — Document imprimé sur papier certifié 100 % FSC partiellement recyclé, dans une imprimerie labellisée Imprim'Vert.



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

**[www.allianceenergie.fr](http://www.allianceenergie.fr)**