

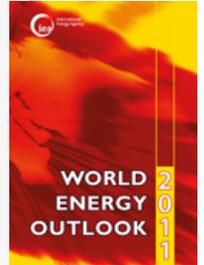
# Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (ANCRE)

## Vers une Transition Énergétique : Rôle et actions de l'ANCRE



# Projections énergétiques mondiales

- **+20%** : croissance prévue de la population d'ici 2035
  - Objectif : un minimum de **2,5 tep/habitant/an** pour tous ?
  - **Conduit à +75%** de la demande en énergie d'ici 2035 : **23 Gtep**
- à comparer à **13 Gtep** actuellement et aux prévisions de WEO: **+ 40%** et **18 Gtep**



Source IEA

**avec des contraintes très fortes**

## Réduction de la dépendance

### aux ressources fossiles

- **80 %** de la consommation actuelle mondiale en énergie primaire
- Demandecroissante en produits pétroliers et gaziers : **+ 25%** entre 2002 et 2010
- Dépenses de la France **multipliées par 3** entre 2005 et 2011 (*en 2011, 62 G€, soit 90 % de notre déficit commercial*)

## Réduction des risques

### environnement et climat

- Augmentation de T°C inévitable d'ici 2100
- Même le scénario optimiste de +2°C implique une forte diminution des GES
- Augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> de **40% entre 1990 et 2009**

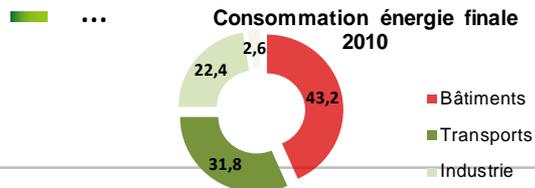
# Une priorité nationale : la transition énergétique

Répondre aux objectifs de 3x20 en 2020 et à ceux de la feuille de route européenne "Energie 2050"

- Réduire la consommation globale d'énergie en jouant sur l'intensité énergétique
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre en réduisant la part des EnF
- Augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique

## Efficacité/Sobriété énergétique

- Dans les procédés industriels
- Dans le bâtiment
- Dans les transports



Part la plus élevée et toujours en croissance

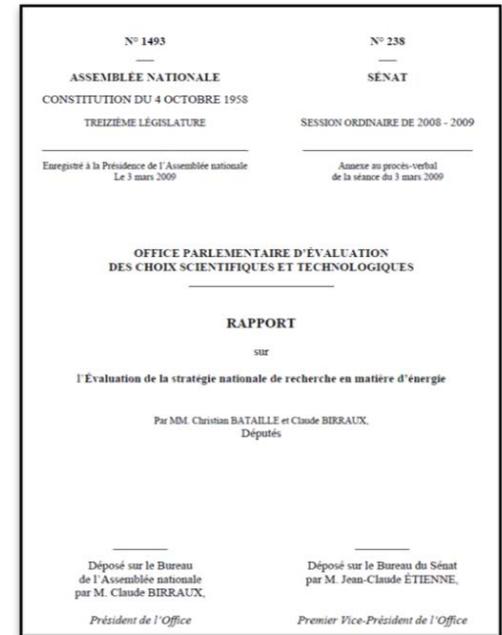
## Développer les énergies renouvelables en synergie avec l'énergie nucléaire

- **Energies renouvelables** : électricité flexible, chaleur, biocarburants
- **Energie nucléaire** : base électrique
- **Energies fossiles** préservées pour les usages où elles ne sont pas substituables



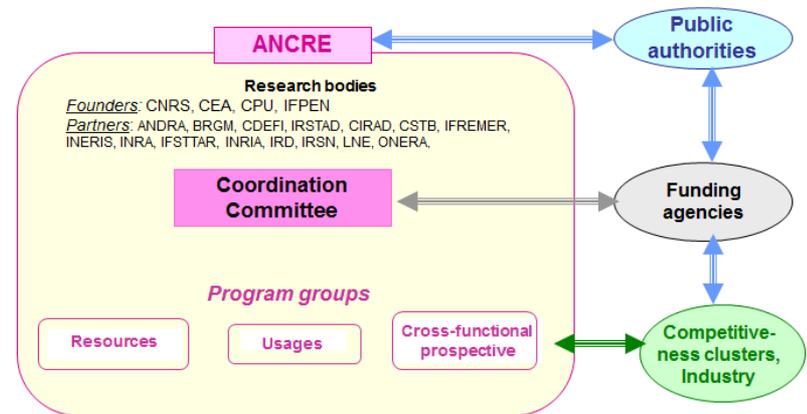
# Historique de l'Alliance

- Elle répond aux souhaits des Tutelles et du Parlement d'améliorer le processus d'élaboration de la stratégie nationale et de mieux coordonner la programmation de la recherche sur l'énergie (cf. rapport OPECST, mars 2009 : « L'évaluation de la stratégie nationale de recherche en matière d'énergie »).
- Elle réunit 4 membres fondateurs, 15 membres associés et 14 pôles de compétitivité partenaires, et vise à construire une relation structurée avec les Ministères et les Agences de programmation et de financements.
- Fondateurs : CEA, CNRS, CPU et IFP-EN
- Associés : ANDRA, BRGM, CDEFI, CIRAD, CSTB, IFSTTAR, INERIS, INRA, INRIA, IRD, IRSN, IRSTEA, LNE, ONERA



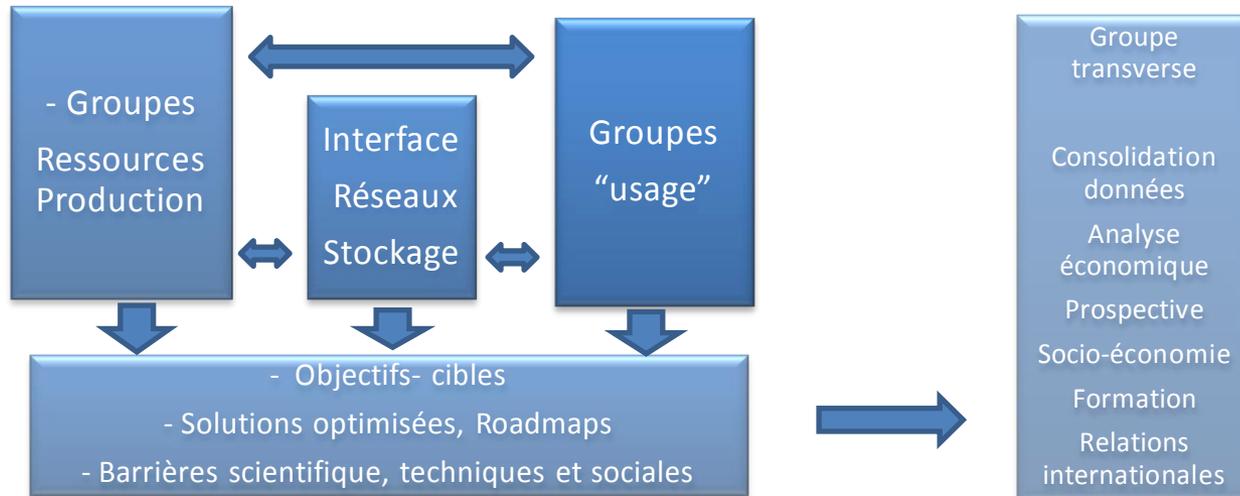
# Gouvernance à 3 niveaux :

- L'ANCRE est placée sous la responsabilité d'un **Comité de Coordination**, composé de représentants des membres fondateurs et présidé dans le cadre d'une présidence tournante sur un rythme de deux années
- Un **bureau exécutif**, composé de sherpas mis à disposition par les membres fondateurs
- **Dix Groupes Programmatiques.**



# Organisation des travaux selon 10 thématiques :

- 5 thématiques « ressources et production » : bioénergies, énergies fossiles et géothermiques, nucléaires, solaires, marines/hydrauliques/éoliennes,
- 3 thématiques « usages »: transports, bâtiments, industrie et agriculture,
- une thématique technique commune avec les autres groupes autour des problématiques « réseaux et stockage »,
- une thématique transverse autour des problématiques socio-économiques, formation, relations internationales et prospective.



# Quelques points saillants

- Mise en évidence par filière des verrous majeurs,
- Premières pistes de programmes pour les lever,
- Analyse des forces et des faiblesses de la recherche,
- Mise en avant d'une expertise qui va au-delà de celle de chacun des organismes et début de structuration d'une approche collective
- Un renforcement des relations avec les agences de financement, avec un soutien et des attentes du MESR,
- Prise en compte de la dimension européenne en s'appuyant sur l'EERA et en intégrant la préparation du prochain PCRD,
- Contribution aux réflexions engagées par les pouvoirs publics, à l'OPECST, à l'Académie et aux grands programmes en frontière,
- Contribution aux Assises de la Recherche,
- Contribution à la préparation de la nouvelle SNRE.



# Des objectifs à poursuivre et des chantiers à intensifier

---

- Bien inventorier les projets de recherche proposés par les GP, mais non couverts par les investissements d'avenir ou autres projets partenariaux structurants du domaine,
- Instruire et engager des projets prioritaires susceptibles de préparer les procédés et technologies à 5 à 10 ans,
- Travailler avec les communautés SHS dans une approche globale de la R&D énergie,
- Dans le cadre du débat national: mobiliser nos experts, proposer et caractériser de nouveaux scénarios, entrant dans une vision de la transition énergétique.

# CVT ANCRE : Consortium de Valorisation Thématique

- CVT validé par les tutelles : équipe et financement en cours de mise en place,
- Expertise sectorielle destinée à identifier les secteurs à fort potentiel de valorisation : vient en complément des SATT et autres structures de valorisation de la recherche publique,
- Budget : 9 M€ sur 10 ans,
- Souhait de voir les représentants des membres associés rejoindre le CVT.

# GP1 : Energies issues de la Biomasse

## Principaux verrous identifiés

### - **Besoin d'outils intégrés communs permettant une évaluation globale de la ressource et des impacts**

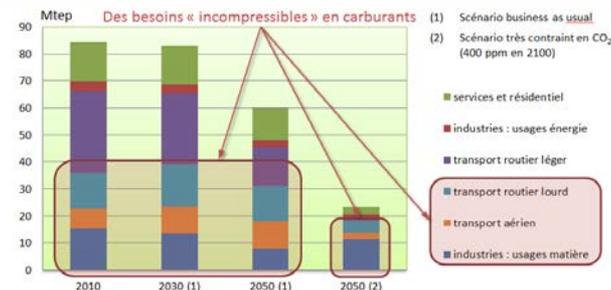
Etude sur la meilleure mobilisation renouvelable de la ressource pour l'énergie  
Évaluation des processus technico-économiques et environnementaux

- Préparation de la biomasse et procédés de conversion thermique
- Préparation de la biomasse et développement des biotechnologies blanches pour les carburants de 2<sup>ème</sup> génération
- Développement des procédés de culture / récolte / extraction pour les biocarburants de 3<sup>ème</sup> génération

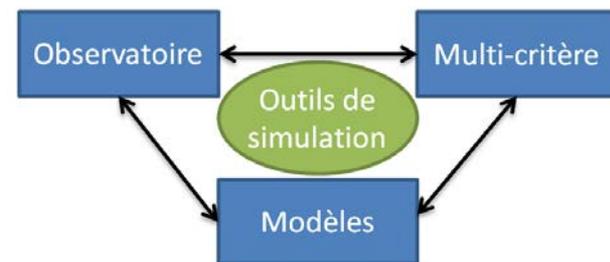
## Réponses en cours

- **Observatoire d'évaluation (Bio-Osmose),**
- **Démonstrateurs de 2de génération**

## Contexte de consommation de pétrole en France



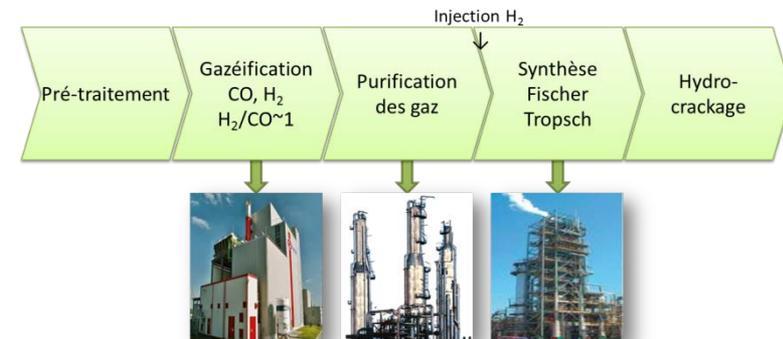
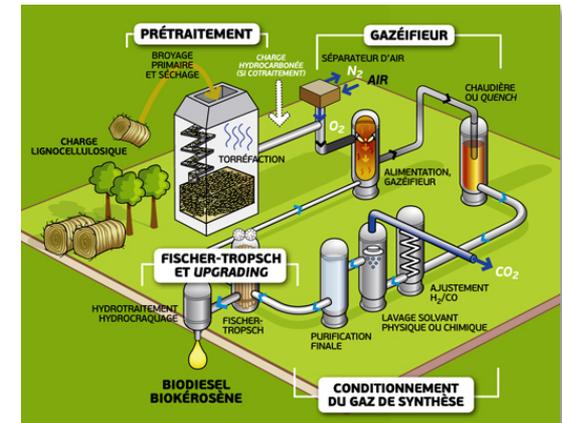
Importance des biocarburants 2G et 3G et des projets de démonstration  
Syndièse, Gaya, BioTfuel, Salinalgue...



## Projet Bio-Osmose

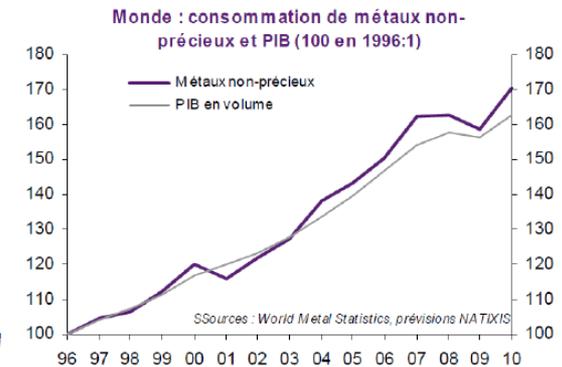
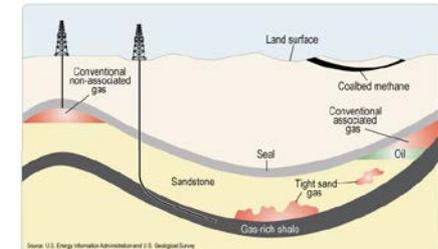
# Projets BioTFuel et Syndièse (procédés de 2de génération – gazole et kérosène)

- **BioTFuel** - démonstrateur de recherche (Partenaires : IFP-EN, CEA, Axens, Sofiprotéol, Total et Uhde)
- Objectif : développement des éléments d'une chaîne complète de procédés industriels permettant l'utilisation d'une très large variété de biomasses et d'autres ressources fossiles, comme des résidus pétroliers ou du charbon (innovations techniques)
- Flexibilité grâce au concept de co-traitement
- Faisabilité technique et économique –
- Finalité commerciale : vente de licences & déploiement de chaînes complètes
- **Syndièse** - démonstrateur pré-industriel de production de biocarburants (diesel – jetfuel - naphta)
- Objectif : intégration sur un même site d'une chaîne complète de procédés industriels matures permettant la transformation de rémanents forestiers en biocarburants
- Innovation: ajout d'hydrogène pour améliorer le rendement global
- Démonstrations: technologique (validation et optimisation de la chaîne) – pré-industrielle (75000 t /an de biomasse sèche – 23000 t/an de biocarburant) – économique (rentabilité du modèle économique)



## Principaux verrous identifiés :

- Accès à de nouvelles réserves économiquement viables et respectueuses de l'environnement,
- Augmentation des taux de récupération des réservoirs existants,
- Accroître le potentiel géothermique des bassins et améliorer les procédés,
- Géothermie des systèmes volcaniques et magmatiques et valorisation des fluides associés,
- Acceptation sociale de l'exploitation des énergies fossiles et géothermiques,
- Inventaire des ressources en matériaux stratégiques.



## Domaines d'intervention :

- Energies fossiles conventionnelles et non conventionnelles : contribution au rapport MEDDE, publication d'un rapport public sur les hydrocarbures de roche-mère.
- Captage, stockage et utilisation du CO2 : programme ANR SEED, feuilles de route ADEME, contribution aux programmes des IEED IDEEL et GEODENERGIES
- Géothermie superficielle et géothermie profonde : contribution au programme GEODENERGIES

# GP3 Energie Nucléaire : Directions de recherche prospectées

## 1 – Coopérations avec la communauté académique en recherche de base

- 1 – Plateforme numérique multi-échelle et multi-physique pour l'énergie
- 2 – Matériaux pour les énergies nucléaires
- 3 – Chimie pour l'énergie nucléaire
- 4 – Instrumentation pour les énergies nucléaires
- 5 – Fusion (ITER & DEMO)

→ Feuilles de route pour des actions coordonnées (Organismes, UMR, GdR, PCRD, EERA...) + ANR (Energies, Simulation, Matériaux, Chimie, Programme Blanc...)

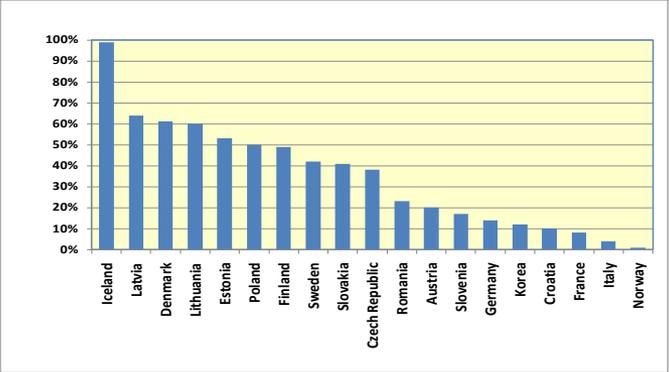
## 2 – Recherches d'innovation en instrumentation

- Mesures par ultrasons de débit et de température
- Transmission de mesures sans fils, Mesure directe de la marge à la criticité
- Instrumentation pour robot diagnostic et/ou intervention en milieu hostile

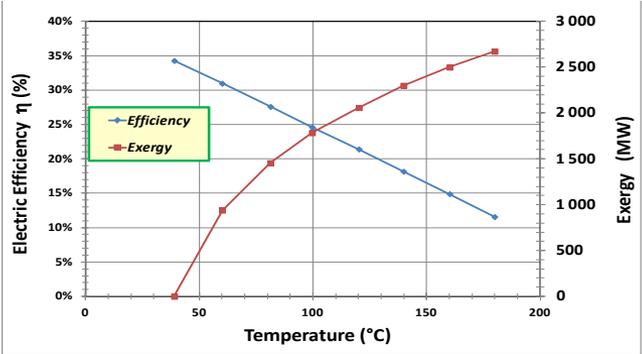
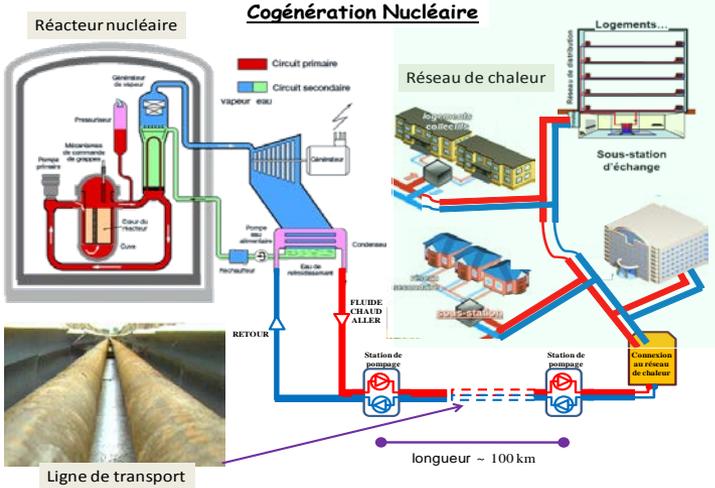
## 3 – Potentialités du nucléaire dans un mix énergétique décarboné (< fin 2012)

- Optimisation pour aider à gérer l'intermittence du solaire et de l'éolien
- Utilisation des rejets thermiques des centrales pour le chauffage urbain... et plus ?
- Productions non conventionnelles (hydrogène, hydrocarbures de synthèse, chaleur industrielle...) pour couvrir tous les besoins en énergie (habitat, transports, industrie...)
- Identification de technologies stratégiques et propositions de programmes coordonnés (ANR secteur « Energie » (programme SEED))...

# GP4 : Chauffage urbain utilisant le rejet thermique des centrales



## Taux de raccordement à un réseau de chaleur



## Compromis Rendement électrique / chaleur

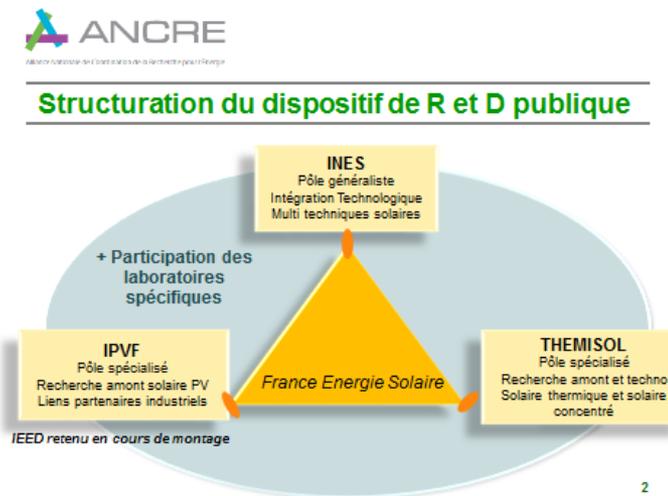
- La récupération de la chaleur d'un réacteur de 1300 MWe permettrait d'économiser ~ **200 M€/an** en importations de combustibles fossiles tout en réduisant les émissions de CO<sub>2</sub> de **1.7 Mt/an**.
- Etudes et R&D associées
  - ✓ Analyse technico-économique
  - ✓ Couplage au réacteur, gestion du fonctionnement
  - ✓ Ligne de transport de la chaleur
  - ✓ Instrumentation et sûreté

# GP4 : Energie solaire – les Enjeux

Segment	Enjeux
Photovoltaïque	<b>Augmenter le rendement en diminuant l'impact du coût matière et se démarquer dans l'offre</b>
Solaire thermique basse température pour le chaud et le froid	<b>Dé confiner la place du solaire thermique et en faire une ressource d'un futur réseau de chaleur intelligent</b>
Solaire thermique concentré	<b>Augmenter le rendement par l'augmentation de température et arriver à une production pilotée</b>

# GP4 : Les outils des Investissements d'avenir

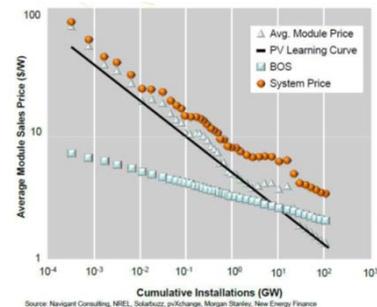
- IEED (IPVF) et accompagnement des IEED (INES 2)
- Equipex : SOCRATE, DURASOL
- Labex : SOLSTICE
- AMI ADEME : nombreux projets retenus avec participation des instituts



**Besoin de définir des programmes de long terme  
assurant une cohérence des actions**

## Prog 1: Photovoltaïque à Haut rendement et à faible impact Matière

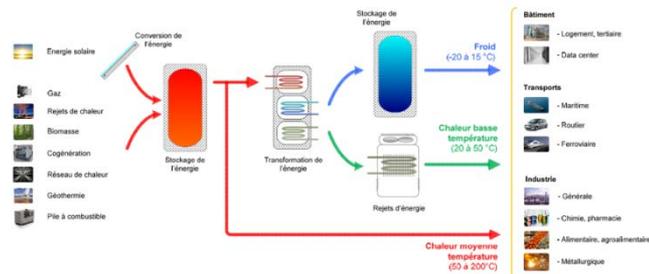
Filières	3-5 ans	5-10 ans	Indicateurs
<b>Hétérojonctions sur Silicium mince</b>	Développement de techniques d'élaboration de tranches ultraminces sans pertes au sciage et de nouvelles hétérostructures sur Si Emergence d'une Filière Industrielle a-Si/C-Si sur wafer classique	Développement d'une filière Silicium à haute performance et à très faible impact Silicium	Rendements de 22% Moins de 2g Si/Wc Moins de 0.5 €/Wc
<b>Multijonctions à base de Chalcogénures</b>	Développement de matériaux à bande interdite élevée et de matériaux sans In Développement de procédés Bas coût	Développement de cellules multijonctions Transfert Industriel	Rendements >20% Suppression de l'In
<b>Nouveaux concepts</b>	Développement de concepts de croissance ou de transfert de couches de haute qualité su substrat bas coût (en particulier les matériaux III-V)	Développement de cellules à très haut rendement et faible coût	Rendement 30% sur monojonction et 45% sur multijonctions



Réduction des coûts par augmentation des rendements

## Prog 2: Solaire thermique basse température pour le chaud et le froid

Composants	3-5 ans	5-10 ans	Indicateurs
<b>Capteurs</b>	Nouvelles technologies (moyenne température, capteurs multifonctionnels aéronautique pour l'enveloppe de bâtiment)	Intégration de Couches optiques adaptatives et de fonctions stockage	Coût du kW Capacité d'intégration
<b>Stockage</b>	Solutions de stockage à grande échelle	Stockage thermique haute densité (sorption, thermochimie...)	Coût du kWh stocké Densité de stockage
<b>Climatisation solaire</b>	Machines de réfrigération solaire de grande diffusion et intégration de nouveaux cycles	Machines spécifiques pour le froid industriel	Coût compétitif avec les autres systèmes de froid
<b>Intégration</b>	Produits multi-énergies (ex chauffe-eau thermodynamique couplés au solaire) Outils de pilotage des réseaux intégrant les usages et la prévision météo	Intégration et protocoles de pilotage pour les 3 vecteurs: hydraulique, aéronautique et électrique	Taux de couverture du solaire maximum dans les bâtiments et les réseaux de chaleur



## Prog 3 : Solaire thermique concentré

Composants	3-5 ans	5-10 ans	Indicateurs
<b>Concentrateurs</b>	Conception, contrôle, maintenance	Nouvelles optiques HC, Réflecteurs hors verre	Disponibilité 95% Interception 95% Concentration 3000
<b>Récepteurs</b>	Surfaces sélectives 550°C, récepteur métal 850°C	Surfaces sélectives 700°C, récepteur céramique 1200°C	Durée de vie: 20000h Rendement thermique: 80-85%
<b>Fluides de transfert</b>	Vapeur surchauffée directe à 550°C Air pressurisé	Nouveaux sels fondus Fluides supercritiques Suspensions solides	Prototypes Température: 550°C-1000°C
<b>Stockage</b>	Stockage pour GDV Chaleur sensible 800°C	Chaleur sensible HT Thermochimie	Prototypes Rendement : 95% Intégration solaire
<b>Cycles thermodynamiques</b>	Vapeur 550°C Brayton air 800°C	Cycles combinés 1000°C sCO <sub>2</sub> 700°C	Rendement: 42%, 50%, 55%
<b>Réacteurs (thermochimie)</b>	Reformage (gaz de synthèse) Traitement therm.	Cycles thermochimiques (H <sub>2</sub> et CO)	Prototypes Rendement : 25%



**Besoin de s'appuyer sur des outils de financement de long terme (à 10 ans)**

## Verrous technologiques

- Evaluation de la ressource / optimisation
- Tenue en mer des structures de production
- Efficacité énergétique des récupérateurs
- Déploiement maintenance
- Cycle de vie des systèmes, démantèlement
- Connexion et intégration réseau
- Stockage de l'énergie
- Industrialisation des procédés de construction



**Enjeux : abaisser les coûts  
totaux de production**

## De nouveaux programmes à 5 ans en cours de proposition :

- Evaluation et prédiction de la ressource (haute résolution spatiale et temporelle)
- Modélisation numérique spécifique aux EMR (de la machine aux parcs)

Communauté Recherche Publique (Energies marines) :

IFREMER, IFP-EN, CNRS, ONERA, Universités, ENSTA, Centrale Nantes...



## Verrous technologiques

### • *amélioration bilan énergétique global au km-passager et au km-tonne utile*

- amélioration rendement Combustion, récupération d'énergie, optimisation auxiliaires, pertes aérodynamiques, Carburants alternatifs, optimisation temps réel et prévisionnel des trajets
- diminution masse à vide : allègement et architectures innovantes

### • *Hybridation thermique-électrique*

- architectures innovantes, couplage entraînement véhicule, optimisation moteur thermique
- baisse coûts composants: Machines électrique, électronique de puissance

### • *véhicules électriques*

- **batteries:** performances et coûts batteries (autonomie et puissance), sûreté, recyclabilité, matériaux non nobles, non toxiques, gestion globale de l'énergie et de la batterie
- **piles à combustibles/hydrogène :** *coûts composants*, piles et réservoirs moins chères, fiabilité, sûreté et matériaux non nobles, récupérables, infrastructure production d'hydrogène

### • *systèmes et services globaux de mobilité innovants:*

- couplage solaire-mobilité, gestion du réseau, automatisation ferroviaire, inter-modalité, services de mobilité innovants, mobilité et aménagement du territoire

**Enjeux :**  
**Diminuer émissions CO2**  
**Supprimer pollution locale**  
**Réduire dépendance fossiles**

## De nouveaux programmes à 5 ans en cours de proposition :

- **Evaluation allègement des structures et matériaux des véhicules**
- **R&D sur les machines électriques en lien avec une politique industrielle française dans ce secteur**

Communauté Recherche Publique (Transports) :

IFP-EN, CEA, CNRS, IFSTTAR, ENS Cachan, Ineris, INPx, Universités ...

# GP7 Bâtiments

## Verrous scientifiques :

- nano, matériaux, capteurs, automatique non linéaire...

## Verrous technologiques :

- Super isolants minces,
- Production chaud/froid/ECS (PAC, cogén...)
- Stockage CT – MT Energie
- Industrialisation processus construction

## Verrous économiques

## Verrous environnementaux

## Verrous sociétaux :

acceptabilité, intégration innovation, usages, santé vs exposition...



**Objectif 50 à 80 kWh/m<sup>2</sup> (2050) :**  
**Accélération nécessaire du rythme de**  
**rénovation (facteur 4)**

**Avec un accent nouveau sur : rénovation coque, formation des acteurs, outils de conception à usage pro et observation du parc**

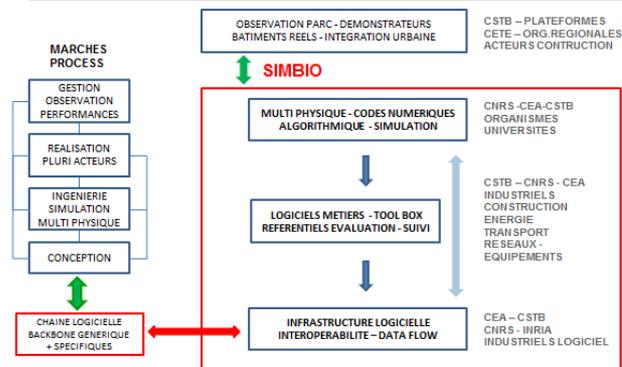


## Propositions programmes :

- Observatoire du Parc,
- Approche intégrée SIMBIO

Faire émerger des suites logicielles innovantes

### SIMBIO - Architecture



# GP8 Industries et Agriculture

**Contexte: domaine vaste, diversifié, peu structuré, en compétition**

## Segmentation

- ✓ Le composant (échelle MICRO)
- ✓ Le procédé / l'usine / la ferme (échelle MESO)
- ✓ Le territoire (échelle MACRO)

## Axe de réflexion prioritaire pour ces 3 niveaux :

- ✓ L'Efficacité Energétique,
- ✓ Energie et matériaux renouvelables
- ✓ Valorisation des co-produits, recyclage



## Projet Platform(E)3 (financement ANR 2013-2015)

Plateforme numérique de calcul et d'optimisation de l'efficacité énergétique et environnementale à différentes échelles pour l'industrie: MICRO/ MESO/ MACRO

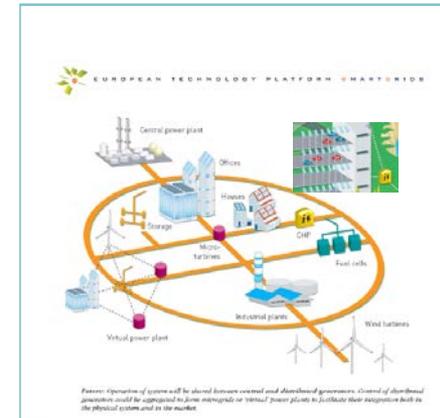
## Domaines prioritaires

**Intégration énergétique, Fours, Echangeurs, Systèmes de récupération des pertes thermiques, Stockage de chaleur, Procédés de séparation, Séchage.**

# GP9 : Prospective et Economie de l'Énergie

## Des défis méthodologiques :

- Développement des outils de modélisation technico-économique :
  - Vers une meilleure prise en compte des dynamiques macro-économiques,
  - Vers une représentation plus fine des dynamiques technologiques
- Développement de bases de données permettant de consolider l'utilisation des outils de modélisation :
  - Projet de base de données technologiques TEDD.
- Contribution à des structures d'échanges pluridisciplinaires et à la constitution de consortium de recherche :
  - Problématiques économiques et sociétales, séminaire 3S.



### 1. Bases de données



### 2. Modèles



### 3. Bases de scénarios



Projet TEDD

# GP 10 Réseaux et Stockages énergétiques

**Périmètre du nouveau groupe : réseaux énergétiques (électricité, chaleur/froid, gaz) et stockage (vision système)**

- Fortes interactions avec les autres GP de niveau stratégique (spécification interfaces, normes... ):
  - Réseau de distribution pour véhicules électriques et hybrides (GP6),
  - Besoins d'évolution réseaux pour ENR (GP4 et 5),
  - Bâtiments à énergie positive (GP6) et optimisation sites industriels (GP7)
  - Distribution des biogaz (GP1),
- Et sous l'angle technico-économique :
  - Développement des réseaux lié à des optimisations globales (GP9): problématiques des réseaux et des villes

# Conclusions

- Les contraintes croissantes aux niveaux environnemental et économique, ainsi que la sécurité de nos approvisionnements font de l'énergie un sujet crucial pour le monde entier et l'Europe en particulier, avec des défis scientifiques, technologiques, économiques et plus largement sociétaux considérables.
- La recherche a un rôle capital à jouer vis-à-vis de la résolution de ces défis.
- Les énergies renouvelables, pour lesquelles la R&D doit s'attacher à lever les verrous technologiques, ainsi que l'énergie nucléaire, avec une sûreté maîtrisée et toujours améliorée, sont appelés à contribuer au mix énergétique national et mondial. Cette R&D doit permettre de développer de nouvelles filières industrielles, en France dans une logique de développement économique et de croissance.

# Conclusions (fin)

- Avec leur expertise et leur capacité à mener des actions commune de moyen et long terme, les membres de l'Alliance Ancre, s'exprimant de concert, disposent d'une légitimité et voient leur autorité reconnue. Ils ont le devoir d'éclairer les débats et d'orienter à bon escient les choix en matière de programmation de la R&D de ses membres.
- Nous devons veiller à répondre aux questionnements légitimes de la société.
- L'Alliance a préparé des éléments factuels pour le débat national qui s'engage. Elle continuera à contribuer aux discussions, en apportant des éléments d'informations fiables et l'objectivité d'une expertise scientifique. Elle y contribuera aussi en proposant des scénarios d'atteinte des objectifs fixés par la feuille de route du Gouvernement, avec des critères pertinents d'évaluation et de comparaison de ces approches.