



HAL
open science

**Présentation réunion de lancement du PEPR
“Technologies Avancées des Systèmes Energétiques ”
(TASE) - 22 mai 2023 - Grenoble**

Philippe Azais, Jean-François Guillemoles, Nicolas Retière

► **To cite this version:**

Philippe Azais, Jean-François Guillemoles, Nicolas Retière. Présentation réunion de lancement du PEPR “Technologies Avancées des Systèmes Energétiques ” (TASE) - 22 mai 2023 - Grenoble. 2023. hal-04119984

HAL Id: hal-04119984

<https://hal.science/hal-04119984v1>

Submitted on 7 Jun 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



PEPR TASE 22 MAI 2023

Programme et Equipements Prioritaires de Recherche (PEPR) « Technologies Avancées des Systèmes Énergétiques » (TASE)

1. Ouverture

Yassine Lakhnech, Président de l'Université Grenoble-Alpes (UGA)

Antoine Petit, Président-directeur général du CNRS

François Jacq, Administrateur Général du CEA

Bruno Bonnell, Secrétaire général pour l'investissement.

2. Présentation du PEPR TASE

Fabien Delafalize, Coordinateur de la stratégie nationale d'accélération TASE

Jean-François Guillemoles (CNRS),
Nicolas Retière (UGA) et
Philippe Azaïs (CEA)

3. Présentation des projets ciblés et des appels à projets et à manifestation d'intérêt

4. Table ronde dédiée au SHS en lien avec les TASE

Animation par **Anne Dalmasso** (Vice-présidente "Recherche en sciences humaines et sociales", UGA)

Intervenants: Thomas Reverdy (UGA), Patrick Criqui (CNRS), Xavier Arnault de Sartre (UPPA), Claire Le Renard (EDF R&D)

5. Conclusion

1. Ouverture

Yassine Lakhnech

Président de l'Université Grenoble-Alpes

Antoine Petit

Président-directeur général du CNRS

François Jacq

Administrateur général du CEA

Bruno Bonnell

Secrétaire général pour l'investissement

2. Présentation générale du PEPR

Fabien Delafalize

Coordinateur de la stratégie nationale d'accélération TASE

Jean-François Guillemoles (CNRS)

Adj. : Nicolas Retière (UGA)

Philippe Azais (CEA)

Directeurs de programme TASE

Le programme scientifique du PEPR TASE

Contexte, défis, forces

Contextes environnementaux,
économiques et géopolitiques



Accélération de la
transition énergétique
incluant + de renouvelable

PPE
prévoit
~100 GW
en 2028

Impacts sociaux et
environnementaux

Technologies non
disponibles



Structurer une communauté de
recherche forte sur l'ensemble des
domaines

Favoriser l'innovation en lien avec
un des acteurs industriels de
premier rang

Structurer une communauté de recherche nationale

Le PEPR TASE

Propose

- Un cadrage programmatique
- Des choix stratégiques pour accélérer
- Un renfort de la capacité de recherche

Définit

- Des outils de recherche sur 2023-2029
- En lien avec les moyens : 50 M€ (10% sur l'impact environnemental + 10% sur l'appropriation sociétale)

Coordonne

- Avec le CNRS et CEA désignés pilotes
- De manière neutre, transparente, de qualité
- En concertation avec tous les partenaires recherche : universités, INRIA, IFPEN, autres organismes publics...

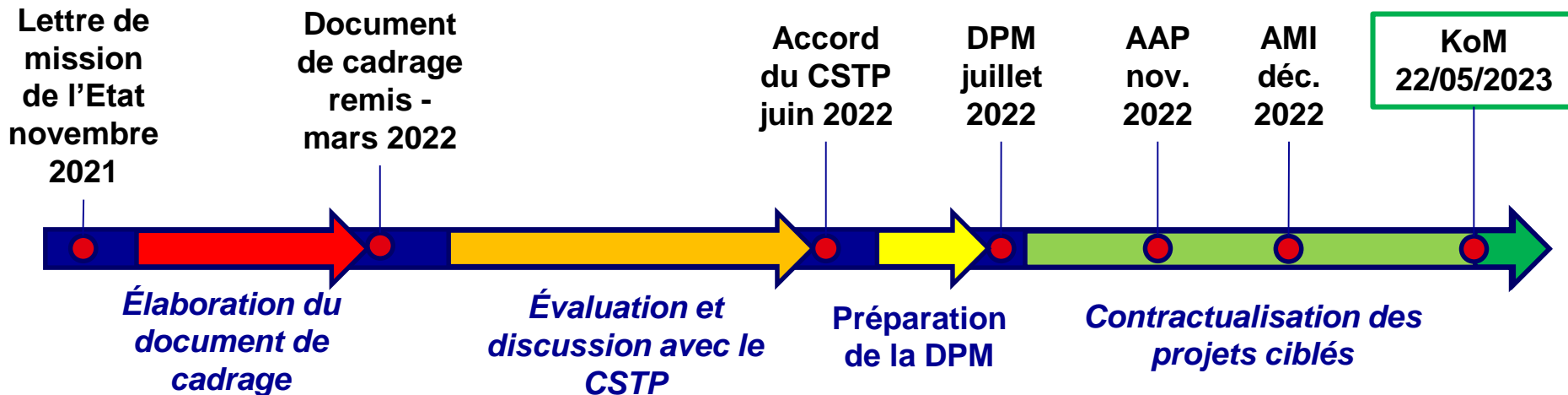
Principes guidant le programme

- **Inscrits dans les feuilles de route** (filiales, CNRS, ANCRE)
- **Sous-investis avec un impact fort, un potentiel d'innovation à 5 ans**
- **Favorisant la transversalité** et la structuration de la communauté nationale académique
- Positionnant la **France comme un acteur majeur de la R&D en Europe**

Trois axes de travail

- **Intégration** : étudier les impacts environnementaux et les changements sociaux de la transition énergétique
- **Anticipation** : développer des méthodes pour anticiper les trajectoires des systèmes énergétiques
- **Technologies** : accélérer l'innovation de rupture dans les technologies énergétiques (*Réseaux et PV*)

Le PEPR accélère dans un calendrier contraint



Structure du PEPR TASE

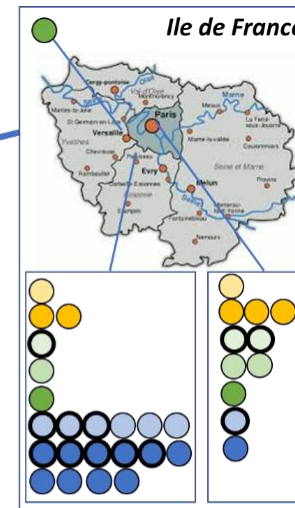
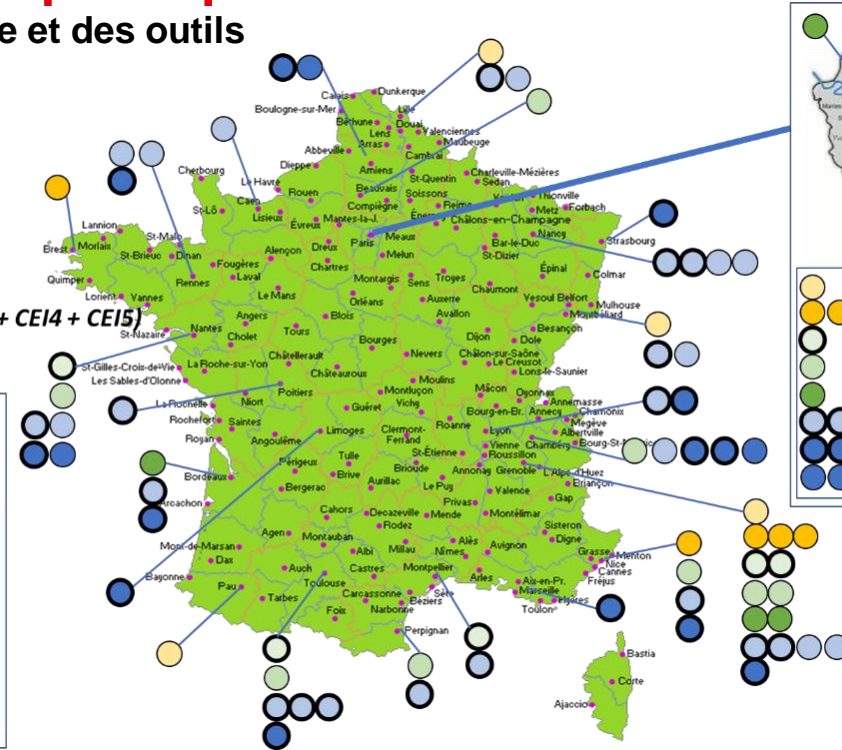
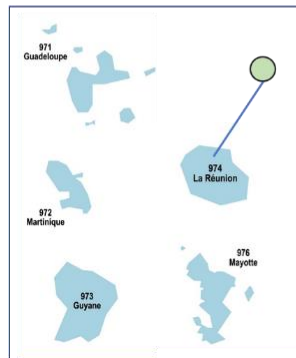
| Axes technologiques | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Réseaux flexibles et résilients (Sys-Tec.) | PV efficace et respectueux de l'environnem. (PV-Tec.) | Eolien flottant accepté |
| Intégration (Int.) - Etudes des impacts environnementaux et sociétaux de la transition énergétique | AMI1 | Int.1: questions des sciences humaines et sociales sur les TASE | |
| | AAP1 | Int.2: évaluation de l'impact environnemental des TASE | |
| Anticipation (Ant.) - Développer des méthodes pour anticiper les trajectoires des systèmes énergétiques | PC1 | Ant.1: modélisation des composants au système | |
| | AAP2 | Ant.2: pilotage efficace et flexible de l'énergie avec une part massive d'ENR | |
| | AMI2 | Ant.3: résilience des réseaux électriques avec une part massive d'ENR | |
| Technologies (Tec.) - Accélérer les innovations de ruptures dans les technologies de l'énergie | PC2 | Sys-Tec.1: architectures des DC et électronique de puissance | PV-Tec.1: cellules PV innovantes à haut rendement avec un contenu en matériaux critiques |
| | PC3 | Sys-Tec.2: digitalisation des réseaux électriques | PC4 |
| | AAP3 | PC5 | AMI3 |
| | | Tec.2.3: fiabilité | AMI5 |

Points de vigilance

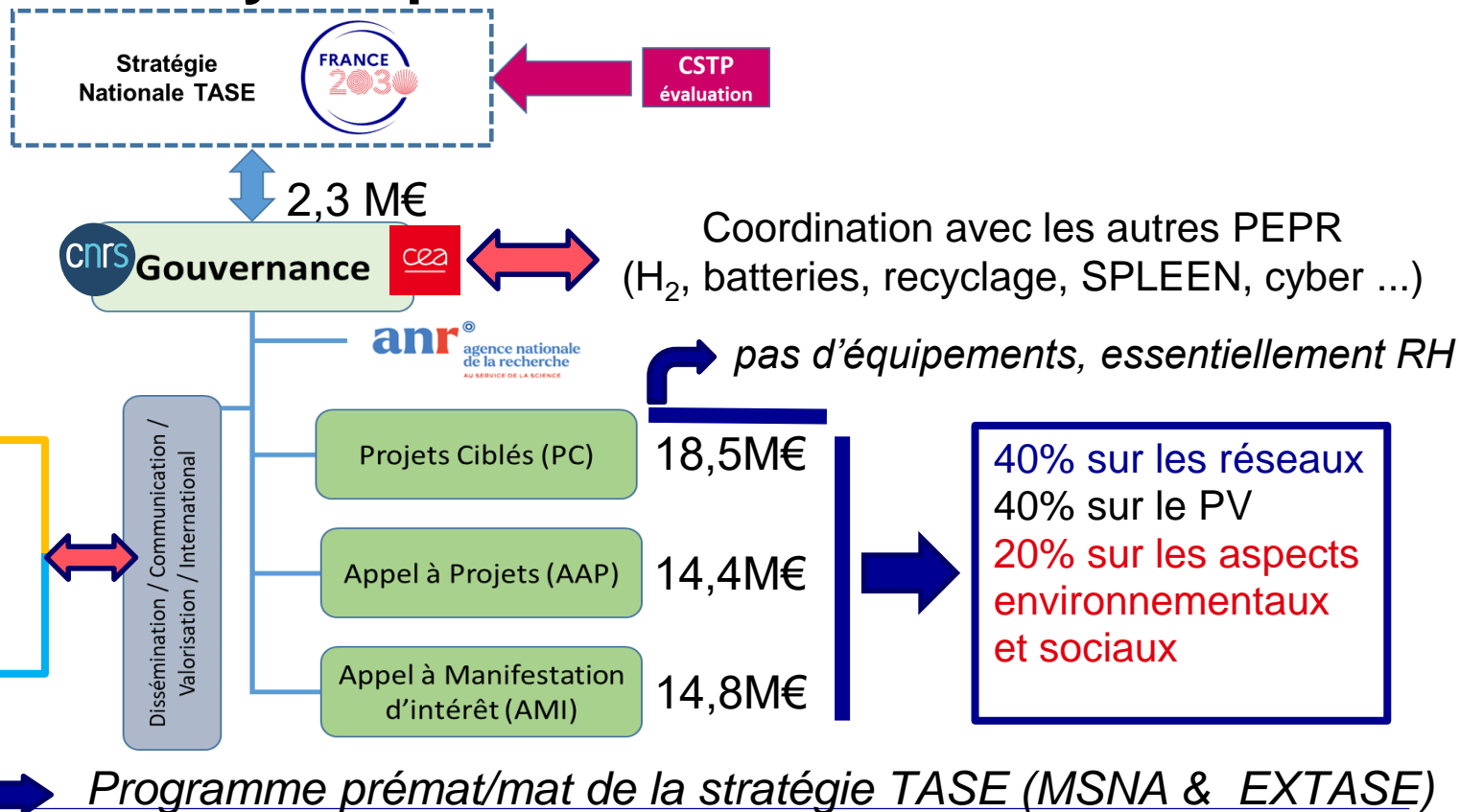
- Souveraineté économique
 - Sauvegarde des ressources
- Impact industriel
- Impact environnemental

Une large concertation et participation nationales pour la construction du programme et des outils

- Int 1. (CE1)
- Int 2. (CP1)
- Ant 1. (TP1)
- Ant 2. (CP2)
- Ant 3. (CEI2)
- Sys-Tec 1. (CP3)
- Sys-Tec 1. (TP2 + TP3)
- PV-Tec 2. (CP4 + CEI3 + CEI4 + CEI5)
- PV-Tec 2. (TP4 + TP5)



Le PEPR coordonne et répartit des moyens pour accélérer



Retombées attendues

- Renforcement et structuration de la communauté de recherche autour des enjeux scientifiques
- Questions scientifiques, outils et éléments de réponses aux enjeux sociaux, environnementaux et technologiques
- Capacité à être leader de programmes européens et internationaux

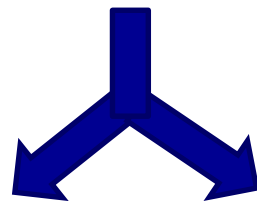
- Innovations pouvant être saisies par les partenaires socio-économiques



Préparer demain avec les volets
« prématuration & maturation »

Axe « Intégration »

Renouveler les cadres, les approches, les modèles d'étude des transformations du système énergétique, de leurs impacts par des démarches pluri- et inter-disciplinaires



Impacts sociaux



Impacts environnementaux



AMI « Questions de sciences humaines et sociales en lien avec le développement des technologies avancées pour les systèmes énergétiques et leur appropriation »

AAP « Impacts environnementaux des systèmes énergétiques »

Nouvelles formes décentralisées de production et de consommation

Articulation production – réseaux – usages

AMI « Questions de sciences humaines et sociales en lien avec le développement des technologies avancées pour les systèmes énergétiques et leur appropriation »

4,3M€

Contraintes, limites des situations d'utilisation de l'énergie

Construction des futurs énergétiques, questions d'éthique, de justice, de perception publique ...

2 projets proposés, couvrant les thématiques pour 2,9M€.

→ Un 2^e AMI sera lancé d'ici la fin de l'année

Intégrer dans les analyses de cycle de vie les impacts environnementaux, sociaux, économiques

Explorer les nouveaux usages des EnR pour optimiser les impacts environnementaux

AAP « **Impacts environnementaux** des systèmes énergétiques »

4,7M€

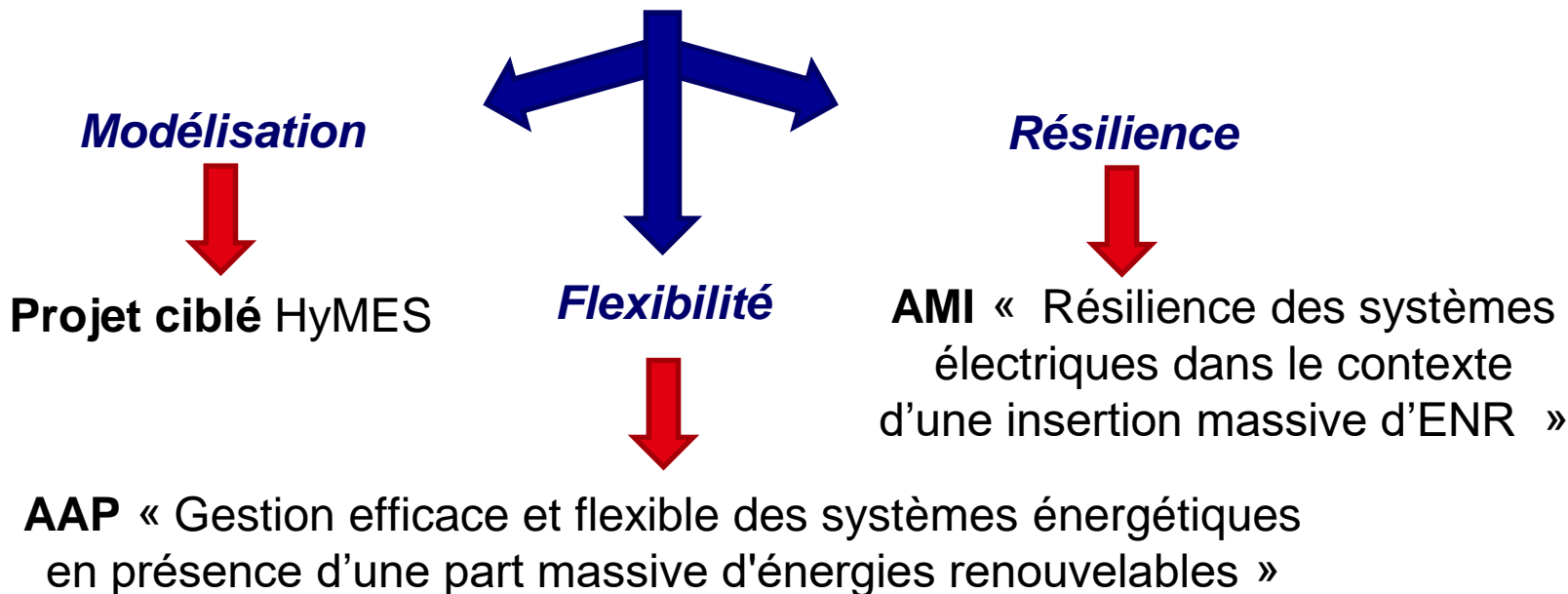
Développer une base de données dédiée à l'évaluation des impacts

Proposer une méthode pour quantifier les incertitudes et leurs conséquences dans les analyses de cycles de vie (ACV)

2 projets proposés, couvrant les thématiques

Axe « Anticipation »

Anticiper les trajectoires du système énergétique par l'identification des risques émergents, des opportunités, par la définition de modes de fonctionnement flexibles et résilients, par la définition de nouvelles modélisations



Axe « Anticipation »

Appel à projets
Appel à manifestation d'intérêt

Nouvelles méthodes pour la prévision locale de la production et de la demande d'énergie

Gestion des sources et des services de flexibilité à plusieurs échelles

AAP « **Gestion efficace et flexible** des systèmes énergétiques en présence d'une part massive d'énergies renouvelables »

5M€

Gestion de l'énergie pour les communautés locales au sens large (quartier, ville, ...)

Gestion intercommunautaire de l'énergie, articulations avec autres acteurs (consom'acteurs, agrégateurs, opérateurs ...)

5 projets proposés, couvrant les thématiques

Prévoir les événements météorologiques critiques dans un climat changeant

Caractériser l'impact sur le réseau électrique de ces événements critiques dans un contexte de massification des EnR

AMI « **Résilience des systèmes électriques** dans le contexte d'une insertion massive d'ENR »

2,5M€

Produire et étudier les conséquences électriques, socio-économiques de scénarios de propagation de blackouts

Optimiser des plans de récupération réalistes, revoir les stratégies d'investissement et de régulation marchés en lien avec ces plans

1 projet proposé, couvrant les thématiques

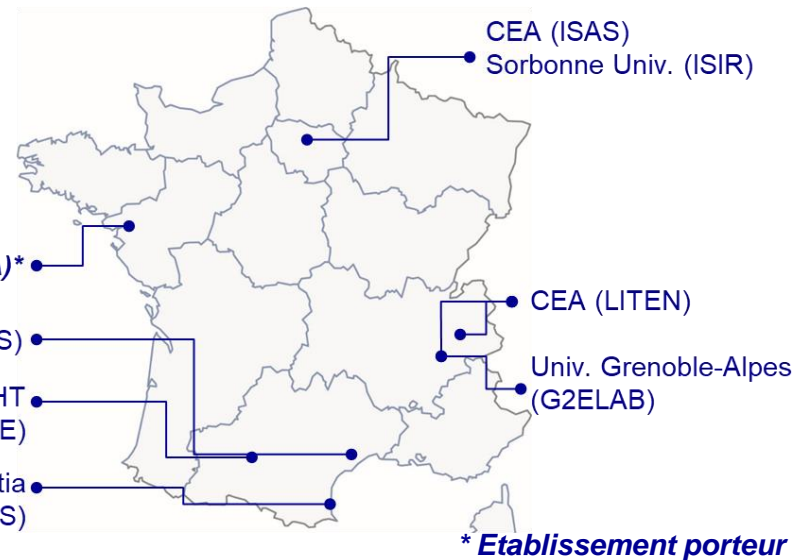
Axe « Anticipation »

Projet ciblé HyMES

Hybrid Modelling for Multi-Energy Systems

Un partenariat expert en modélisation

- **Etablissement porteur** : IMT Atlantique, Nantes
- **Responsable du projet** : Prof. Bruno Lacarrière
- **Durée du projet** : 60 mois
- **Subvention 1,9 M€** pour un coût total de 3,4 M€



- **7 laboratoires fédérés*** autour de la thématique de la modélisation hybride des systèmes énergétiques
- 5 thèses et 4 post-docs, 63 chercheurs.mois permanents

* *Modélisation hybride = à base de modèles et de données*

Question de la modélisation des systèmes énergétiques

Impératif de simuler pour anticiper et piloter les évolutions des réseaux d'énergie interconnectés



Comment faire pour des systèmes très complexes, inaccessibles aux méthodes traditionnelles basées sur la représentation physique ?



Comment intégrer des données indispensables à la représentation de la complexité et/ou à la simplification des modèles ?

Un projet centré sur l'hybridation de données et de modèles physiques

Une hybridation source de ruptures et d'innovations

Nouvelles solutions de modélisation hybrides pour les systèmes et réseaux multi-énergie à l'échelle d'un quartier



Fourniture de modèles de référence pour la communauté scientifique nationale et au-delà

Création d'un émulateur pour tester l'intégration de technologies émergentes



Axe « Technologies »

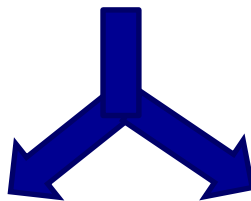
Axe « Sys-Tec »

Proposer des technologies de rupture pour assurer un système flexible et résilient dans le contexte d'insertion massive de renouvelable

Réseaux électriques continus et électronique de puissance



Projet ciblé **DC Architect**



Digitalisation des systèmes énergétiques



Projet ciblé **AI-ENERGY**

+

AAP « Solutions technologiques pour la numérisation des systèmes énergétiques intelligents »

Axe « Sys-Tec »

Appel à projets

Fiabilité et sécurité

Architectures distribuées de
systèmes cyber-physiques

AAP « Solutions technologiques
pour la numérisation des systèmes
énergétiques intelligents »

3,2M€

Facilité de déploiement

Jumeaux numériques pour les
systèmes multi-énergies

2 projets proposés couvrant les thématiques

Axe « Sys-Tec »

Projet ciblé DC-Architect

Concevoir l'avenir des réseaux de distribution moyenne tension avec leurs composants électroniques de puissance



Un consortium national structurant

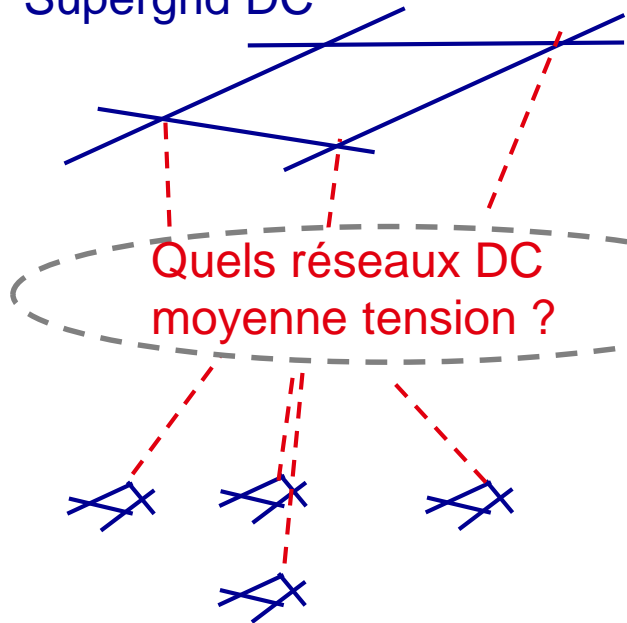
- **Etablissement porteur** : Univ. Grenoble-Alpes
- **Responsable du projet** : Dr. Vincent Debusschere
- **Durée du projet** : 66 mois
- **16 laboratoires** Génie Electrique

| | Coût total | Aide demandée |
|-----------|------------|-------------------|
| Personnel | ~4,5 M€ | ~3 M€ (16 thèses) |
| Total | ~10 M€ | ~5,6 M€ |



Quels réseaux électriques pour l'insertion massive d'EnR ?

Supergrid DC



Quelles architectures des réseaux DC+AC, quels niveaux de tension, quels modes de fonctionnement en régime de faute ... ?

Quels convertisseurs d'électronique de puissance avec quelles fonctions, quelle maintenabilité, quelle durabilité ?

Comment protéger et contrôler ses réseaux, avec quelle sécurité et fiabilité ?

Microgrids AC/DC

Des solutions flexibles et résilientes conçues de manière optimisée

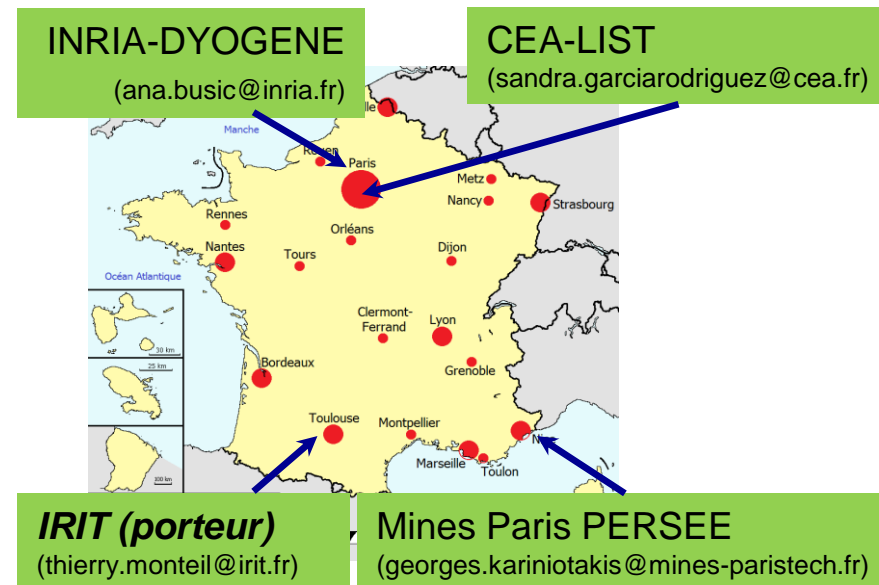
- Propositions d'architectures de réseau optimales
 - Scénarios de fonctionnement de ces nouveaux systèmes
 - Spécifications attendues pour l'électronique de puissance raccordée
-
- Définitions de conditions pour un fonctionnement stable
 - Stratégies de pilotage et de protection
- Briques de conversion d'électronique de puissance pour les nouvelles architectures réseaux
 - Intégration des fonctions avancées (protections, stockage, changement de niveau de tension ...)

Axe « Sys-Tec »

Projet ciblé AI-ENERGY

Architecture d'intelligence artificielle distribuée pour les systèmes énergétiques du futur intégrant un grand nombre de sources distribuées

- **Etablissement porteur** : Univ. Toulouse III
- **Responsable du projet** : Prof. Thierry Monteil
- **Durée du projet** : 48 mois
- **4 laboratoires mariant leurs compétences** :
 - Architecture Internet des objets, cloud et fog, sémantique et gestion de données
 - Intelligence distribuée et robuste, modèles stochastiques
 - Réseau d'énergie, optimisation, contrôle et prédiction
- **Moyens** :
 - 11 chercheurs/enseignants, 7 doctorants, 4 post-docs
 - Subvention 1,9 M€ pour un coût total de 3,4 M€



Comment traiter les données générées par la digitalisation des réseaux énergétiques ?

Problématique :

- Digitalisation → grand volume de données pour la prédiction, le contrôle et l'optimisation avec leurs contraintes et spécificités.

Objectifs :

- Des architectures logicielles en lien avec les standards
- Des méthodes, modèles et algorithmes d'intelligence distribuée pour accélérer la digitalisation



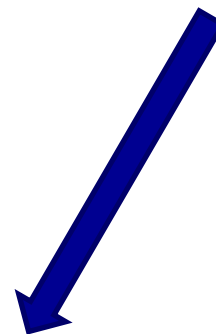
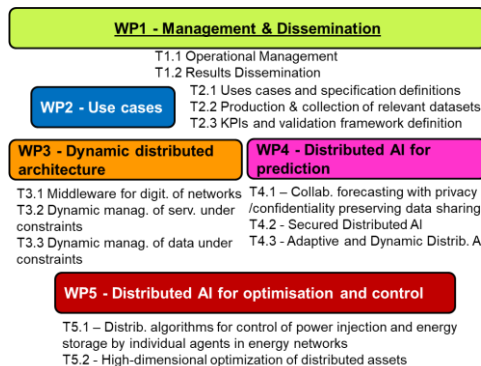
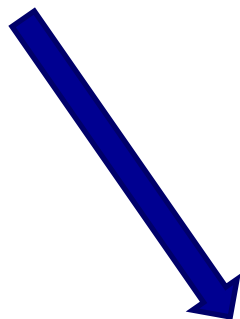
Contraintes :

- Très grand nombre d'intervenants/d'équipements distribués
- Système dynamique et éléments connectés de manière intermittente
- Volatilité des données
- Vie privée et confidentialité

- Concevoir une architecture logicielle distribuée adaptative, performante, respectant les contraintes de confidentialité



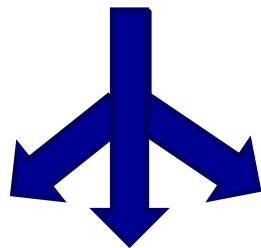
- Développer une IA distribuée pour des données volatiles



- Appliquer à des cas d'usage de réseaux énergétiques

Axe « Technologies Photovoltaïques » (« PV-Tec »)

Proposer des technologies de rupture pour du photovoltaïque efficient et soutenable



Nouvelles générations
de cellules



Projet ciblé **IOTA**

+

AAP « Réduction des matériaux critiques
dans les connexions électriques »

AMI « fiabilité »

Nouvelles générations
de modules



Projet ciblé **Smart4module**

+

AMI « Enveloppes écoconçues »
AMI « Modules intelligents »

Axe « PV-Tec »

Appel à projets
Appel à manifestation d'intérêt

- Les technologies des cellules PV doivent être soutenables
- Elles reposent sur des matériaux pouvant être critiques, et le plus souvent dans les connexions électriques (In, Ag)

AAP « **Réduire ou remplacer les matériaux critiques** dans les couches conductrices des cellules solaires »

1,5 M€

Développement de matériaux utilisant pas ou peu d'éléments critiques, atteignant les spécifications (conductivité, transparence)
Développement de procédés de dépôt et de mise en forme des matériaux

1 projet proposé couvrant les thématiques

- Les technologies PV ont des contraintes fortes de fiabilité
- Ces contraintes sont un verrou essentiel pour l'adoption de nouvelles technologies

AMI « **Fiabilité** des technologies avancées de cellules photovoltaïques »

5 M€

- Proposer des procédures et des méthodes pour aider à comprendre la dégradation des matériaux et cellules solaires à des stades précoces, identifier les facteurs responsables de la dégradation et estimer leur cinétique
- Prédire les performances à long terme des cellules PV et éventuellement de proposer des solutions pour les améliorer

1 projet proposé, couvrant les thématiques

Axe « PV-Tec » : AMI

- Les technologies PV de modules doivent être soutenables: bilan carbone et recyclabilité



AMI « **Recyclage et écoconception de modules photovoltaïques à faible empreinte carbone** »

1,5 M€



- Développement de matériaux d'enveloppe protecteurs à faible empreinte carbone, sans matériaux rares/critiques
- Développement de procédés de mise en forme à faible toxicité
- Prise en compte du recyclage et de l'analyse du cycle de vie

1 projet proposé couvrant les thématiques

- Les technologies PV de modules ont peu évolué
- Opportunité d'aller vers des modules avec intelligence embarquée

AMI « **Modules PV intelligents** »

1,5 M€

- Interfacer les cellules PV avec des capteurs et des interrupteurs, pour une surveillance de l'état de santé et l'amélioration des performances optimales des modules par une reconfiguration active des interconnexions.
- Proposer des algorithmes de gestion optimale de ces modules « augmentés »

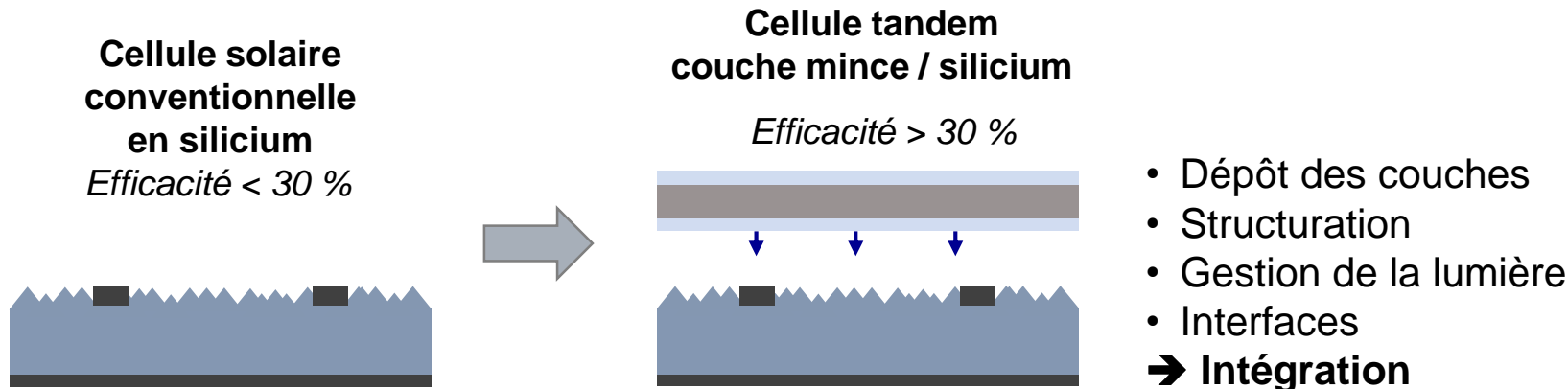
1 projet proposé, couvrant les thématiques

Axe « PV-Tec »

Projet ciblé IOTA Architectures tandem innovantes pour le photovoltaïque

IOTA : préparer la prochaine génération de cellules solaires

- Cellules solaires en silicium : 95% du marché, avec une efficacité qui se rapproche de la limite théorique de 30%.
- Prochaine génération (>30%) : tandem couche mince / silicium.
- *Avec quels matériaux et quelle architecture ?*
- Besoin de ruptures technologiques, fort potentiel d'innovation



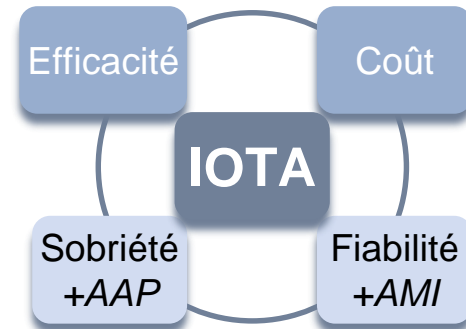
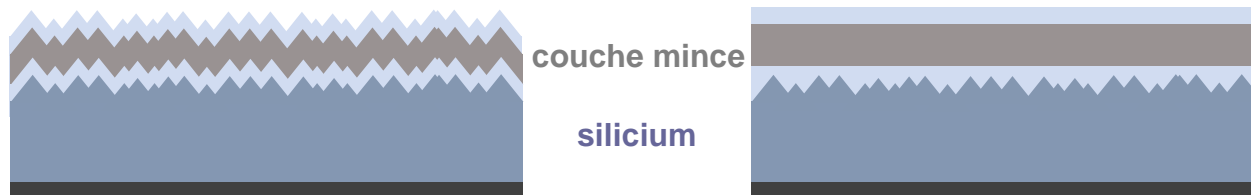
IOTA : atteindre des rendements de conversion >30%

Objectif : développer de nouvelles solutions pour des cellules solaires tandem en couche mince / silicium, avec des procédés à faible coût et industrialisables.

- Construire de nouvelles architectures versatiles, ouvertes à l'ensemble des matériaux actuels et futurs
- Un prototype de cellule tandem à 2 terminaux >30% (TRL 4-5)

→ *Pour accélérer le transfert vers la filière industrielle française*

Cellule solaire tandem intégrée,
obtenue par dépôt direct ou collage



IOTA : un projet structurant la communauté PV française

16 partenaires, dont 8 laboratoires « porteurs »

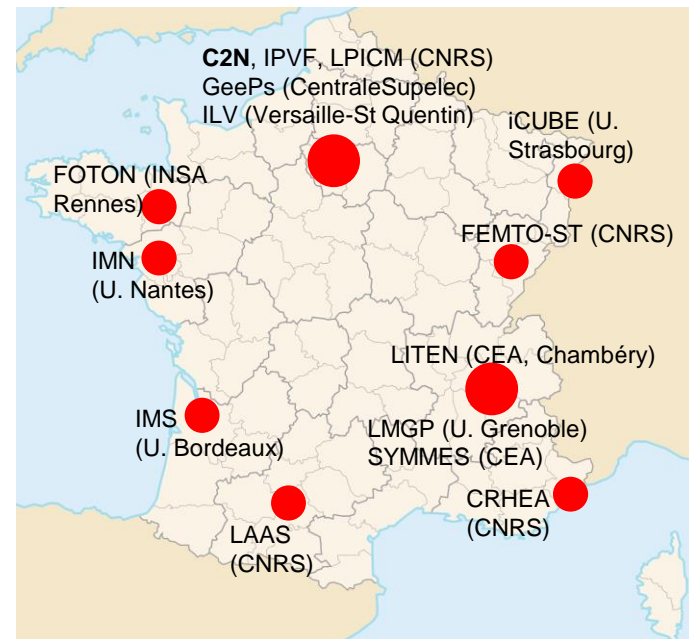
Des compétences et savoir-faire complémentaires, offrant une grande variété de matériaux et de technologies.

Environ 40 chercheurs, 15 doctorants et postdoctorants

**Etablissement porteur et responsable du projet:
CNRS (C2N), Stéphane Collin**

Durée du projet: 60 mois

Coût complet / aide totale demandée : 7 303 536,32 € / 5 761 440,73 €



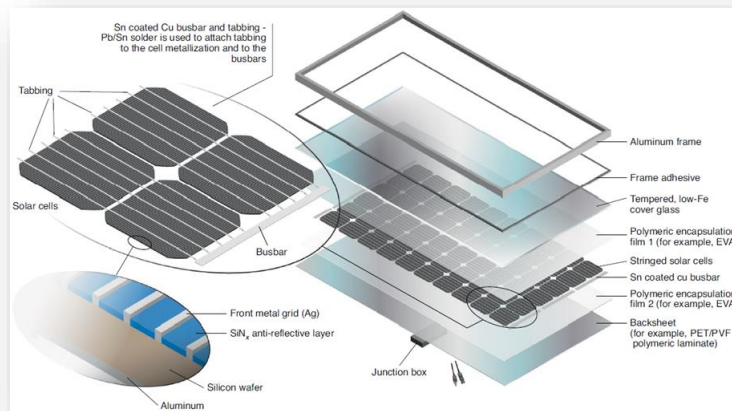
Axe « PV-Tec »

Projet ciblé SMART4MODULE

Blocs de construction plus intelligents et éco-innovants
pour des modules photovoltaïques avancés

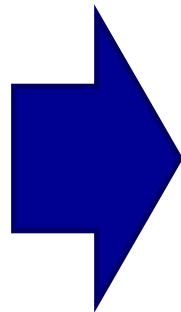
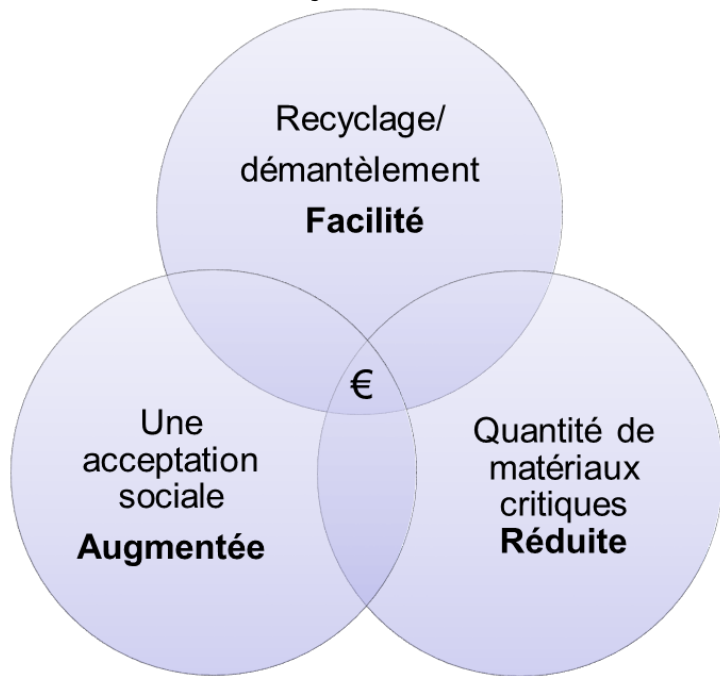
Contexte, forces, défis

- Le module est le composant de base, avec un rendement de 20 % et une durée de vie > 20 ans: il remplit ses missions de base
- Nos industries en France sont surtout positionnées sur la fabrication de modules. La recherche est insuffisamment mobilisée et structurée dans ce domaine.
- Les modules ont encore peu évolué et ont un gisement d'innovation très important.



intelligents dans une démarche d'éco-innovation

Objectifs



Résultats impactants en sortie de projet

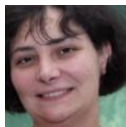
Technologie
d'encapsulation &
Démarche d'éco-
innovation

Transparence &
Esthétisme des
solutions PV

Eco Design
Conception &
Technologie
d'interconnexion

(Smarter and Eco Innovation building blocks for advanced PV Module)

- **Etablissement porteur et responsable du projet: CEA, Aude Der**
Co-coordination: Corinne Alonso, Frédéric Sauvage, Lionel Hirsch



- **Durée du projet: 60 mois**
- **Coût complet / aide totale demandée: 5 469 102,86 € / 3 390 000,00 €**
10 thèses, 120 chercheurs.mois
- **Un projet fédérateur sur l'ensemble de la chaîne de la valeur, 17 partenaires:**
CEA (LITEN), CNRS (LAAS), Univ. Bordeaux (IMS), Univ. Picardie (LRCS), CNRS/HESAM Univ (PIMM),
ARMINES – MINES Paris (CEMEF), Univ. PSL (LCPO, ESPCI), CNRS (LPICM, IPVF, XLIM), Sorbonne Univ.
(LCMCP), Univ. Grenoble-Alpes (LMGP), Univ. Aix-Marseille (IM2NP, CINAM), Univ. Toulouse III (LAPLACE),
Univ. Nantes (CEISAM)

Table ronde sur les questions de sciences humaines et sociales

- Animation :

Anne Dalmasso

Vice-présidente « Recherche en sciences humaines et sociales » (UGA)

- Intervenants :

Thomas Reverdy (Grenoble INP - UGA), **Patrick Criqui** (CNRS),

Xavier Arnauld de Sartre (UPPA), **Claire Le Renard** (EDF – R&D)

Sylvie Retailleau

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche



**PREMIÈRE
MINISTRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Secrétariat général pour l'investissement



Retrouvez toutes nos actualités



PEPR «Technologies Avancées des Systèmes Energétiques » - TASE

