

BOOK MSNA-TASE ExTASE

ÉDITION 2024/2025



EXCELLENCE EN RECHERCHE ET INNOVATION
TECHNOLOGIES AVANCÉES
DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES



SOMMAIRE

ÉDITO	4	VOIR LA RETOMBÉE APPLICATIVE IMMÉDIATE DE NOTRE TRAVAIL Interview de Arnaud Videt	20
LE MARCHÉ ET SA SITUATION	6	LA RELATION AVEC L'ENTREPRISE PEUT VOUS RENFORCER DANS VOS CHOIX Interview de Franck Schoefs	22
LES APPORTS ATTENDUS DE L'INNOVATION	9	SE LANCER DANS L'ENTREPRENEURIAT AVANT LA FIN DE CARRIÈRE Interview de Luc Federzoni	24
PANORAMA DES BREVETS	11	METTRE À DISPOSITION LES MAILLONS MANQUANTS AUX INDUSTRIELS Interview de Grégory Guyot	26
CHIFFRES CLEFS	14	LA SATISFACTION DE VOIR L'IMPACT SOCIÉTAL DE SES TRAVAUX Interview de Vincent Debusschere	28
ÊTRE LES MEILLEURS À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE Interview Philippe Azaïs	16		
AVOIR LE RÉFLEXE DE L'INNOVATION DERRIÈRE CHAQUE DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE Interview de Fabien Delafalize	18		

**UN TRANSFERT
DE TECHNOLOGIE
EST UN ABOUTISSEMENT**

Interview de Farid Nour

..... 30

**COMBINER TRAVAIL
ACADÉMIQUE
ET VALORISATION
INDUSTRIELLE**

Interview de Stéphane Gibout

..... 32

**À UN MOMENT, PUBLIER
N'EST PLUS SUFFISANT**

Interview de Stéphane Grien

..... 34

**LA SNA TASE
A ÉTÉ D'UN BÉNÉFICE
TRÈS CONCRET**

Interview de Jean-Baptiste Beyssac

..... 36

**SAVOIR PARLER
AU MONDE EXTÉRIEUR
DES LABORATOIRES**

Interview de Emeric Eyraud

..... 38

**BESOIN DE CONTRADICTEURS
ET DES LABORATOIRES
POUR CONTINUER À INNOVER**

Interview de Jérémy Dulout

..... 40

**L'EXEMPLARITÉ
DES SUCCESS STORIES**

Interview de Nicolas Penet

..... 42

**AIDER LES ENTREPRENEURS
À TRAVERSER LA VALLÉE
DE LA MORT**

Interview de Germain Gouranton

..... 44

**CONFRONTER LES IDÉES
DES CHERCHEURS
À LA RÉALITÉ**

Interview de Nicolas Fléchon

..... 46

**RESTER OUVERTS
À L'INNOVATION EXTERNE**

Interview de Ludovic Lamberti

..... 48

**PREMIER ATOUT :
L'EXCELLENT NIVEAU
DE NOTRE RECHERCHE**

Interview de Sylvain Brémond

..... 50

**INTÉGRER DES DYNAMIQUES
DE FILIÈRES**

Interview de Catherine Pommier
& Amel Abbassi Guendouz

..... 52

**DÉVELOPPER
DES MÉTHODOLOGIES
POUR LES TRANSFÉRER**

Interview de Régis Le Drézen

..... 54

**TRANSFÉRER
DES MÉTHODOLOGIES
DANS LES STANDARDS
DE CERTIFICATION**

Interview de Jean-François Filipot

..... 56

**LES PARTENAIRES
DES CONSORTIA**

..... 58

**COMMENT CADIDATER
AU DISPOSITIF**

..... 59



VERS UN AVENIR ÉNERGÉTIQUE DURABLE



En contribuant aux défis liés au changement climatique et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, les Technologies Avancées pour les Systèmes Énergétiques (TASE) jouent un rôle crucial dans les transitions vers un avenir énergétique durable. Cette transformation nécessite des investissements conséquents de la recherche et développement au transfert, ainsi que dans le déploiement des infrastructures nécessaires à l'innovation.

Conscient de ces enjeux, l'État a initié de nombreuses actions, dont un volet spécifique de France 2030, doté d'une enveloppe de neuf milliards d'euros. Ce choix est stratégique : la France se positionne en effet à la pointe de la recherche et de l'innovation. Au fil de la lecture de ce livre blanc, les témoignages inédits et particulièrement éclairants des principaux acteurs de la filière – institutionnels, financeurs, industriels, start-ups et bien sûr chercheurs – démontrent bien que le photovoltaïque, l'éolien flottant et les réseaux énergétiques sont des filières essentielles pour décarboner notre avenir énergétique.

Les développer, c'est ainsi renforcer et consolider la position de leader de la France dans ces technologies d'avenir.

C'est précisément dans cette perspective qu'ont été conçus et lancés les consortia MSNA-TASE et ExTASE sur les phases de pré-maturation et de maturation des résultats de recherche. Relais des « Programmes et Équipements Prioritaires de Recherche (PEPR) » (TRL 1-4), dispositifs structurants de soutien à la recherche dédiés à l'énergie solaire photovoltaïque, à l'éolien flottant et à l'émergence de réseaux d'énergie flexibles et résilients, le programme de maturation – pré-maturation offre un financement et un accompagnement exceptionnels pour l'innovation issue des universités et organismes de recherche nationaux afin d'accélérer le transfert vers les entreprises. Le PEPR et le programme maturation – pré-maturation sont des initiatives complémentaires de soutien à l'innovation sur des enjeux prioritaires pour l'économie française, portées par France 2030. Les consortia MSNA-TASE et ExTASE rassemblent ainsi 23 acteurs de la



recherche publique et de l'innovation dont les structures de transfert de technologies couvrent l'ensemble du territoire français. Les coordinations respectives sont assurées, pour ExTASE, par l'Université Grenoble Alpes (pré-maturation) et la SATT Linksiium (maturation) et, pour MSNA-TASE, les SATT Toulouse Tech Transfer (pré-maturation) et AxLR (maturation).

Cette concentration remarquable de moyens, rendue possible grâce au soutien de l'État (France 2030), vise à répondre aux priorités de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE dédiée aux énergies renouvelables et, par conséquent, aux ambitions françaises et européennes en la matière. Le livre blanc TASE accorde une place importante aux entretiens avec des acteurs de la filière, expliquant les enjeux majeurs et réalisant un état des lieux des forces, des avancées et des défis qui nous attendent. Une véritable mobilisation nationale est d'ores et déjà en marche autour de ce sujet crucial pour l'avenir du monde et la place que la France y occupera.

Que vous soyez chercheurs, entrepreneurs, entreprises, financeurs ou institutionnels, c'est aujourd'hui que se décide notre avenir, et il est essentiel d'unir nos forces autour de ce projet. Ce programme représente une formidable opportunité pour cette mobilisation, et ses partenaires sont engagés à vous soutenir dans cette démarche.

Bonne lecture.

Gaëlle Calvary,
Coordinatrice UGA du programme
Maturation - Pré-maturation

Patrick Cazeneuve,
Président de TTT

François Hede,
Président de Linksiium

Philippe Nerin,
Président d'AxLR



LE MARCHÉ ET SA SITUATION

L'énergie solaire photovoltaïque, l'éolien flottant et les réseaux énergétiques constituent trois secteurs particulièrement dynamiques et aux forts enjeux pour l'Hexagone. Etat des lieux.



Photovoltaïque : une Europe en deuxième position pour la production

En 2022, la capacité mondiale de production d'énergie solaire photovoltaïque s'élevait à 1 185 GW. Le secteur jouit d'une dynamique forte puisque cette même année, 240 GW, soit 20% du total, ont été mis en service. Du point de vue géographique, la Chine représentait 414,5 GW de la capacité cumulée, soit 35% et le double de sa dauphine, l'Union Européenne, avec 209,3 GW (18%)... alors que cette dernière dominait le classement avant 2015. Les USA étaient en troisième position avec 142 GW (12%) et le Japon quatrième avec 85 GW (7%). En 2024, la France dispose d'une capacité d'environ 10 GW.



Eolien flottant : la France a le vent en poupe

L'éolien flottant constitue l'énergie marine renouvelable au potentiel le plus important à l'échelle mondiale. Forte du huitième potentiel technique exploitable au monde et du deuxième en Europe, la France est très bien placée, avec des zones d'implantation favorables principalement au large de la Bretagne et en Méditerranée. L'ADEME l'estime ainsi à 140 GW.

Le décret relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) publié le 23 avril 2020 prévoit la mise en service dans le pays de 2,4 GW d'éolien en mer en 2023, et entre 5,2 et 6,2 GW en 2028. Début 2024, l'Etat a lancé la consultation pour choisir les deux opérateurs qui installeront et exploiteront les deux fermes éoliennes flottantes commerciales prévues dans le golfe du Lion. D'une puissance installée de 250 MW chacune, elles devraient entrer en service en 2031. Réponse attendue cet automne.

Au niveau européen, l'installation d'éoliennes offshore devrait s'accélérer dans les prochaines années, à un rythme qui atteindrait le même niveau que l'éolien terrestre en 2030.

Réseaux électriques : un marché Smart Grid en surtension

Un réseau électrique intelligent – ou Smart Grid – utilise des technologies numériques, capteurs et logiciels pour surveiller et gérer le transport et la distribution de l'électricité provenant de toutes les sources de production afin de répondre aux demandes des utilisateurs finaux. Il coordonne leurs besoins avec les capacités des producteurs, opérateurs et acteurs du marché pour exploiter le système de façon optimale, en minimisant les coûts et impacts environnementaux tout en maximisant la fiabilité, la résilience, la flexibilité et la stabilité du système.

En 2023, le marché mondial des technologies Smart Grids représentait 40 à 50 milliards de dollars. Il devrait atteindre entre 80 et 140 en 2028, soit un taux de croissance annuel de 15 à 20%. Il est segmenté entre les solutions pour les réseaux de transport – haute et très-haute tension – et de distribution – basse et moyenne tension –, ce dernier représentant 75% des investissements en infrastructure numérique pour les réseaux électriques.

Sources

Snapshot of Global PV Markets 2023, Report IEA-PVPS T1-44, 2023.
Les chiffres essentiels du photovoltaïque 2024, Eco Infos Energies renouvelables.
www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids, janvier 2024, traduction Erdyn

LES APPORTS ATTENDUS DE L'INNOVATION

Alors que la demande en énergies, y compris alternatives, n'a jamais été aussi forte, les chercheurs ont rarement eu une responsabilité sociale aussi élevée. Revue d'effectifs.



Photovoltaïque : optimiser les petites cellules

Cette filière connaît deux grandes transitions avec un dénominateur commun : la réduction des coûts.

La première concerne la massification de la production de panneaux solaires, via la création de gigafactories soutenues par des subventions publiques, comme les projets de Carbon, Holosollis et Voltec Solar en France. Leur but : réduire les coûts pour concurrencer en particulier la Chine.

La deuxième réside dans le changement de génération de cellules pour les rendre plus efficaces. C'est à ce niveau que la recherche et l'innovation sont déterminantes pour remplacer la technologie PERC - Passivated Emitter and Rear Cell - dominante, à base de silicium. Parmi les pistes, la technologie TOPCon - tunnel oxide

passivated contact - tient la corde, les industriels allemands estimant qu'elle occupera plus de 50% du marché mondial en 2030. Ces cellules en silicium monocristallin sont en effet dotées d'une couche de passivation dont les propriétés permettent d'augmenter leur performance de 24%. Une prouesse que dépasse la technologie HJT - pour « hétérojonction » - mais qui a l'inconvénient d'exiger de repenser les chaînes de production et génère donc un surcoût... que pourrait réduire la recherche. D'autres sont également en cours de développement, comme IBC - Interdigitated Back Contact - où les contacts sont placés uniquement à l'arrière des panneaux, ou encore les cellules tandem pérovskite sur silicium aux rendements prometteurs.

Eolien flottant : une rupture technologique en cours de maturation

Contrairement à ses équivalents terrestres et en mer posé, l'éolien flottant représente une rupture technologique marquée. Il permet en effet d'exploiter l'énergie cinétique du vent dans des zones profondes où l'installation d'éoliennes posées sur le fond marin n'est pas réalisable. L'éolienne est fixée sur une structure flottante maintenue par les lignes d'ancrage reliées au fond afin de limiter les mouvements. Cette technologie nouvelle, issue de l'industrie pétrolière, permet une installation à des profondeurs allant de 50 à plusieurs centaines de mètres et le captage des vents du large, plus forts et réguliers. Néanmoins, elle est encore en cours de maturation avant de passer à un stade commercial compétitif. La recherche a donc un rôle primordial à jouer pour l'aider à surmonter quatre grands défis : accroître sa compétitivité et sa viabilité en réduisant ses coûts de fabrication et en améliorant l'efficacité des systèmes, élargir ses possibilités de localisation en la rendant viable dans un plus grand nombre de sites, réduire son impact environnemental et améliorer son acceptabilité via la prise en compte des préoccupations et activités locales, et enfin résoudre les défis techniques tout en facilitant son intégration dans les réseaux électriques existants.



Réseaux électriques : s'adapter aux courants alternatifs

Les réseaux électriques intelligents connaissent deux grandes évolutions. La première réside dans l'évolution constante des habitudes de consommation d'électricité, alimentée par la demande croissante liée à des appareils tels que la climatisation, les équipements électroniques et, plus récemment, les véhicules électriques. La seconde concerne la production d'électricité, compliquée par la prévision de multiplication des installations exploitant des sources d'énergie renouvelable, les réseaux publics actuels n'étant adaptés ni à de tels usages, ni à une production intermittente. Renforcer les infrastructures ne suffit pas : il faut moderniser les outils et la gestion des réseaux.

L'innovation dans le domaine des smart grids doit par conséquent répondre à ces deux problématiques. Il s'agit d'améliorer l'efficacité et la fiabilité des réseaux pour combler les besoins énergétiques croissants tout en intégrant efficacement les systèmes de production et de stockage d'énergie décentralisés, qui englobent notamment les énergies renouvelables, le stockage par batteries et d'autres technologies émergentes comme l'hydrogène.

Et ce alors que l'émergence des micro-réseaux locaux et de l'autoconsommation complexifient le paysage... Autre défi de taille : l'émergence des « smart cities » et « smart buildings » renforce la nécessité d'intégrer les technologies intelligentes dans la gestion énergétique des infrastructures urbaines et des bâtiments.

Sources

ITRPV 2023
PV Module Index Report 2023
Strategic Research & Innovation Agenda 2025-2027, ETIP WIND,
novembre 2023

QUELS ENJEUX POUR LA FRANCE ET L'EUROPE ?

Dans les trois secteurs, la compétition internationale est particulièrement forte, la question de la souveraineté énergétique étant centrale pour les différents Etats.

Photovoltaïque : un combat loin d'être gagné

A l'échelle du continent, l'enjeu est majeur. Fin 2022, la Commission européenne a lancé l'Alliance de l'industrie solaire. Objectif : implanter une chaîne de valeur complète, des matières premières au recyclage, en vue d'atteindre une capacité de production de 30 GW d'ici 2025. Le défi est triple : recréer une industrie productive, établir les conditions réglementaires d'un marché et trouver des clients.

Et le moins que l'on puisse dire, c'est qu'il est loin d'être gagné ! La concurrence chinoise inonde en effet le marché européen de panneaux solaires à bas prix et détient 80% de la production mondiale d'énergie solaire ! Selon l'ESMC - European Solar Manufacturing Council -, si la capacité de production des modules photovoltaïques au niveau européen s'élève en théorie à 11 GW, seule la moitié est opérationnelle et 2 GW uniquement de ces modules ont été produits par des fabricants locaux en 2023, alors que les annonces de fermeture de sites de production s'enchaînent. La Commission européenne projette pourtant de produire 40 % des panneaux solaires installés sur le continent en 2030 et entend tripler sa capacité solaire à cet horizon, la faisant passer de 260 GW à 750 GW...

Éolien flottant : se protéger d'un vent venu d'Asie...

Dans ce domaine aussi, le principal enjeu réside dans la compétitivité des prix vis-à-vis des acteurs étrangers... en particulier chinois ! En septembre 2023, la Commission européenne a reconnu que « la situation requérait une action immédiate ». Elle a dévoilé le mois suivant un « paquet éolien » proposant de réformer la conception des appels d'offres pour mettre en avant, en dehors du prix seul, les entreprises respectant des hauts standards environnementaux et sociaux. L'enjeu du développement de l'éolien flottant est particulièrement important pour la France, son haut potentiel de production électrique se révélant central pour son indépendance énergétique.

Réseaux électriques : l'argent, nerf de la guerre

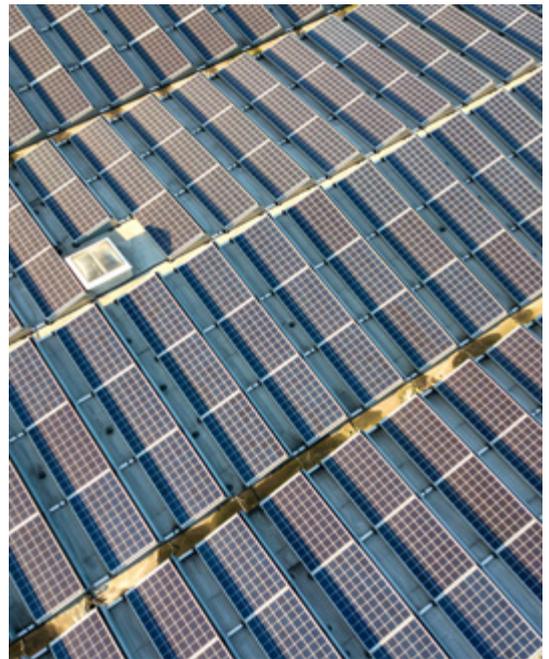
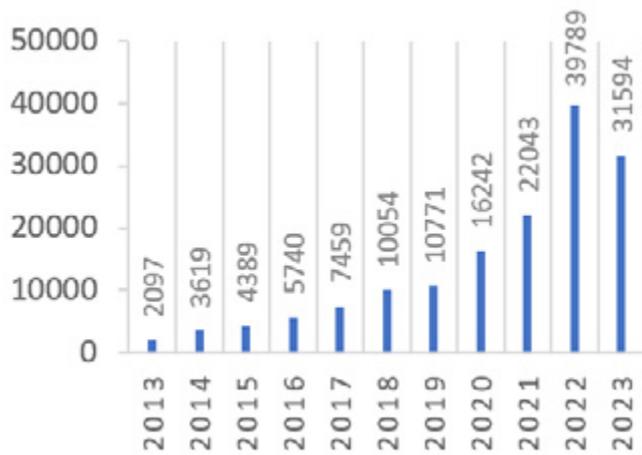
Le plan d'action de l'Union Européenne « Transition numérique du système énergétique », présenté en octobre 2022 par la Commission, prévoit 584 Md€ d'investissements dans les réseaux électriques d'ici 2030. Pour la France, il s'agit de conserver sa souveraineté et sa sécurité d'approvisionnement, tout en améliorant l'efficacité, notamment dans une optique de décarbonation. Ainsi, plusieurs des dix priorités de France 2030 ont un lien avec les Smart Grids : hydrogène vert et énergies renouvelables ; décarbonation de l'industrie ; véhicules électriques et hybrides.



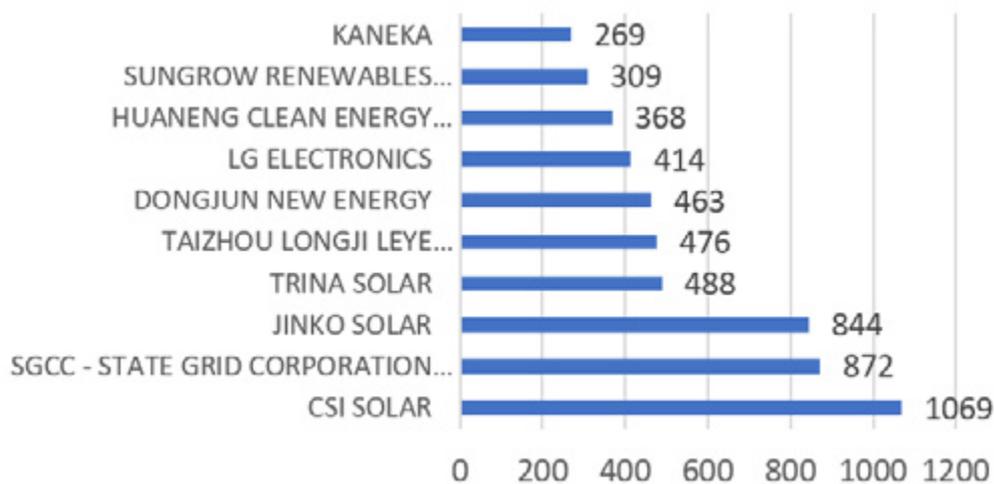
PANORAMA DES BREVETS

Photovoltaïque :

Dynamique des dépôts de demande de brevet sur les 10 dernières années.



Dépôts de demande de brevet par déposant sur les 10 dernières années



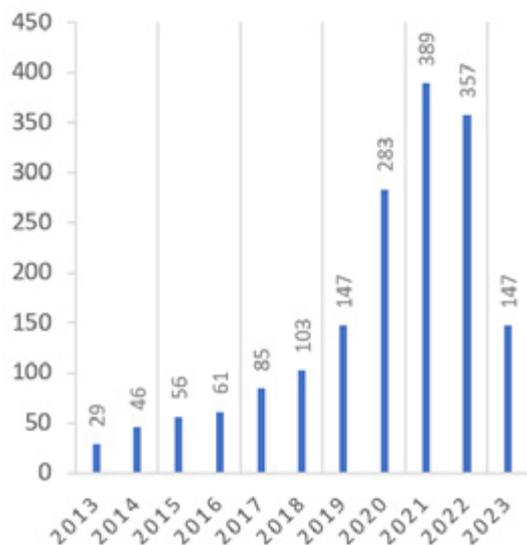
Source

étude Sayens-Erdyn, avril 2024

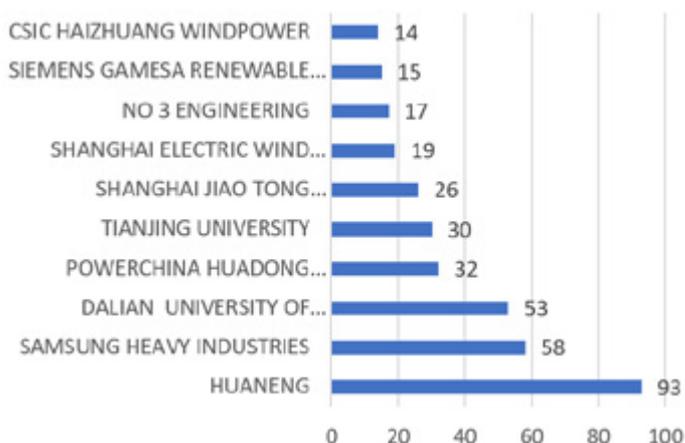


Eolien flottant :

Dynamique des dépôts de demande de brevet sur les 10 dernières années.



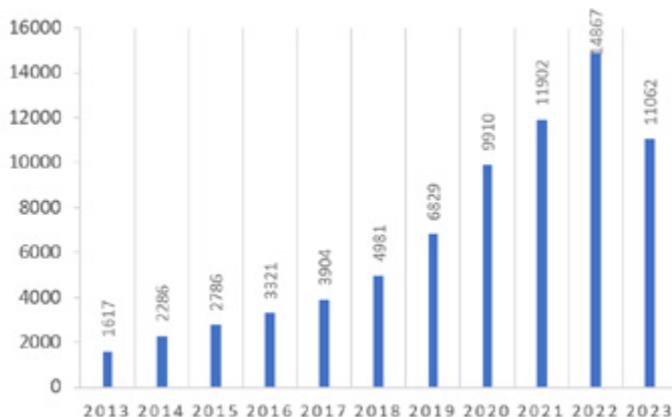
Dépôts de demande de brevet par déposant sur les 10 dernières années



Réseaux électriques

Classement des déposants sur les cinq dernières années

Nom de l'entreprise	Nombre de familles de brevets
STATE GRID CORPORATION OF CHINA (Chine, Energie - transport et distribution)	14 840
CHINA SOUTHERN POWER GRID (Chine, Energie - transport et distribution)	4 676
CHINA GENERAL NUCLEAR POWER GROUP (Chine, Energie - production)	292
XJ GROUP (Chine, Energie - équipements)	277
KOREA ELECTRIC POWER (Corée, Energie - production, transport et distribution)	268
XI'AN Thermal Power Research Institute (Chine, Energie - production)	196
HONDA MOTOR (Japon, Automobile)	161
TOYOTA MOTOR (Japon, Automobile)	154
NR ELECTRIC (Chine, Energie - équipements)	145
HYUNDAI MOTOR (Corée, Automobile)	138



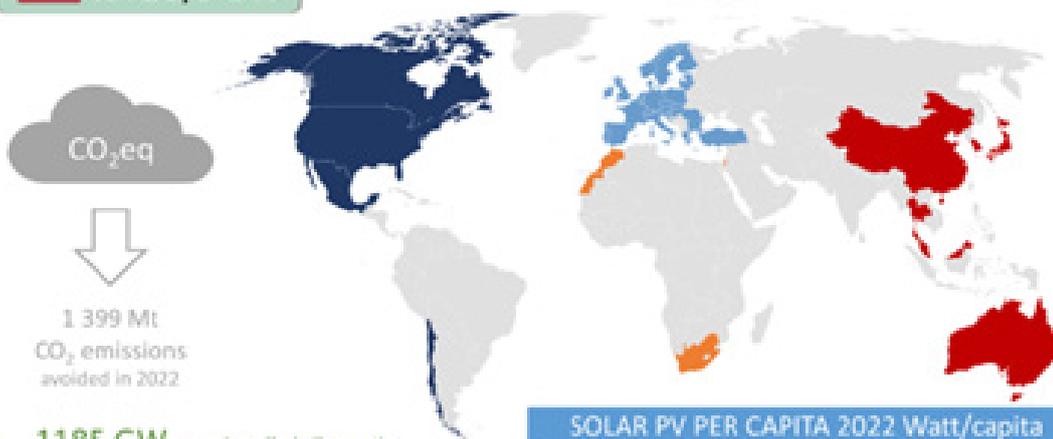
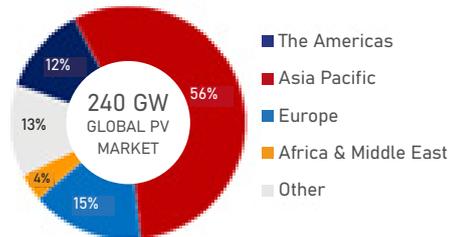
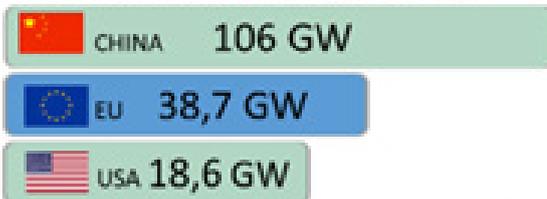
Dynamique des dépôts de demande de brevets sur les 10 dernières années.

LES CHIFFRES-CLÉS

Photovoltaïque

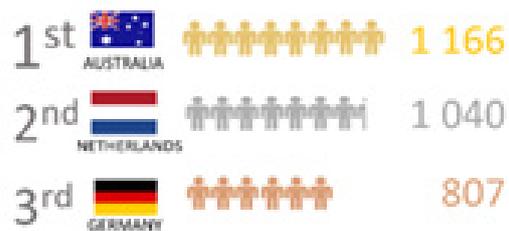
A Snapshot of Global PV Markets

TOP PV MARKETS 2022

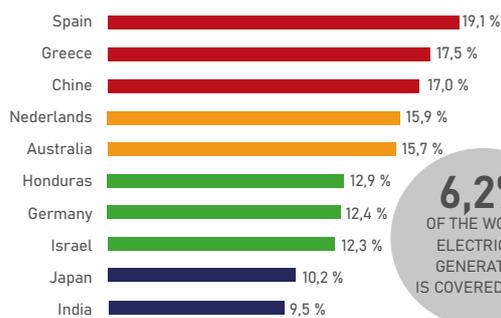


- # 1185 GW were installed all over the world by the end of 2022
- # China is the world's #1 PV market
- # 23 countries installed at least 1 GW of PV in 2022
- # 16 countries have installed at least 10GW of cumulative capacity at the end of 2022

SOLAR PV PER CAPITA 2022 Watt/capita

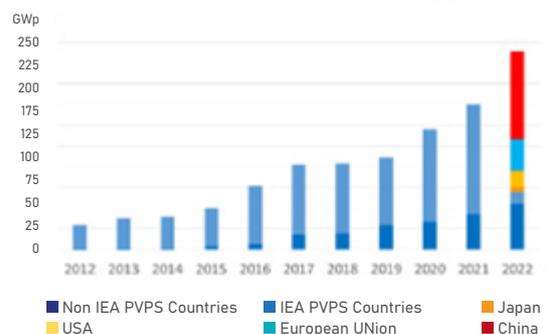


COUNTRIES WITH HIGHEST PENETRATION



6,2% OF THE WORD'S ELECTRICITY GENERATION IS COVERED BY PV

EVOLUTION OF ANNUAL PV INSTALLATIONS

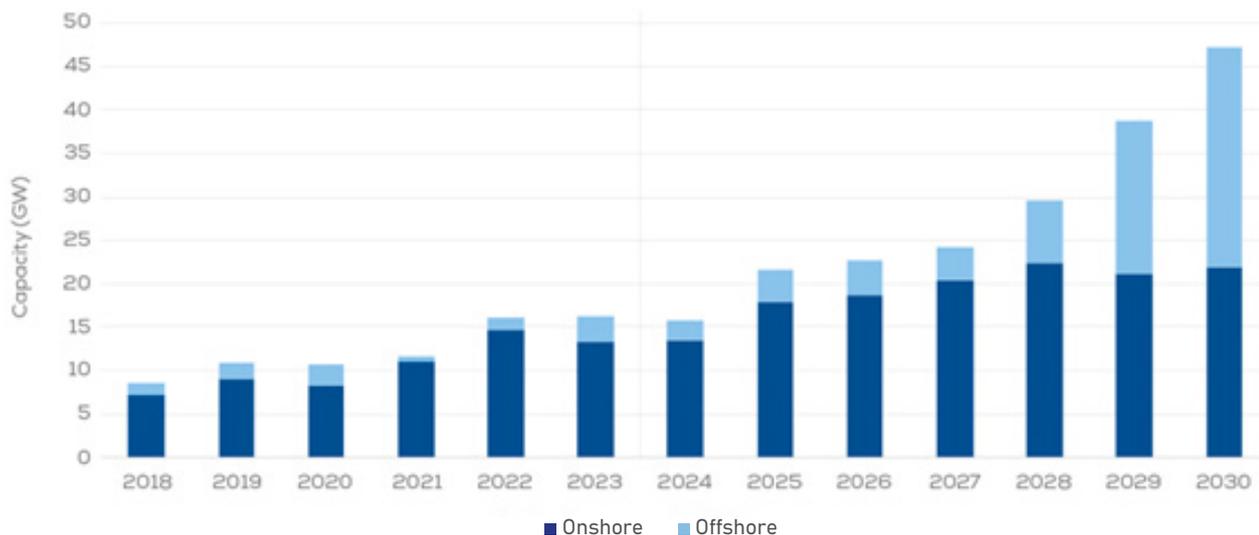


Source

étude Sayens-Erdyn, avril 2024

Éolien

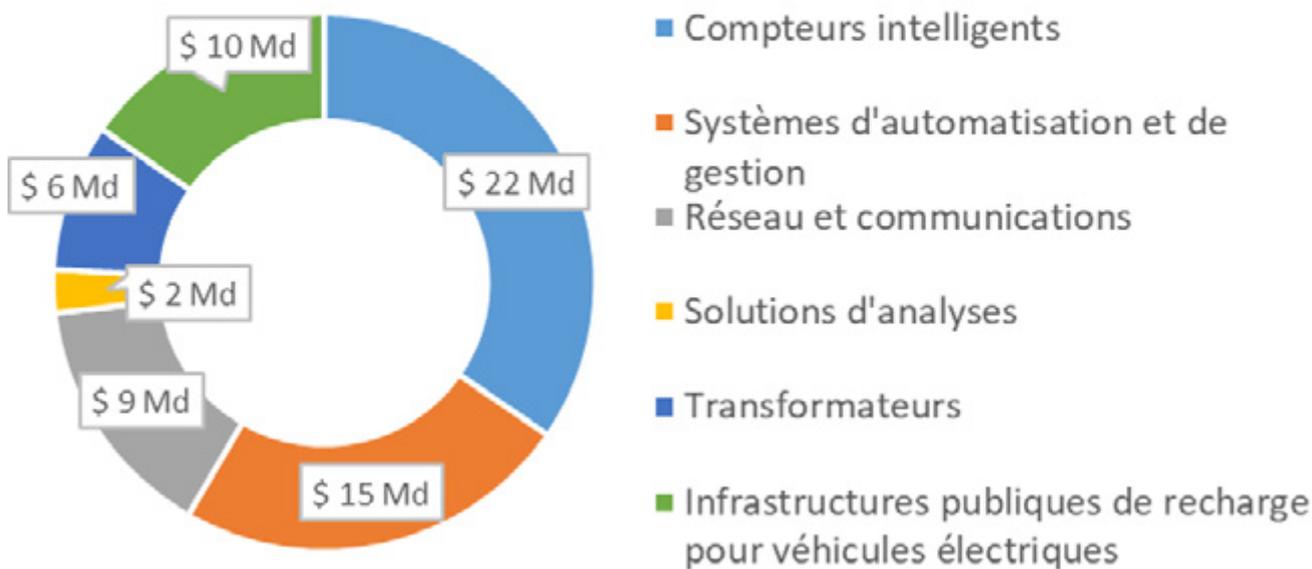
FIGURE B. 2024-30 annual onshore and offshore wind power installations in the EU - WindEurope's Outlook



Source: WindEurope

Réseaux électriques

Répartition des investissements en infrastructure numérique pour les réseaux électriques ; 2022 ; monde (\$63 Md)



ÊTRE LES MEILLEURS À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE

Philippe Azaïs est Directeur du programme PEPR TASE, CEA, Direction des Énergies et Direction des Programmes



Nous réfléchissons en termes d'émissions de CO₂, et en regard de ce que l'on appelle les 9 limites planétaires, soucieux des impacts des projets en eaux, ressources, disponibilités de matières, acidification, etc.

Nous examinons le champ des possibles avec une projection orientée vers la neutralité carbone ou « net-zero » 2050.

Au regard de cette ambition, quel est le niveau de la recherche française vis-à-vis de la concurrence internationale ?

Quels sont les champs de recherche concernés par le PEPR TASE ?

Les technologies avancées des systèmes énergétiques (TASE) dessinent un domaine très vaste : nous retrouvons les énergies renouvelables intermittentes, comme l'éolien flottant, le photovoltaïque à haut rendement et impact environnemental réduit, mais également toute la partie réseau : réseau de chaleur, réseau électricité, réseau de gaz...

Nous avons déterminé un programme particulièrement ambitieux sur la partie réseaux électriques parce que l'électrification des usages va obligatoirement conduire au développement de nouveaux types de réseaux, plus résilients face aux chocs climatiques et météorologiques et capables d'intégrer plus d'énergies renouvelables intermittentes.

Ces axes de travail comprennent deux actions essentielles d'intégration. Il s'agit, d'une part de l'intégration sociale et de l'appropriation sociétale des énergies renouvelables, véritable enjeu des réseaux, qu'exprime la notion de "consomm'acteur", une notion en pleine expansion. Et, d'autre part, de l'évaluation des systèmes sur les plans économiques et de leur impact environnemental.

En premier lieu, le PEPR TASE a recherché les meilleures équipes dans nos laboratoires académiques. Le PEPR TASE ne finance pas des travaux qui existent déjà à l'échelle européenne ou mondiale. Le PEPR TASE n'est pas un plan de rattrapage, c'est un plan d'excellence.

Nous devons être capables d'être les meilleurs à l'échelle internationale et d'accélérer sur nos thématiques. La France doit pouvoir être au centre du jeu sur nos choix, et être capable de proposer des innovations à la filière aval, notamment avec des projets de pré-maturation et maturation, des projets portés par l'ADEME pour la transition écologique et énergétique, et des projets potentiels de démonstration, au stade de la pré-industrialisation à grande échelle.

On essaie de soutenir l'excellence dans les laboratoires avec des plans de coordination entre différentes équipes, autour de projets ambitieux qui répondent à l'enjeu et l'envie d'aller vers la décarbonation.

Nous parlons bien d'innovations et pas uniquement de projets de recherche, puisque l'on va solliciter la filière aval en proposant des nouveautés pertinentes et plus performantes que ce qui existe aujourd'hui à l'échelle internationale.



Comment opère la Direction du programme dans le cadre du PEPR TASE ?

Le rôle de la direction du programme est d'identifier des équipes, en s'aidant des compétences qui sont sur le terrain comme les membres du consortium, les directeurs de laboratoires...

À l'échelle française, environ 140 laboratoires convergent sur les différentes thématiques proposées dans le cadrage initial de l'État. Ces thématiques constituent un véritable enjeu stratégique pour l'Europe et nous rassemblons des équipes à même de se coordonner, travailler ensemble via des projets ciblés ou via des appels à projets ou manifestations d'intérêt.

Après le passage au crible d'une évaluation internationale, un corpus de 15 projets de R&D a finalement été sélectionné et financé. Tous ces projets sont désormais lancés.

Tout notre travail consiste à coordonner tous ces interlocuteurs et animer ces projets entre eux grâce à un projet de gouvernance.

Comment favorisez-vous les transferts de technologies ?

L'investissement opéré par l'État est orienté en direction des académiques, il s'agit véritablement de soutenir la recherche amont. Pour faire des choix pertinents, un groupement d'acteurs socio-économiques, auprès duquel nous avons retenu un certain nombre d'acteurs représentatifs des différentes filières, nous aide à identifier l'intérêt de nos actions. Ce consortium consultatif permet de vérifier que ce que nous nous apprêtons à développer a du sens.

On notera que sur 2 projets, dès le départ, deux industriels ont souhaité participer à leurs propres frais avec des consortia déjà formés. Les industriels

fournissent beaucoup de données, qui font souvent défaut dans les labos, et les différents labos apportent leurs compétences en recherche et innovation. C'est un échange de bons procédés.

Quelles collaborations sont particulièrement souhaitées dans le cadre du PEPR ?

Deux pans de la recherche sont concernés par les différents projets du PEPR. Le versant très technologique, qui reçoit un important support sur la partie photovoltaïque et sur la partie réseaux. Domaines très appliqués, dont les chercheurs travaillent déjà historiquement avec l'industrie. Ils ont cette appétence à comprendre les enjeux et les discussions avec l'industrie, ce qui fait que la mise en perspective est assez facile.

Sur les données plutôt Sciences Humaines et Sociales (SHS), c'est moins le cas, on le sait, mais il y a un réel effort pour que les deux communautés, sciences « dures » et SHS, se rencontrent. Elles n'ont pas l'habitude de travailler ensemble, et en même temps il existe une véritable émulation à travailler en commun et à essayer de se comprendre.

Pour l'éolien flottant, une demande très spécifique de la part de l'État appelle à le considérer du point de vue d'une appropriation sociétale de cette énergie, donc sous un angle SHS, pas uniquement sur un champ purement technique.

AVOIR LE RÉFLEXE DE L'INNOVATION DERRIÈRE CHAQUE DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE

Fabien Delafalize est Coordinateur de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE (Technologies Avancées pour les Systèmes Énergétiques)



Dans ce cadre, le PEPR TASE est le 1^{er} dispositif de soutien à la R&D visant à développer les futures technologies portées par la stratégie. Les résultats de ce PEPR permettront en outre d'être valorisés et transférés pour monter en TRL (Technology readiness level) dans des consortiums de valorisation lauréats de l'appel à projet maturation / pré-maturation. Pour la Stratégie TASE, nous avons l'opportunité de nous appuyer sur 2 consortiums lauréats ExTASE et MSNA-TASE.

Quels sont les atouts les plus significatifs des laboratoires et de l'écosystème français de la recherche ?

Dans le cadre de la stratégie TASE, nous disposons de plusieurs atouts notamment :

- L'Excellence académique et scientifique. La France abrite des institutions académiques et de recherche de renommée mondiale comme le CNRS et le CEA, les 2 pilotes du PEPR TASE qui disposent d'infrastructure de recherche de pointe et d'un savoir-faire dans les 3 domaines portés par la stratégie depuis longtemps. Notre excellence académique et scientifique est un atout indéniable sur lequel nous pouvons nous appuyer pour créer de nouveaux concepts ou de nouvelles technologies.
- Une forte capacité d'innovation. Notre capacité à valoriser les travaux de recherche issus de nos laboratoires et à les faire murer est un point fort sur lequel nous pouvons capitaliser : nos étudiants et d'une manière générale l'ensemble des parties prenantes sont de plus en plus formés à l'innovation et à l'entrepreneuriat, ce qui renforce les liens entre nos laboratoires et l'entrepreneuriat et facilitent leurs cheminements dans les structures de soutien comme par exemple les Pôles Universitaires d'Innovation, les SATT ou les pôles de compétitivités. Nous disposons d'un environnement favorable à l'innovation, permettent à la France de jouer un rôle de premier plan dans le paysage global de la recherche et de l'innovation.

Quels sont les principaux axes technologiques explorés par le PEPR (Programmes et Equipements Prioritaires de Recherche) TASE ?

Il faut distinguer le PEPR TASE et MSNA-TASE | ExTASE consortium lauréat du dispositif de l'appel à projet maturation / pré-maturation.

La stratégie d'accélération TASE, lancée par le gouvernement en 2021, vise à favoriser le développement d'une industrie française des nouvelles technologies de l'énergie sur 3 secteurs prioritaires : le photovoltaïque, l'éolien flottant, et les réseaux énergétiques. Ces 3 secteurs, n'ont pas été choisis au hasard, ils possèdent notamment une capacité à devenir des relais robustes de transformation de notre économie et société : ils bénéficient (i) d'un fort potentiel d'avancée technologique, en capitalisant notamment sur l'excellence de notre recherche ; (ii) d'un fort potentiel de croissance économique et ainsi de relais d'emplois. La stratégie TASE accompagne le développement de ces technologies sur tout le continuum de développement. Nous avons mis en place des dispositifs soutenant la recherche, l'innovation, les démonstrateurs jusqu'à l'industrialisation et le déploiement technologique.



Quelles sont les perspectives actuelles ?

Le PEPR TASE est récent, il a été lancé en mai 2023, néanmoins, ce PEPR connaît un vrai succès : tous les projets ont été conventionnés et sont lancés, les travaux sont actuellement en cours. Les résultats permettront en outre d'être valorisés et transférés pour monter en TRL notamment dans des consortiums de valorisation, notamment MSNA-TASE et ExTASE en ce qui concerne la stratégie TASE.

On s'attend à ce que les travaux du PEPR TASE et des consortiums de valorisation ExTASE et MSNA-TASE puissent avoir un impact positif en faisant émerger de nouvelles connaissances et technologies. Ces découvertes pourront par exemple alimenter la didactique de nos universités permettant l'enrichissement des programmes de formation ou bien être exploitées par de nouvelles start-up. Ces start-up ou Universités pour se développer, pourront à leur tour bénéficier du soutien d'autres dispositifs lancés dans France 2030, je pense notamment aux dispositifs de soutien CMA (compétence et métiers d'avenir), ou de stimulation de l'Entrepreneuriat et de l'Économie. A plus long terme c'est donc toute la société française qui en tirera les bénéfices. Car les travaux actuels sur la recherche permettront de créer les hautes technologies sur le photovoltaïque de demain, de développer la résilience et la robustesse de nos réseaux électriques permettant d'y intégrer plus facilement les sources de production d'énergies renouvelables.

Ainsi les dispositifs lancés dans la stratégie TASE, en particulier son PEPR et les 2 consortiums de valorisation MSNA-TASE et ExTASE permettront de contribuer à l'ambition française en matière d'innovation : créer 100 licornes et 500 start-up deeptech par an d'ici 2030.

Quel message souhaiteriez-vous faire passer aux chercheurs ?

Les chercheurs sont au cœur de nos programmes de R&D. Par leurs découvertes, ils peuvent répondre aux attentes de la société pour accélérer la transition énergétique dont nous avons impérativement besoin pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Les chercheurs ont ainsi l'occasion d'avoir un impact à court et moyen termes sur l'environnement et sur l'économie. Dans cette optique France 2030 vise à accélérer l'utilisation des résultats de la recherche au profit de la société. Il s'agit aussi d'avoir le réflexe de l'innovation

derrière chaque découverte scientifique. Ce qui nécessite d'être en étroite collaboration avec les autres acteurs de la chaîne de développement de l'innovation. Nous attendons beaucoup de nos chercheurs !

En quoi consiste la mission de Coordinateur de la Stratégie Nationale d'Accélération ?

La stratégie nationale d'accélération est pilotée en interministériel par un coordinateur. Son rôle est essentiel pour assurer la cohérence et l'efficacité des politiques publiques d'investissement. Il pilote l'élaboration de la stratégie en proposant les orientations stratégiques du SGPI (Secrétariat Général pour l'Investissement), les priorités d'investissement et en s'assurant qu'elles sont alignées avec les objectifs gouvernementaux à long terme. Au quotidien, il assure la cohérence globale de l'action de l'État en étroite relation avec les 4 opérateurs (ANR, Caisse des dépôts et de consignation, l'ADEME et BPI France) de France 2030. Le coordinateur a une vision globale à 360° sur l'ensemble des technologies en cours de développement dans les domaines portés par la stratégie, il est donc capable d'être réactif pour saisir d'éventuelles opportunités. Il s'agit donc d'analyser et faire de la prospection régulière afin de proposer des éventuels ajustements stratégiques.

En résumé, le coordinateur de Stratégie Nationale d'Accélération joue un rôle clé dans la planification, la coordination, et l'optimisation des investissements publics, afin de maximiser leur impact sur le déploiement des énergies renouvelables en prenant en compte l'impact environnemental, le développement économique et social.

VOIR LA RETOMBÉE APPLICATIVE IMMÉDIATE DE NOTRE TRAVAIL

Arnaud Videt est enseignant-chercheur HDR, Université de Lille - L2EP Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance de Lille.

Pouvez-vous nous présenter l'activité de votre laboratoire ?

Notre laboratoire lillois, le L2EP (Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance) travaille dans le domaine du génie électrique au sens large, et se compose de 4 équipes de recherche : une équipe Réseaux (smart grids, convertisseurs dans les réseaux de transport, intégration des énergies renouvelables), une équipe Commande (commande des systèmes électriques, des actionneurs électromécaniques, gestion d'énergie dans les véhicules électrifiés par exemple), une équipe Outils et Méthodes Numériques (développement de codes de calcul pour la modélisation électromagnétique et la conception optimale de dispositifs électrotechniques tels que les moteurs électriques), et une équipe Electronique de Puissance, dont je fais partie, qui s'intéresse aux convertisseurs statiques d'énergie électrique. Ces convertisseurs sont essentiels pour la gestion des transferts de puissance, l'adaptation de niveaux de tension ou l'interfaçage entre les systèmes à courant continu et alternatif par exemple.

Le laboratoire est composé d'enseignants-chercheurs, plus des ingénieurs de recherche, ingénieurs d'études, personnels administratifs, et des doctorants et post-doctorants.



En quoi vos travaux préfigurent-ils les nouveaux systèmes énergétiques susceptibles de s'insérer dans la dynamique des consortia MSNA-TASE / ExtTASE ?

Dans l'équipe Électronique de Puissance du L2EP, on travaille notamment sur les méthodes de conception des convertisseurs qui gèrent l'énergie électrique. Les applications sont très diverses : dès lors qu'il y a une utilisation d'énergie électrique à partir de quelques watts jusqu'aux centaines de kilowatts et même au-delà, l'énergie transite par des convertisseurs électroniques de puissance qui font l'interface entre les sources et les charges. Les enjeux sont multiples, et on a notamment des travaux centrés sur l'amélioration de la compacité des systèmes, la réduction des pertes, la réduction de masse, très importantes pour les systèmes embarqués comme dans les véhicules électriques, l'aéronautique, l'électromobilité en général.

On a eu des contrats avec des industriels de différents secteurs dans l'embarqué. La compacité est importante et le rendement aussi, on veut éviter de perdre de l'énergie en la convertissant. L'électronique de puissance permet d'atteindre des



rendements élevés, on dépasse 98 %, voire 99 % dans certaines applications, mais pas toujours. Il est difficile d'allier à la fois des gains de rendement et des gains de compacité. L'idéal du convertisseur est qu'il ne prenne pas de place et que l'on n'ait pas de pertes, tout en respectant un certain nombre de contraintes portant par exemple sur la qualité de l'énergie ou les normes limitant la pollution électromagnétique. Ces technologies soulèvent également des enjeux en termes de fiabilité, parce qu'il faut par exemple gérer le fait que les cyclages thermiques altèrent la durée de vie des composants qui constituent les convertisseurs.

A travers les contrats que vous avez évoqués, avez-vous une expérience du transfert de technologie ?

Avec les industriels, on a régulièrement des contrats de type thèse de doctorat en contrat CIFRE. On a travaillé avec Schneider Electric, Thalès, Valéo, Safran, et on peut dire que c'est du transfert au sens où c'est du savoir-faire du laboratoire qui bénéficie à l'entreprise. Cela peut conduire au développement pour l'industriel de logiciels ou de briques technologiques, qu'il peut soit valoriser par un dépôt de brevet, soit conserver en interne pour la conception d'outils.

Personnellement, avant d'être maître de conférences, entre ma thèse et ma prise de fonction, j'ai travaillé pour Schneider Toshiba Inverter avec qui on a déposé un certain nombre de brevets, mais ce n'était pas dans le cadre du laboratoire.

Quelle expérience, quelles réflexions tirez-vous de ces collaborations avec le monde économique ?

C'est valorisant pour nos activités de laboratoire, parce qu'on voit l'intérêt et la retombée applicative immédiate de notre travail.

Cela nous permet aussi d'être au fait des besoins industriels en permanence, parce qu'il faut répondre à des défis, à des enjeux qui évoluent avec le temps et les technologies. On fait de la physique appliquée, donc nécessairement, avoir les retours des industriels sur leurs contraintes spécifiques en fonction des applications, ça nous permet d'être pertinents par rapport à nos thèmes de recherche et aux solutions qu'on est capable d'apporter.

En ce moment, avez-vous des projets de transfert qui peuvent intéresser MSNA-TASE ?

Oui, depuis deux ans, je suis sur une idée de commande de structure de convertisseur particulier qui m'a semblée pouvoir être brevetée parce qu'elle répond à des problématiques techniques importantes en électronique de puissance. J'ai contacté le Service Valorisation de l'Université qui m'a mis en relation avec la SATT Nord. Le projet est actuellement en phase de maturation, avec le recrutement d'un ingénieur pour 16 mois et un dépôt de brevet qui est la propriété de l'Université de Lille.

On cherche bien sûr des partenaires industriels qui pourront être intéressés par cette idée, à la base pensée pour une application de type recharge de véhicule électrique par un convertisseur faible volume et faibles pertes, mais qui peut aussi toucher d'autres applications.

Une difficulté que l'on a tous dans nos projets en phases de développement, est de pouvoir recruter des personnes compétentes pour venir sur une durée déterminée épauler nos activités de recherche. C'est compliqué car ces profils en électronique de puissance sont très demandés. On espère que ce support financier permettra d'attirer des talents, et peut-être de les garder un peu plus longtemps aussi, avec en plus un développement expérimental et donc du prototypage... tout cela coûte très cher.

Selon vous, qu'est-ce qui motive un chercheur à faire du transfert de technologie ?

Suite à mon vécu dans le milieu industriel, c'est pour moi une démarche assez naturelle d'avoir une idée qui, à partir du moment où elle peut être protégée, doit être valorisée par un dépôt de brevet. Il faut ensuite la faire vivre et la développer encore plus avant dans le cadre de nos activités de recherche et au travers de collaborations avec des partenaires industriels.

Et d'un point de vue sociétal, nos travaux contribuent au développement de systèmes de conversion compacts, robustes et efficaces, qui occupent une place de plus en plus importante dans divers secteurs et en particulier pour l'électrification des véhicules. Ces activités s'inscrivent donc pleinement dans le contexte de la transition énergétique.

LA RELATION AVEC L'ENTREPRISE PEUT VOUS RENFORCER DANS VOS CHOIX

Franck Schoefs est professeur des universités, Nantes Université et Directeur de l'Institut Universitaire Mer et Littoral



Notre capteur, son développement et le brevet qui en résultent à la suite d'un programme de maturation, s'inscrit dans ce suivi de contrôle de santé des ancrages et des ombilicaux.

Vos travaux se concentrent exclusivement sur des systèmes pour les éoliennes en mer ?

Principalement, oui. Nous pouvons aussi avoir de l'intérêt pour des plateformes diverses, par exemple d'aquaculture, ou d'autres pour l'exploitation gazière et pétrolière, ou encore pour l'amarrage des navires au large.

Quel serait le bénéfice, du succès de vos travaux ?

C'est quelque chose que l'on doit encore quantifier. À 20, 30, 50 mètres de profondeur nous allons avoir une information sur la quantité de concrétions marines, aussi appelée bio-colonisation, qui arrivent sur la structure et augmentent significativement le chargement hydrodynamique sur le câble d'ancrage ou sur l'ombilical. Amplifier ce chargement dynamique risque de détériorer ce câble. Toute la difficulté réside dans la dimension biologique, donc d'intensité variable, de ces concrétions.

Le bon suivi de ce genre de phénomène nécessite d'aller regarder ce qui se passe en plongeant tous les 3 à 6 mois. À 10 mètres de profondeur, c'est assez simple. Mais à plusieurs dizaines de mètres, il faut des moyens bien plus importants et ceci présente aussi des risques.

D'autre part, les câbles de ces éoliennes flottantes descendent potentiellement jusqu'à 100 mètres de profondeur et l'on retrouve des concrétions marines jusqu'à une cinquantaine de mètres.

Pourquoi vos travaux s'insèrent-ils dans la dynamique des consortia MSNA-TASE / ExTASE (Technologies avancées des systèmes énergétiques) ?

Nous sommes sur un sujet important, le monitoring des éoliennes flottantes. Il s'adresse à la future génération d'éoliennes qui sera s'implantée progressivement dès 2025, avec une intensification un peu partout dans le monde à partir de 2030.

Avec ces éoliennes flottantes, l'enjeu est d'aller chercher du vent plus puissant, plus fort, mais aussi plus loin des côtes. Nous avons donc besoin d'avoir une information sur l'état de santé de ces éoliennes et notamment de leurs composants principaux, sans forcément aller inspecter sur site. Le capteur que nous mettons au point va fournir l'information attendue sachant que les éléments les plus sensibles sont sous l'eau : Il s'agit des lignes d'ancrage et ce qu'on appelle l'ombilical ou câble dynamique qui permet de transporter l'électricité.

« La relation avec l'univers de l'entreprise peut vous renforcer dans vos choix, mais soulève d'autres questions pour finalement bien intégrer votre innovation ou vos innovations... »



Ainsi, avoir une information fiable sur l'état de colonisation par des concrétions grâce à nos capteurs économisera à la fois des coûts d'exploitation importants, tout en limitant les risques humains d'inspection sous-marine d'éléments qui sont connectés à un flotteur et donc aussi en mouvement.

Vous avez déposé un brevet pour ce capteur. Avez-vous d'autres expériences en la matière ?

Nous avons effectivement déposé un brevet sur le capteur qui s'inscrit parfaitement dans les objectifs de la SNA. Il a été déposé en 2022 et a fait l'objet d'une maturation en 2023 et 2024. Nous avons abouti à la réalisation d'un prototype qui sera installé en mer dans les prochaines semaines.

Auparavant, entre autres, nous avons aussi développé un capteur de chlorure dans les bétons pour mesurer la quantité de chlore dans le béton lorsqu'il est soumis à l'eau de mer. Ce brevet déposé en 2013 a donné lieu à un transfert de technologie.

Nous sommes partis d'un niveau de maturité extrêmement bas qui était à 3 sur l'échelle de TRL (Technology readiness level). La maturation étalée sur plus de deux ans nous a permis d'atteindre un TRL de 4 - 5 puis, après, nous avons continué à travailler durant 5 ans avant de mettre en place un prototype. Nous venons d'avoir un accord avec une entreprise pour le transfert 10 ans après.

Quelle expérience tirez-vous de vos échanges avec le monde économique ?

Au sein d'un laboratoire, on ne perçoit pas le facteur temps. On a l'impression qu'une idée est très bonne et que le marché va l'accepter. Et quand on croise les gens, le monde économique, on se rend compte qu'il y a tout un tas de verrous que l'on n'avait pas imaginés. Techniquement l'idée est très bonne, mais économiquement la démonstration reste souvent à faire. L'intérêt est la rentabilité de la solution proposée par le laboratoire.

La relation avec l'univers de l'entreprise peut vous renforcer dans vos choix, mais soulève d'autres questions pour finalement bien intégrer votre innovation ou vos innovations.

Y a-t-il un bénéfice particulier à travailler dans le cadre des SNA ?

Oui. D'une part, nous avons besoin d'être challengés et donc finalement avoir des experts et des entreprises qui évaluent vos solutions. C'est extrêmement important dans les phases de maturation de brevet. D'autre part, nous avons trouvé un soutien financier pour aboutir et, enfin, bénéficié d'une grande souplesse dans les capacités d'octroi et d'affectation des fonds. La SNA nous fait confiance.

Pourquoi vous semble-t-il important que des chercheurs orientent leurs travaux vers les Stratégies nationales d'accélération et la SNA TASE en particulier ?

Les chercheurs estiment le plus souvent que les transferts de technologies ne sont pas une priorité et, comme c'est considéré comme compliqué, ils n'en font pas. Je pense qu'il y a encore beaucoup d'idées reçues à ce sujet et beaucoup de solutions dorment ainsi dans les laboratoires.

Nous avons maintenant des dispositifs d'accompagnement professionnels qui permettent aux chercheurs de se concentrer sur les aspects scientifiques et techniques de leurs solutions. Les SNA, et la SNA TASE en particulier, sont au cœur de ces dispositifs pour les aider dans toutes les composantes de leur environnement, notamment les relations avec les industriels et les questions de recrutement.

Qu'est-ce qui motive un chercheur comme vous ?

Dans nos vocations, nous avons vocation à enseigner, à faire de la recherche pour faire avancer la connaissance et, troisième vocation, celle de s'intégrer dans un univers socio-économique, notamment dans nos territoires. À Nantes, nous parlons en permanence d'énergie marine et c'est pourquoi je suis ici. Ce troisième aspect est extrêmement stimulant parce qu'il nous confronte à une complexité que l'on n'appréhende pas forcément.

Enfin, concrètement, nous avons l'impression de notre utilité aussi vis-à-vis de la société.

SE LANCER DANS L'ENTREPRENEURIAT AVANT LA FIN DE CARRIÈRE

Luc Federzoni est chercheur CEA-INES Institut National de l'Energie Solaire et Co-fondateur et CEO de SolReed, startup du CEA Grenoble.



J'ai toujours voulu me lancer dans l'entrepreneuriat avant la fin de ma carrière, en créant quelque chose qui a de l'impact sur les valeurs sociales et environnementales que je défends.

Dans quel contexte avez-vous lancé votre startup ?

L'idée est assez ancienne. Il y a dix ans j'avais lancé le premier programme européen sur le recyclage des panneaux photovoltaïques. Nous avons rapidement compris que la question du recyclage allait se poser d'autant qu'on allait en installer de plus en plus.

Lors d'un de nos premiers projets de recherche sur le recyclage, nous nous sommes aperçu à l'occasion des tests sur les panneaux que nous avions à recycler, qu'ils étaient très fréquemment encore en état de marche !

Nous sommes donc arrivés à la constatation que les gens jetaient des panneaux qui fonctionnaient encore, en France, mais aussi en Allemagne, en Italie, en Espagne... Et statistiquement leur proportion était d'environ 50 %, d'où le double questionnement qui s'est imposé : pourquoi ont-ils été jetés, et serait-il possible de valoriser et de créer une économie pour ces panneaux ayant encore des signes de vie.

En quoi vos recherches sur le recyclage intéressent-elles l'INES ?

Si cette idée s'imposait comme bonne, la difficulté résidait dans sa mise en œuvre.

Nous avons constaté qu'il n'existait aucun laboratoire ni industriel faisant du réemploi dans le monde. Désert total. En étudiant le sujet, nous nous sommes rendu compte de sa très grande complexité et des nombreuses questions qu'il soulève. Par exemple, pourquoi des panneaux arrivent en déchetterie, certes ils fonctionnent, mais pour combien de temps ? Pourquoi ces panneaux sont-ils jetés, mis au rebut ?...

Aujourd'hui êtes-vous un chercheur ou un entrepreneur ?

Je suis un chercheur qui s'est lancé dans l'entrepreneuriat via des dispositifs d'incubation interne du CEA, et j'ai profité des outils de l'ANR et des SNA pour booster ma démarche et son activité. Jusqu'à présent j'étais uniquement chercheur, je suis maintenant un chercheur qui démarre une startup.

Je bénéficie d'un statut un peu particulier dans la recherche publique, qui permet à des chercheurs de se lancer dans l'entrepreneuriat tout en restant chercheur et de bénéficier de l'accompagnement des structures mises à disposition.

Qu'est-ce qui vous a conduit à créer une startup ?

Tout simplement une ambition de toute ma vie, celle de laisser une trace, de créer de la valeur avec tout ce que j'ai reçu de la France. Il fallait que je sois en capacité de mettre en oeuvre une activité économique autour des compétences acquises, notamment grâce au CEA qui est une véritable machine à produire des idées. Il permet de générer beaucoup de technologies qui peuvent être valorisées dans des startups.



Vient aussi, simultanément, la question de la technologie de haut niveau à créer et à utiliser pour diagnostiquer ces modules. Nous nous sommes mis au travail et nous avons trouvé des réponses à nos questions. Nous savons aujourd'hui réparer des modules.

Vos travaux ont-ils donné lieu à des dépôts de brevet, à de la protection intellectuelle ?

Oui, certains travaux ont donné lieu à de la propriété intellectuelle. Le CEA a ainsi pu déposer soit des brevets, soit du savoir-faire secret dans ses domaines.

Dans ma vie de chercheur, j'ai déposé une bonne vingtaine de brevets dans des champs d'application très divers : le photovoltaïque, les procédés de fabrication, notamment la fabrication additive, et d'autres encore. Il y a longtemps, dans le cadre d'autres fonctions, je déposais des brevets pour un équipementier automobile.

Avec SolReed, nous créons une nouvelle filière industrielle, celle de la réparation et du réemploi des modules photovoltaïques.

Travaillez-vous toujours en lien avec la recherche publique ?

Bien entendu, je travaille toujours avec le CEA, et SolReed est en partenariat. Le CEA a le centre de recherche le plus avancé d'Europe sur le photovoltaïque. SolReed est une startup issue du CEA et il est hors de question de perdre le contact.

Nous allons travailler sur des modules qui vont évoluer dans le temps, et nous serons confrontés à des technologies qui ne seront pas les mêmes dans cinq ans. Il faut être en capacité d'agir sur ces modules et d'anticiper. Pour nous, la continuité de la relation avec l'INES est fondamentale.

Préfigurez-vous l'impact de votre startup, de vos travaux, sur les technologies utilisées en matière de systèmes énergétiques ?

Avec SolReed, nous créons une nouvelle filière industrielle, celle de la réparation et du réemploi des modules photovoltaïques. C'est quelque chose qui n'existait pas. Pour le moment, nous sommes encore sur le site de l'Institut National de l'Énergie Solaire au Bourget-du-Lac.

Je serai président de la société et avec un co-fondateur, Mathieu Verdon qui sera directeur général.

L'activité commerciale se prépare avec Mathieu Verdon, co-fondateur de la société. Nous avons déjà de grands partenaires comme, par exemple, Engie Green et dès le démarrage de l'activité SolReed (NDLR : automne 2024), nous serons partenaires de projets européens.

Quel intérêt présente pour vous la mise en place du consortium EXTASE ?

Nous avons eu la chance de bénéficier d'un soutien du consortium EXTASE qui nous a permis d'augmenter l'ambition de ce que nous souhaitons faire en maturation.

Au départ nous étions sur une première idée et nous avons réalisé qu'il fallait creuser un petit peu plus. C'est là qu'est intervenu, pour le meilleur, le dispositif EXTASE. C'est extraordinaire de ne pas avoir été bridés par les contraintes budgétaires habituelles. Nous avons

vraiment pu explorer de nouvelles voies et les perspectives à court terme sont fantastiques.

Qu'est-ce qui peut motiver ou freiner un chercheur à faire du transfert de technologie ?

Au CEA, il a des réservoirs de pépites technologiques. Il y a des étagères remplies de potentiels de valorisation... Mais le chercheur du CEA est dans un environnement qui ne l'incite pas à franchir le pas. Je verrais bien des vrais profils d'entrepreneur qui puissent co-construire avec les chercheurs du CEA un avenir industriel pour ces technologies.

Aujourd'hui on pousse les chercheurs vers l'entrepreneuriat... ça limite mécaniquement les résultats possibles. Il faut ouvrir plus encore les centres recherche au monde du business, qui va tirer parti des technologies bien mieux que des chercheurs qui les ont imaginées. Le fait de travailler ensemble peut permettre la bonne évaluation d'une technologie et de l'attente du marché avant de la lancer.

Ce qui peut décider un chercheur, c'est simplement l'envie de passer à l'acte, de faire le grand saut.

METTRE À DISPOSITION LES MAILLONS MANQUANTS AUX INDUSTRIELS

**Grégory Guyot est directeur Smart Grid Laboratory - CEA-LITEN
Laboratoire d'Innovation pour les Technologies
des Energies Nouvelles, Grenoble**



De quelles façons vos recherches s'insèrent-elles dans la dynamique de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE ?

Non seulement nos travaux s'inscrivent dans la SNA, mais les hommes aussi, parce que c'est notre intérêt d'hybrider les équipes. Nous avons besoin des compétences de tout le monde car le nombre de chercheurs en France ne suffit pas, et le temps presse face au mur qui nous arrive. Le PEPR est un des maillons qui nous permet de faire avancer ce travail ensemble.

Notre politique d'intégration consiste à sourcer des savoirs scientifiques fondamentaux, afin de les décliner pour qu'elles soient applicables par des industriels. Nous avons vocation à être une chaîne de transmission du savoir, vers des industriels français et européens.

Plus particulièrement, nous cherchons à lier les énergies renouvelables, avec les énergies pilotables et avec les besoins des utilisateurs. Mon laboratoire travaille sur les réseaux électriques intelligents, avec un accent mis sur l'intelligence humaine, pas seulement sur le traitement de données.

Quels sont les premiers impacts de vos travaux en matière de technologies avancées ?

Nous avons développé des solutions de chargement, appelées smart charging, pour le chargement optimal d'un nombre important de véhicules sur un nœud de réseau avec une puissance limitée. Cela fonctionne déjà, maintenant il faut que les industriels s'en saisissent.

Nous avons aussi développé des solutions numériques de pilotage de flux énergétiques et électriques pour utiliser à bon escient l'énergie en un point donné. Ainsi, des exploitants de bornes électriques peuvent gérer les connections de chargement, la puissance injectée, le temps de chargement, et la facturation. Ces applications issues du CEA sont déjà présentes dans certaines stations de recharge grand publique.

Notre technologie se retrouve également dans des convertisseurs solaires innovants.

Avez-vous procédé à des transferts de technologie, à des dépôts de brevet ? Dans l'affirmative, qu'est-ce que cela vous apporte ?

Nous faisons évidemment des dépôts de brevets, des publications scientifiques, qui conduisent à des transferts de technologie vers des industriels intéressés. Ceci nous permet d'avoir une vue sur les besoins réels des industriels, et de nous orienter afin de trouver des bons axes de recherche.

Nous nous retrouvons à faire le grand écart entre les applications et le monde de la science. Il nous faut parler les deux langues à la fois. En caricaturant, celle des chercheurs qui trouvent vulgaire de s'occuper d'applications et qui ne



comprennent pas pourquoi ces ingénieurs rustres ne s'occupent pas plus de physique, et de l'autre côté, un monde d'ingénieurs qui ne comprennent pas pourquoi ces chercheurs rêveurs sortent des trucs que l'on ne peut pas utiliser avant de longues années.

Nous sommes entre les deux, il nous faut trouver ce que nous avons d'ingénieur et chercheur pour offrir des synergies efficaces.

Quelles sont aujourd'hui vos pistes de recherche prioritaires ?

Notre objectif est de mettre à disposition les maillons manquants aux industriels pour intégrer les énergies renouvelables sur le réseau électrique en garantissant à nos concitoyens de l'électricité 24h/24 et 7j/7 extrêmement décarbonée. Cela paraît évident pour le citoyen européen lambda, mais techniquement, c'est loin d'être une évidence à l'avenir. Nous visons à réduire l'utilisation des matériaux, optimiser la circularité des matières employées, augmenter en efficacité et adapter les moyens de transmission aux besoins des utilisateurs en fonction des territoires.

L'intérêt de la stratégie TASE est de se retrouver pour mettre notre travail en commun. C'est ce qui est clairement demandé au CNRS, au CEA, et aux

« il nous faut trouver ce que nous avons d'ingénieur et chercheur pour offrir synergies efficaces. »

universitaires. Les chercheurs partagent le même langage, mais pas forcément les mêmes débouchés. La SNA TASE incite les gens à travailler ensemble. C'est un énorme gain.

De plus, l'attribution de financement est accordée à une communauté clairement définie qui doit collaborer, contrairement à certaines rivalités du passé. La nécessité de travailler ensemble commence à être acceptée un peu partout.

Qu'est-ce qui peut motiver ou freiner un chercheur comme vous à faire du transfert de technologie ?

En signant au CEA, je suis entré dans un institut de recherche dont le but est clairement de faire du transfert. C'est du service public. Nous mettons toute notre méthode scientifique au service de nos concitoyens. C'est ma principale motivation.

Un des freins réside dans la grande défiance des ingénieurs sortis des grandes écoles envers ceux qui font des thèses. C'est très français. L'autre frein se situe dans la problématique de la propriété intellectuelle. Globalement, les uns veulent garder leur propriété intellectuelle mais les autres ne veulent pas trop la payer.

Enfin, il y a les freins de financements et de temporalité. Certains industriels veulent des applications tout de suite alors qu'il n'est pas possible de lever les verrous scientifiques aussi vite.

Quelques mots pour situer votre institut de recherche à la jonction du CEA et de l'INES ?

Le LITEN, Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles, est un institut du CEA implanté à Grenoble et Chambéry sur le site du campus de l'INES, Institut National de l'Energie Solaire. Ce site dédié aux applications solaires, est l'un des plus importants centres européens sur les nouvelles technologies de l'énergie. Il inclut des laboratoires de recherche et des entreprises. Nos équipes sont impliquées dans des recherches interdisciplinaires. Elles participent activement à des programmes collaboratifs avec des laboratoires académiques et des industriels nationaux ou internationaux.

LA SATISFACTION DE VOIR L'IMPACT SOCIÉTAL DE SES TRAVAUX

Vincent Debusschere est enseignant-chercheur HDR, Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP-UGA, G2Elab, 38000, Grenoble, France



De quelle manière vos recherches s'insèrent-elles dans la dynamique de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE ?

Le projet ciblé que je coordonne s'appelle DC Architect. Il fait partie du PEPR TASE. Le terme « DC » signifie courant continu en anglais, et « Architect » parce qu'on parle d'architecture, de construction de systèmes énergétiques.

Ce projet s'intéresse à « Co-construire les réseaux de distribution du futur et ses nouveaux composants actifs à base d'électronique de puissance ». Ces recherches se situent à la charnière de deux grandes problématiques du domaine du génie électrique, à savoir les convertisseurs à base d'électronique de puissance et les grands systèmes électriques. Il vise à construire les réseaux de distribution moyenne tension à courant continu du futur, qui s'intègrent dans les réseaux existants, basés sur du courant alternatif.

Quels sont aujourd'hui les premiers impacts de vos travaux en matière de technologies avancées des systèmes énergétiques ?

Ce projet est relativement jeune car il a démarré il y a un peu moins d'un an avec 16 laboratoires impliqués, donc les impacts sont, pour l'instant, plutôt théoriques et prospectifs.

L'objectif de ce projet est double : favoriser le ressourcement et la structuration de la recherche française sur ces technologies d'une part, et d'autre part imaginer les ruptures technologiques qui permettront l'avènement des réseaux du futur.

La notion de ressourcement est intéressante pour des labos de recherche appliquée qui travaillent régulièrement avec l'industrie, car cela permet de prendre un temps d'avance par rapport aux partenaires qui attendent des développements plus appliqués. Via ce projet ciblé, on a l'opportunité, qui est rare, de travailler uniquement avec des chercheurs académiques afin de consolider la recherche française sur ces problématiques innovantes. Dans un second temps, voire même pendant le projet, l'idée reste de démarcher nos collègues industriels et lancer de nouveaux développements ensemble.

Au niveau des impacts, mon idée est de développer des nouvelles briques technologiques qui viendraient s'intégrer à l'existant de façon fluide et permettre une plus grande résilience de la distribution d'énergie, une plus grande efficacité des réseaux électriques, avec une meilleure capacité d'intégration des énergies renouvelables.

Avez-vous une expérience de transferts de technologies ? Ces transferts se sont-ils accompagnés de dépôts de brevets ?

J'ai déjà participé à plusieurs dépôts de brevets et j'ai une bonne expérience de travail avec des collègues industriels, dans le cadre de la direction de thèses CIFRE, ou bien dans des projets, des consortiums mélangeant académiques et industriels. La plupart des collègues dans les labos appliqués ont l'habitude d'interagir avec le milieu industriel, et les transferts de technologies sont des choses plutôt familières.

Mais en tant que chercheur académique, notre carrière reste encore évaluée par notre capacité à publier ou faire de la science ouverte, plutôt que de déposer des brevets. Donc on est naturellement attiré par ce volet académique qu'il faut mettre en balance avec de la valorisation industrielle. En tant que chercheur appliqué, on est aussi motivé par ces fameuses interactions avec les industriels et on essaye de trouver un compromis entre les deux. Une solution serait de dire qu'un brevet compte comme une publication, mais ce n'est pas encore le cas.

Le CNRS et d'autres grandes institutions commencent à considérer ces aspects-là, parce qu'elles nous incitent de plus en plus à déposer des brevets et qu'il y a des facilités,

des organismes d'accompagnement, les SATT et d'autres, qui nous sollicitent et accompagnent sur le sujet. Par exemple, dans mon laboratoire, qui est plutôt bien doté, on a une personne dont le métier est l'accompagnement au transfert de technologie, et qui centralise les demandes industrielles.

Que vous apportent ces collaborations plus étroites avec les industriels ?

Elles nous permettent de garder les pieds sur terre, ce qui est important pour nos recherches, et ces collaborations sont très intéressantes pour fournir de nouveaux cas d'études, des données réelles, des problématiques très contraintes par exemple.

Je pense qu'il faut quand même trouver un compromis, c'est-à-dire qu'on ne pourrait pas faire uniquement de la recherche avec des industriels, auquel cas on serait un bureau d'études et on perdrait ce temps d'avance et la continuité de la connaissance et l'expertise qu'on peut apporter sur des sujets pointus aux industriels qui n'ont pas gardé ou perdu ces compétences en interne. Il faut qu'au sein du laboratoire, on soit capable de préserver une expertise sur du temps long, ce que les industriels ne peuvent pas faire. Ils viennent nous voir pour apporter des réponses à des questions qu'ils ne peuvent résoudre seuls, ou à mieux anticiper l'évolution des tissus socio-techniques pour se positionner correctement.

Quel est votre paysage, vous travaillez avec des startups, des PME, des grands groupes ?

C'est assez varié. On a des relations sur le long terme, et même des labos communs avec des grands groupes, mais on a aussi vocation à accompagner le tissu plus local, les petits industriels, les startups. Donc on collabore avec toutes sortes d'entreprises.

Les startups vont plutôt être gourmandes d'un point saillant, très innovant, et aussi être gourmandes de nos ressources, c'est-à-dire les doctorants, les personnes qui sont à l'aise avec l'innovation, des personnes aptes à naviguer dans l'inconnu.

Pour les grands groupes, il peut y avoir des motivations comme décider d'investir un certain pourcentage de leur chiffre d'affaires dans la R&D, avec une visibilité à l'international, ou bien trouver des éléments de réponse à des problématiques qu'ils n'arrivent pas à régler, ou un support pour se projeter dans le futur, dans le temps long, pour imaginer et anticiper à 5-10 ans les grandes problématiques, l'évolution des normes par exemple et s'y préparer.

Quel est votre intérêt de travailler avec les consortia MSNA-TASE et ExTASE ?

Je coordonne un projet, donc participe activement au PEPR TASE. Cela fait un peu plus de 10 ans que je travaille au G2Elab, et c'est quasiment la première fois que je suis sur un aussi gros projet, à un peu moins de 6 millions d'euros, dans lequel il a été possible de réunir 16 laboratoires publics d'excellence académique autour d'une petite vingtaine de thèses, quasiment toutes encadrées par au moins 2 laboratoires. Ce qui signifie que l'on a vraiment la possibilité de travailler avec nos collègues, et de contribuer au ressourcement scientifique et technique de nos thématiques de recherche, sur un sujet porteur et important pour la société. De plus, on sait qu'il intéresse les industriels parce qu'ils viennent nous voir.

C'est vraiment quelque chose de très intéressant pour nous en tant qu'académique, et le financement via l'ANR est suffisamment flexible pour nous soutenir sans nous contraindre dans notre projet.

De plus, il est très plaisant de retrouver ainsi mes collègues, car la motivation de ce financement était justement qu'on travaille ensemble au niveau de la communauté scientifique française, alors que d'une manière générale on est souvent en compétition sur les financements. C'est un sentiment partagé au niveau du consortium et globalement apprécié.

Qu'est-ce qui motive les chercheurs à faire du transfert de technologie ?

Pour changer de casquette de temps en temps, il y a des chercheurs qui aiment, en utilisant leur création de nouvelles technologies, se lancer dans leur pré-industrialisation. Un chercheur va monter une startup pendant quelques années, puis, choisir de continuer avec elle ou revenir au laboratoire en fonction de ses préférences (et du succès de l'entreprise) puis pourquoi pas repartir dans une seconde aventure de ce type.

Le transfert apporte aussi le plaisir de voir que les travaux que l'on mène ont finalement un impact sociétal. Générer des solutions socio-techniques bénéfiques est une motivation réelle.

On n'est absolument pas payé pour les brevets, ce qui n'est pas le cas pour mes collègues à l'étranger ou dans le privé, qui ont une motivation beaucoup plus pécuniaire pour les transferts technologiques. Cela pourrait être un levier pour augmenter significativement cette dynamique dans les laboratoires publics, sinon, seuls ceux motivés par la beauté du geste vont s'y atteler.

UN TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EST UN ABOUTISSEMENT

Farid Nouar est ingénieur de recherche CNRS, Institut des Matériaux Poreux de Paris (IMAP)



En quoi vos travaux rejoignent-ils la dynamique de la SNA TASE (Technologies avancées des systèmes énergétiques) ?

Nous portons un projet portant sur la consommation thermique des bâtiments pour favoriser la résilience énergétique dans un contexte d'électrification et d'indépendance énergétique.

Nous estimons qu'aujourd'hui le chauffage représente plus de 60% de la consommation énergétique pour un foyer européen. Nous proposons une technologie qui permet de diminuer significativement les dépenses que cela entraîne et de réduire notre dépendance énergétique, tout en ayant un objectif bas carbone.

De quelle manière vos travaux préfigurent ces nouveaux systèmes énergétiques ?

Nous sommes dans une société qui est tournée vers les énergies renouvelables avec la volonté de moins dépendre des autres formes d'énergie que nous avons à notre disposition. Notre technologie permet justement d'utiliser plus efficacement

l'énergie renouvelable produite par des éoliennes ou des panneaux photovoltaïques par exemple. Ces techniques produisent de l'énergie de manière discontinue et n'est donc pas assez efficace lors des fortes demandes de chauffage journalière. Notre technologie permet de stocker de l'énergie thermique. A titre d'exemple, la production d'électricité renouvelable pourrait être utilisé pour alimenter des pompes à chaleur qui à leur tour pourrait servir à charger des batteries thermiques, cette chaleur pourrait ainsi être utilisé par les consommateurs lors des fortes demandes.

Si la technologie est connue, basée sur les phénomènes d'adsorption/desorption, nous sommes totalement innovants car les matériaux que nous avons élaborés offrent une très grande efficacité, surtout pour leur rapidité de charge et de décharge. C'est très adapté à une utilisation dans les bâtiments par exemple mais pas seulement, et pourrait remplacer les ballons d'eau utilisés actuellement chez les particuliers. J'insiste, nous sommes beaucoup plus efficaces... et ce devrait être réalisable à bon marché.

Avez-vous une expérience de collaboration avec des industriels ?

Pas encore dans ce domaine pour ces matériaux, mais notre laboratoire travaille déjà avec beaucoup de grands groupes, comme Total, Saint-Gobain, des constructeurs automobiles, des PME, des startups.

Ces matériaux dont nous parlons ont certes démontré des performances supérieures aux autres matériaux, mais nous en sommes encore à la phase où, avant la mise sur le marché, il faut évaluer les coûts d'investissement que cela pourrait engendrer et les prix de revient. Mais l'application est très prometteuse.



Avez-vous déjà réalisé des transferts de technologie avec des industriels ? Ont-ils donné lieu à des dépôts de brevet ?

Oui, nous avons déjà déposé des brevets en amont de transferts. Et pour la technologie dont nous parlons, il y a donc déjà des protections en place. D'autre part, nous sommes sur le point de créer une startup avec tous les besoins de financement que cela engendre...

Pour la pré-maturation, nous avons bénéficié du soutien de PSL Université Paris.

Ce sont vos expériences avec le monde économique qui vous ont donné l'envie de créer une startup ?

Oui, d'une certaine manière. Je suis aussi co-fondateur d'une autre startup pour valoriser une autre technologie que nous développons. Il s'agit d'un système qui permet la purification de l'air par

adsorption de molécules comme le formaldéhyde – qui est très toxique – grâce à un matériau que nous avons découvert.

Qu'est-ce qui motive un chercheur comme vous à faire du transfert de technologie ?

« Les équipes françaises sont vraiment bien placées dans cette compétition mondiale pour remporter de beaux succès et surtout les industrialiser ici. »

Pour moi c'est un aboutissement. Dès le départ, après ma thèse et ensuite un post-doctorat, j'ai toujours été intéressé par les projets ayant un niveau de maturité technologique élevé. Je suis donc fidèle à mes choix. Cela fait 20 ans que je participe à la découverte de

tous ces matériaux et les voir mis en œuvre dans des conditions industrielles et avoir de magnifiques performances, c'est très enthousiasmant.

Nous sommes à l'aube de l'industrialisation de ces matériaux MOF (metal organic framework), métalliques et organiques à la fois. Et les équipes françaises sont vraiment bien placées dans cette compétition mondiale pour remporter de beaux succès et surtout les industrialiser ici.



COMBINER TRAVAIL ACADÉMIQUE ET VALORISATION INDUSTRIELLE

Stéphane Gibout est maître de conférences HDR - Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) et chercheur au Laboratoire de Thermique, Énergétique et Procédés (LaTEP).



De quelle manière vos recherches s'insèrent-elles dans la dynamique de la SNA TASE ?

Depuis quelques années, nous travaillons sur l'optimisation énergétique avec un focus sur des serres autonomes en énergie. En 2019, nous avons commencé à explorer une piste et nous nous sommes rapprochés de la SATT Aquitaine. Un dossier de maturation a démarré et un financement ExtTASE a ensuite été sollicité.

La problématique était de récupérer l'énergie sur les serres, sachant qu'il y a compétition sur l'usage des photons, soit pour produire de l'énergie que l'on va convertir en chaleur ou en électricité via du photovoltaïque, soit pour faire croître le végétal en laissant le Soleil aux plantes. Mais nous ne pouvons pas faire les deux en même temps.

Comme l'installation de champs photovoltaïques nécessite de grandes surfaces et que les serres ont les superficies nécessaires généralement installées dans des zones non ombragées, nous avons assisté au développement de serres sur les toitures desquelles il a été posé du photovoltaïque. Si cela a très bien fonctionné en matière de production énergétique, au niveau agronomique, ce fut une catastrophe, car les plantes ne poussaient plus.

Nous avons alors eu l'idée d'un système qui donnerait la possibilité de choisir de manière dynamique l'utilisation du photon. La SATT a trouvé la proposition intéressante et nous a permis d'avancer sur ce projet innovant qui résout une problématique concrète... et qui m'intéresse au niveau recherche.

Aviez-vous déjà réalisé des transferts de technologie, des dépôts de brevet ? Vos travaux d'aujourd'hui y conduisent-ils ?

Auparavant, jamais. C'est assez difficile pour un chercheur de franchir le pas et de se dire "je vais essayer de valoriser mon travail autrement que dans le domaine académique", pour beaucoup de raisons. La principale étant que lorsqu'on s'inscrit dans un transfert de technologie, nous devons limiter la communication autour de nos travaux et donc ne pas procéder à des publications. Mais étant donné que notre évaluation pour notre avancement et notre carrière est toujours basée sur les publications, il y a là une barrière réelle difficilement surmontable.

Nous avons déposé un brevet appelé GIMYC, pour Greenhouse Innovative Multi energy Concept. La SATT a été un support très efficace. Elle nous a vraiment très bien guidés, elle a pris en charge la rédaction et le dépôt du brevet en France d'abord, puis il a été étendu en Europe et en Amérique du Nord. Le brevet français a été délivré. Pour la protection au plan international, nous devons bientôt être fixés.

Même si la valorisation industrielle est encouragée dans les universités, cela reste assez compliqué de concilier le travail académique et la création d'une entreprise ou d'une structure pour valoriser ses recherches.



« Au Canada... demander un financement est relativement moins contraignant, probablement car la confiance envers les chercheurs est plus marquée. »

D'une manière générale, avez-vous déjà eu des collaborations avec des industriels et qu'apportent-elles ?

Nous sommes un laboratoire de recherche appliquée et nous avons très souvent des projets collaboratifs. J'encadre par exemple une thèse avec un très gros industriel dans le domaine du PV. Nous avons aussi travaillé pour des entreprises régionales. Enfin, plus de 50 % de nos financements sont d'origine industrielle.

Dans la recherche, ce qui m'intéresse est d'adresser des problématiques qui ont un sens, qui sont utiles. Quand je travaille sur les serres, c'est en partie pour avancer sur la question de l'autosuffisance alimentaire et énergétique. Aussi, quand les industriels arrivent avec des problèmes concrets à résoudre, cela retient notre attention. Nous avons cependant la liberté de choisir avec qui travailler... C'est un point très positif.

Cependant, si les financements publics étaient plus faciles à obtenir, il y aurait plus de projets appliqués avec l'avantage que les résultats de notre travail iraient vers la société en général.

Il faut rappeler que, malheureusement, les sources de financement classiques pour la recherche se tarissent et nous passons énormément de temps à rédiger des dossiers pour un taux de succès très faible. C'est vraiment un mal français. Au Canada par exemple, demander un financement est relativement moins contraignant, probablement car la confiance envers les chercheurs est plus marquée.

Ceci rejoint la question concernant l'intérêt de travailler avec les consortia MSNA-TASE | ExTASE ?

MSNA-TASE | ExTASE est une source de financement, mais pas seulement. Nos idées sont évaluées, et lorsque nous avons un retour franc sur ce que nous sommes en train d'élaborer, c'est vraiment intéressant. Autant cela vaut la peine de développer un quelque chose qui peut avoir une potentialité quelconque, autant ce n'est pas la peine de gaspiller du temps et de l'énergie sur un sujet qui n'intéressera personne. Aujourd'hui nous avons un problème de court terme, nous arrivons près d'un mur, et c'est maintenant qu'il faut essayer de trouver des solutions avec la recherche appliquée. Il est temps que toutes les bonnes idées soient mises en œuvre.

La recherche au LaTEP

Le Laboratoire de Thermique, Énergétique et Procédés (LaTEP) travaille sur la problématique de la transition énergétique en effectuant des recherches en sciences pour l'ingénieur en Énergétique et Procédés pour l'environnement.

Le LaTEP regroupe une vingtaine d'enseignants-chercheurs et autant de doctorants et postdoctorants.

Les recherches menées, qu'elles soient fondamentales ou technologiques, ont pour objectif de proposer des réponses adaptées à la gestion sobre, sûre et efficace de l'énergie et au développement d'outils innovants pour améliorer la qualité de l'environnement et le traitement des déchets.

À UN MOMENT, PUBLIER N'EST PLUS SUFFISANT

Stéphane Grieu est professeur des Universités, Université de Perpignan Via Domitia, et co-responsable laboratoire PROMES - Centrales Solaires de Prochaines Générations



En quoi vos travaux rejoignent-ils la dynamique de la SNA TASE ?

Il y a trois axes thématiques à PROMES (Procédés Matériaux et Energie Solaire), et je suis co-responsable de l'axe Centrales Solaires de Prochaines Générations.

Je développe des algorithmes pour le pilotage des systèmes énergétiques et plus particulièrement pour les systèmes ayant trait à l'énergie solaire. Il s'agit aussi bien de bâtiments équipés de systèmes de production que de capacités de stockage. Je cherche à concevoir des solutions qui vont améliorer et favoriser la performance énergétique de ces bâtiments en passant par des micro-réseaux, car le bâtiment est en soi un micro-réseau thermique, électrique. Je m'intéresse aussi aux réseaux de chaleur, aux réseaux de distribution électrique et aux centrales solaires.

À PROMES, notre spécificité est le solaire thermo-dynamique, c'est-à-dire le solaire à concentration.

Comment abordez-vous l'avenir des nouveaux systèmes énergétiques ?

Je m'intéresse notamment au pilotage des centrales dans un contexte de déploiement d'une production décentralisée – énergies renouvelables, production photovoltaïque, éoliennes, etc. –, ce qui soulève un certain nombre de questions avec quantité de verrous scientifiques et techniques qu'il faut lever, afin qu'il soit envisageable de développer un système qui se passe autant que possible des énergies fossiles, et de déployer des solutions fondées sur les énergies renouvelables.

Avez-vous une expérience des collaborations avec les industriels ?

J'ai déjà travaillé avec les grands noms du monde de l'énergie et souvent je me suis dit que l'on pourrait faire mieux. Nous avons un savoir-faire pour leur proposer des choses qu'ils pourraient implémenter in situ. Ça pourrait leur changer la vie !

J'ai participé à un projet de recherche européen dont l'objectif était de développer des solutions à la fois matérielles et logicielles destinées aux centrales solaires thermo-dynamiques. Dans ce contexte, nous avons collaboré avec de nombreuses entités académiques et industrielles – notamment un industriel espagnol qui disposait à l'époque d'un champ de centrale solaire en Andalousie. S'est alors posé un certain nombre de questions de recherche en matière de prévision de la ressource solaire.

Pour être en capacité de piloter ce genre de système, j'ai développé des solutions logicielles et matérielles, notamment une caméra à grand angle de champ (sky measure). C'est à partir du traitement de ces images que l'on parvient à prédire la ressource solaire, et donc à piloter intelligemment le système en optimisant le positionnement des panneaux solaires.



Du fait de cette expérience avec le monde économique, avez-vous participé à un transfert de technologie ?

Par la suite, sur les conseils du CNRS et avec l'aide de la SATT AxLR, j'ai alors déposé un brevet qui est en cours de valorisation avec la startup SESA. (Brevet autour de la mesure des différentes composantes du rayonnement solaire par camera à grand angle de champ. Sachant qu'on utilise aussi ces images pour faire des prévisions de la ressource et du contrôle commande.)

« S'il n'y a rien de concret derrière, cela me dérange. Ce que je fais ici à PROMES peut être utile à l'industrie, utile à tous. »

Qu'est-ce qui vous a motivé à vous impliquer dans un transfert de technologie ?

C'est la première fois que je m'engage dans un transfert de technologie. Je suis enseignant-chercheur et fais de la recherche depuis près de

25 ans. J'ai ressenti le besoin de valoriser mes travaux. La recherche c'est très bien, j'aime publier, j'aime écrire des papiers, ça me plaît, je suis content de mes résultats..., mais à un moment donné je me suis dit que ce n'est pas suffisant. S'il n'y a rien de concret derrière, cela me dérange. Ce que je fais ici à PROMES peut être utile à l'industrie, utile à tous.

Avez-vous d'autres projets de transfert de technologie intéressants pour les consortia MSNA-TASE | ExTASE ?

Je sors d'un projet avec Enedis sur les smart grids, sachant qu'Enedis ne veut pas construire de nouvelles infrastructures et que la production décentralisée développe un certain nombre de problèmes, notamment sur la stabilité des réseaux électriques de distribution, même basse tension. Ainsi, Enedis souhaite développer du software. Nous avons déjà fait des choses très intéressantes avec eux et l'Ademe sur un projet de réseau électrique intelligent en milieu rural. Pour l'implémenter in situ, un dossier soutenu par la SNA pourrait y contribuer...

LA SNA TASE A ÉTÉ D'UN BÉNÉFICIAIRE TRÈS CONCRET

Jean-Baptiste Beyssac est co-fondateur et Président de SESA Nouvelle génération d'ombrière photovoltaïque au service de l'agriculture



Doctorant ? Chercheur ? Startuper ?... Quel chemin vous a conduit vers la création de SESA ?

J'ai été ingénieur au sein de l'Université de Perpignan et responsable d'une plate-forme technologique, affiliée au laboratoire PROMES (Procédés Matériaux et Energie Solaire) du CNRS, destinée à réaliser des tests de certification et normalisation de panneaux solaires et de structures mécaniques. Nous avons aussi développé des missions d'expertise sur des infrastructures solaires en Afrique du Nord.

Ainsi, nous étions déjà orientés sur de la recherche très appliquée. Avec Solar Energy Systems Analytics, nous avons vu très peu de projets passer dans l'entreprise en une douzaine d'années. Au plan académique c'est assez rare, parfois complexe et pas forcément valorisant. Néanmoins, avec mon co-fondateur Julien Nou, dès que nous avons détecté une technologie intéressante, sur laquelle il avait travaillé en thèse et protégée par un brevet, nous nous sommes décidés à démarrer, à chercher des opportunités.

Sur le solaire, le labo était en avance mais très peu de travaux ont généré un transfert de PI. Nous avons eu l'ambition de participer à autre chose et de répondre à notre envie de changer de structure. Faire une startup, ça donne du sens à nos travaux de recherche. C'est également valorisant pour nous

de se dire qu'on persévère dans notre domaine et que nous arrivons à des résultats, à concrétiser notre recherche.

C'est notre manière de penser.

Pourquoi, selon-vous, les chercheurs hésitent devant les transferts de technologie ?

Aujourd'hui les chercheurs ont beaucoup de facteurs limitants pour passer ce cap : de plus en plus de tâches administratives, lever de l'argent pour faire de la recherche et un manque d'incitations valorisantes pour mener des programmes de maturation pour leur carrière... Ils deviennent des micro-chefs d'entreprise soumis à beaucoup de pression et ils ont une méconnaissance des ingrédients qu'il faut pour que la recherche puisse se traduire en un produit, rencontrer un marché. Le saut est très grand.

Comment a évolué votre relation avec la recherche publique ?

Nous avons toujours des relations étroites avec le laboratoire. À la suite d'un programme de maturation avec la SATT AxLR, un premier contrat de transfert de PI a été signé en juin 2023. SESA a tenté de vendre en direct du logiciel. C'était compliqué d'accrocher les marchés et ceux qui s'ouvraient devant nous n'étaient pas assez ambitieux. Nous avons donc rajouté de l'ambition au projet en intégrant verticalement la chaîne de valeur en développant un volet industriel qui allait englober cette activité logicielle initiale.

La SATT a continué à nous soutenir dans ce développement vertical avec un deuxième programme de maturation. On a "tapé" le marché ; il est très très répondant et la société n'a plus besoin que de petits coups de pouce.



Quelles sont les premières leçons que vous tirez de votre parcours chercheurs-startupers ?

Tout ce que nous avons fait depuis le début nous a fait monter en expérience et en compétence de manière assez phénoménale. Comme chercheurs, cela nous a apporté beaucoup de recul sur les difficultés de la rencontre d'une technologie et son utilité, sa transformation dans ses futurs projets de recherche.

Pour approfondir, pour les porteurs de projets, c'est énormément d'expérience et de découvertes sur les différents chemins parcourus. Il faut avoir une logique dès le début : consulter l'intérêt du marché sur ce que l'on propose et adapter son produit pour aller sur ce marché. Enfin, le projet doit être ambitieux !

« Nous avons toujours des relations étroites avec le laboratoire. »

Quelle analyse faites-vous de l'accompagnement dont vous avez bénéficié ? Quel est l'intérêt des consortia MSNA-TASE | EXTASE pour vous ?

Pour nous, la stratégie TASE (Technologies Avancées des Systèmes Énergétiques) a été d'un bénéfice très concret. Les moyens mis en œuvre par MSNA-TASE ont clairement permis d'accélérer notre deuxième programme de maturation... qui n'était pas facile à mettre en place, d'autant que la SATT avait déjà investi sur une première technologie avec nous. Nous avons réalisé un pivotement qui a permis à la SATT de sécuriser son investissement dans SESA. Sans l'aide de MSNA-TASE, cela aurait été beaucoup plus compliqué, certainement beaucoup plus long aussi.

Pour nous, cela n'a pas de prix !



Quelle est l'activité de SESA et que peut-on attendre de l'agri-voltaïsme ?

SESA conçoit des logiciels destinés à optimiser la rentabilité des centrales solaires existantes et propose de nouveaux équipements pour la production d'énergie solaire tout en protégeant les cultures.

L'agrivoltaïsme répond à deux enjeux majeurs : la transition énergétique et la transition agricole. Ici, à Perpignan, nous connaissons bien ces problématiques. Nous avons subi deux années de sécheresse très forte. Je suis petit fils de viticulteur... L'acceptabilité sociale est tout l'enjeu de l'agri-voltaïsme car il modifie le paysage rural. La protection des cultures et une forte rentabilité énergétique sont au cœur de notre différentiation. En complément de notre logiciel, nous avons développé une structure qui soit plus acceptable, avec de nouveaux matériaux, notamment du bois et des câbles pour améliorer l'intégration paysagère et diminuer l'impact environnemental.

SAVOIR PARLER AU MONDE EXTÉRIEUR DES LABORATOIRES

Emeric Eyraud est CEO chez Heliocity



Qu'est-ce qui caractérise l'intervention d'Heliocity dans les installations solaires ?

En travaillant à distance, nous sommes des docteurs diagnostics pour des installations solaires. Nous intervenons pour permettre aux exploitants de ces installations de savoir si elles fonctionnent correctement car, souvent, elles ne fonctionnent pas aussi bien qu'ils pourraient l'espérer.

Nous pouvons révéler les différents problèmes qui se posent et déterminer les actions correctives pour y remédier, et ainsi augmenter la production des installations solaires. Tout ceci se déroulant à distance, sans se déplacer sur site, en utilisant les données disponibles et de manière automatique.

Quel est l'historique d'Heliocity ?

Heliocity est une deep tech qui a lancé son produit l'an dernier. Nous sommes sortis d'un laboratoire, le LOCIE, Laboratoire procédés énergie bâtiment - unité mixte de recherche Université Savoie Mont Blanc et CNRS, qui fait partie de l'INES, Institut National de l'Énergie Solaire, et nous avons été accompagnés par la SATT Linksum.

Après la phase d'incubation, nous avons vérifié que notre technologie fonctionnait et qu'il y avait un intérêt économique à développer nos solutions. S'en est suivie la réalisation de vrais pilotes auprès de clients pour qu'ils perçoivent l'intérêt effectif de notre offre.

Nous sommes ensuite entrés dans la phase d'industrialisation, car, même s'il s'agit de logiciels, industrialiser un produit, passer du code de recherche à une solution SaaS, cloud automatique..., cela prend un certain temps.

Aujourd'hui, après nous être déployés en France, nous nous intéressons aux marchés internationaux en commençant par l'Europe de l'Ouest.

Quelle est la place des chercheurs dans Heliocity ?

Heliocity s'appuie sur quatre co-fondateurs y compris la SATT Linksum. Notre directeur technique, Léon Gaillard, est co-inventeur du produit et travaillait auparavant au sein du LOCIE. Le directeur du laboratoire, Christophe Ménézo, co-inventeur lui aussi, est notre conseiller scientifique. Il garde ses fonctions au sein du laboratoire. Pour ma part, je suis l'apport industriel qui a rejoint l'équipe.

Aviez-vous une expérience des startups avant de rejoindre Heliocity ?

Absolument pas, je suis issu du monde industriel, de différents grands groupes. J'ai eu envie de me rapprocher d'une équipe ayant un projet intéressant sur des métiers que je connais, de participer à la création d'une entreprise.

Qu'est-ce qui vous a conduit à choisir ce projet et qu'est-ce qui amène le chercheur à avoir cette démarche ?

Leon Gaillard, aujourd'hui directeur technique, était le porteur du projet en maturation et avait aussi la casquette de CEO. Il a avant tout souhaité diffuser les résultats de ses travaux pour avoir un réel impact sur les enjeux de transition énergétique. Au fil de l'avancement du projet et de la multiplicité des tâches à réaliser, il a eu l'humilité de se dire qu'il n'était pas forcément le mieux placé pour développer le plan commercial, gérer les aspects administratifs et stratégiques... et qu'il serait intéressant de chercher un autre co-fondateur qui apporte ce type d'expertise.

C'est ainsi que je suis entré dans le projet, Linksium m'a parlé du projet et j'ai tout de suite été conquis.

Avez-vous examiné d'autres projets de startup ?

Oui, auparavant je me suis aussi intéressé à un autre projet... mais qui a capoté au bout de six mois. La mayonnaise n'a pas pris avec les chercheurs car ils n'avaient pas bien compris, mesuré, ce que représentait la création d'une société et une juste répartition du capital entre tous les fondateurs.

Pourquoi Heliocity justifiait une création de startup plutôt qu'un contrat avec un industriel ?

Ce choix s'est d'abord fait car nous n'avions pas trouvé un industriel qui s'impose pour être preneur. Ensuite, je pense qu'entre le concept, le code de labo jusqu'à une solution industrielle poussée, déployée, il y a un chemin risqué qui demande une certaine agilité, une certaine persévérance, et c'est compliqué pour un grand groupe.

Les gens pensent au premier abord que ce que l'on réalise est assez simple et se demandent pourquoi cela n'existe pas déjà. Il faut être dans le métier pour se rendre compte que le problème est pointu.

Heliocity est-elle toujours en relation avec la recherche publique ?

Oui, avec le même laboratoire et d'autres. Nous avons aussi mis en place une thèse Cifre avec le LOCIE et le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). Nous avons collaboré avec d'autres laboratoires universitaires pour améliorer notre produit et toujours garder un coup technologique d'avance, tout en poussant les aspects de normalisation. Nous devons sans cesse préparer l'avenir...

Pourquoi il est important que des chercheurs soient épaulés par des gestionnaires lorsqu'ils se lancent dans une startup ?

Quand on vit dans le monde académique, on vit dans un monde très particulier. La vie des affaires est très différente. C'est une question de bon sens d'avoir des personnes qui savent parler à un client, à un banquier, qui savent ce que c'est d'avoir des deadlines, ce que c'est d'embaucher, de réagir rapidement, etc.

Par nature, la SU deep tech sort d'un labo pour aller dans le monde extérieur. Il semble donc évident qu'il faut avoir quelqu'un qui connaisse le monde extérieur.

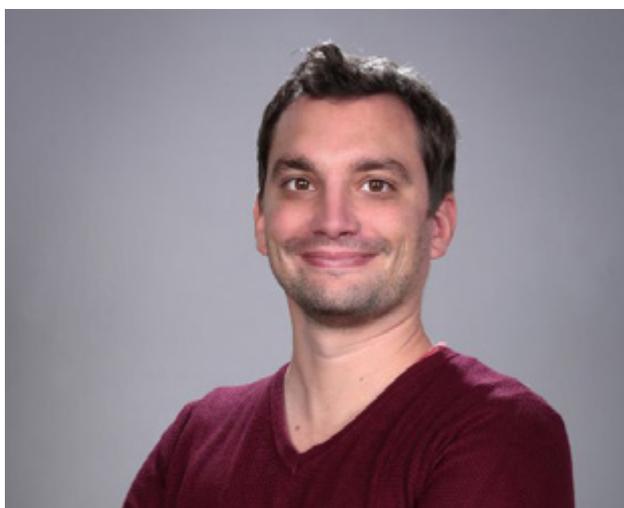
« Linksium m'a parlé du projet et j'ai tout de suite été conquis. »

Connaissant tout l'écosystème, qu'est-ce qui pourrait manquer pour favoriser la création d'entreprises deep tech ?

Nous sommes extrêmement bien aidés en France. L'écosystème avec le Réseau SATT, la BPI, les Stratégies Nationales d'Accélération, tout ceci est très positif. Les chercheurs sont bien protégés, à tel point que la prise de risque n'est pas forcément bien assumée. S'il y a peut-être une chose à améliorer, c'est la conscience qu'il faut qu'un chiffre d'affaires décolle !...

BESOIN DE CONTRADICTEURS ET DES LABORATOIRES POUR CONTINUER À INNOVER

Jérémy Dulout est président Directeur Général BatConnect



Quel chemin vous a conduit à créer BatConnect ?

Après un diplôme d'école d'ingénieur, j'ai commencé un doctorat à l'université. A cette époque je pensais faire de la recherche toute ma vie, mais au fond, j'avais toujours eu envie de créer une société.

Une occasion très stimulante s'est présentée lorsque quelqu'un m'a appelé pour me demander si je pouvais créer un nouveau système de batterie. J'ai réfléchi quelques semaines, et je me suis lancé. C'était le bon moment, j'étais disponible, et je me suis dit qu'il fallait foncer. En 2017, j'ai créé une première société, puis une seconde, BatConnect, en 2019.

*« Il y a beaucoup de beaux projets,
de très bonnes idées
pour travailler sur la décarbonation
de notre monde. »*

En quoi votre startup répond-elle aux défis des Technologies Avancées des Systèmes Energétiques ?

Notre startup cherche à produire des batteries plus vertueuses pour l'environnement, dont la durée de vie est mieux maîtrisée, et dont les coûts de maintenance sont vraiment minimales par rapport à ce qui se fait. Nous proposons des batteries d'une durée de vie exceptionnelle, bien au-delà de ce que l'on connaît en général, et pour réussir cela, nous avons développé tout un système de tracking à distance. Il nous permet à la fois de remonter les données des batteries et, en même temps, de pouvoir intervenir sur nos batteries, toujours à distance.

Ainsi, nous pouvons ajuster les paramètres de réglages aux besoins réels de l'utilisateur, même lorsque ceux-ci n'avaient pas été assez bien précisés au départ. Là où normalement, il fallait envoyer un technicien pour venir régler la batterie pour qu'elle ne se mette pas en défaut ou ne vieillisse pas trop vite, nous examinons son usage à distance et nous pouvons changer les paramètres de la batterie pour la caler sur le fonctionnement requis.

Continuez-vous à collaborer avec la recherche publique aujourd'hui ?

Depuis 3 ans, nous avons repris des projets collaboratifs nous allons démarrer des thèses CIFRE (convention entre entreprises et laboratoires de recherche publics pour jeunes doctorants), parce que nous avons besoin des laboratoires pour continuer à innover et pour avoir des contradicteurs dans notre façon de penser. Cela nous permet aussi de voir comment les gens qui sont au plus proche de l'état de l'art imaginent le futur. Par ailleurs, l'un des objectifs de ces thèses est aussi de dégager de la Propriété Intellectuelle.

Avec cet ensemble d'actions nous nous élevons mutuellement. En fait, je trouve que le lien industrie-université est très bénéfique pour aller chercher le meilleur.

Quels sont les leviers qui pourraient encore favoriser la création de startups issues du milieu universitaire ?

Ce qui est sûr, c'est que les financements sont la clé, et un soutien de la BPI notamment. Je pense à la catégorie DeepTech, et donc à des sociétés qui sont en rupture. Il faut leur donner une sécurité et leur garantir des moyens au démarrage, pour que la société puisse franchir les premières étapes de preuve de concept jusqu'au lancement.

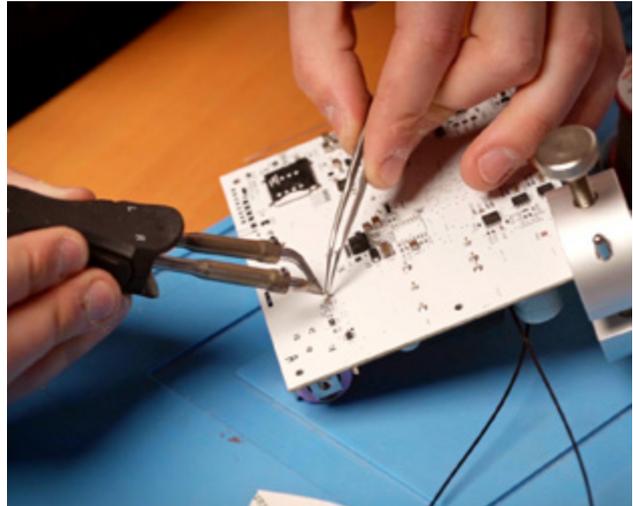
L'argent est indispensable, mais il y a aussi les ressources de l'écosystème. Il y a le besoin de laboratoires et de la possibilité de conventions avec ces laboratoires. Le lien avec l'industrie, grands groupes ou PME, qui est assez difficile à mettre en place de manière pérenne, est aussi très important. Il doit être favorisé pour que les jeunes pousses puissent échanger avec eux.

Quelles leçons tirez-vous de votre expérience dans les Deep Techs et de toutes les technologies que vous pouvez observer ?

Il y a beaucoup de beaux projets, de très bonnes idées pour travailler sur la décarbonation de notre monde.

Mais je trouve que le volet économique n'est pas suffisamment traité : comment la société va-t-elle financer sa croissance, trouver ses clients ? C'est un gros sujet en Europe, parce que les fonds d'investissement se montrent souvent plus frileux, et avec les poches moins profondes que ce qu'on peut avoir aux Etats-Unis.

On pourrait être éduqués un peu plus tôt à ces questions dans notre cursus scientifique, ou en tous cas, trouver des cofondateurs de sociétés qui connaissent ces problématiques, parce que la meilleure idée du monde n'a pas d'avenir si l'on n'arrive pas à financer sa production ou trouver son marché.



Quel portrait pourriez dresser de BatConnect ?

Aujourd'hui BatConnect est une société de 15 personnes, toutes animées par cette volonté de participer à un monde meilleur dans le domaine de l'énergie. Moins polluer, moins consommer tout en gardant en fait un niveau de vie sans contraintes inacceptables, c'est-à-dire sans grand bouleversement dans notre manière de vivre.

On vise un chiffre d'affaires d'environ 2 millions d'euros, avec un développement international et à l'export, à la fois en Europe et aussi en Afrique du Nord et au Sénégal.

Nous sommes très fiers de participer à la décarbonation de plusieurs secteurs en enlevant les batteries au plomb pour les remplacer par des batteries au lithium. Initialement nous étions spécialistes des batteries de voitures de golf et des engins aéroportuaires, et petit à petit on s'est ouvert à d'autres marchés, comme la robotique, le nautisme et le photovoltaïque.

Cela fait vraiment plaisir de voir que notre expertise est de plus en plus reconnue.

L'EXEMPLARITÉ DES SUCCESS STORIES

Nicolas Penet est UI Investissement, Directeur d'investissement



À quel stade d'avancement des projets investissez-vous ?

Nous sommes là dès la sortie de laboratoire et intervenons à des TRL 4, 5 ou 6. Nous sommes des "primos" investisseurs et au plan national, nous sommes le premier investisseur sur des projets de startups deeptech issues de la recherche publique, derrière les institutionnels comme BPI.

L'année dernière nous avons réalisé 25 investissements et aussi le plus grand nombre de sorties l'année dernière.

Quelle est la stratégie d'investissement d'UI Investissement dans la deeptech ?

Je dirige un fonds d'investissement dédié à l'amorçage, donc au financement des premiers tours des startups deeptech, principalement dans le domaine industriel et greentech.

Nous connaissons très bien tout l'écosystème des transferts de technologies avec les SATT. Pour ma part, j'ai un background plutôt spécialisé sur les sujets matériaux et mécaniques, et j'ai réalisé beaucoup d'investissements dans la transition énergétique et la transition écologique.

Aujourd'hui, nous allons vers la 3^{ème} génération de fonds dans le domaine de l'amorçage des deeptech, et nous nous sommes spécialisés sur les moyens à mettre en œuvre pour sortir des innovations de rupture dans ces domaines et les amener sur le marché.

« Nous voyons tous les projets deeptech sur le territoire grâce à notre maillage d'implantations locales. »

Pouvons-nous vous retrouver au capital si vous n'avez pas participé au tour d'amorçage ?

La continuité des investissements est un vrai sujet. Techniquement, j'investis environ le tiers du portefeuille dans 25 sociétés pour l'amorçage... Et nous allons déployer le reste dans les phases de croissance. Investir en série B si nous n'avons pas été dans l'amorçage n'est pas dans notre logique. Nous sommes des défricheurs avec des capacités de suivi. Il y a d'autres fonds qui se spécialisent dans des sociétés qui commencent à avoir du chiffre d'affaires ou qui ont déjà passé la phase de pré-industrialisation.

Comment détectez-vous les projets susceptibles de vous intéresser ?

C'est le nerf de la guerre. On évalue l'intérêt et le potentiel d'un fonds notamment par son deal flow. La proximité d'UI Investissement avec les centres de recherche est très très forte. Dans le fonds que je dirige, je compte une vingtaine d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche, des universités et des écoles auxquels s'ajoute l'IFP Energies nouvelles (IFPEN). Nous avons donc la capacité de détecter les projets avant même que



les sociétés soient créées. Nous sommes aussi au comité d'investissement de plusieurs SATT et participons à la vie de structures comme le French Tech Seed, ... Dans les faits, nous voyons tous les projets deeptech sur le territoire grâce à notre maillage d'implantations locales. En deux ans, nos statistiques révèlent que nous avons vu plus de 2 000 projets. Nous analysons environ 150 d'entre eux chaque année, pour en retenir et investir dans quatre ou cinq. L'entonnoir est assez sélectif.

Que pensez-vous d'une initiative comme la SNA TASE ?

Nous regardons depuis très longtemps tous les projets qui gravitent autour des axes prioritaires de la SNA TASE : photovoltaïque léger, réseau énergétique, la partie éolienne et bien évidemment la partie éolien flottant. Ce sont des sujets sur lesquels nous avons déjà investi et qui présentent un enjeu à la fois économique, stratégique et même parfois de souveraineté. Le consortium permet de sécuriser et surtout de repérer et éventuellement rassembler des initiatives voisines et les faire passer à un degré de maturation supplémentaire tout en évitant les micro-projets. Nous pouvons ainsi travailler par filière afin que des briques technologiques ne soient pas isolées mais s'assemblent sur des projets susceptibles d'embrasser toute la chaîne de valeur. La SNA TASE est intéressante pour tout le monde, chercheurs, laboratoires, SATT, et investisseurs.

Au regard de votre expérience, qu'est-ce qui motive un chercheur à faire du transfert de technologies ?

Dans le domaine de la valorisation de la recherche depuis les lois Allègre, je note une forte évolution : évolution juridique dans la capacité d'un chercheur à aller dans une startup, mais aussi dans le regard

des pairs. Se lancer ou participer à la création d'une startup est maintenant valorisant pour la carrière. D'autre part, le cadre financier est propice. La valorisation peut permettre des retours assez conséquents et la réglementation est très intéressante pour les chercheurs.

Il faut continuer à mettre en avant des success stories pour susciter des vocations. L'évolution est très positive.

UI Investissement en quelques mots

UI Investissement est une société de gestion d'une quarantaine d'années, née au sein du Crédit Agricole puis spin-off de la banque il y a un peu plus d'une vingtaine d'années.

Nous avons énormément grandi jusqu'à gérer aujourd'hui plus d'1,5 milliard d'euros d'actifs et de s'investir auprès de plus de 300 dirigeants dans des secteurs d'activité essentiels à la société comme la santé, l'agro-business ou l'industrie et les services en s'appuyant sur une équipe de 80 personnes. Notre positionnement est maintenant multisectoriel avec plusieurs types de plateformes d'investissement. Nous sommes nés dans le capital développement et nous nous sommes élargis à l'investissement dans l'innovation, notamment par croissance externe. La spécificité d'UI c'est aussi d'être implanté dans tous les territoires.

AIDER LES ENTREPRENEURS À TRAVERSER LA VALLÉE DE LA MORT

Germain Gouranton est directeur général et associé de NALDEO



Comment NALDEO travaille avec des porteurs de projets ou des startups ?

Nous collaborons avec les chercheurs et leurs laboratoires. En matière de maturation technologique, nous sommes sur la toute fin des processus, TRL 7, 8 ou 9. Pour nous, plus ce qui est traité précédemment, en amont, est tonique, vivace et créatif, plus nous sommes enthousiastes et heureux de la collaboration.

Nous soutenons des initiatives portées par des entrepreneurs qui ont fait émerger une idée ou un concept qu'ils ont développé soit en spin-off, soit en les sortant des labos tout en continuant à travailler avec lui.

Plus cet écosystème est créatif, plus il est stimulé et conduit à des solutions situées juste avant le marché, et plus nous avons des capacités à réussir l'implantation.

Comment se nouent les relations avec les chercheurs, les entreprises ? Est-ce vous qui les sollicitez ou viennent-ils spontanément ?

La relation se noue dans les deux sens. Nous sommes identifiés comme une entreprise qui aide

les entrepreneurs avec ce type de problématique à "traverser la vallée de la mort". Cela recouvre trois sortes de difficultés : financement, sécurisation technologique et organisation. Le financement n'est pas notre axe principal, bien que nous aidions les entreprises à crédibiliser leur projet lorsqu'elles font appel à nous pour des levées de fonds. Nous intervenons essentiellement sur les deux autres volets.

Quelle est votre position par rapport aux chercheurs ? À quel moment entrez-vous en action et pour quel support ?

Nous considérons que ce qu'apporte le chercheur qui devient entrepreneur lui appartient pleinement. Nous sommes en prestation de services, nous ne sommes pas en partage de dépôt de la propriété intellectuelle.

Concrètement, nous développons avec le chercheur tout le projet qui va de l'idée ou du prototype jusqu'au premier de série.

La caractérisation du marché est souvent quelque chose que le chercheur ne discerne pas très bien. Il s'agit notamment des sujets réglementaires, de financement, de passage du prototype à l'industrialisation. Nous aidons le chercheur sur ces points en lui apportant, si nécessaire, de l'ingénierie complémentaire.

« Concrètement, nous développons avec le chercheur tout le projet qui va de l'idée ou du prototype jusqu'au premier de série. »

Qui prend en charge les dépenses liées à votre prestation lorsqu'un chercheur vient vous voir ?

Lorsque nous intervenons, le chercheur est devenu entrepreneur. C'est donc la startup qui règle sur ses fonds propres et, très rapidement après, sur les levées de fonds. À ce stade, le chercheur est financé ou finançable, et il s'agit pour sa startup de passer la

dernière étape qui va lui donner le crédit du marché.

Pour les autres interventions, ce sont les collectivités ou les entreprises traditionnelles.

NALDEO met-elle les startups en relation avec ses clients industriels ?

Nous avons l'occasion de le faire. Par exemple, la communication a été lancée sur le développement d'une chaudière bas carbone, et, en avance de phase, des industriels ont déjà déclaré qu'ils seraient extrêmement intéressés pour accueillir les prototypes et devenir les premiers futurs clients.

NALDEO participe-elle à des tours de table ?

Ce n'est pas notre positionnement. Nous ne pouvons pas être juge et partie. Nous sommes là pour fluidifier le marché aval, apporter des solutions pour que les projets l'atteignent rapidement et y répondent efficacement : c'est la priorité numéro 1.

Quel est l'intérêt pour vous de la mise en place de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE ?

Il y a deux éléments de réponse.

Premièrement, si le monde de l'entreprise ou de l'industrie paraît abscond pour le monde de la recherche ou du développement, il en va de même dans le sens inverse. Le plus souvent, personne n'y comprenait rien.

La SNA TASE offre une identification qui n'existait pas de manière claire avec, comme dans le théâtre antique, une unité de temps, de lieu et d'action. Avec la SNA TASE, nous savons avec qui et comment se structure une activité.

Deuxième point, avoir thématiqué un certain nombre d'axes majeurs permet de comprendre où sont établies les réelles priorités et où sont les ordres de grandeurs recherchés dans les projets qui devront avoir un impact.

Le dispositif me semble bien adapté aux besoins du marché.

Quelle est l'activité de NALDEO ?

NALDEO est une entreprise d'ingénierie et de conseil exclusivement dédiée aux enjeux du climat et de l'environnement : l'énergie, l'eau, les déchets, la bio-diversité... Nous travaillons sur ces filières autant sur les aspects amont que sur l'aval de la chaîne de valeur. Elle réunit 280 collaborateurs.

Pour l'amont qui nous intéresse, nous accompagnons des porteurs de projets, des startups, des filiales de groupe amenés à développer des solutions technologiques au service des enjeux que je viens de citer en matière de décarbonation, d'impact environnemental. Très concrètement, nous allons faciliter l'industrialisation de ces sociétés actives dans l'hydrogène, l'énergie décentralisée, l'eau, les déchets, etc. pour aller du prototype jusqu'au marché.

Pour sa part, l'aval correspond à l'accompagnement des utilisateurs finaux. Il s'agit des collectivités, des industriels, des entreprises qui souhaitent se décarboner et modifier leur impact environnemental. Nous les aidons à trouver des solutions et, ensemble, à les mettre œuvre. NALDEO apporte donc du conseil, de l'accompagnement, de la mise en œuvre et, si nécessaire, du financement associé.



CONFRONTER LES IDÉES DES CHERCHEURS À LA RÉALITÉ

Nicolas Fléchon est directeur de la production énergies renouvelables, membre du Comex de GEG - Gaz Électricité Grenoble



Pourquoi votre entreprise est tournée vers la recherche publique pour développer ses produits ?

Nous sommes environ 500 personnes et donc, avec cette taille, nous n'avons pas la capacité à avoir une unité de R&D en interne, cela n'aurait même pas beaucoup de sens. En revanche, au regard de nos activités, nous avons un gros avantage à travailler avec la recherche publique. Nous bénéficions d'une vision très intégrée du monde de l'énergie, ce qui est rare, et nous avons la capacité de tester nous-mêmes, en conditions d'exploitation les moyens, les produits et les solutions issues des laboratoires. Les chercheurs ont avec nous la possibilité de confronter leurs idées à la réalité du secteur. Dans ces conditions, nous profitons d'une réelle agilité pour arbitrer de l'intérêt de certaines innovations.

Comment êtes-vous informés de l'activité des laboratoires intéressants vos secteurs ?

Nous avons eu l'occasion de participer à plusieurs appels à projets, français et européens. Pour nous, ce sont de très bons moyens pour trouver des possibilités de collaborations mixtes avec différents partenaires et plus particulièrement des laboratoires. Ce cadre de travail, cette mise en commun tisse des relations intéressantes pour

notre activité et permet de s'informer efficacement sur les axes de recherche des laboratoires. Nous avons participé à plusieurs projets concernant des réseaux d'énergie qui intègrent des technologies de l'information et de la communication (Smart Grid) et des concepts de ville intelligente (Smart City).

Quels sont les impacts de l'innovation pour votre entreprise ?

La mise à disposition de nos moyens pour l'expérimentation conduit parfois à la mise en place de nouveaux outils. Citons par exemple le comptage communicant. C'est un produit qui est en place à la fois chez l'habitant qui est en relation par sa facture avec son fournisseur d'énergie. Mais c'est aussi un équipement propriété de la collectivité et géré par le distributeur de réseau. Quand vous réfléchissez à des services par exemple de pilotage de la consommation qui soit aussi utile au réseau de distribution, c'est un avantage d'être un acteur multi métiers, capable de comprendre les apports pour chaque brique de la chaîne de valeur énergétique mais aussi d'avoir le recul pour évaluer l'apport systémique global.

Nous sommes une vieille société – plus de 150 ans – qui a à disposition des ouvrages techniques, des systèmes d'information qu'elle gère en général de longue date avec le plus souvent des compétences internes, ce qui nous offre une assise opérationnelle acquise par l'expérience. Malgré tout le Groupe GEG est aussi ouverte sur l'extérieur, sur l'expérimentation, ce qui nourrit vraiment la réflexion sur des sujets prometteurs et permet de prendre à l'issue de celle-ci les bonnes décisions. Cet état d'esprit, connu des startups et des chercheurs, ainsi l'accès facilité aux ouvrages et à la « vraie vie » présentent un intérêt pour nos partenaires, chercheurs ou industriels. Et en général nous trouvons assez facilement un « terrain de jeu » intéressant pour tout le monde.

La PRODUCTION en chiffres à fin 2023

353 GWh/an
+ 333% en 6 ans

>97 %
Taux de disponibilité moyenne des 3 filières électriques

75
Nombre de projets actifs en Développement

20
Nouveaux projets en Prospection

40
Membres de l'équipe (intégrant internes, alternants et stagiaires)



Quels sont vos sujets professionnels prioritaires en lien avec la recherche ?

Par exemple côté production, tout ce qui est lié à l'instrumentation et aux données est aujourd'hui un terrain à investir. Nous cherchons à utiliser tout type de données, données réelles ou virtuelles et commençons à nous intéresser à l'intelligence artificielle. Par exemple nous utilisons les jumeaux numériques pour augmenter la performance de nos ouvrages. En développement, nous utilisons l'open data pour nous aider à cibler la prospection. Nous nous intéressons aussi à tout ce qui nous permet de mieux prévoir nos profils de production, de mieux facturer, voire de pouvoir de manière dynamique faire des arbitrages sur les guichets de valorisation de nos productions.

Que pensez-vous du niveau de la recherche publique avec laquelle vous travaillez ?

Je ne sais pas si mon avis est pertinent sur le sujet mais je trouve que nous rencontrons le plus souvent des chercheurs extrêmement compétents et à l'écoute. Cet aspect est très positif. Là où des progrès sont à envisager, c'est dans la capacité à imaginer un modèle de business issus de leurs travaux et pouvant aider les industriels à se projeter sur une nouvelle activité rentable.

Quel peut être le bénéfice de la SNA TASE pour faire émerger des innovations ?

La SNA TASE devrait permettre d'améliorer la prise de conscience des chercheurs à faire plus de transferts de technologies. Il y a déjà une évolution visible. Les chercheurs ont de plus en plus la capacité à la fois de parler de l'invention, de son apport, mais, surtout déjà de pouvoir imaginer son modèle économique, sa déclinaison. C'est nouveau et c'est très stimulant.

Quelle est la place des énergies renouvelables dans la production de GEG ?

100% de la production de GEG est d'origine renouvelable et en forte croissance. 300% de croissance en 6 ans. Elle atteint 353 GWh fin 2023. Elle correspond symboliquement à l'équivalent de la consommation résidentielle Grenobloise en électricité.

Gaz Électricité Grenoble en quelques mots

Gaz Électricité Grenoble est une entreprise assez atypique du monde de l'énergie. Là où les acteurs de l'énergie sont plutôt segmentés, nous sommes multi-énergies, gaz et électricité, et multi-métiers, présent sur de nombreuses briques de la chaîne énergétique. Nous sommes à la fois gestionnaire de réseaux de distribution gaz électricité, fournisseur d'énergie et producteur d'énergie. À cela s'ajoute quelques activités concernant la mobilité, l'éclairage public. C'est aussi une particularité de GEG. Enfin, nous sommes hybrides avec à la fois des activités de monopole, comme la distribution et de la fourniture en tarif réglementé et des activités de marché en pleine concurrence.

RESTER OUVERTS À L'INNOVATION EXTERNE

Ludovic Lamberti est directeur stratégie et partenariat activité Digital GRID, Logiciels applicatifs pour le domaine de l'énergie, Division Innovation Software.



Quelle est la nature de l'activité de Schneider Electric en matière de systèmes énergétiques ?

Dans l'ensemble des activités de Schneider Electric liées aux systèmes énergétiques, j'interviens plus précisément sur ce que l'on appelle les applications du réseau électrique et sur la conduite des infrastructures des réseaux électriques.

Donc je suis localisé dans la partie haute du système, celle qui concerne les softwares pour les données, les analytiques appelés les systèmes de téléconduite.

Dans quelle mesure vous tournez-vous vers la recherche publique pour développer vos produits ou pour élargir vos compétences ?

Chez Schneider Electric, nous avons de la recherche incrémentale en interne. A partir de nos produits qui constituent une bonne base, avec une certaine durée de vie, nous apportons des innovations pour les faire évoluer. L'innovation est une valeur centrale dans la stratégie de notre entreprise.

Nous sommes ouverts à l'innovation externe adossée à la recherche fondamentale de nouvelles technologies, qui ont été développées et sur lesquelles nous n'avons pas forcément des compétences en interne. Dans ce cas, nous essayons de trouver les partenaires extérieurs pouvant nous apporter ces compétences et sur lesquels il est possible de s'appuyer.

C'est pour combiner l'innovation interne et externe que nous avons implementé le principe d'Open innovation, afin d'apporter des nouvelles valeurs sur le marché.

Cette stratégie de développement et d'innovation ne se limite pas au périmètre France. Elle se fait à un niveau mondial grâce à des centres R&D Schneider qui combinent les ressources de cet écosystème, alliant nos centres de compétences internes à des centres de compétences externes que nous pouvons sélectionner. Grenoble est un exemple de cette initiative au coeur de cet écosystème, avec l'ensemble des laboratoires qui existent sur le bassin. D'autres existent, sur le même principe, aux États-Unis à Boston ou dans la Silicon Valley par exemple, en Chine à Shanghai...

Ces centres sont-ils toujours adossés à des sites universitaires ?

Tout à fait. Nous sommes au plus près des centres universitaires. Nous créons avec eux cet écosystème, que nous pouvons animer en travaillant en étroite collaboration pour lancer et développer des partenariats et de nouveaux projets.

Comment êtes-vous informé de l'activité des labos dans votre secteur ?

Jusqu'à présent, nous étions plutôt en mode consulting avec des besoins exprimés en interne auxquels il nous fallait trouver une réponse. Sur certains points, nous pouvons consulter les universitaires et solliciter leur aide.

Pour ma part, nous fonctionnons aussi en faisant des surveys sur les nouvelles technologies, particulièrement les plus novatrices, et cela peut conduire à développer des travaux avec les universitaires concernés.

Actuellement, plutôt que de lancer un thésard sur le sujet, nous sommes sur un mode d'anticipation plutôt que de consulting.

Quels sont vos sujets prioritaires en matière de recherche ?

Dans le domaine de l'énergie électrique, des réseaux électriques, nous observons que ce monde est totalement bouleversé par les nouvelles technologies qui apparaissent.

Ainsi, nous cherchons à optimiser l'efficacité opérationnelle des équipements avec l'intelligence artificielle. Par exemple, comment, avec ces nouveaux outils, assurer la maintenance des réseaux, anticiper les cas de panne ?...

Nous travaillons également sur l'intégration des énergies renouvelables à travers différents softwares visant à faciliter l'intégration des données.

Parmi nos sujets prioritaires actuels, se trouve aussi l'hydrogène vert.

Quand nous parlons de transformation au niveau de l'énergie, du réseau électrique, c'est que nous voulons produire plus d'électricité tout en décarbonisant au maximum cette production. Au lieu de produire de l'énergie fossile, nous allons produire plus d'énergies renouvelables qui sont par nature des énergies distribuées, c'est-à-dire décentralisées. Nous souhaitons contribuer à toutes les innovations que cela engendre.

Quelles relations entretenez-vous avec les startups ?

S'adresser à un grand groupe comme le nôtre est pour une startup un facteur de développement.

Avec notre réseau commercial présent dans tous les pays, on peut analyser rapidement toutes les applications des startups de notre secteur. Nous identifions et étudions les technologies susceptibles de nous intéresser pour répondre à certains problèmes de nos clients.

Les startups peuvent aussi répondre à des besoins clients identifiés, sur lesquels nous n'avons pas de solutions, mais qui requièrent de conduire un nouveau modèle de business.

Nous sommes accueillants, c'est-à-dire que nous sommes prêts à identifier, assister, tester dans certains cas. L'innovation dans l'entreprise présente deux avantages. D'une part, elle permet en interne de créer plus d'idées, de confronter nos équipes, d'engendrer de l'émulation, et d'autre part, de pouvoir se différencier dans la compétition sur le marché, c'est ainsi que l'on apporte une valeur complémentaire à ce nous proposons déjà.

Comment sont répartis les pôles de recherche dans votre entreprise ?

Chaque type d'activité a son pôle de recherche, qui est bien entendu en rapport avec les startups concernées. Lorsque nous travaillons avec les labos,

dont sont généralement issues les startups, c'est pour répondre à des besoins complémentaires de test ou de simulations sur nos systèmes.

Quelle est votre politique en matière de propriété intellectuelle ?

Nous partons du principe que le brevet appartient à la société qui a été créée, donc à la startup qui en garde la propriété intellectuelle.

Si nous considérons qu'à un moment donné la technologie sera vraiment disruptive et pourrait amener beaucoup de valeur sur nos clients, nous pouvons évaluer avec les startups des investissements complémentaires et une prise de participation.

Qu'évoque pour vous le déploiement des Stratégies Nationales d'Accélération ?

Une grande entreprise se doit de participer à la construction et la mise en place des innovations de demain. Elle est tenue de se placer sur le plan de la durabilité à long terme, et cette vision sur le long terme s'appuie obligatoirement sur l'innovation et l'accompagnement de celle-ci sur le marché.

Schneider Electric en quelques mots

Schneider Electric est l'un des leaders mondiaux de la technologie industrielle avec une expertise de référence dans l'électrification, l'automatisation et la digitalisation des industries intelligentes, des infrastructures résilientes, des centres de données durables, des bâtiments intelligents et des maisons intuitives. Grâce à son expertise métier, Schneider Electric propose des solutions IoT, Internet of Things, basées sur l'IA, intégrant produits connectés, automatismes, logiciels et services sur l'ensemble du cycle de vie des activités industrielles.

L'entreprise rassemble 150 000 collaborateurs dans le monde et plus d'un million de partenaires dans plus de 100 pays.

Schneider Electric a réalisé 36 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2023.

PREMIER ATOUT : L'EXCELLENT NIVEAU DE NOTRE RECHERCHE

Sylvain Brémond est directeur Adjoint Capenergies et pilote du processus de labellisation des projets innovants



Pouvez-vous nous présenter en quelques mots Capenergies ?

Capenergies est l'un des 4 « pôles de compétitivité » nationaux (avec Derbi, Tenerrdis et S2E2) qui agissent en soutien des porteurs de projets innovants au service de la transition énergétique. Nous accompagnons les entreprises, laboratoires de recherche et autres acteurs sur un large spectre d'enjeux allant du développement des sources de production bas carbone (renouvelables et nucléaires) à la décarbonation de l'industrie, des transports et du bâtiment, en passant par l'efficacité et la sobriété énergétique et les problématiques d'infrastructures et réseaux.

Nos terres de mission géographiques principales, qui ne sont pas exclusives, sont les Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, et Guadeloupe, avec aussi un partenariat avec Monaco.

Quelles sont les principales demandes de vos membres ?

Nous avons 520 membres, dont près de 350 entreprises - start-ups, TPE, PME, ETI, GE et même certaines entreprises étrangères ayant des projets sur notre territoire -, une petite centaine de laboratoires de recherche et une autre petite centaine de tiers-acteurs comme

des financiers, des collectivités territoriales, des associations professionnelles ou des bureaux d'études. Nous organisons environ 60 rencontres par an à destination de nos écosystèmes filières (solaire, bioénergies, nucléaire, hydrogène, systèmes énergétiques, mobilité), ou sur des sujets transverses (fiscalité, financements européens, formation, etc.) pour répondre aux demandes de nos membres en termes de veille stratégique (technologique, marché, réglementaire, etc.), de partage d'opportunités, et de mise en relation avec d'autres acteurs. Nous disposons par ailleurs d'un processus de labellisation de projets innovants, reconnu par l'Etat et ses opérateurs de financement public (ADEME, BPI, ANR) et par les Régions, qui nous permet de réaliser un accompagnement individualisé de typiquement 40 à 50 projets par an. Tout en étant ancrés dans nos territoires, en proximité avec les acteurs de terrain, nous sommes en lien avec tout le réseau national et européen des parties prenantes, notamment institutionnelles, sur nos thématiques, et nous sommes en mesure d'en faire bénéficier nos membres.

« Sortir de son cadre de référence habituel apporte beaucoup de plaisir et de stimulation pour un bon questionnement scientifique »

Quelle place occupent les startups dans Capenergies ?

Nous comptons une petite centaine de startups parmi nos membres. Nous touchons là à l'ADN des pôles de compétitivité dont le rôle a toujours été d'accompagner l'émergence, la maturation, la structuration, et l'accès au financement des projets innovants, qui sont souvent existentiels pour les start-ups, même si l'innovation se développe aussi,

parfois sans le savoir ou le valoriser, dans les PME et les ETIs, et qu'il y a au final souvent besoin de fédérer aussi les autres acteurs, laboratoires de recherche bien sûr, et grandes entreprises, pour mener au bout un projet innovant.

Nous accompagnons les projets innovants de tous les niveaux de maturité technologique (TRL), avec une bonne proportion de projets collaboratifs PME – laboratoires de recherche. Les projets qui obtiennent, à l'issue de notre parcours d'accompagnement, le label pôle de compétitivité, ont statistiquement deux fois plus de chances d'être financés que les projets qui ne sont pas labellisés. Sur les 44 projets accompagnés par Capenergies l'année dernière, une vingtaine étaient portés par des startups. Et 85% des projets labellisés ont alors bénéficié d'un financement, un résultat bien au-delà du taux de succès standard.

D'où sont issus les projets accompagnés par Capenergies ?

Le cas le plus typique est celui d'un projet collaboratif entre TPE/PME (y compris start-ups) et laboratoires de recherche, et c'est d'ailleurs l'occasion de rappeler que les pôles de compétitivité ont initialement été créés notamment pour aider à développer ce type de collaboration entre des mondes qui parfois s'ignorent, par méconnaissance et/ou persistance de stéréotypes. Globalement, les projets accompagnés l'année dernière ont impliqué plus de 130 de nos membres au total, avec aussi la participation de grandes entreprises et de collectivités territoriales sur certains projets.

Quels sont pour vous les atouts de l'écosystème français de la recherche dans le domaine des technologies avancées des systèmes énergétiques ?

La Stratégie nationale d'accélération TASE vise l'énergie solaire photovoltaïque, l'éolien flottant et les réseaux énergétiques. Le premier atout de l'écosystème est l'excellent niveau de la recherche française, reconnue dans les évaluations internationales. Sur le solaire par exemple, avec le CEA, le CNRS, des laboratoires universitaires ou des acteurs comme l'Institut Photovoltaïque d'Île-de-France, nous disposons d'une base scientifique très importante. Nous avons aussi de grands acteurs industriels, notamment dans le domaine des systèmes énergétiques.

Au regard de votre expérience, qu'est-ce qui motive les chercheurs à travailler avec des entreprises, à réaliser des transferts de technologies ?

Certains chercheurs et équipes de laboratoires sont très ouverts à la discussion avec des parties prenantes qui ne sont pas de leur milieu académique. Nous constatons à Capenergies qu'ils y trouvent alors généralement beaucoup de stimulation et de gratification. Ces échanges donnent du sens à leurs travaux, et permettent souvent d'enrichir leur problématique de recherche. Il est souvent très intéressant de sortir de son cadre de référence habituel, y compris pour aider à construire un bon questionnement scientifique. Et les chercheurs ou les industriels qui franchissent le pas, j'ai l'impression qu'ils sont plus heureux que les autres.

À propos de Capenergies

Le pôle de compétitivité Capenergies facilite l'émergence de projets innovants et accompagne leur financement et développement pour accélérer la transition énergétique dans les territoires. Il intervient au bénéfice des filières énergétiques bas carbone et de ses membres implantés en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, Guadeloupe ainsi qu'en Principauté de Monaco.

Son action se concentre sur 4 axes stratégiques :

Sobriété et efficacité énergétique

Production d'énergie et hydrogène bas carbone

Réseaux et infrastructures optimisés

Décarbonation des usages

Capenergies accompagne également ses membres vers les financements européens et contribue activement à plusieurs projets en tant que partenaire avec l'ambition de devenir un pôle de référence en Europe dans le domaine de la Transition Énergétique.

INTÉGRER DES DYNAMIQUES DE FILIÈRES

Catherine Pommier, directrice de l'Innovation et expertise Filières AD'OCC & Amel Abbassi Guendouz, Chargée de mission Innovation Transition Énergétique AD'OCC.



AD'OCC en quelques chiffres

Implantée à Toulouse et à Montpellier, AD'OCC est l'Agence de développement économique de la Région Occitanie. Environ 3 000 entreprises passent par ses services chaque année. Son but est d'accompagner leur croissance dans leurs projets d'implantation ou d'acquisition de matériel, d'accueillir celles qui souhaiteraient s'installer en Occitanie, qui ont des projets internationaux et, bien entendu, celles qui sont porteuses de projets d'innovation. Environ 700 entreprises sont accompagnées dans leurs démarches d'innovation chaque année par l'Agence, toutes filières confondues.

« L'animation du réseau est centrale dans notre action et se traduit par plusieurs initiatives. »

Quelles sont les principales demandes de vos interlocuteurs de la filière transition énergétique ?

Les entreprises nous sollicitent fréquemment pour trouver des financements. Dans les domaines énergétiques, les modèles économiques sont un peu particuliers et demandent généralement des financements importants doublés de mises en relation avec des prestataires techniques. En effet, les entreprises de ce secteur ont souvent besoin de compétences complémentaires, généralement en matière d'innovation, pour développer telle ou telle partie de leur projet en cours d'élaboration. À leur demande, nous pouvons ainsi identifier les laboratoires académiques ayant les spécificités adaptées au domaine à explorer.

Ces entreprises viennent aussi nous voir car elles ont besoin de séquencer leur projet dans le temps, de le structurer et bien entendu de bénéficier de financements pour chacune des étapes du projet.

Enfin, beaucoup de demandes sont faites pour intégrer des dynamiques de filières en collaboration avec l'écosystème local. En matière de transition énergétique, nous trouverons plusieurs sous-domaines, citons par exemple l'éolien flottant en Méditerranée ou l'hydrogène.

Que mettez-vous en place pour animer ce réseau professionnel ?

L'animation du réseau est centrale dans notre action et se traduit par plusieurs initiatives.

Nous organisons d'importantes journées thématiques. Par exemple à Port-la-Nouvelle, le port des énergies marines renouvelables, sont conviés tous les acteurs de la filière de l'éolien en mer. Port-la-Nouvelle, sur lequel la Région Occitanie investit massivement pour accueillir les fermes pilotes et les futurs parcs éoliens en mer est au centre de cette dynamique.

Parallèlement à ces journées, nous proposons des conventions d'affaires qui réunissent de nombreux acteurs de la transition énergétique, y compris des laboratoires, pour développer des innovations qui répondent aux problématiques posées. Pour la mer, par exemple, il y a la journée B to Sea avec son volet énergies renouvelables. Ces rendez-vous business et innovation s'organisent dans plusieurs domaines, B to Build pour le bâtiment durable, B to Health pour la santé, etc.

Quels sont les atouts de l'écosystème régional en matière de technologie avancée des systèmes énergétiques ?

Dans l'aéronautique, par exemple, la transition énergétique ouvre de nombreuses recherches en matière d'énergies propres, de décarbonation, de kérozène vert, d'hydrogène... L'aéronautique engendre de nombreux transferts qui diffusent vers d'autres domaines ayant des contraintes et des questions techniques en commun.

Il y a de grands enjeux sur les nouveaux carburants et la région est particulièrement bien placée pour y répondre. Nous avons un véritable savoir-faire en matière d'hydrogène avec un écosystème académique et industriel porteur d'innovations, de beaux projets de gigafactory et d'électrolyseurs de nouvelle génération, et pour l'éolien flottant, nous sommes une région qui devrait accueillir deux parcs.

Notre région est particulièrement ensoleillée et bénéficie également du souffle de vents puissants.

Ajoutons que nous sommes la deuxième région en matière de d'installations photovoltaïques en France.

Quels services pouvez-vous offrir aux laboratoires ?

Soit des entreprises viennent nous voir car elles cherchent une compétence et nous les orientons vers les laboratoires susceptibles d'y répondre, soit ce sont les laboratoires qui nous expliquent la thématique sur laquelle ils travaillent et le type d'industriel qu'ils espèrent rencontrer pour une mise en œuvre de leurs travaux.

Parallèlement, nous sommes très impliqués

dans les SATT et dans les 2 Pôles Universitaire d'innovation (PUI) d'Occitanie, et donc très actifs dans le monde de la recherche afin de faciliter les relations entre labos et entreprises.

Observez-vous une tendance de besoins plus particuliers dans certains domaines ?

En région, l'hydrogène est devenu une locomotive. Les SNA et les appels d'offres publiés dans le cadre des Programmations pluriannuelles de l'énergie nous servent à structurer les filières.

Pour le moment, les deux filières dominantes sont l'hydrogène et l'éolien flottant. La dynamique industrielle est très bien enclenchée pour ces deux secteurs.

À propos d'AD'OCC

L'agence de développement économique AD'OCC a été créée en 2018 par la Région Occitanie.

Sa mission : accompagner les entreprises pour créer de la valeur et de l'emploi. L'agence est l'outil de la Région en termes de développement économique, d'innovation et de soutien à l'emploi. A ce titre, AD'OCC déploie les dispositifs de financement définis par la Région pour ancrer durablement l'emploi sur le territoire.

Grâce à son expertise des filières économiques régionales et ses experts métiers, l'agence accompagne les entreprises de la région Occitanie à chaque étape de leur vie.

AD'OCC propose aux entreprises d'Occitanie un service à 360 degrés : quel que soit le point d'entrée ou le besoin initial de l'entreprise, elle accède à la totalité de l'offre.

DÉVELOPPER DES MÉTHODOLOGIES POUR LES TRANSFÉRER

Régis Le Drézen est délégué Général Think Smartgrids



Quelles sont les priorités stratégiques en matière de smart grid ?

D'une part, c'est déployer et utiliser ces technologies digitales pour permettre d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables sur le sol français, et exporter ce savoir-faire français. Avec ces technologies digitales, on est capable de raccorder beaucoup plus d'énergie renouvelable, beaucoup plus vite, et à moindre coût sur le territoire.

D'autre part, pour décarboner notre mix énergétique sur le territoire français, et aussi sur la planète, il convient d'électrifier les usages, les véhicules, le chauffage, les process industriels. On passe donc de produits fossiles, gaz fossile et pétrole, à de nouvelles technologies pour faire correspondre quelque chose qu'on ne pourra plus piloter, à savoir la production qui proviendra du vent et du soleil, avec une consommation électrique qui va augmenter. Le principal défi étant de réduire la consommation d'énergie tout en augmentant la consommation électrique.

Les membres qui viennent se joindre à votre association, qu'en attendent-ils ?

Ils nous rejoignent pour trois grandes raisons. La première est qu'ils viennent rechercher une certaine visibilité externe, pour être identifiés comme un acteur crédible, vis-à-vis de nos interlocuteurs, auprès des décideurs politiques. On peut parler de lobbying, qui est un mot parfaitement

bien utilisé sur le territoire bruxellois, un peu moins sur le territoire français.

Un second aspect est qu'ils viennent participer à la réalisation très concrète des travaux et des documents de positionnement. C'est pousser des positions, et donc la crédibilité du lobbying qui peut leur rapporter du business.

Enfin, aux côtés de grands acteurs du monde de l'énergie, les acteurs du monde digital ont beaucoup à apprendre. Ainsi, venir dans notre association, c'est aussi participer à de la formation. Donc on a visibilité, crédibilité-lobbying, et formation.

Comment se répartissent les membres de votre association, y a-t-il une place pour les startups ?

Notre association réunit de très grandes entreprises du monde de l'énergie et des grandes entreprises de services numériques du digital. On a aussi des petites et moyennes entreprises, des grandes écoles et laboratoires universitaires, et des startups.

Les startups viennent se confronter et finalement modifier un peu les équilibres en place. Généralement issues du digital alors que les grosses entreprises sont dans l'électricité, l'électronique, ces deux grands mondes vont discuter. Les startups viennent pour proposer leurs solutions, elles cherchent à ouvrir le dialogue avec les grands groupes. En réunion d'information, en networking, la startup peut avoir accès à trois, quatre, dix patrons de grandes entreprises.

Avez-vous aussi des relations avec les laboratoires universitaires, la recherche publique, et si oui, quels sont leurs atouts ?

Oui nous avons des rapports avec le monde académique, scientifique, universitaire, avec parmi nos membres des grandes écoles et laboratoires,

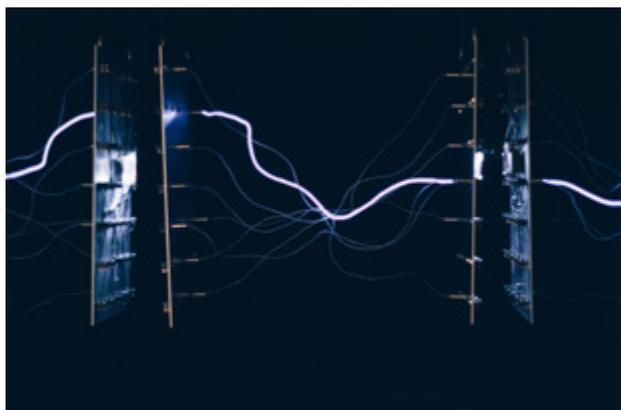
qui constituent des axes de recherche au sein de notre conseil scientifique.

Ainsi, l'an dernier on a publié un document sur ce que devrait être la résilience des réseaux électriques dans les années à venir. En effet, les crises, environnementales, politiques, ou différentes guerres, mettent l'infrastructure électrique au premier rang, et on a besoin d'avoir de la recherche académique.

Dans quelques semaines, va sortir un document rédigé par ce conseil scientifique, et donc des chercheurs et des laboratoires, sur l'électronique de puissance. On n'en parle pas beaucoup, mais l'électronique de puissance est critique et vitale pour déployer les énergies renouvelables. On travaille avec ces chercheurs pour que la France soit souveraine dans ces technologies. On a laissé partir les panneaux photovoltaïques, on ne veut pas manquer l'électronique de puissance.

Et pour l'année prochaine, les travaux vont porter sur tout ce qui touche au courant continu.

Donc oui, nous avons des rapports avec les laboratoires de recherche publique, et oui, ils nous apportent cet éclairage vis-à-vis des futures technologies, en développement ou qui nécessitent encore des recherches, des démonstrateurs, et c'est ce sur quoi nous travaillons avec eux.



Quand vous voyez arriver une stratégie d'accélération consacrée aux technologies avancées des systèmes énergétiques, cela vous inspire quoi ?

C'est une très bonne question. Ce que je vois dans ces travaux de technologies avancées, c'est finalement pour nous association, ce lien qu'on pourrait créer entre une partie très axée sur la

recherche et une autre partie de nos membres qui font du déploiement industriel.

C'est ce rapprochement que j'essaie de faire pour m'interroger, à partir des axes de recherche de la SNA TASE, sur le déploiement industriel qu'on va avoir à moyen ou plus long terme.

Donc je vois bien ces rapprochements entre ces scientifiques et le monde industriel.

Pouvez-vous nous présenter l'association Think Smartgrids ?

Think Smartgrids est une association professionnelle de Loi 1901, qui a été créée en 2015 à la demande de l'Etat français pour fédérer la filière des réseaux électriques intelligents, ce que l'on appelle en anglais les smart grids.

Les smart grids désignent toutes les technologies qui participent à l'optimisation du système électrique français. Nous représentons une filière auprès des parties prenantes, donc nous sommes interlocuteurs du régulateur de l'énergie, des directions générales ministérielles, de la direction Energie-climat, de la direction générale des entreprises, et nous développons cette filière à l'international.

Les deux grands objectifs sont d'une part sur le plan français, de créer les conditions d'un déploiement industriel de ces technologies pour optimiser le système électrique français, dit autrement, pour réduire l'ensemble de la facture globale, et d'autre part, au plan international, de promouvoir le savoir-faire français pour l'exporter

Notre association, présidée par Xavier Piechaczyk, également président de RTE, regroupe de très grandes entreprises françaises du monde de l'énergie et du monde digital, mais aussi des PME-PMI, des startups, des grandes écoles d'ingénieurs et des laboratoires de la recherche académique.

TRANSFÉRER DES MÉTHODOLOGIES DANS LES STANDARDS DE CERTIFICATION

Jean-François Filipot, Directeur scientifique et technique de France Energies Marines



De quelle manière vos recherches s'insèrent-elles dans la dynamique de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE ?

Grâce à notre statut d'Institut pour la Transition Énergétique, nous bénéficions de financements France 2030 et donc aussi de la dynamique de la Stratégie Nationale d'Accélération TASE.

Comment sont déterminées vos thématiques de recherche ?

Nous partons essentiellement d'un besoin industriel. Chaque année, nous rencontrons tous nos partenaires industriels pour les interroger sur leurs priorités et examiner avec eux les verrous à lever. Sur ces bases, nous définissons nos projets de recherche. Bien entendu, nous ne nous interdisons pas de proposer nos idées autour de verrous que nous aurions nous-mêmes identifiés.

Quelles sont les principales demandes des industriels qui vous sollicitent ?

Elles couvrent de nombreux aspects, notamment des demandes pour améliorer la compréhension des interactions entre les fermes éoliennes et les écosystèmes. C'est un vrai sujet pour l'intégration des parcs éoliens, et c'est aussi un sujet qui se prête parfaitement au travail en mode collaboratif.

Ensuite, nous avons des interrogations intéressantes sur la qualification de la ressource en vent ou la qualification des conditions extrêmes. Il peut s'agir des cyclones comme des tempêtes extra-tropicales.

Il y a également les sujets sur certaines briques technologiques. Nous travaillons beaucoup sur les lignes d'ancrage des éoliennes flottantes, notamment les lignes en matériau synthétique, plus précisément en nylon.

Nous nous concentrons maintenant sur l'optimisation des installations, l'architecture des fermes. Il s'agit par exemple de mutualiser les lignes d'ancrage pour limiter le nombre d'ancres et donc limiter les coûts d'installation.

Nous avons aussi un important programme sur les opérations maintenance et leur optimisation sur les éoliennes flottantes posées et sur les postes électriques en mer.

Travaillez-vous en collaboration avec d'autres laboratoires en France ?

Nous sommes près de 85 chercheurs ingénieurs sur un effectif total de 95 personnes. Pour nos travaux, nous nous appuyons fortement sur nos partenaires académiques, comme l'Ifremer, l'Ensta Bretagne, l'École des Ponts, pour n'en citer que quelques-uns. Nos partenaires nous offrent à la fois leurs expertises, mais aussi l'accès à des moyens d'essais.

Quelle est votre stratégie en matière de protection de la propriété intellectuelle de vos travaux ?

Nous ne déposons pas de brevets, mais nous développons beaucoup de méthodologies que nous essayons de transférer ensuite dans ce que l'on appelle "les standards de certification".

C'est une des voies de transfert privilégiée par France Energies Marines pour s'assurer que nos résultats soient utiles à l'industrie et utilisés par elle.

Nous développons aussi des modèles numériques dans lesquels nous implémentons nos résultats de projet. Par exemple, nous intégrons des nouvelles lois de comportement des lignes d'ancrage nylon pour mieux représenter les contraintes mécaniques auxquelles les éoliennes flottantes sont soumises.

A part l'éolien, quelles sont les autres énergies marines renouvelables ?

Il y en a quatre autres. Je vous livre l'ensemble de ces thématiques par ordre de maturité. Il y a l'énergie hydrolienne qui est associée au courant de marée, avec des systèmes proches des éoliennes que l'on installe sous l'eau. Il y a l'énergie houlomotrice, qui est l'énergie des vagues que l'on peut récupérer avec différents types de systèmes. Il y aussi l'énergie thermique des mers où l'on exploite la différence de température entre le fond et la surface dans les zones tropicales, et la dernière est l'énergie osmotique, qui utilise la différence de pression entre deux milieux qui ont des salinités différentes, situations typiques des estuaires.

Pour les hydroliennes, la ressource est assez limitée. On trouve très peu de zones où les courants sont assez forts pour que ce soit intéressant. Par contre, pour l'houlomoteur, la ressource est quasi infinie, elle est supérieure à la demande mondiale. Beaucoup de systèmes ont été déployés sans réelle convergence vers une technologie, pour l'instant...

Des chercheurs se lancent-ils dans la création de startups à la suite de leurs travaux à l'Institut ?

Ça arrive. Eolink est une entreprise qui a été créée il y a assez longtemps maintenant par Marc Guyot, ancien responsable d'un programme de recherche. Il développe maintenant une éolienne flottante dont un prototype de 5 mégawatts va être déployé sur le site du SEMREV, au large du Croisic.

Quels sont les atouts des laboratoires français dans la course européenne ou mondiale en matière d'éolien flottant ?

Nous ne sommes pas forcément en avance dans le domaine de l'éolien en mer par rapport aux pays du nord de l'Europe. Ils ont commencé à s'intéresser à ces sujets sur un plan industriel bien avant nous. Au Danemark, les premières éoliennes en mer ont été déployées en 1994... Et nous, nous avons démarré en 2023. Il y a donc une trentaine d'années de différence, 30 ans d'avance sur le déploiement

industriel...

Néanmoins, nous avons de bonnes compétences parce que nos équipes de recherche françaises s'intéressent à des sujets connexes à l'éolien en mer comme l'hydrodynamique, par exemple depuis longtemps. Je pense par exemple à l'Ifremer qui a les bassins et des compétences sur ces sujets-là.

Nous avons aussi quelques très bons laboratoires de recherche sur les écosystèmes marins et des thématiques connexes.

Quel est l'intérêt de la mise en place des Stratégies Nationales d'Accélération comme TASE ?

Les SNA sont essentielles. Nous allons connaître une demande d'électricité qui va exploser dans les années à venir, et même si nous déployons toutes les énergies décarbonées possibles en incluant le nucléaire, nous aurons du mal à répondre à cette demande. Ainsi, nous avons besoin de soutien pour définir des systèmes énergétiques qui soient plus performants et plus vertueux d'un point de vue environnemental. Ces SNA sont tout à fait à propos dans notre monde actuel.

Qu'est-ce qui motive les chercheurs de votre Institut à transférer les résultats de leurs travaux ?

Tout le monde ici a envie de voir ses efforts, ses résultats, transférés pour contribuer à l'émergence de ces nouvelles filières énergétiques. Je pense que tous nos chercheurs sont animés par la transition écologique et énergétique et souhaitent voir leurs résultats implémentés dans des outils industriels.

France Énergies Marines en quelques mots ?

France Énergies Marines est un Institut pour la Transition Énergétique dédié aux énergies marines renouvelables et essentiellement à l'éolien en mer. Nous concentrons nos activités dans des projets de R et D pour lever les verrous de la filière, notamment industrielle, dans le cadre de partenariats public-privé dans quatre grands programmes d'activités : la caractérisation des sites, le dimensionnement et le suivi des systèmes, l'optimisation des parcs, et l'intégration environnementale.

LES PARTENAIRES DES CONSORTIA

MSNA-TASE

Chef de file pré-maturation



SATT Toulouse Tech Transfert

Chef de file maturation



SATT AxLR



ExTASE

Chef de file pré-maturation



Université Grenoble Alpes

Chef de file maturation



SATT Linksiium



FINANCEMENTS PRÉMAT-MAT

COMMENT CANDIDATER AU DISPOSITIF ?

ExTASE et MSNA-TASE, dispositifs de soutien à la prématuration et maturation

Dans le cadre de France 2030, l'Etat a déployé 18 stratégies nationales d'accélération (SNA) avec un soutien fort pour la recherche et sa valorisation. Dédié aux thématiques des Technologies Avancées des systèmes énergétiques, les dispositifs MSNA TASE | ExTASE proposent des nouveaux soutiens financiers pour 2 phases spécifiques du développement de projets innovants : la prématuration et la maturation technologiques.

Comment savoir si mon projet est éligible ?

Vous êtes chercheur, enseignant-chercheur, ingénieur d'un laboratoire rattaché ou accompagné par l'une des structures suivantes :

ExTASE: CEA, Institut Polytechnique de Paris, Université Paris Saclay et Satt Paris Saclay, Paris Sciences & Lettres, Université de Bordeaux, Université de Pau et des Pays d'Adour et Satt Aquitaine Science Transfert, Satt Conectus Alsace, Université Paris Cité et Satt Erganeo, Sorbonne Université et Satt Lutech, Satt Pulsalys, Université Côte d'Azur et Satt Sud Est, Université Grenoble Alpes et Satt Linksium.

MSNA-TASE: Satt TTT, Satt Ouest Valo, Satt Sayens, Satt Nord et Satt AxLR.

PREMATURATION	
TRL	TRL 2 à 3
Durée	MAXIMUM 18 mois
Budget	80k € maximum
MATURATION	
TRL	TRL 3 à 6
Durée	MAXIMUM 36 mois
Budget	400k € maximum

- 1 Obtention d'un financement de votre établissement ou SATT partenaire
- 2 Préqualification auprès de la cellule ExTASE / MSNA-TASE
- 3 Soumission auprès du consortium ExTASE / MSNA-TASE

Vous avez un projet de recherche portant sur l'une des thématiques suivantes :

Le photovoltaïque:

Nouvelles technologies de cellules et modules PV hautes performances techniques et environnementales - Procédés de fabrication des matériaux et des dispositifs photovoltaïques - Nouveaux moyens de caractérisation des cellules ou modules PV - Outils pour une meilleure gestion de la variabilité de la production

L'éolien flottant

Equipements intégrés aux flotteurs/ancrages/câbles - Méthodes et outils d'installation, d'instrumentation, d'opération et de maintenance des équipements - Composants : turbines plus puissantes, génératrices sans terres rares, nacelles plus légères, pales recyclables, flotteurs innovants,... - Solutions de raccordement en courant continu

Les réseaux et les systèmes énergétiques flexibles et résilients :

Optimisation des infrastructures, de l'offre/demande et de la flexibilité du système énergétique - Amélioration du couplage entre les vecteurs énergétiques (électricité, gaz, chaleur / froid, eau) - Equipements innovants pour la performance des réseaux - Outils et méthodes d'adaptation aux nouveaux usages

Comment candidater ?

Votre projet doit faire l'objet d'une décision de financement, en prématuration ou maturation, de votre établissement ou de la part de votre SATT ou SATT expérimentale et cible une des thématiques citées
Rapprochez-vous du service de valorisation rattaché à votre laboratoire !

**UNE QUESTION,
UNE DEMANDE,
UNE INFORMATION,
UN RENDEZ-VOUS...**

Contactez :

EXTASE - PRÉMATURATION:

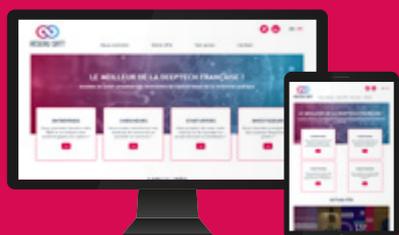
florent.chartier@univ-grenoble-alpes.fr
pascale.grenard-ecuyer@univ-grenoble-alpes.fr

EXTASE - MATURATION

yohann.chatillon@linksium.fr
julie.chambonniere@linksium.fr

MSNA-TASE - PRÉMATURATION / MATURATION

msna-tase@satt.fr



**ACCEDEZ EN AVANT-PREMIERE
AUX INNOVATIONS DE RUPTURE**
issues de la recherche publique

Suivez l'actualité du Réseau SATT
www.satt.fr

