

BOOK BATMAT

DÉVELOPPEMENT DES BATTERIES DE NOUVELLE GÉNÉRATION



Édition 2024/2025



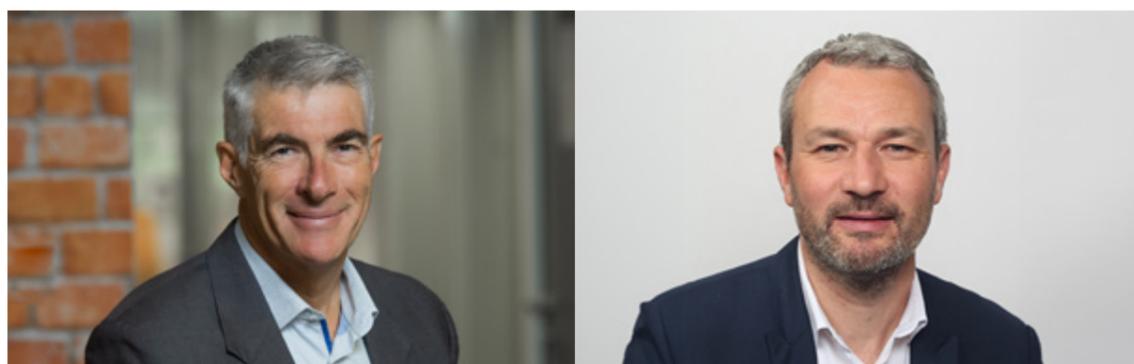
**SOUTENIR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION
DANS LE DOMAINE DES BATTERIES.**



SOMMAIRE

ÉDITO	4	MON MOTEUR : COMMENT TRANSFORMER LA MATIÈRE POUR EN FAIRE UN PRODUIT UTILE	16	ABATTRE LES CLOISONS ENTRE LA RECHERCHE ET L'ENTREPRISE	28
LE MARCHÉ DES BATTERIES ET SA SITUATION	5	LA FIERTE DE PARTICIPER À DES INNOVATIONS	18	UNE START-UP DOIT RÉPONDRE À UN VRAI BESOIN DU MARCHÉ	30
LES APPORTS ATTENDUS DE L'INNOVATION	8	A PLUSIEURS, ON VA PLUS LOIN !	20	L'INNOVATION ? NOTRE RAISON D'ÊTRE !	32
QUELS ENJEUX POUR LA FRANCE ?	9	LES LABORATOIRES, UNE PÉPINIÈRE D'IDÉES PRÉCIEUSES POUR LES INDUSTRIELS	22	L'INNOVATION, PRÉPONDÉRANTE POUR LA PÉRENNITÉ DE L'ENTREPRISE	34
PANORAMA DES BREVETS	10	POUR DES RECHERCHES À L'ÉCOUTE DU MARCHÉ	24	PAS D'INDUSTRIALISATION PERFORMANTE SANS UNE RECHERCHE SOUTENUE	36
LA FRANCE EST À LA POINTE DE LA RECHERCHE MONDIALE	12	LE SUCCÈS D'UNE START-UP ? LE TRAVAIL D'ÉQUIPE !	26		
AMPLIFIER L'EXCELLENCE FRANÇAISE DANS UNE COMPÉTITION INTERNATIONALE EXACERBÉE	14				





En participant à l'électrification de la société, et à plus long terme au soutien au réseau électrique, les batteries jouent un rôle crucial dans la transition vers un avenir énergétique durable. Cette transformation nécessite des investissements conséquents et ambitieux dans la recherche, l'innovation, le développement ainsi que dans le déploiement des infrastructures nécessaires.

Conscient des enjeux cruciaux que représente cette filière, la France a entrepris de nombreuses initiatives, dont un volet du plan France 2030, doté de neuf milliards d'euros. Ce choix stratégique n'est pas le fruit du hasard, la France a la volonté de se positionner à la pointe de la recherche et de l'innovation dans le domaine des batteries.

Au fil 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 – mettent en lumière le rôle crucial des batteries dans la décarbonation des mobilités et le soutien à la production d'énergies renouvelables sur le réseau électrique. Soutenir et développer la filière des batteries, c'est ainsi renforcer et consolider la position de leader de la France dans cette technologie d'avenir.

Le consortium BATMAT, étroitement lié aux « programmes équipements prioritaires de recherche » (PEPR, TRL 1-4), offre un soutien financier et un accompagnement dédié aux projets de prématurisation et maturation issus des universités et organismes de recherche nationaux afin d'accélérer le transfert technologique vers l'industrie.

BATMAT rassemble ainsi 16 acteurs de la recherche publique et de l'innovation dont les structures de transfert de technologies couvrant l'ensemble du territoire français. La coordination est assurée par CNRS Innovation pour les actions de prématurations et par la SATT Linksium pour celles relevant de la maturation. Le PEPR et le programme maturation-prématuration représentent des initiatives pour stimuler l'innovation dans des domaines stratégiques pour l'économie française, sous l'égide de France 2030.

Cette concentration de moyens, rendue possible grâce au soutien de l'État, vise à répondre aux priorités de la Stratégie Nationale d'Accélération Batteries. Le livre blanc BATMAT révèle les enjeux centraux et réalise un état des lieux des forces, des avancées et des défis pour le développement de cette filière. Une véritable mobilisation nationale est d'ores et déjà en marche autour de ce sujet crucial et de la place que la France y occupera.

Que vous soyez chercheurs, entrepreneurs, financeurs ou institutionnels, BATMAT représente une opportunité unique de mobilisation des forces pour le soutien de la filière batteries.

Bonne lecture.

François Hédé,
Président de SATT Linksium Grenoble Alpes

Mehdi Gmar,
Directeur de CNRS Innovation

LE MARCHÉ DES BATTERIES ET SA SITUATION

L'Asie a pris une avance certaine. Pourtant, l'Europe en général, et la France en particulier, n'ont pas dit leur dernier mot et multiplient les initiatives pour combler leur retard...

Un marché mondial en forte croissance

Portée principalement par l'électrification des transports, suivie de plus loin par leur déploiement dans les différents réseaux électriques, la demande mondiale de batteries devrait croître de 14 % par an jusqu'en 2030 pour atteindre, cette année-là, 2 600 GWh, soit neuf fois plus que dix ans plus tôt.

Au niveau mondial, le chiffre d'affaires qu'elles génèrent devrait atteindre 150 milliards de dollars en 2030 et en Europe 35. Sur cette période, les batteries au lithium resteront, selon toute vraisemblance, largement dominantes et accroîtront même significativement leur avance sur leurs principales concurrentes, à base de plomb, qui auront tendance, quant à elles, à stagner. Tout en restant pour le moment en retrait et en progressant à un rythme plus lent, les différentes technologies émergentes – sodium-ion, zinc-ion, tout-solide... – sont concernées par cette croissance.



Un marché mondial en forte croissance

Si l'on observe de plus près la situation, force est de constater que la plupart des usines de production sont à ce jour situées en Asie, notamment au Japon, en Corée du Sud et bien sûr en Chine, pays au premier plan quelles que soient les technologies, avec des parts allant de plus de 30% à près de 80% (55% pour le lithium-ion). Autre atout de poids, selon l'AIEA, la Chine contrôlait, en 2021, 80% de l'extraction mondiale du graphite destiné aux anodes de cellules de batteries, ainsi que la moitié des capacités mondiales de raffinage du lithium, du cobalt et du graphite !

Pour réduire leur dépendance, les autres Etats doivent par conséquent soutenir les initiatives publiques et encourager l'innovation et le développement de nouvelles technologies de batteries par tous les moyens.

Afin de rester dans la compétition et développer la filière, l'Union Européenne soutient ainsi fortement l'implantation de gigafactories sur son sol. Une quarantaine d'entre elles devraient y voir le jour d'ici 2030, dont quatre en France. L'Allemagne abriterait près d'un tiers des usines, se plaçant ainsi en leader, notamment grâce à Tesla. Parmi les autres pays aux nombreux projets de giga-usines figure en particulier la Hongrie.

Plusieurs grandes sociétés sont par ailleurs en cours d'implantation sur le continent : CATL, AESC, Envision ou encore le suédois Northvolt qui a bénéficié de 902 millions d'euros d'investissement de la part de l'Etat allemand pour installer la première gigafactory européenne, consacrée aux batteries lithium-ion. Autre acteur majeur, Automotive Cells Company (ACC), coentreprise française créée par Stellantis et Total rejoints par Mercedes-Benz, vient de réaliser une levée de fonds de 4,4 milliards d'euros pour développer de nouvelles unités de production en France, en Italie et en Allemagne. Elle prévoit à terme une production de 2,5 millions de batteries sur le continent.



Prologium	Kemilitat
SAFT	ACC
CLARIS France	Bran Tronics
ENERSYS	Umatech
Envision AESC	GCH Battery
CHIDE	BMS POWERSAF
Force Power	Accusult Technologies
Microvast	E-Mersiv
Risc Solutions	Battery Concept
DS Veeva	BatC
Itan	EasyLi
Tiamat	GMZ
Arts Energy	Energus
Quana Technologies	Batri
STIF	Verkor
BSR Group	Mecawave
Vlad	InceptPower

Des entreprises françaises prometteuses

ACC ne constitue pas le seul exemple de success story de ce côté du Rhin. La France vise en effet à réindustrialiser son territoire et à réduire sa dépendance envers les principaux fournisseurs de batteries, ce qui permettrait au passage de renforcer sa souveraineté industrielle. Et force est de constater que pour y arriver, l'Hexagone dispose de pépites prometteuses ! Spécialisé dans le développement de batteries lithium-ion intelligentes, connectées et recyclables visant à remplacer celles au plomb pour les véhicules électriques, le toulousain Batconnect a ainsi officialisé début 2024 un tour de table de trois millions d'euros.

Alors que Tiamat a été la première société à commercialiser un outil équipé d'une batterie sodium-ion en octobre 2023, la start-up amiénoise a annoncé le 12 janvier dernier une nouvelle levée de fonds de 30 millions d'euros pour la construction

de son usine de batteries. Parmi ses investisseurs figurent Stellantis, Arkema et MBDA.

En début d'année, la start-up Batri a annoncé, quant à elle, une levée de fonds de 10 millions d'euros, notamment auprès du groupe minier marocain Managem, pour installer sa première usine de recyclage de batteries.

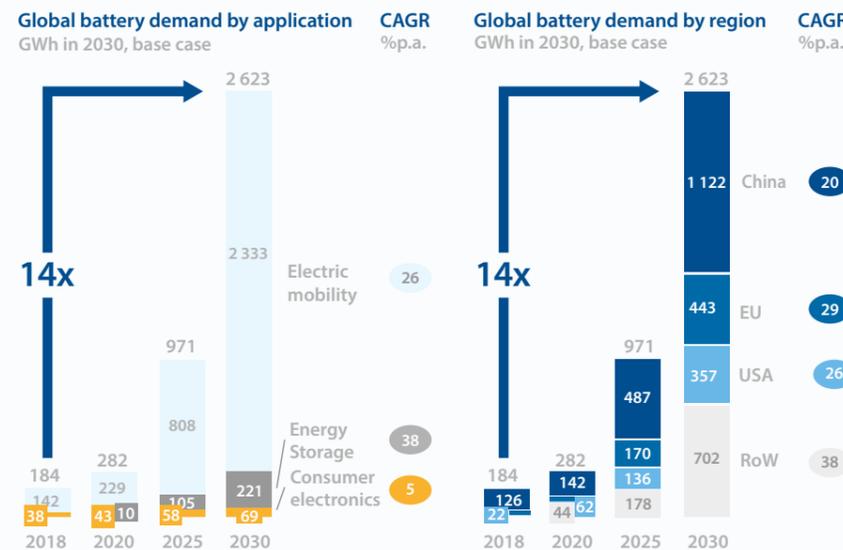
Le groupe industriel angevin STIF a levé 10,35 millions d'euros en entrant sur le marché Euronext Growth pour se développer sur le marché des BESS, systèmes de stockage d'énergie par batterie.

Enfin, Verkor, start-up française de batteries électriques créée en 2020, a sécurisé deux milliards d'euros de financements en septembre 2023.

Une levée de fonds historique pour la French Tech, qui permettra notamment de bâtir une première gigafactory à Dunkerque.

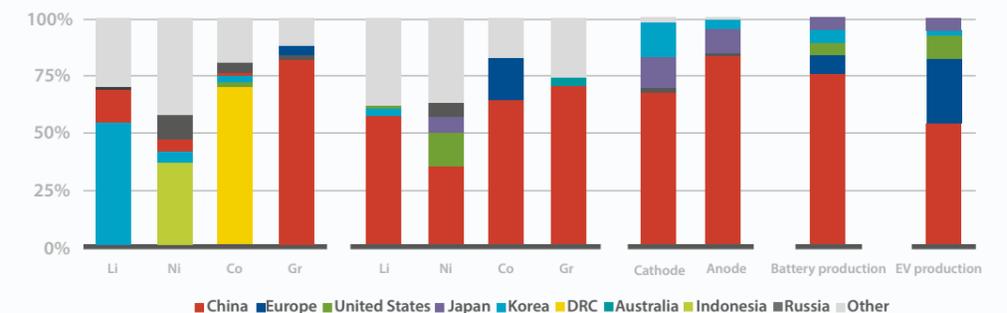
Qu'on se le dise : la France n'a pas dit son dernier mot, comme en témoigne le graphique ci-contre !

Chiffres clefs



China dominates the entire downstream EV battery supply chain

Geographical distribution of the global EV battery supply chain



Notes: Li = Lithium; Ni= Nickel; Co = Cobalt; GR= Graphite; DRC = Democratic Republic of Congo. Geographical breakdown refers to the country where the production occurs. Mining is based on production data. Material processing is based on refining production capacity data. Cell component production is based on cathode and anode material production capacity data. Battery cell production is based on battery cell production capacity data. EV production is based on EV production data. Although Indonesia produces around 40% of total nickel, little of this currently used in the EV battery supply chain. The largest Class 1 battery-grade nickel producers are Russia, Canada and Australia. Sources : IEA analysis based on EV Volumes, US Geological Survey (2022); Benchmark Mineral Intelligence; Bloomberg NEF.

LES APPORTS ATTENDUS DE L'INNOVATION

Sans surprise, ce sont des réponses à la demande croissante en électricité et la réduction des gaz à effet de serre en particulier qui constituent les principaux défis à relever pour les chercheurs. Sans oublier qu'ils se doivent d'apporter des solutions qui visent à la souveraineté énergétique hexagonale...

Des attentes essentiellement environnementales

Les batteries facilitent à la fois la transition vers une mobilité durable, une meilleure intégration de l'énergie renouvelable sur le réseau électrique et offrent de multiples contributions dans la vie quotidienne, comme le stockage stationnaire pour les réseaux ou encore la microélectronique... A ce titre, elles constituent donc un atout majeur dans la lutte contre les gaz à effet de serre et pour une transition énergétique réussie.

Mais les attentes vis-à-vis du monde de la recherche ne se limitent pas à une production énergétique

efficace et à moindre impact environnemental et au développement de nouvelles électrochimies de cellules. Les enjeux de recyclage et de recyclabilité sont également centraux. Alors que l'Europe vise la neutralité climatique d'ici 2045-2050, la création d'un écosystème de batteries circulaire s'avère en effet essentiel pour atteindre cet objectif. Leur fabrication, via des matériaux avancés ou autres composants, et la gestion de leur fin de vie posent des défis qui, s'ils ne sont pas résolus, peuvent avoir un impact tant sur l'environnement que sur la santé humaine.

Être souverain...

... tel est l'autre grand impératif qui est également attendu du gouvernement ! Cette industrie est en effet stratégique à la fois pour la souveraineté technologique et énergétique des pays. Le développement de batteries alternatives, comme les Zn-Air ou à flux redox, représente une voie prometteuse pour l'avenir, présentant des avantages en termes de coût et d'empreinte environnementale. De même, les batteries tout-solide et Na-ion offrent un potentiel significatif pour le stockage stationnaire et d'autres applications grâce à leur durabilité et leur coût moindre. Sans parler de la disponibilité des composants.

Comme l'explique très bien Valérie Petat, Chef de projet batteries à la Direction Générale des Entreprises (DGE) et Coordinatrice de la stratégie nationale batteries, « dans le domaine des batteries, [on observe] des mouvements très rapides, voire violents. Aussi la possibilité pour la France de s'y singulariser et s'y développer passe-t-elle à la fois par une action visant à faire émerger des technologies matures, comme les batteries lithium-ion ou NMC qui font l'objet d'un certain nombre de projets de gigafactories (...), mais aussi par le maintien de notre avance sur des technologies innovantes.

Lesquelles peuvent nous assurer un positionnement différenciant dans un grand nombre de thématiques de recherche, mais aussi faire émerger de nouvelles électrochimies - par exemple sans métaux critiques - ou encore des produits ou procédés de production à moindre impact environnemental, qui marquent la singularité du positionnement français et européen ».

Comme elle le conclut très bien, la recherche hexagonale a « un rôle central à jouer dans la poursuite de ce statut d'excellence et dans son amplification dans une course internationale extrêmement compétitive ! »

QUELS ENJEUX POUR LA FRANCE ?

Par leur enjeu éminemment stratégique, les batteries nouvelle génération se trouvent au cœur d'une compétition mondiale qui vise à développer de nouvelles chimies pour assurer l'indépendance énergétique des Etats... ou au contraire leur sujétion. La France l'a bien compris et multiplie les initiatives pour encourager la recherche.

Des dispositifs complémentaires de l'amont vers l'aval

France 2030 compte sur la recherche en amont (TRL 1 à 4) pour développer de nouvelles générations de batteries. Aussi le PEPR - Programme et Equipements Prioritaires de Recherche - qui leur est dédié, piloté par le CNRS et le CEA, a-t-il vocation à accompagner les filières industrielles. Doté d'un budget total de 45,7 millions d'euros, il implique des équipes de recherche des universités, grandes écoles et organismes nationaux pour soutenir des projets ciblés.

En complément du PEPR, la stratégie « Batteries » soutient le transfert des résultats de la recherche à bas TRL vers l'innovation. BATMAT, lauréat de l'appel à projets transversal prématuration-maturation, porté par un consortium de 17 partenaires, ambitionne de financer entre 2023 et 2027 plus de 50 projets de prématuration et une trentaine en maturation via 15 millions d'euros d'aides. Comme dans de nombreuses SNA, BATMAT aura un défi à relever : un nécessaire accroissement de la collaboration entre les instituts de recherche et les entreprises.

Plus en aval, l'appel à projets sur les solutions et technologies innovantes pour les batteries, lancé en 2021 et opéré par Bpifrance, vise à accompagner les projets novateurs de TRL 4 à 6 pour passer au stade industriel sur quatre thématiques : composants nécessaires à la fabrication des cellules des batteries lithium-ion, nouvelles électrochimies de batteries réduisant les prélèvements de cobalt et de nickel, procédés de fabrication et de reconditionnement des batteries, systèmes et packs batteries innovants.

La question de la formation s'avérera aussi déterminante dans les années à venir afin de faire émerger une main-d'œuvre qualifiée.

Les batteries nouvelle génération, une priorité de France 2030

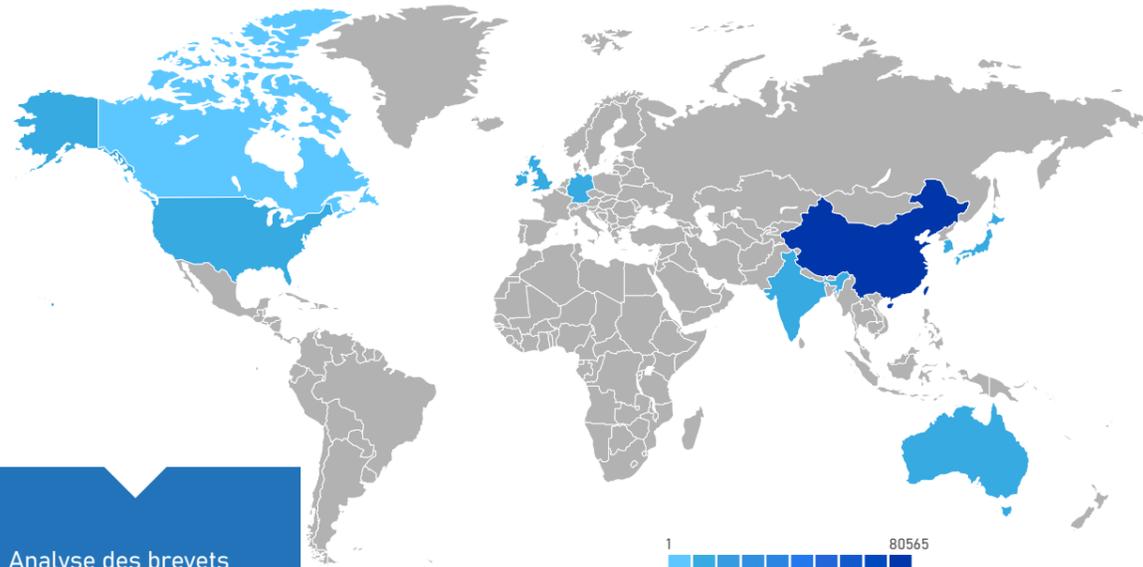
Afin de renforcer sa position en Europe et dans le monde, la France accroît son soutien aux projets portant sur la chaîne de valeur des batteries. Objectif : atteindre une autonomie stratégique et sécuriser les approvisionnements en matériaux critiques ne pouvant être produits sur son territoire... ou leur substitution. A cet effet, un fonds d'investissement dédié aux minerais et métaux critiques est abondé par l'Etat dans le cadre de France 2030.

Les enjeux, multiples pour le pays, sont en effet au cœur de ce plan annoncé en 2021 par le président Macron. Doté d'une enveloppe de 54 milliards d'euros, il vise à positionner la France en leader économique sur la scène européenne et internationale.

Dans le domaine des batteries, il vise ainsi à la construction de quatre gigafactories, la première, ACC, ayant été inaugurée en mai 2023. Elles doivent à elles seules fournir une capacité de production de batteries de 100 à 200 GWh et créer 10 000 emplois directs d'ici 2030. Au total, 38 projets liés aux batteries sont soutenus via les dispositifs France 2030, représentant 233 millions d'euros d'aides et générant 1,1 milliard d'investissements, hors PIIEC. Car l'Etat a par ailleurs débloqué plus de 903 millions d'euros d'aides dans le cadre des deux PIIEC - Projets Importants d'Intérêt Européen Commun - sur les batteries.

Panorama des brevets

Comme le montrent les deux graphiques ci-dessous, la dynamique de dépôts de brevets est la plus forte en Chine, où elle est majoritairement portée par des acteurs de premier plan tels que CATL, BYD, Zuohai Cosmox Battery, Hubei Eve Power et Hefei Guoxuan.

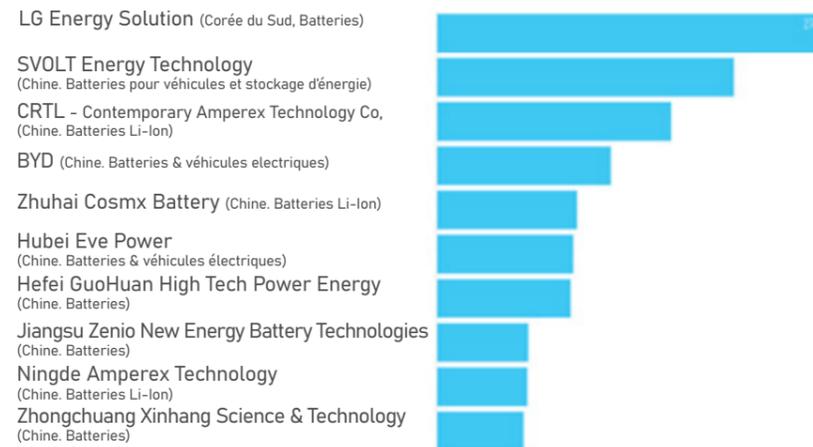


Analyse des brevets en vigueur sur les 5 dernières années. Cette analyse représente la densité de dépôt de brevets étrangers. Elle reflète donc la présence d'acteurs sur le territoire, ou bien d'acteurs étrangers ciblant le territoire.

Les entreprises chinoises sont nombreuses et déposent massivement des brevets sur les batteries «nouvelle génération»

Les industriels les plus innovants dans le monde

Classement par volume de portefeuille brevet



Analyse réalisée sur les déposants industriels de brevet dans le monde sur les 5 dernières années

Elle apporte une vision des industriels développant de l'IP récente et potentiellement exploitée (limitée aux brevets en vigueur) dans le domaine. Mars 2024 - Étude réalisée par Mike - Service Réseau SATT

Nous observons par ailleurs ces dernières années une forte accélération des dépôts de brevets liés à l'augmentation de la demande en énergies renouvelables, l'optimisation des batteries lithium-ion, aux batteries à flux redox et électrolytes solides, à la croissance du marché des véhicules électriques et au profil de charge, notamment à vitesse élevée qui induit des évolutions technologiques spécifiques.

Dynamique des dépôts de brevets sur les 10 dernières années



Analyse mesurant le nombre de famille de brevets prioritaires par année de priorité, soit la tendance des investissements technologiques dans le domaine



La cible principale des innovations potentielles porte, sans surprise, sur l'impact climatique. Il s'agit, par le biais des batteries, de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à la production, au transport et à la distribution d'énergie.

Les évolutions technologiques portent, quant à elles, essentiellement sur la chimie, la capacité de stockage ainsi que la rapidité des cycles de recharge.

LA FRANCE EST À LA POINTE DE LA RECHERCHE MONDIALE

Hélène Burllet (CEA) et Patrice Simon (CNRS) sont les deux copilotes du PEPR « Soutenir l'innovation pour développer les futures générations de batteries ».



l'origine de la dégradation des performances afin de trouver des solutions : couches d'interfaces pour contrôler les réactivités entre composants, maintien de la batterie dans sa plage de fonctionnement optimal - tension, température, courant - par des systèmes de gestion...

Mais cela ne peut se faire que si l'on dispose de capteurs capables de détecter les changements et que si le système de gestion parvient à comprendre ces signaux via de l'algorithmie ou de l'intelligence artificielle, avant finalement d'agir grâce à des actionneurs. C'est le troisième angle. On va donc développer des outils dédiés de caractérisations avancées operando permettant de réaliser des observations sur des électrodes et systèmes en fonctionnement. La détection et la résolution des problèmes se font ensuite grâce au système de gestion de batterie, le fameux BMS - Battery Management System - qui prend de plus en plus d'importance car il lui permet de demeurer dans sa plage de fonctionnement optimal.

« L'Hexagone est doté de plusieurs plateformes adaptées très performantes comprenant notamment des outils de caractérisations. »

Quelles sont vos priorités stratégiques ?

La principale est indéniablement le transport, via la batterie pour véhicules électriques. Elle concerne la grande majorité des douze sujets sur lequel le PEPR travaille actuellement. Ce qui ne nous empêche pas de nous pencher sur d'autres applications, quelques sujets portant sur le stationnaire, l'IoT avec des micro-batteries, ou encore des batteries implantables pour le médical.

Quels sont les atouts des laboratoires et de l'écosystème français de la recherche dans le développement des batteries de nouvelle génération ?

Ils sont nombreux, la France étant à la pointe de la recherche mondiale.

Il existe déjà le RS2E - Réseau sur le Stockage Electrochimique de l'Energie. Ce réseau de recherche et de transfert technologique du CNRS, dirigé par le Professeur Jean-Marie Tarascon et créé avec le soutien du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, est en effet consacré aux différents dispositifs de stockage d'énergie : batteries rechargeables, supercondensateurs et technologies alternatives destinés à de nombreux usages comme le véhicule électrique, l'électronique portable ou encore le stockage de l'électricité issue de sources renouvelables. Les travaux menés couvrent aussi bien les aspects expérimentaux que théoriques. La communauté académique est par conséquent déjà structurée et se connaît bien. Or, la France compte en son sein nombre de chercheurs de renommée internationale et est à l'origine de brevets majeurs sur les batteries lithium-ion.

A cette richesse de compétences, il faut ajouter celle de nos équipements : l'Hexagone est doté de plusieurs plateformes adaptées très performantes comprenant notamment des outils de caractérisations - microscopie, RMN, XPS, dépôts couches minces... -, des lignes de prototypage, des salles anhydres, où l'atmosphère est contrôlée pour un taux d'humidité relative inférieur à 2%. Avec les grands instruments présents à Grenoble et Paris qui permettent de comprendre ce qu'il se passe dans les batteries en fonctionnement, les équipes disposent de lignes très performantes dédiées à leurs études. Se met d'ailleurs en place un Battery Hub auquel pourra accéder la communauté académique.

Il faut également souligner qu'il existe, depuis une quinzaine d'années, une véritable volonté politique, qui s'est avérée constante, de promouvoir et financer la recherche sur les batteries. Cette cohérence a été déterminante dans l'accroissement des compétences.

Enfin, la France a la chance de compter sur son territoire des industriels en pointe sur le sujet, comme SAFT, TotalEnergies, ACC, Verkor ou Blue Solutions, pour ne citer qu'eux, avec de plus en plus de gigafactories qui s'implantent.

Qu'attendez-vous des chercheurs ?

Même si cela est fort heureusement en train d'évoluer, nous attendons avant tout d'eux qu'ils n'oublient pas de transférer leurs travaux ! Ils aiment comprendre et produire de la connaissance en la publiant... mais parfois de manière trop détaillée et en omettant de déposer préalablement des brevets. Au risque de se faire voler les idées par la concurrence étrangère ! Même si cela a beaucoup évolué, surtout dans le domaine des batteries où la compétition est très rude, il faut les sensibiliser, encore et toujours, au fait que leurs travaux sont susceptibles de servir aux acteurs industriels. Il reste de l'acculturation à réaliser sur l'utilité des brevets. Et à ce titre, il faut malheureusement reconnaître que nous ne sommes guère aidés par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES), dont les évaluations sont orientées beaucoup plus sur les publications que sur le nombre de brevets... Nous souhaitons donc que les chercheurs aient le réflexe de se demander, avant de publier, si ce qu'ils font peut donner lieu à une valorisation.

Pourquoi ce rapprochement entre le PEPR et BATMAT et comment travaillez-vous de concert ?

Ce rapprochement est naturel, BATMAT étant précisément l'outil destiné à valoriser les résultats du PEPR. Ce qui nécessite un peu de temps : les deux ayant été lancés récemment, cela explique que le premier n'inclut pour le moment aucun projet issu du second.

En ce qui concerne la collaboration, si la partie prématuration de BATMAT est sous la responsabilité de CNRS Innovation et la maturation de la SATT Linksium, le CEA et le CNRS sont partenaires du consortium et participent au comité de pilotage. Le PEPR s'est par ailleurs doté d'un référent valorisation qui étudie les idées de projets de prématuration envisagés, détecte les éventuelles redondances et concurrences entre eux, et incite, lorsque cela paraît pertinent, les chercheurs à franchir le pas. Il prend part au comité d'engagement et de suivi de BATMAT et dispose d'une voix de vote sur les projets présentés. Nous sommes donc intimement liés et travaillons de concert.

AMPLIFIER L'EXCELLENCE FRANÇAISE DANS UNE COMPÉTITION INTERNATIONALE EXACERBÉE

Valérie Petat est Chef de projet batteries à la Direction Générale des Entreprises (DGE) et Coordinatrice de la stratégie nationale batteries.



Quelles sont ses missions et ses priorités stratégiques ?

BATMAT s'inscrit dans le continuum classique des actions d'accompagnement de France 2030, avec un PEPR consacré aux travaux de recherche publique aux TRL très amont (TRL 1 à 4) en vue d'être prolongés par d'autres actions – notamment les AAP opérés par Bpifrance et l'ADEME – visant des projets d'innovations à des niveaux plus matures (TRL 4 à 6 lors de la candidature) pour les accompagner jusqu'au pilote, voire l'industrialisation. BATMAT vient s'interfacer entre les deux. Son rôle consiste d'abord à capter et détecter toutes les innovations prometteuses pour des applications à des stades plus matures que les projets du PEPR (et, dans quelques mois, à poursuivre l'accompagnement des projets du PEPR), en lien avec les priorités de la stratégie, et à s'assurer ensuite qu'elles soient transformées en résultats de recherche valorisables ou en start-ups, dans la lignée de succès hexagonaux comme TIAMAT.

Quels sont les atouts des laboratoires et de l'écosystème français de la recherche sur les batteries de nouvelle génération ?

Ils résident à la fois dans leur excellence et leur structuration de longue date via le Réseau RS2E du CNRS qui regroupe un grand nombre de laboratoires spécialisés dans la recherche électrochimique en

France. Le PEPR qui, dans le cadre de France 2030, réinjecte 50 millions d'euros pour amplifier les travaux en lien avec la thématique de la stratégie, constitue un autre atout. Sans oublier, au-delà de ces financements, toute l'animation de l'écosystème que mènent ses copilotes, le CNRS et le CEA. La recherche française sur le thème des batteries est très reconnue : en témoignent des personnalités comme Jean-Marie Tarascon. Cette action ciblée de France 2030 vise à l'amplifier.

« BATMAT s'inscrit dans le continuum classique des actions d'accompagnement de France 2030, avec un PEPR consacré aux travaux de recherche publique aux TRL très amont (TRL 1 à 4) en vue d'être prolongés par d'autres actions. »

Qu'attendez-vous des chercheurs de ces laboratoires ?

Appartenant à la DGE, je suis très focalisée sur l'industrialisation et le marché. Or ce que l'on perçoit de ce point de vue dans le domaine des batteries, ce sont des mouvements très rapides, voire violents. Aussi la possibilité pour la France de s'y singulariser et s'y développer passe-t-elle à la fois par une action visant à faire émerger des technologies matures, comme les batteries lithium-ion ou NMC qui font l'objet d'un certain nombre de projets de gigafactories, tels ceux d'ACC, Envision ou Verkor, mais aussi par le maintien de notre avance sur des technologies innovantes. Lesquelles peuvent nous assurer un positionnement différenciant dans un grand nombre de thématiques de recherche, mais aussi faire émerger de nouvelles électrochimies

– par exemple sans métaux critiques – ou encore des produits ou procédés de production à moindre impact environnemental, qui marquent la singularité du positionnement français et européen. Elles ont donc un rôle central à jouer dans la poursuite de ce statut d'excellence et dans son amplification dans une course internationale extrêmement compétitive. La Chine, notamment, affiche ses ambitions et mène des actions majeures de recherche sur les futures ruptures technologiques, notamment dans le domaine du tout-solide. Mon message à plus court terme serait donc le suivant : « postulez à BATMAT et ne vous interdisez rien car il est là pour vous accompagner ! »



MON MOTEUR : COMMENT TRANSFORMER LA MATIÈRE POUR EN FAIRE UN PRODUIT UTILE

Jean-Marie Tarascon est Directeur du laboratoire Chimie du solide et de l'énergie (CNRS/Collège de France/Sorbonne Université).



© Frédérique PLAS / CSE / CNRS Images

batteries de ces fibres pour voir ce qui s'y passe. Nous pouvons ainsi suivre toutes les variables thermodynamiques : Deltas H, Deltas S, chaleurs de décomposition des électrolytes... Grâce à ces fibres optiques, nous sommes parvenus à réaliser de l'infrarouge dans l'accumulateur lors de son utilisation, ce qui permet de voir tout ce qui s'y passe en termes de chimie. Une avancée sociétale importante. Les industriels sont en effet friands de ce type d'informations en vue de la formation et du suivi de leurs propres accumulateurs. C'est une nouvelle ère qui s'ouvre dans le diagnostic des batteries.

Quelles conclusions personnelles tirez-vous des transferts de technologies auxquelles vous avez contribué ?

Je me suis rendu compte que j'étais plus fait pour la recherche fondamentale... même si c'est toujours dans l'optique d'un produit. Il faut être conscient de ses capacités : je n'ai définitivement pas l'âme d'un businessman !

La leçon que j'ai apprise est qu'il faut mener la technologie sur laquelle on travaille - et qui constitue un peu notre bébé - le plus loin possible, mais dans la limite de ses compétences. A quelques rares exceptions près, un scientifique se transforme rarement en homme d'affaires. Il faut savoir s'arrêter au bon moment. Avant la France, j'avais d'ailleurs déjà vécu cette expérience aux Etats-Unis où nous avons développé la technologie plastique lithium-ion pour la mener jusqu'au transfert. Etape à laquelle je m'étais sagement retiré !

Avez-vous des projets susceptibles d'intéresser le consortium BATMAT ?

Je travaille actuellement à un projet autour du diagnostic pour lequel je recherche un porteur car ses opportunités sont énormes. Il faut néanmoins faire attention à ne pas se laisser déborder. J'ai en effet développé cette technologie avec des étudiants. Or certains sont partis en Chine et ont déjà bâti un nouvel empire grâce à elle... et d'autres aux USA où ils l'ont dupliquée ! Il faut donc avancer vite, ce qui nécessite d'obtenir beaucoup plus rapidement l'accord des industriels. Nous avons pu développer cette technologie grâce à notre accord avec TIAMAT qui nous a fourni des cellules, mais il faudrait désormais que d'autres fassent de même car cela demande plusieurs thèses et des protocoles à établir.

« Je travaille actuellement sur un projet autour du diagnostic pour lequel je recherche un porteur car ses opportunités sont énormes. »

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

Cela dépend essentiellement de chaque individu. Personnellement, ma devise est « comment transformer la matière de manière à en faire un produit utile ». Toutes mes recherches partent de

l'aspect purement fondamental pour s'achever, la plupart du temps, sur des applications possibles. C'est mon moteur. Lorsque je choisis mes projets de recherche, je m'efforce d'identifier au préalable des problèmes sociétaux et de comprendre ce qui limite les avancées. Pour prendre un exemple concret, médical, qui me préoccupe actuellement, la durée de vie des piles des défibrillateurs est limitée à sept ans, terme au bout duquel elles doivent être changées. Pourquoi n'arriverait-on pas à mettre au point des batteries rechargeables ?

Selon vous, quels sont les progrès qui restent à accomplir pour favoriser la recherche ?

Le monde politique doit réaliser que celui de la recherche n'est pas linéaire : il ne suffit pas de vouloir une batterie spécifique pour l'obtenir aussitôt. La recherche constitue un investissement à long terme, une route sinueuse qui permet de déboucher sur des découvertes. Pour cela, il faut pouvoir bénéficier d'une diversité et d'une culture large. Or la France a encore des progrès à faire en la matière. Dans ma carrière, j'ai passé une quinzaine d'années aux Etats-Unis et j'ai été impressionné par le foisonnement scientifique considérable qui y régnait : nous étions au courant de toutes les avancées dans nombre de domaines, ce qui nous permettait de travailler aux interfaces. Or, c'est à ce niveau que les grandes innovations arrivent.

LA FIERTÉ DE PARTICIPER À DES INNOVATIONS

Laurence Croguennec est Directrice de recherche CNRS dans le groupe de recherche « Energie : Matériaux et Batteries » de l'ICMCB et Directrice Adjointe de l'ICMCB.



En quoi vos travaux préfigurent-ils l'avenir des batteries de nouvelle génération ?

Je mène deux types de travaux sur les matériaux d'électrodes. Le premier, de recherche fondamentale pure, concerne l'étude de nouveaux matériaux dont le potentiel n'est pas encore connu, dans une optique, pour ceux dont l'intérêt sera avéré, de durabilité et de performance, pour remplacer par exemple des éléments critiques et/ou toxiques actuellement utilisés. Le second consiste à optimiser des matériaux existants en modifiant leur composition, leur structure ou leur surface afin d'améliorer leur stabilité et leurs performances en termes de densité d'énergie, sécurité et puissance.

Je travaille ainsi sur le développement de nouvelles technologies de batteries, en particulier le sodium-ion, le tout-solide – prolongement du lithium-ion pour aller vers des batteries lithium-métal et augmenter la densité d'énergie – et d'autres, plus exploratoires, comme le potassium-ion. Des orientations qui s'expliquent par l'abondance à la fois du sodium et du potassium dans notre environnement. J'étudie également l'évolution des matériaux pour de nouvelles générations de batteries lithium-ion, dans le but de les optimiser et

de faire évoluer leurs procédés de synthèse afin de les rendre plus durables, tout en prenant en compte la problématique du recyclage.

Avez-vous une expérience des transferts de technologie et qu'en avez-vous tiré ?

J'ai eu la chance de travailler, du point de vue de la recherche fondamentale mais avec une application possible, sur une nouvelle famille de matériaux polyanioniques destinée à des électrodes de batteries sodium-ion. Faisant partie de ceux qui croyaient en son potentiel, j'ai ainsi contribué fortement à sa montée en TRL et poussé à son intégration dans plusieurs projets au niveau à la fois du réseau français sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E) et de l'Europe avec le CEA, tout ceci à l'origine de la société TIAMAT, première société à commercialiser des batteries sodium-ion en Europe. Tout en œuvrant dans la recherche fondamentale, mes projets ont toujours été, pour la moitié d'entre eux, menés en collaboration avec des industriels, tels Saft, Umicore et TIAMAT, afin de les aider à optimiser les matériaux. Mais c'est néanmoins la première fois, dans l'aventure TIAMAT, que j'ai réellement pu suivre l'itinéraire d'un matériau issu de nos recherches et accompagner son intégration dans une nouvelle technologie commercialisable de batterie. Et c'était passionnant !

Quel est le bénéfice de travailler avec le consortium BATMAT ?

Je le perçois d'autant mieux que cela fait déjà plusieurs années que je travaille dans le cadre du RS2E. Lequel regroupe plusieurs partenaires académiques et industriels, avec des réunions biannuelles qui nous permettent d'échanger sur nos recherches et problématiques. Dans ce cadre,

nous sommes accompagnés par deux collègues en charge de la valorisation et du partenariat dont l'aide est précieuse. Jusque-là, je n'avais en effet pas le réflexe, face à une nouveauté que je découvrais, de me poser la question de la faire breveter. Ce qu'ils nous ont aidés à faire, quitte à nous indiquer quand il leur semblait bon de compléter préalablement le champ de nos résultats pour les renforcer. J'ai ainsi été accompagnée récemment dans le dépôt d'un projet en prématuration. Cet accompagnement, renforcé par des initiatives comme BATMAT, permet d'accélérer la valorisation de la recherche fondamentale, l'innovation et éventuellement le transfert.

Avez-vous justement des projets susceptibles d'intéresser BATMAT ?

Je travaille actuellement, dans le cadre d'un projet de maturation, sur un procédé de précurseurs de synthèse de matériaux pour batteries lithium-ion et sodium-ion à visée économique en termes de ressources (énergie et solvants). Ce projet, prolongé par une thèse fondamentale menée avec un industriel, nous aimerions à terme le transférer. Nous sommes également en train de breveter de nouvelles familles de matériaux d'électrodes à base d'éléments abondants pour batteries Na-ion, et des polymères mixtes conducteurs pour batteries tout-solide et lithium-ion. Autant d'innovations dans lesquelles nous croyons et que nous espérons pouvoir pousser plus loin que le simple dépôt de brevets !

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

La fierté de participer à des innovations ! J'ai eu la chance d'être sensibilisée par les collègues que j'évoquais à l'importance du dépôt de brevet, ce qui ne m'était pas naturel. Notre priorité, dans la recherche fondamentale, est en effet de valoriser nos travaux par des articles. Grâce à leur accompagnement, notre stratégie est désormais différente : nous leur parlons de nos nouveautés et ils nous aident à les pousser si elles présentent un potentiel de rupture. Si bien

que lorsque nous le jugeons pertinent, nous menons désormais, en parallèle, la rédaction du brevet et celle de la publication correspondante, qui ne paraît qu'une fois le premier déposé.

« Je travaille actuellement, dans le cadre d'un projet de maturation, sur un procédé de précurseurs de synthèse de matériaux pour batteries lithium-ion et sodium-ion à visée économique en termes de ressources. »

Lorsque nous travaillons avec un industriel, il peut demander un délai pour publier, ce qui peut être parfois une gêne pour nos doctorants, notamment pour ceux qui souhaitent poursuivre une carrière académique et qui ont donc besoin de valoriser leurs travaux en les publiant rapidement. Néanmoins, j'ai découvert que le dépôt de brevets ou la participation à des projets européens qui débouchent parfois sur la création de start-ups

permettent à nos collaborateurs non-permanents, doctorants et post-docs, d'élargir leur vision et de réaliser ce que représente le développement d'une technologie. Beaucoup apprécient de découvrir ce lien entre recherche fondamentale et valorisation. Une formation précieuse pour ces jeunes chercheurs qui seront dans le futur en charge de conduire recherches, développements et innovations en milieux académique et industriel.

Selon vous, en quoi est-ce impactant d'orienter ses travaux vers BATMAT ?

En tant que chercheuse académique, mes premières missions consistent à publier nos recherches, communiquer et former. Aussi, pouvoir participer à l'aventure que constitue un transfert sans être au cœur du projet me convient-il parfaitement. C'est passionnant de suivre et d'accompagner la montée en TRL, même sans en être responsable ! J'estime en effet que cela requiert de mobiliser des compétences que je n'ai pas, et que je n'ai pas le temps d'acquérir sans que cela ne se fasse au détriment de mes missions de recherche et de formation par la recherche, que je souhaite pouvoir accomplir. J'adore collaborer avec des industriels et participer ainsi à des innovations à portée économique et sociétale. D'autant plus que cela permet d'être challengé en permanence sur de nouvelles questions et problématiques – performance, durabilité, recyclabilité ... – en vue d'une application. Autant de défis intellectuellement stimulants qui maintiennent au top la passion qui anime les chercheurs que nous sommes !

A PLUSIEURS, ON VA PLUS LOIN !

Sandrine Lyonnard est Directrice de recherche au CEA.



En quoi vos travaux préfigurent-ils l'avenir des batteries de nouvelle génération ?

Je travaille dans la recherche fondamentale pour étudier les propriétés des matériaux utilisés dans les batteries lithium-ion actuelles et mieux comprendre leurs limitations. Nos travaux peuvent aider à identifier ce qu'il faut améliorer pour fabriquer des batteries plus soutenables ou moins chères, meilleures en termes de densité d'énergie ou de durabilité, mais aussi pour accélérer la découverte de nouveaux matériaux et designs, et participer au développement des technologies émergentes les plus intéressantes pour l'avenir.

Avez-vous une expérience des transferts de technologie ?

Travaillant dans la recherche fondamentale, ce n'est pas mon objectif premier, même si les unités de recherche fondamentale du CEA accueillent des équipes qui pratiquent le transfert de technologie, avec plusieurs spin-off émanant de nos laboratoires dans divers secteurs. Mon domaine de recherche est la caractérisation des batteries via des techniques avancées de rayonnement synchrotron et diffusion des neutrons. Nous sommes axés sur la compréhension des mécanismes et le diagnostic

des systèmes à des échelles plutôt microscopiques. Ces études nous obligent souvent à nous éloigner des objets réels et travailler sur des petites batteries « maison ». Nous transférons néanmoins nos connaissances à des collaborateurs ou partenaires susceptibles de faire du prototypage ou de développer des matériaux destinés ensuite à être valorisés via du transfert de technologie.

Je suis très impliquée dans le PEPR Batterie, où nous traitons des problématiques de recherche amont mais en lien avec les développements technologiques. Les industriels sont invités aux réunions annuelles, nous sommes en lien avec leurs problématiques et menons des études en collaboration avec eux sur celles qu'ils nous remontent, par exemple pour comprendre le vieillissement des batteries dans le temps. Comme dans le cas du projet européen Battery2030+ auquel je participe également, la recherche académique peut faire le pont entre les industriels et l'innovation. Il faut fonctionner en écosystème.

Quel est le bénéfice de travailler avec le PEPR et le consortium ?

Tous deux permettent de structurer et dynamiser la communauté en France autour d'enjeux communs et d'une grande feuille de route. Les roadmaps industrielles ou académiques sont ainsi très importantes pour aller dans une même direction et créer des synergies. Il existe dans cette communauté une sorte de no man's land entre l'académique et l'industriel, situé entre les TRL 3 et 5, où l'on observe un manque de lien. Or, il y a de plus en plus d'efforts qui sont faits pour joindre ces communautés, parmi lesquelles le PEPR et BATMAT occupent une place de choix, notamment en vue de transferts technologiques.

Personnellement, de par mes activités, je n'ai pas de projet intéressant directement BATMAT, mais je contribue à du transfert technologique via mes collaborations avec des collègues développant de nouveaux matériaux ou concepts de fabrication. Le CEA abrite en effet l'IRIG, l'Institut de recherche interdisciplinaire de Grenoble, qui regroupe sa recherche fondamentale à Grenoble et inclut des chercheurs élaborant des molécules, des matériaux ou des systèmes. Certains participent à du transfert technologique via le dépôt de brevets et l'aide à l'incubation. On peut donner l'exemple de la production de nanofils de silicium pour des anodes de batterie, initiée au CEA et poursuivie par la start-up grenobloise Enwires.

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

La possibilité d'appliquer leurs découvertes, pour commencer. Le fait de concrétiser un vrai produit jusqu'à sa commercialisation, à partir d'un résultat scientifique obtenu dans un laboratoire, est une aventure en soi. Et puis, être utile à la société en contribuant à relever de grands défis est très valorisant. Dans le cas des batteries, nous avons l'occasion d'aider, par exemple, à économiser les ressources et se passer de certains métaux dans une optique écologique.

Il existe aussi une motivation intellectuelle. La batterie est un objet très complexe, chaque chercheur travaillant généralement sur un aspect particulier. Or développer un produit nécessite d'avoir une approche plus intégrative et donc de

s'intéresser à plusieurs domaines en même temps. Sortir de sa zone de confort et de sa seule expertise peut s'avérer excitant !

Selon vous, en quoi est-ce impactant d'orienter ses travaux vers BATMAT et le PEPR ?

Ils procurent l'occasion de mettre en commun des compétences variées et complémentaires. Cet aspect structurant et collaboratif est déterminant. Ce sont des lieux où se mélangent des disciplines - chimie, physique, ingénierie... - et des cultures scientifiques différentes, puisqu'on y croise aussi bien des collègues du CEA et du CNRS que des grandes universités, des thésards et des chercheurs confirmés de renommée internationale. Parce qu'on va plus loin quand on est plusieurs, ces infrastructures coopératives constituent de véritables moteurs d'accélération. La manière de diffuser les connaissances s'avère plus efficace, des réunions

« Je contribue au transfert technologique via mes collaborations avec des collègues développant de nouveaux matériaux ou concepts de fabrication. »

ponctuelles étant organisées entre les différents projets, ce qui permet de se tenir au courant de tout ce qui se fait en France, des avancées et des différents acteurs impliqués. Sans oublier la question de la formation des nouvelles générations autour de ces initiatives d'ampleur et structurées. De tels projets s'avèrent donc particulièrement stimulants et incitent les chercheurs à ne pas rester dans leur coin pour mieux se connecter entre eux et avec les industriels.

LES LABORATOIRES, UNE PÉPINIÈRE D'IDÉES PRÉCIEUSES POUR LES INDUSTRIELS

Marc Deschamps est Directeur du pôle électrochimie de Blue Solutions.



acteurs, que ce soit à travers leurs publications ou les congrès, meetings et séminaires auxquels nous participons. Des habitudes finissent par se créer. Nous travaillons ainsi souvent avec les mêmes chercheurs. La confiance se noue. Nous ne sommes d'ailleurs pas les seuls : certains de nos concurrents coopèrent avec d'autres, de telle sorte que nous finissons par avoir, d'une certaine façon, nos collaborateurs préférés !

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

L'innovation est une des missions principales de mon équipe dont l'un des objectifs est d'améliorer les produits de Blue Solutions. Pour élaborer de nouvelles batteries, une partie des idées provient certes directement de chez nous mais une autre trouve sa genèse à l'extérieur. Et la recherche en fourmille ! Nous y piochons celles qui nous semblent les plus pertinentes à monter en maturité. Les laboratoires constituent ainsi une sorte de pépinière dans laquelle nous choisissons les plants qui nous paraissent les plus prometteurs pour les faire pousser sur notre massif industriel !

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

Notre recherche fondamentale porte sur les batteries lithium métal et par conséquent tout ce qui s'y rattache, qu'il s'agisse des matériaux, des électrolytes polymères notamment, mais aussi de la synthèse des nouvelles molécules, polymères ou autres, utilisables dans ces produits en passant par les interfaces entre les différents constituants.

Avez-vous dans votre entreprise un pôle recherche intégré et si oui, quels sont ses rapports avec la recherche publique ?

Nous avons effectivement un très gros pôle intégré. Pour vous donner une idée, la partie électrochimie chez Blue Solutions représente une centaine de personnes qui travaillent des plus bas aux plus hauts TRL (Technology Readiness Level). Or nous sommes près de 80 au niveau de la R&D ! Nous représentons donc une partie très importante de l'entreprise, ce qui nous différencie d'ailleurs du modèle traditionnel.

Nous travaillons aussi dans le cadre de collaborations très étroites, au nombre de trois, via

une mise en commun de nos ressources mutuelles. Il s'agit en fait de collaborateurs de Blue Solutions qui, dans le cadre de partenariats forts, sont déportés au LEPMI de Grenoble, à l'IMN de Nantes et au Collège de France / Sorbonne Université à Paris. Nous appliquons et vivons un écosystème d'innovation large et ouvert. Nos talents travaillent directement au sein de ces laboratoires de recherche universitaires, ce qui nous permet d'être au plus près possible de la recherche académique. Nous pouvons ainsi échanger quotidiennement sur de nouvelles idées, que ce soit au niveau compréhension et analyses ou à celui des nouveaux matériaux !



Pourquoi Blue Solutions s'est-elle tournée vers la recherche publique pour développer ses produits ?

Lorsque je suis arrivé sur le projet en 1999, des collaborations avec des universitaires étaient déjà lancées. Détenteur d'un doctorat obtenu à Grenoble, je suis d'ailleurs moi-même issu du monde de la recherche. Développant de nouveaux produits, Blue Solutions s'est en effet retrouvé, dès ses débuts, très orienté vers cet écosystème : il paraissait fort naturel de collaborer avec des scientifiques qui avaient des idées concernant de nouveaux matériaux, molécules... Cette collaboration, qui se poursuit, fait donc partie de notre ADN. Le monde universitaire fourmille de compétences. Nous avons beaucoup à apprendre de lui et à en retirer, tant au niveau scientifique que compréhension.

Comment vous informez-vous sur l'activité des laboratoires dans votre secteur ?

Nous les côtoyons depuis fort longtemps et l'écosystème hexagonal est relativement restreint ! Aussi connaissons-nous quasiment tous leurs

POUR DES RECHERCHES À L'ÉCOUTE DU MARCHÉ

François Barsacq est Directeur Général d'easyLi Batteries.



Pourquoi votre entreprise s'est-elle tournée vers la recherche publique pour développer ses produits ?

easyLi est une petite entreprise innovante qui travaille sur des projets de stockage d'énergie à partir de batteries lithium-ion aux TRL élevés. Nous avons mené des travaux il y a quelques années avec la recherche publique dans un cadre particulier avec l'IFPEN puisqu'il figurait à l'époque à notre capital. Depuis, ces technologies étant en pleine évolution, nous assurons une veille scientifique et technique.

Travailler avec la recherche publique nous permet en premier lieu de bénéficier de compétences, en particulier amont, que nous ne possédons pas en interne et sur des sujets que nous couvrons moins directement. Elle nous apporte aussi des outils de modélisation et le moyen de suivre au plus près l'état de l'art, de revenir aux fondamentaux, afin de pouvoir innover. Cette collaboration permet à la petite équipe R&D que nous sommes, concentrée sur des projets à hauts TRL, de prendre du recul pour in fine aller plus vite et plus loin en trouvant des facteurs différenciants à intégrer dans nos produits.

Un autre apport majeur réside dans la propriété intellectuelle, thématique sur laquelle les entreprises de taille modeste sont bien souvent

désarmées mais à laquelle certains instituts sont plus rompus. Un dépôt de brevet permet d'aller plus vite dans un programme de codéveloppement.

Comment vous informez-vous sur l'activité des labos dans votre secteur ?

Essentiellement via le RS2E, dans lequel le CNRS est fortement impliqué et qui regroupe des laboratoires en électrochimie, des centres de recherche appliquée – CEA, IFPEN, INERIS... – et des entreprises industrielles, à la fois groupes, PMI et start-ups. Ces rencontres régulières nous permettent, principalement sur de l'amont, de bénéficier d'un bon niveau de recul sur les derniers développements, notamment grâce aux livres blancs que le réseau réalise sur des thèmes qui font l'objet de très nombreuses parutions, comme le stockage d'énergie. Nous avons en effet rarement le temps de lire. Grâce à eux, nous bénéficions de précieuses synthèses, qui plus est avec des points de vue d'experts qui nous permettent de nous forger une opinion sur des sujets, en particulier les thématiques chaudes du moment, dont nous ne sommes pas nécessairement familiers.

Les pôles de compétitivité, qui regroupent des entreprises, des structures académiques et des laboratoires, constituent une seconde source importante d'échanges. Je participe ainsi, au titre d'easyLi, à plusieurs de leurs comités scientifiques, ce qui me permet à la fois de voir passer des dossiers mais aussi de partager et de m'informer sur ce qui se passe. Les laboratoires ont accès à différents canaux de parutions de qualité qu'ils épluchent avec un regard aiguisé propre à distinguer le bon grain de l'ivraie.

La principale difficulté que nous rencontrons consiste en effet dans le nécessaire rapprochement du monde de la recherche avec celui de l'entreprise. D'où l'importance de ces deux vecteurs mais

aussi des structures de valorisation, même si l'un des prochains défis à relever consistera à mieux intégrer dans les travaux de recherche des thématiques plus facilement valorisables, via une approche qui ne se contente pas de pousser les technologies vers le marché, mais aussi d'écouter ce dernier pour mieux les orienter dès l'amont. Cela permettrait d'atténuer le sempiternel décalage qui existe entre un TRL vu par un labo et un industriel. Cela passe par des échanges plus précoces entre eux en cours de travaux, avant même qu'ils soient achevés. Nous devons tous faire des efforts en ce sens, les entreprises ne prenant pas toujours le temps, à tort, de décrypter ce qui est valorisable ou non, et les chercheurs de communiquer sur leurs recherches et de les projeter vers les marchés.

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

Le premier est de lui permettre de se différencier, sur un marché très concurrentiel, en transformant les travaux en solutions techniques qui se distinguent de l'état de l'art par leurs performances ou les réductions de coûts qu'elles engendrent.

Pour les start-ups et les petites entreprises, ils ont aussi une grande valeur auprès des investisseurs et aident ainsi à lever des fonds. Annoncer qu'on participe à des travaux, notamment avec des thésards, constitue un gage de performances et de positionnement différenciant sur le marché. Œuvrer avec un laboratoire constitue un vrai gage de crédibilité.

En quoi est-ce intéressant de travailler avec des start-ups issues de la recherche ?

La start-up est, par définition, une entreprise, avec des obligations de résultats, en particulier financiers. Le chercheur sort donc de la logique publications / dépôts de brevets pour aller vers le marché et ses valeurs. Cet intermédiaire que constitue la start-up est par conséquent très important pour rapprocher le monde de la recherche de celui de l'entreprise.

Etant situés en Nouvelle-Aquitaine, nous avons ainsi été mis en relation par la Région avec une start-up issue d'un laboratoire bordelais de recherche publique qui a mis au point une nouvelle technologie de stockage d'énergie et souhaitait nous

compter parmi ses clients, dans l'optique de susciter au passage l'intérêt d'investisseurs. Nous avons rapidement orienté nos discussions vers un travail d'étude de son positionnement sur le marché en vue d'une éventuelle collaboration.

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

Dans le cadre de la collaboration avec l'IFPEN que j'évoquais plus haut, il était moins question d'électrochimie en tant que telle que de ses systèmes de gestion : il faut en effet une compréhension des phénomènes physicochimiques de ce qui se passe à l'intérieur d'une batterie afin de les mettre en œuvre via des systèmes électroniques de gestion et se rapprocher ainsi du marché pour bénéficier d'un avantage concurrentiel par rupture technologique ou incrémental.

Nous sommes par ailleurs en veille sur tout sujet susceptible de nous intéresser... sans toutefois nourrir trop d'expectatives car le time-to-market est souvent très long pour les nouvelles chimies. Mais cela nous permet d'identifier des tendances technologiques. Nous avons ainsi travaillé, il y a une dizaine d'années, avec TIAMAT sur les technologies sodium-ion que nous n'avons finalement pas intégrées à nos solutions de stockage d'énergie. Même sans faire de business à l'arrivée, nous pouvons de cette façon nous forger une opinion – ce que nous réclamons logiquement souvent nos clients – et créer des relations durables avec des équipes techniques dont nous suivons les travaux.

Avez-vous dans votre entreprise un pôle recherche intégré et si oui, quels sont ses rapports avec la recherche publique ?

Nous n'avons pas de pôle à proprement parler mais un directeur de R&D, dont l'activité est plus orientée vers des projets de développement et avec qui je travaille étroitement. Nous sommes en effet une petite entreprise avec une activité qui n'est pas aussi formalisée que celle d'un grand groupe. Ce qui ne nous empêche pas d'observer de près les sujets de la recherche publique et, comme nous l'avons vu, de collaborer étroitement avec elle via d'autres biais !

LE SUCCÈS D'UNE START-UP ? LE TRAVAIL D'ÉQUIPE !

Gaëtan Depaëpe est CEO de Entroview.



Quelle est votre activité ?

Au sein de Entroview, je suis associé avec Sohaïb El Outmani. Cet ingénieur, auteur d'une thèse en thermodynamique des batteries, avait un projet en maturation à la SATT Linksiium. Il a en effet mis au point une technologie de diagnostic des batteries et, à la base, des calculs de l'entropie, une de leurs données physiques. Nous avons donc décidé de développer à court terme des tests de qualité pour les batteries mises au point dans les gigafactories qui permettront de réduire les pertes de matières utilisées pour leur création. De plus, en éprouvant l'état de santé des véhicules électriques, ils augmenteront à terme leur durée de vie de 30 à 50%.

Au sein de Entroview, Sohaïb occupe la fonction de CTO. En tant que CEO, je m'occupe du recrutement et de la recherche de financements et de partenaires. En résumé, de réunir les conditions idéales pour que chacun puisse travailler le plus efficacement et agréablement possible.

Alors que beaucoup de leviers sont déjà mis à disposition pour la création de start-ups, quels sont ceux qui pourraient manquer ?

Je trouve qu'en fait, il existe déjà presque parfois trop de leviers ! Lorsque l'on remplit des dossiers de subventions ou autres, la logique est ainsi radicalement différente de celle, plus ardue, qui consiste à trouver des clients, développer des produits ou faire de la recherche. Ce qui crée un risque négatif de perte de focus pour les start-ups qui sont hyper aidées...

Si je devais néanmoins mentionner un manque, je trouve que le process en matière de financement n'est pas suffisamment adapté à la Deeptech. Avec



Entroview, nous sommes certes parvenus à lever des fonds mais difficilement car l'on nous demande de parvenir rapidement à un produit, alors que ce timing serré ne s'avère pas forcément pertinent dans notre feuille de route.

Autre écueil, il est très difficile pour une start-up de travailler avec de grands groupes, notamment automobiles, car leurs process sont lourds et la logique de temps très différente : nous avons un an pour faire nos preuves alors que nous mettons déjà six mois à signer un accord de non-divulcation...

« La solution consiste alors à partir de rien pour bâtir un projet qui peut devenir très gros : une start-up ! »

Votre start-up est-elle toujours en relation avec la recherche publique ou de nouveaux laboratoires, autres que celui à votre origine ?

Absolument. Si Sohaïb est issu de Grenoble INP – UGA, nous travaillons également avec le LEPMI et le CEA.

Qu'est-ce qui permettrait d'amplifier le mouvement de création de start-ups auprès des chercheurs ?

Les former à leurs divers métiers. Ils ont en effet beaucoup à leur apporter mais ils ne doivent pas tous, voire rarement, être CEO. Ils ne se trouvent pas non plus forcément dans l'obligation de lâcher leur emploi. Dans la Deeptech, il y a certes de la recherche à mener en permanence, mais elle doit déboucher sur un passage au produit. Certains chercheurs seront très bons pour le faire. D'autres non. Mais cela n'a aucune importance ! La recherche est certes fondamentale mais elle ne représente qu'une partie des activités de la start-up et chacune est aussi importante que les autres : elle ne fonctionne que si tous travaillent harmonieusement ensemble. L'enjeu central consiste à ce que chacun trouve sa place, laquelle varie selon les cas de figure. Il faut donc former les chercheurs à ce que représente une start-up et, au-delà d'elle, le monde de l'industrie, pour qu'ils parviennent à trouver leur place. Dans le cas des batteries nouvelle génération, c'est l'occasion pour eux de participer à une vraie cause mondiale, la préservation de l'environnement. Ils ne doivent pas renoncer au prétexte qu'on leur demanderait de devenir bons dans des fonctions qui ne leur plaisent pas. S'ils sont attirés, ils peuvent progresser. Si la vente les intéresse, ils peuvent en faire. En revanche, si ce n'est pas le cas, c'est tout sauf rédhibitoire. Une start-up est une équipe aux compétences complémentaires sur laquelle s'appuyer !

ABATTRE LES CLOISONS ENTRE LA RECHERCHE ET L'ENTREPRISE

Gilles Moreau est co-fondateur et directeur de l'innovation de Verkor.



En quoi la création d'une start-up était-elle la solution la plus appropriée à votre cas de figure ?

Nous désirions partir d'une page blanche, en réaction aux contraintes qui s'imposent à certaines industries qui possèdent déjà des usines ou des habitudes de travail par exemple. Nous nous sommes dit que démarrer de rien nous permettrait peut-être de résoudre des questions auxquelles les autres ne parvenaient pas à répondre. Nous avons aussi pu nous saisir ainsi des meilleures solutions à disposition sans être limité.

Alors que beaucoup de leviers sont déjà mis à disposition pour la création de start-ups, quels sont ceux qui pourraient manquer ?

Nous avons créé de notre propre initiative deux dispositifs qui nous auraient beaucoup aidés s'ils avaient existé préalablement.

Le premier a consisté à mettre en place un écosystème autour de l'École de la Batterie pour former les nouveaux talents afin qu'ils puissent répondre aux problématiques précises de l'industrie. Le second a été la création d'une association, Upcell, regroupant tous les sous-traitants européens pouvant fournir des machines pour les batteries.

En effet, à nos débuts, nous avons été contraints à la fois d'acheter notre matériel à l'étranger et de faire venir nos collaborateurs d'autres pays. Or, relocaliser l'industrie et aider les start-ups à se développer passe aussi par le recours à des talents et des sous-traitants hexagonaux et européens.

Votre start-up est-elle toujours en relation avec la recherche publique ou de nouveaux laboratoires ?

Si je suis issu du milieu de la recherche, Verkor s'est créé sans laboratoire à son origine. Nous sommes néanmoins en discussion constante avec plusieurs d'entre eux car nous travaillons beaucoup sur des projets à la fois français et européens. Parmi eux figurent le CNRS à Lyon, le LEPMI à Grenoble, le LRCS - UPJV à Amiens, le KTH en Suède, le CIDETEC en Espagne, la Fraunhofer en Allemagne...

« Nous nous sommes dit que démarrer de rien nous permettrait peut-être de résoudre des questions auxquelles les autres ne parvenaient pas à répondre. Nous avons aussi pu nous saisir ainsi des meilleures solutions à disposition sans être limité. »

Qu'est-ce qui permettrait d'amplifier le mouvement de création de start-ups auprès des chercheurs ?

Je pense que ce n'est pas aux chercheurs qu'il faut faire passer des messages car nombre d'entre eux ont une forte envie de se lancer. En revanche, sur le plan du fonctionnement, il serait bon de s'inspirer des Etats-Unis qui valorisent leur départ vers une start-up et leur retour dans un laboratoire. Aujourd'hui en France, si l'un d'eux part pour fonder une start-up, il lui est très difficile, voire impossible, de retrouver son poste. Officieusement, il est même assez mal vu de partir tenter cette expérience... C'est fort dommage car cela leur apporte beaucoup de se frotter au monde de l'entrepreneuriat. Cela a du sens de favoriser la collaboration et les interactions entre la recherche et le monde de l'entreprise qui se nourrissent littéralement l'une de l'autre. Il faut abattre les cloisons !



UNE START-UP DOIT RÉPONDRE À UN VRAI BESOIN DU MARCHÉ

Hervé Beuffe est Président de TIAMAT.



Alors que beaucoup de leviers sont déjà mis à disposition pour la création de start-ups, quels sont ceux qui pourraient manquer ?

Créer une start-up ne représente pas un problème en soi. A mon sens, il faut même se réfréner d'en monter une lorsque le produit n'a a priori pas de marché ! La première question à se poser est par conséquent de déterminer s'il répond à un réel besoin. Dans le cas contraire, il est inutile de perdre du temps et de l'argent, y compris public. Aussi, je pense qu'il manque une structure, sur le modèle d'un comité d'experts, capable d'aider les chercheurs à trouver et comprendre la profondeur de marché de leur invention pour mesurer si elle correspond à un besoin réel ou non.

Qu'est-ce qui a conduit à la création de votre start-up ?

A la base, TIAMAT provient d'une task force sodium-ion que les professeurs Tarascon, Masquelier, Simon, Croguennec et Morcrette ont mise en place avec le CNRS et le CEA. Ils ont identifié à cette occasion un composé particulier et une façon spécifique d'élaborer ce type de batteries via un matériau de cathode présentant des capacités si intéressantes, notamment de « fast charge » et de durée de vie, qu'ils justifiaient, à leur sens, d'être poussés sur le marché. Ils se sont donc mis en relation avec des producteurs de batteries pour leur proposer cette solution. Lesquels n'y ont pas trouvé d'intérêt immédiat car à cette époque, les produits de puissance comme celui-ci faisaient l'objet d'ultraniches et ils préféraient se concentrer sur la densité d'énergie. Nullement découragée et convaincue du potentiel de leur trouvaille, l'équipe a donc décidé en 2017, avec le soutien de CNRS Innovation, de favoriser l'émergence d'une start-up autonome. TIAMAT était née !

« C'est cela qui manque actuellement : favoriser l'émergence de dossiers et les trier pour aider in fine ceux avec un potentiel réel. »

Le deuxième manque se situe pour moi au niveau de la scale-up, c'est-à-dire à cette étape où la start-up – comme cela a été le cas pour nous – a de forts besoins de financement pour obtenir des volumes de démonstration significatifs alors qu'elle n'a pas encore le carnet de commandes susceptible de rassurer le secteur bancaire privé. Pour contourner ce problème, nous avons été contraints de partir réaliser nos produits en Asie, sur des volumes à fort risque et à un prix élevé de démonstration, de façon à faire nos preuves sur le marché et réaliser nos premières intégrations. Ce n'est que maintenant que nous sommes en mesure d'envisager de rapatrier ces produits...



© Cyril Fresillon / TIAMAT / CNRS / Photothèque

Il est vraiment malheureux que de belles initiatives comme la nôtre se révèlent extrêmement faillibles et fragiles à ces moments où peu de dispositifs publics ou privés permettent de répondre localement à leurs besoins.

Votre start-up est-elle toujours en relation avec la recherche publique ou de nouveaux laboratoires ?

Nous conservons plusieurs contrats de collaboration avec des établissements du CNRS. Disposer de cette force de frappe représente en effet un réel avantage concurrentiel. Car si, en tant qu'industriels, nous sommes plutôt orientés vers la recherche appliquée, les batteries sont le théâtre de bien des phénomènes complexes qui relèvent de la recherche fondamentale et de compétences que seul ce type de scientifiques peut nous apporter et qui nous font gagner beaucoup de temps.

Qu'est-ce qui permettrait d'amplifier le mouvement de création de start-ups auprès des chercheurs ?

Je reviens à mon idée d'organisation de concours internes dont le jury serait constitué de membres qui connaissent le marché et seraient, au moins pour certains, des industriels. Entre les uns qui se lancent sans réaliser que le marché n'existe pas pour leur produit et les autres qui, à l'inverse, n'osent pas le faire alors que le besoin est réel, les chercheurs doivent être aidés. Cette nécessaire assistance va d'ailleurs bien au-delà du simple discernement, pour toucher au financement et au conseil pour les idées sélectionnées. C'est cela qui manque actuellement : favoriser l'émergence de dossiers et les trier pour aider in fine ceux avec un potentiel réel.



© Cyril Fresillon / TIAMAT / CNRS / Photothèque

L'INNOVATION ? NOTRE RAISON D'ÊTRE !

Florence Robin est Co-Fondatrice et Présidente de Limatech.



Pourquoi votre entreprise s'est-elle tournée vers la recherche publique pour développer ses produits ?

Le transfert technologique du CEA vers Limatech est à l'origine une affaire de famille !

Munie de mon diplôme d'ingénieure en génie industriel et mécanique, obtenu en dépit de problèmes de dyslexie après un parcours en lycée professionnel puis BTS, et forte d'expériences précédentes notamment chez Airbus, Zodiac Aerospace et Thalès, je souhaitais monter une entreprise dans le secteur technologique. L'idée m'est venue dans le garage de mon oncle, pilote-constructeur de son propre ULM... et chercheur en électronique au CEA, où travaillait par ailleurs mon grand-père et officiait mon autre oncle. Les repas de famille incluant toujours un passage par le garage pour découvrir les dernières inventions des tontons, il m'a présenté la batterie de son nouvel ULM, semblable à des accumulateurs dans une boîte à chaussures ! J'ai alors découvert qu'il

existait un marché pour ce type de produit et l'ai poussé en 2014 à participer au challenge First Step, dispositif d'essaimage et de valorisation du CEA. Nous avons ainsi été suivis pendant un an par celui-ci... avant de connaître une sévère désillusion l'année suivante lorsque notre projet, jugé alors trop immature, n'a pas été retenu...

En 2016, j'ai donc monté une microentreprise de feux de navigation pour ailes d'avions. Lors d'un événement de networking, j'ai recroisé le directeur de la valorisation du CEA. Découvrant mon parcours alors même qu'il avait voté contre moi, considérant que je n'avais pas le profil d'une entrepreneuse, il a reconnu s'être trompé et m'a prise sous son aile. Nous avons fait le tour des incubateurs de Grenoble et décroché ensemble la première subvention qui nous a permis de lancer le projet batteries !

« L'innovation constitue notre raison d'être, tant d'un point de vue technologique qu'économique. »

Comment avez-vous été informée ou vous informez-vous sur l'activité des labos dans votre secteur ?

Tout d'abord par la voie familiale, mes oncles me permettant d'avoir toujours une longueur d'avance ! Le fait d'avoir réalisé une étude avec le CEA m'a aussi apporté beaucoup et fait gagner un temps précieux. Dans le cadre de Limatech, nous effectuons également, bien évidemment, de la veille technologique via par exemple les salons ou la publication de nouveaux brevets. Nous sommes aussi bien intégrés dans notre écosystème grâce à nos pôles de compétitivité et nos clusters.

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

Elle constitue sa raison d'être, tant d'un point de vue technologique qu'économique. Limatech est en effet une JEI – Jeune Entreprise Innovante – et postule au statut de JEIR – Jeune Entreprise Innovante de Rupture. Dans ce cadre, les investisseurs bénéficient depuis janvier de 50% de défiscalisation, auxquels il faut ajouter quatre ans de crédit d'impôts... ce qui explique en partie le succès de notre actuelle levée de fonds ! Les impacts sont donc énormes pour nous de tout point de vue.

C'est aussi le cas au niveau du recrutement. Nombre d'entreprises industrielles ont du mal à trouver des collaborateurs, ceux-ci étant de plus en plus en quête de sens dans leur activité : préoccupations écologiques, recherche d'équilibre entre vie personnelle et professionnelle... Dans ce contexte difficile, nous ne rencontrons pas de difficulté à attirer et retenir les talents. Innovation, écologie, utilité sociale ou encore participation à de grands projets hexagonaux comme France 2030 qui nous permettent de nous développer constituent autant d'arguments en notre faveur.

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

Nous avons investi dans du matériel pour quasiment tout faire en interne et n'avons donc pas lancé récemment de nouveau projet avec des établissements de recherche. Plusieurs collaborateurs et associés sont dédiés à cela. Il s'agit d'ingénieurs et de techniciens très capés, les thésards préférant généralement rester dans le monde universitaire. Cela nous a permis de

décrocher l'appel à projets batteries représentant deux ans de recherche. Nous travaillons en revanche étroitement avec des cabinets spécialisés en propriété intellectuelle, d'où le dépôt d'une douzaine de brevets à ce jour.



L'INNOVATION, PRÉPONDÉRANTE POUR LA PÉRENNITÉ DE L'ENTREPRISE

Aymeric Derville est le CTO du groupe Stäubli.



régionaux, nationaux, européens et internationaux, procure une optimisation à la fois des ressources et du potentiel de chaque acteur et donne accès à une base élargie. Autant d'éléments favorables à une accélération de l'innovation !

Comment vous informez-vous sur l'activité des labs dans votre secteur ?

Nous avons encore des progrès à faire en la matière. Si notre source principale réside en effet dans notre réseau, nous n'assurons quasiment pas de veille systématique, via une revue de presse ou des alertes par exemple. Ce défaut en information constitue un vrai manque qu'il va nous falloir pallier : si nous n'allons pas la chercher, elle ne viendra pas à nous...

« La recherche nous est particulièrement précieuse car elle peut nous apporter un réel avantage concurrentiel ! »

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

Dans un secteur haute technologie comme le nôtre, elle est indispensable. Sans elle, aucun produit, système, solution ou service ne peut s'avérer compétitif et différenciant... et donc satisfaire notre large variété de clients. Au risque, alors que la concurrence internationale fait rage, de se retrouver très rapidement « has been » et dépassé... Même s'il faut aussi cultiver la relation clients, le

marketing, la force de vente etc., elle constitue le principal carburant du futur des entreprises. Nous travaillons donc de concert sur l'innovation - technologique, mais aussi par le digital, les business models... - et sur des analyses marketing stratégiques pour mieux cibler les évolutions à mettre en place. Cette sélectivité dans notre approche constitue la meilleure façon de mettre en place une nouveauté percutante, amenant sur le marché une valeur différenciée plus vite et mieux que la concurrence. Pour moi, l'innovation au sens large constitue l'élément prépondérant dans la pérennité d'une entreprise !

Qu'y a-t-il de plus satisfaisant à travailler avec les start-ups de votre secteur ?

Nous nous efforçons de renforcer ce type de collaborations. En effet, nous n'avons ni la capacité financière et organisationnelle, ni les compétences nous permettant d'être actifs dans tous les domaines technologiques pertinents pour construire notre futur portefeuille de produits, systèmes, solutions et services. Par conséquent, la recherche de partenaires industriels établis, de fournisseurs ou de start-ups capables de nous amener des idées nouvelles différenciantes, d'aller beaucoup plus vite que nous pour obtenir des preuves de concept ou d'avoir accès à des marchés pertinents, nous intéresse au plus haut point. Ils produisent de l'innovation au sens large que, sans cela, nous n'aurions pas les moyens de faire nous-mêmes.

Le fervent partisan de l'open innovation que je suis pousse à passer d'un mode où nous réalisons beaucoup de choses en interne à un autre que j'appelle le MTB - Make Team By -, savant dosage entre ce que nous faisons nous-même (Make), en partenariat (Team) et ce que nous confions à d'autres (By). Cette capacité d'analyse et d'introspection s'avère nécessaire pour choisir nos combats en allant chercher les compétences et les savoir-faire où ils se trouvent... et notamment chez les start-ups !

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

Je pourrais vous en citer beaucoup car nous possédons nombre d'expertises clés. Je me limiterai cependant à trois principaux en commençant par le domaine, très large, des matériaux, beaucoup s'avérant critiques pour nos produits et nos offres. Le deuxième touche à nos savoir-faire centraux, qui sont rendus possibles par des algorithmes ou du Machine Learning. Enfin, de manière générale, nous nous intéressons de près à tout ce qui est connectivité, IoT, capteurs, petits actionneurs intégrés...

Dans ces trois secteurs, la recherche nous est particulièrement précieuse car elle peut nous apporter un réel avantage concurrentiel !

Avez-vous dans votre entreprise un pôle de recherche intégré et si oui, quels sont ses rapports avec la recherche publique ?

Si nous n'avons pas de pôle semblable à celui de grands industriels comme Thales ou Airbus, nous dégageons des ressources, du temps et du budget dédiés à l'étude et l'innovation amont... avec le risque néanmoins que ces compétences soient rapidement absorbées par le développement de nouveaux produits ! Nous nous efforçons aussi d'éviter les doublons en faisant en sorte que certaines thématiques d'innovation amont ne fassent pas l'objet d'études de la part de différentes équipes sans coordination ni synergie. Il nous reste encore du travail pour y parvenir pleinement, mais ce préalable est nécessaire si nous voulons ensuite pouvoir interagir de manière solide et pérenne avec différents centres de recherche en France et dans des pays voisins, comme l'Italie, la Suisse et l'Allemagne. Si nous avons déjà un peu d'échanges avec eux et certains succès, l'idée est de rendre cela plus systématique pour pouvoir notamment, comme nous l'évoquions au début de cet entretien, avoir accès à plus d'information et ainsi mieux cibler les développements intéressants de la recherche publique européenne... Cet échelon continental est d'ailleurs aussi très important, le fait de travailler sur des projets européens constituant un excellent moyen, pour les centres de recherche et les industriels, de collaborer. Il faut donc continuer de les développer.

PAS D'INDUSTRIALISATION PERFORMANTE SANS UNE RECHERCHE SOUTENUE

Aurélié Picart est Déléguée Générale du Comité stratégique de filière Nouveaux Systèmes Energétiques (CSF NSE).



devons donc notamment être capables, en matière de batteries, de produire nos propres cellules et de sécuriser l'approvisionnement des minerais et de l'électronique.

Pourquoi et comment le CSF Nouveaux Systèmes Energétiques s'implique-t-il sur ce sujet ?

Le CSF a pour particularité de réunir à la fois l'Etat, les industriels et les organisations syndicales autour d'une problématique commune : faire de la transition énergétique une opportunité de réindustrialisation du pays.

Sur la question des batteries, nous disposons d'un collectif particulièrement dynamique, soit plus de 80 participants représentant l'ensemble de la chaîne de valeur, exceptés les constructeurs automobiles qui sont regroupés dans la plateforme automobile PFA avec laquelle nous travaillons. Tiré par les gigafactories, cet écosystème travaille sur les questions et verrous à traiter pour générer un système cohérent afin de développer l'industrie de la batterie sur les différents maillons de la chaîne de valeur. Nous signons ainsi un contrat de filière tous les deux ans avec l'Etat dans un équilibre d'engagements réciproques sur les actions à mener pour réindustrialiser. Y figurent la recherche, les compétences, les approvisionnements stratégiques, les équipements de production, la réglementation, la traçabilité...

Quelle importance revêt pour la France le développement des batteries nouvelle génération que coiffe BATMAT ?

Les batteries constituent une partie significative de la valeur ajoutée des véhicules électriques. Dans un cadre de nécessaire décarbonation de notre économie, l'électrification est un levier essentiel pour la mobilité légère : avec le réchauffement climatique qui s'accélère, la mobilité se doit de sortir rapidement des énergies fossiles.

Elles sont donc éminemment stratégiques à la fois dans un contexte de transition énergétique... mais aussi de réindustrialisation. Le Covid puis la crise en Ukraine ont en effet fait prendre conscience à l'Europe en général, et la France en particulier, que l'industrie est stratégique et qu'elles doivent sécuriser leurs chaînes de valeur pour la renforcer. Ce qui signifie être leader sur plusieurs maillons et nouer des coopérations sur les autres. Nous

Etes-vous directement impliqué sur BATMAT ?

Bien sûr. Etant une toute petite équipe, cela se fait par l'intermédiaire de nos membres, chercheurs et industriels impliqués dans le CSF. Nous sommes en effet tous concernés par l'ensemble de son périmètre : composants, procédés, électrochimie...

L'une des spécificités de notre CSF est d'ailleurs d'être doté d'un groupe de travail spécifique sur la recherche. Pendant des années, l'Europe a consacré beaucoup de financements à l'innovation. Mais une fois le démonstrateur mis en place, il est de notre devoir de construire l'écosystème qui permettra de déboucher sur un produit industrialisé compétitif. Notre travail est donc centré sur cet objectif pour lequel il est primordial d'avoir une recherche dynamique, à la fois fondamentale et appliquée, qui puisse travailler, lorsque c'est nécessaire, avec l'industrie. Ce continuum recherche fondamentale - recherche appliquée - innovation - industrialisation est central pour la cohérence de l'écosystème et dans ce cadre, nous travaillons sur les questions de valorisation.

« Il est de notre devoir de construire l'écosystème qui permettra de déboucher sur un produit industrialisé compétitif. »

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

Ils sont structurés à la fois par le RS2E et le PEPR et disposent de plateformes technologiques à Amiens et Grenoble permettant de faciliter le transfert des laboratoires vers les industriels. La France possède aussi des chercheurs qui développent des dispositifs pour caractériser les batteries dans les grands instruments - synchrotron, source neutron... -, et ainsi mieux comprendre leur fonctionnement.

Qu'attendez-vous des chercheurs ?

Mes attentes se situent plutôt au niveau du système de la recherche que des chercheurs. J'attends du système de recherche qu'il permette à la France d'avoir une recherche fondamentale et appliquée de grande qualité. Car il n'y aura pas d'innovation

et d'industrialisation performante sans une recherche financée, soutenue et efficace ! Si la recherche fondamentale et la recherche appliquée sont d'importance stratégique égale, il me semble qu'elles

nécessitent des environnements de travail et une évaluation différenciée. Par exemple, la publication régulière dans les grandes revues est-elle pertinente pour la recherche orientée vers le dépôt de brevet ou lorsque l'on cherche à être disruptif et qu'on sort donc des sentiers battus ?

Concernant le consensus actuel qui voudrait qu'industrie et recherche aient davantage d'interactions, il me semble qu'il y en a déjà beaucoup. La structuration de ces relations sont essentielles. J'ai eu la chance, dans mon parcours, de croiser la route d'une personne qui était bilingue industrie - recherche et qui distinguait mieux que personne les besoins du marché et à quel laboratoire s'adresser. Un profil rare, aux compétences aussi bien économiques, techniques que scientifiques, capable de parler d'égal à égal avec chacun de ces deux mondes. Ces profils - que l'on peut retrouver également dans les SATT- ont un impact majeur pour la recherche et l'industrie ; ils permettent d'enlever une vraie pression aux chercheurs. Nos chercheurs ont été recrutés par un processus de sélection extrêmement rigoureux où ils ont dû prouver leur valeur à plusieurs reprises, il me semble important de leur faciliter la réalisation de leurs missions de recherche et de leur faire confiance.

BATTERIES

LES PARTENAIRES DU CONSORTIUM BATMAT

Chef de file pré-maturation



CNRS Innovation

Chef de file maturation



SATT LinkSIUM



Contrats ANR
ANR-21-MATP-0401 | ANR-21-MATP-0402

BATMAT, dispositif 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 **Batteries**, le dispositif **BATMAT** propose 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 :

CEA, CNRS, Université Grenoble Alpes, PSL, Institut Polytechnique de Paris, SATT LinkSIUM, SATT Pulsalys, Université Paris Saclay, SATT Nord, Toulouse Tech Transfer, Clermont Auvergne Innovation, Agence Aliénor Transfert, SATT Ouest Valorisation, SATT Paris-Saclay, SATT Sud-Est, SATT Conectus.

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

- Composants nécessaires à la fabrication des cellules**
 Extraction et de raffinage de métaux - précurseurs et matériaux actifs - matériaux graphite - améliorer les performances des anodes en graphite - électrolytes - polymères techniques (séparateurs, liants, etc.) - et tout autre composant améliorant la performance des cellules de batteries.
- Systèmes et packs batteries innovants**
 Optimisation du design des packs batterie
 BMS innovants pour optimiser la performance des modules et packs et adapté aux nouveaux besoins : smart sensing / monitoring operando, cellules autoréparantes, modèles multiphysiques / multi échelles, traitement de données..., modèles multiphysiques / multi échelles, traitement de données...
 Capteurs, actionneurs pour un équilibrage actif et un diagnostic précoce
 Développement de modèles et d'organes pour optimiser les performances et la sécurité des batteries
 Batteries de puissance, systèmes hybrides (ex: systèmes hybrides batteries lithium-ion / super-condensateurs ou batterie lithium-ion / pile à combustible)
 Protocoles de tests pour prédire le fonctionnement des batteries
- Nouvelles électrochimies de batteries**
 Technologies réduisant les prélèvements en cobalt et en nickel
 Technologies permettant d'atteindre des performances en rupture par rapport aux batteries actuelles
- Procédés de fabrication et de reconditionnement**
 Procédés de laminage extra-fins compatibles avec les exigences de tenue mécanique en fabrication et usage (collecteurs de courant Cu et AL, anode lithium métallique...)
 Digitalisation des process de production des cellules, modules et packs batteries
 Equipements de production des batteries solides
 Technologies de reconditionnement (seconde vie des batteries lithium-ion) des batteries
 Activités transverses : utilisation IA, data-mining, modélisation procédés, techniques operando

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 !



Pour toute question, n'hésitez pas à nous solliciter :

Prématuration : contact.premat-mat@cnrsinnovation.fr

Maturation : yohann.chatillon@linksium.fr

PREMATURATION

TRL	TRL 1 à 3
DURÉE	MAXIMUM 18 MOIS
BUDGET	Financement plafond 80k € maximum

MATURATION

TRL	TRL 3 à 6
DURÉE	MAXIMUM 36 MOIS
BUDGET	Financement plafond 400k € maximum

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

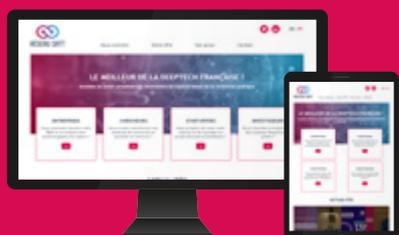
Contactez :

PRÉMATURATION

contact.premat-mat@cnsinnovation.fr

MATURATION

yohann.chatillon@linksium.fr



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

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

