

INNOVER POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



SERGE CHANCHOLE
direction Entrepreneuriat et Innovation de l'École polytechnique, directeur



PHILIPPE CORDIER (99)
responsable du programme R & D CSE, data science et intelligence artificielle chez Total



CYRIL COLIN (2011)
CEO et cofondateur d'e-Lum

L'initiative Trend-X ne se limite pas à l'École polytechnique. Celle-ci multiplie les partenariats avec des acteurs de toute taille – de la start-up aux grands groupes afin de développer un tissu d'innovation porteur de compétitivité.

En trois ans, ce sont près de 50 entreprises qui ont été accélérées ou incubées au sein du centre d'innovation de l'École polytechnique La Fibre Entrepreneur Drahi-X Novation Center. Toutes les entreprises accompagnées portent des projets à forte dimension technologique, vecteurs des révolutions technologiques des marchés d'aujourd'hui et créateurs des ruptures innovantes de demain.

Des innovations concrètes

Accenta est un acteur de rupture qui propose une solution innovante pour le stockage de l'énergie solaire générée par les bâtiments, maximisant ainsi leur autonomie énergétique grâce à l'amélioration des performances d'autoproduction et d'autoconsommation. Cette solution optimise la performance à la fois énergétique et environnementale des bâtiments, grâce à une réduction

significative de leurs émissions de CO₂ (-70 % d'émissions de CO₂ sur la durée de vie d'exploitation d'un bâtiment). Dans le secteur du stockage d'énergie, les batteries Zinium zinc-air mettent en œuvre une nouvelle technologie du stockage, qui s'appuie sur les réalisations du laboratoire électrochimique d'EDF et un système électronique embarqué pour la gestion de la batterie faisant de la batterie Zinium une batterie connectée nativement. Enfin, SpinalCom a développé une technologie permettant de révolutionner la gestion des données et d'interconnecter des objets (capteurs, actionneurs, applications, base de données, *analytics*...) hétérogènes sur des micromachines comme des routeurs, box... En collaboration avec Trend-X, SpinalCom participe au projet de démonstrateur bâtiment intelligent associé au Drahi-X Novation Center.

Le rôle irremplaçable des grands groupes

Dans cette massification, les grands groupes ont un rôle clé à jouer sur 3 axes majeurs : le captage, le stockage et la gestion des énergies.

En 2016, le groupe Total a décidé d'intégrer le climat à sa stratégie d'entreprise et de faire évoluer son modèle pour devenir un fournisseur d'énergie avec l'ambition d'être la major de l'énergie responsable pour répondre au scénario 2 °C de la COP 21. Cela l'a amené à créer une nouvelle branche d'activité et une nouvelle organisation de R & D avec la mise en place de programmes de recherche transverses. Cela a permis de mettre en place rapidement des projets de recherche et d'innovation.

Mieux capter, mieux stocker et mieux gérer l'énergie

La chaire mise en place pour cinq ans avec l'aide de Total dans le cadre de l'initiative Trend-X abordera les 3 axes précédemment cités : mieux capter l'énergie, mieux la stocker et mieux la gérer. Dans le premier axe, l'objectif est d'évaluer la performance de panneaux solaires en conditions réelles, mais avec une connaissance plus fine

REPÈRES

Entre 2009 et 2015, la communauté internationale s'est accordée sur l'objectif de limiter le réchauffement climatique à 2 °C, ce qui correspond au scénario le plus optimiste. Réussir ce défi colossal passe par une modification radicale de nos comportements afin de contenir au maximum nos émissions de gaz à effet de serre. Le développement et le déploiement massif des technologies « bas carbone » et des énergies renouvelables seront nécessaires pour y arriver.

des conditions atmosphériques grâce au Site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique (Sirta), un des dix observatoires atmosphériques mondiaux. Tout cela, afin de permettre la mise au point de solutions d'optimisation de la production photovoltaïque. Ces travaux viennent compléter les travaux de recherche engagés avec l'Institut photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF) portant aujourd'hui sur les matériaux pour répondre au défi du 30/30/30 (rendement de cellule > 30 %, pour un prix < 30 c\$/Wc à l'horizon 2030) dont l'ambition devrait être revue à la hausse pour rester dans la course.

Développer les capacités de stockage

En matière de capacités de stockage, une première partie se portera tout naturellement sur la voie électrochimique en complément des travaux menés par Saft sur les prochaines générations de batteries, notamment la batterie tout solide. La seconde partie portera sur le stockage thermochimique. Pour obtenir des densités énergétiques élevées, le stockage sous forme de potentiel chimique est le plus prometteur avec plusieurs centaines de kWh/m³, soit le même ordre de grandeur que celui d'une batterie. Cette forme de stockage aujourd'hui peu répandue affiche un excellent rapport densité énergétique/coût et un nombre de cycle charge/décharge plus élevé que celui des batteries. L'objectif de la chaire est de réaliser un système complet afin d'accéder aux données expérimentales de performance réelle.

Mieux gérer les bâtiments

Dernier axe majeur de la collaboration, la gestion énergétique des bâtiments qui représente 44 % de la consommation énergétique française. L'objectif sera de modéliser le fonctionnement de systèmes complexes que sont les bâtiments au travers de la production, du stockage et de la consommation énergétique, afin de développer des bâtiments intelligents de deuxième génération prenant en compte les usages de ses habitants. Pour ce faire, au-delà des algorithmes de prévision et de gestion qui seront mis en place dans des bâtiments tertiaires (Drahi-X Novation Center, Sirta) comme dans des bâtiments d'habitation (Bachelor Hall de l'École), nous mènerons un premier pilote d'autoconsommation sur les 500 logements du Bachelor Hall de l'École pour tester différentes approches d'incitation (*nudge*) visant à ajuster la consommation à la production. Pour y arriver, il faudra être capable de prendre en compte les habitudes des habitants, c'est-à-dire de comprendre et de modéliser le comportement humain, remonter en temps réel les données capteurs pour prédire au mieux ce que pourrait



↑ Batteries Zinium.

être la consommation, et l'optimiser grâce des algorithmes d'intelligence artificielle performants agissant en temps réel et permettant une gestion plus intelligente des bâtiments.

Fédérer scientifiques et industriels

Relever le défi climatique nécessite de fédérer la communauté scientifique et les acteurs industriels →

DES COMPÉTENCES MULTIPLES

L'originalité du programme initié par l'X réside dans la variété et l'intégration des compétences nécessaires à son succès, climatologie, géosciences, matériaux, physicochimie, électrochimie, informatique, mathématiques appliquées, sciences des données, sciences sociales, que seul Trend-X est à même de fédérer.

→ autour des défis technologiques majeurs où chacun a son rôle à jouer. Tout d'abord les universités et les laboratoires de recherche grâce à leurs travaux à la fois fondamentaux et appliqués qui permettent d'assurer un flux de technologies qui arriveront sur le marché à court et long termes. Ensuite les start-up et leur capacité à innover rapidement en dehors des cadres soit sur un produit, un service, une plateforme... Et enfin les grands groupes, car assembler toutes les briques technologiques nécessaires à l'avènement de ce nouveau modèle de société relève d'un double défi capitalistique et d'intégration, d'une connaissance des contextes mondiaux et d'une synergie avec les usagers, globalité que seuls les grands groupes de l'énergie peuvent amener.

Une innovation ouverte et agile

La clé de la réussite réside dans l'innovation : approche ouverte et agile, embrasser les différents horizons de temps, intégrer des compétences multiples, expérimentations rapides à grande échelle, générer de la connaissance à partir des données, tester de nouveaux *business models*...

Réussir le défi climatique tout en répondant aux besoins croissants d'énergie dans le monde est d'ores et déjà

Melting pot

Accélérer le passage de la recherche au déploiement massif de solutions nécessitera aussi des organisations adaptées qui permettent de réunir harmonieusement des hommes et des femmes formant un *melting pot* de compétences bien plus divers qu'auparavant, allant de l'acceptabilité sociétale au développeur informatique et technologique : ingénieurs, *data scientists*, technologues, climatologues, économistes, sociologues, anthropologues, philosophes... sont partie prenante de ce défi inédit.

une course contre la montre. Il faut donc d'emblée considérer la R & D & I — recherche, développement et innovation — avec une approche ouverte et agile. L'objectif sera de collaborer, partager, s'intégrer avec les acteurs clés — universités, start-up ou grands groupes — afin de stimuler les écosystèmes de recherche et d'innovation pour mettre au point des nouvelles technologies, qu'elles soient incrémentales ou de rupture, diminuer le *time-to-market* des différentes technologies en prenant en compte l'évolution des attentes de nos sociétés.

Nouveaux business models

Enfin et surtout, pour assurer la pérennité de l'ensemble, il va falloir inventer de nouveaux *business models* à même de délivrer des solutions énergétiques responsables à des coûts abordables. C'est la condition nécessaire pour justifier les investissements et amplifier les efforts de recherche et d'innovation. Ces *business models* devront en sus être flexibles pour s'ajuster à des contextes réglementaires pouvant évoluer rapidement et différer d'un pays à un autre.

Comme l'écrit le 5^e rapport du Giec : « L'influence de l'homme sur le système climatique est claire et en

Le groupe Total a l'ambition d'être la major de l'énergie responsable.



© BremeCR

augmentation, avec des incidences observées sur tous les continents. Si on ne les maîtrise pas, les changements climatiques vont accroître le risque de conséquences graves, généralisées et irréversibles pour l'être humain et les écosystèmes. » C'est donc une magnifique opportunité de se mobiliser tout de suite pour innover, voie dans laquelle le groupe Total et ses partenaires sont engagés avec entrain, en ouvrant tout grand la porte à toutes celles et à tous ceux que les défis planétaires comme l'énergie, l'environnement et le climat motivent !

L'innovation au sein d'une start-up

De par le caractère intermittent inhérent aux énergies renouvelables, le stockage d'énergie sous forme de batteries se développe rapidement sur de nombreux secteurs et applications allant du secteur résidentiel à des fins d'autoconsommation et d'indépendance énergétique au secteur industriel et commercial à des fins de réduction des coûts et de sécurité d'approvisionnement. Sur le seul secteur du stockage en amont compteur (pour des applications de services réseaux) une capacité installée globale de 14 GW est prévue d'ici à 2023. Le principal levier de cette rapide croissance est la conjonction d'une importante baisse des coûts de production des batteries lithium-ion, avec une division par 5 des coûts au cours des cinq dernières années et d'une montée en compétence des développeurs et installateurs de projets proposant des contrats de vente d'électricité (PPA – *Power Purchase Agreement*) toujours plus compétitifs.

Dans ce contexte, depuis la création de la société en 2016, Elum Energy a une stratégie de croissance 100 % basée sur le déploiement des énergies renouvelables. En particulier à travers le développement d'une technologie – l'Energy OS – de « pilotage automatique » de centrales de production solaire couplées à des systèmes de stockage d'énergie. La technologie permet de réduire les coûts opérationnels de ces centrales tout en assurant une énergie de qualité et fiable. Cela permet ainsi d'augmenter la rentabilité de ces sites de production, favorisant l'intégration des renouvelables au mix énergétique sur les réseaux interconnectés et permettant la création de réseaux isolés bas carbone dans des zones plus reculées (îles, pays en développement). L'Energy OS permet de gérer de multiples configurations d'utilisation du stockage d'énergie : autoconsommation, résilience, services réseaux... de manière simple et efficace pour les développeurs de projets.

S'appuyer sur la recherche

Afin d'ajouter toujours plus de fonctionnalités innovantes à ses produits permettant de conserver un avantage compétitif, Elum Energy est impliquée dans un programme de recherche avec Trend-X, notamment grâce à un programme de recherche régional (Feder) – portant



© Jason

↑ Elum Energy développe une technologie de « pilotage automatique » de centrales de production solaire couplées à des systèmes de stockage d'énergie.

sur la gestion intelligente de l'approvisionnement et de la consommation énergétique des bâtiments tertiaires. Dans ce cadre, le premier projet d'envergure fut l'installation de capteurs énergétiques sur le Drahi-X Novation Center permettant de mesurer et visualiser en temps réel la consommation par usage du bâtiment. Cette première étape a permis de récolter les données nécessaires à la seconde étape : la modélisation et l'optimisation énergétique du bâtiment en agissant sur les habitudes de consommation des occupants du bâtiment afin d'en réduire la consommation. Une fois la consommation du bâtiment optimisée, la troisième étape, cœur du programme de recherche Feder, consistera en l'installation d'un système de production solaire couplé à une capacité de stockage par batteries permettant l'optimisation de la production énergétique du bâtiment. La technologie de pilotage Elum y sera installée et permettra l'optimisation de l'autoconsommation du bâtiment à travers des algorithmes de prévision de consommation et de ressource solaire couplés à des algorithmes d'optimisation énergétique.

Un tissu d'innovation riche

L'initiative Trend-X cristallise ainsi tout l'engagement de l'École polytechnique sur les sujets du changement climatique ainsi que la volonté de revendiquer et promouvoir l'excellence dans le domaine des énergies renouvelables. Ces nombreux projets et partenariats qui voient le jour sur le campus avec des structures allant des jeunes pousses aux grands énergéticiens français permettent de créer aujourd'hui un tissu d'innovation source de la compétitivité industrielle de la filière du renouvelable français sur la décennie à venir. ✕

“Revendiquer et promouvoir l'excellence dans le domaine des énergies renouvelables”