Des pépites régionales pour décarboner l'industrie

Avec pour ambition de sortir au plus vite du charbon, du pétrole et du gaz qui représentent aujourd'hui plus de 80 % de l'énergie utilisée dans le monde, les start-up du nucléaire, encore à l'état de concepts, électrisent déjà les industriels du secteur et séduisent les investisseurs. Trois deeptech régionales, incubées à la pépinière Cleantech, à Aix, attirent déjà les regards. Explications.

Suite de la 1ère page

Lauréates de l'appel à projets "Réacteurs Nucléaires Innovants" du plan d'investissement France 2030, les start-up dédiées aux petits réacteurs modulaires nucléaires (SMR) se développent dans l'Hexagone. Trois d'entre elles ont élu domicile au Technopôle de l'Arbois à Aix. Soutenues par de grands acteurs comme EDF ou le CEA, ces entreprises misent sur différentes technologies pour décarboner l'industrie et accompagner la transition énergétique de notre pays. La France consomme aujourd'hui 1 600 TWh d'énergie (soit 36,6 TWh pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur), assurée en grande partie par les énergies fossiles et seulement 25 % par l'électricité.

Or, à l'horizon 2050, l'ambition est d'inverser la courbe et de réduire de 40 % notre consommation énergétique pour atteindre 930 TWh, l'électricité assurant alors 55 % de la production, soutenue par les énergies renouvelables et le gaz décarboné et une infime partie les énergies fossiles. "*La réduction de notre consommation passe par deux leviers*, note Frédéric Buzin, directeur régional Paca du Groupe EDF, *la sobriété et l'efficacité énergétique*", c'est-à-dire les écogestes et la modernité des technologies. À l'heure actuelle, nous produisons 470 TWh/an d'électricité, demain il en faudra 650, soit une hausse de 35 à 40 %, soit une électricité bas carbone à partir du nucléaire, du solaire et de l'éolien. "*À partir de ces éléments, on comprend qu'il ne peut pas y avoir de guerre entre le nucléaire et le renouvelable*, assure le directeur régional, *c'est contre-productif par rapport à la transition énergétique et la décarbonation de l'économie, c'est donc plus de nucléaire et plus de renouvelable dans des quantités très importantes.*"

Si l'éolien terrestre en Paca a un potentiel très limité, le flottant a de beaux jours devant lui avec notamment le projet Provence Grand Large et les trois éoliennes au large de Fos qui seront prochainement mises en service : "*Il y a des ambitions très fortes en Méditerranée. Nous sommes dans un appel d'offres de deux fois 250 MW, qui sera suivi d'une deuxième phase de deux fois 500 MWh, soit 1 500 mégawatts qui correspondent peu ou prou à la puissance d'un réacteur nucléaire nouvelle formule.*" L'accent est mis aujourd'hui sur l'autoconsommation, c'est-à-dire équiper de panneaux photovoltaïques les toitures des maisons, des équipements tertiaires, des zones commerciales, des concessions automobiles, des supermarchés…, "*dans une logique non pas de produire pour le réseau, mais pour sa propre consommation.*"

Le renouveau du nucléaire français passe par le prolongement de la durée de vie du parc existant des 56 réacteurs de 40 à 60 ans, l'augmentation de nouveaux équipements, les fameux EPR 2e génération. On connaît les six premiers, une deuxième phase devrait être lancée. Le troisième volet, ce sont les Small Modulaes Reactors, "*des petits réacteurs modulaires qui viennent compléter l'histoire de la filière nucléaire et en même temps élargir son horizon.*" EDF avec ses partenaires Naval Group, TechnicAtome et le CEA a fait "*le choix de récupérer la technologie des sous-marins nucléaires et l'adapter au terrestre. Nous sommes sur une technologie de 3e génération. Un SMR présente un niveau de puissance électrique d'une centrale au charbon*", maintient Frédéric Busin, avec la possibilité de produire de l'hydrogène ou de la chaleur. La nouvelle voie est celle de l'innovation qui va concevoir de nouveaux outils, consommer moins de combustibles nucléaires. Des deeptech donnent naissance à une nouvelle filière nucléaire qui "*traduit clairement la volonté du gouvernement d'en faire l'une des filières énergétiques majeures, avec une complémentarité garantie entre le parc existant et les nouveaux équipements*".

Geneviève VAN LEDE

◀ Basé sur le Technopôle de l'Arbois à Aix, Blue Capsule est un projet nucléaire compact et modulaire d'unités de maximum 150 MWth fournissant de la chaleur industrielle à plus de 700°C. Il utilise l'air ambiant comme seule source froide. Solution polyvalente, Blue Capsule peut également fournir au besoin de la vapeur et de l'électricité. En médaillon, le réacteur Blue Capsule qui peut s'intégrer sur divers sites industriels. / ILLUSTRATION BLUE CAPSULE TECHNOLOGY

Blue Capsule technology est un réacteur nucléaire à haute température de 150 MWh

Créée en novembre 2022, la deeptech Blue Capsule développe un réacteur nucléaire à haute température de 150 MWth, basé sur un caloporteur en sodium. "*Il s'agit d'un mélange de deux technologies nucléaires qui existent déjà*, détaille Edouard Hourcade, l'un des cofondateurs, *la technologie des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium - comme l'étaient Phénix et Superphénix- et le réacteur à haute température, technologie des réacteurs portée par les Allemands dans les années 70-80.*"

Le projet de Blue Capsule qui vise à remplacer le charbon et le gaz dans l'industrie, a la particularité de fournir de la chaleur à très haute température, plus haute que le font les réacteurs de Superphénix. Ce petit réacteur modulaire pourra fournir aussi de l'électricité et de la vapeur. "*L'avantage de ce SMR*, assure l'entrepreneur, *est de pouvoir être installé n'importe où, y compris aux endroits où il n'y a pas de source froide comme de l'eau (rivière, lac, mer) et être refroidi simplement avec l'air.*" Lauréate de l'appel à projet France 2030, la start-up aixoise est en train de boucler son premier tour d'investissement à hauteur de 2 M€ pour construire une équipe d'ingénieurs et de techniciens et réaliser des équipements.

"*Nous avons un partenariat de R & D avec le CEA, évidemment mais aussi le tissu industriel du Sud-Est*, explique l'ancien gestionnaire de projet du CEA, *puisque nous travaillons avec de nombreuses entreprises qui sont des fournisseurs historiques du CEA. Nous avons besoin de nouer des partenariats techniques et technologiques afin de pouvoir implanter nos maquettes. Nous allons effectivement construire plusieurs prototypes qui ne seront pas des prototypes nucléaires, mais des constructions qui vont nous servir à démontrer notre technologie.*" Première étape cette année avec une première maquette, puis une deuxième phase avec un prototype plus volumineux: "*Il nous faut pour cela un site industriel de grande taille. Nous avons lancé un appel à manifestation d'intérêt auprès de grands industriels qui pourraient héberger ce grand prototype. Encore une fois, c'est un grand galop d'essai. Le prototype nucléaire verra le jour au mieux en 2028.*"

Cette centrale innovante pourrait servir "*d'oasis énergétique dans un endroit où il n'y a pas d'énergie ou alors alimenter une ville existante qui voudrait décarboner son électricité.*" Mais le cœur de cible de Blue Capsule reste la chaleur industrielle. Bref, tous les industriels qui utilisent le charbon et le gaz pour chauffer leurs composants et désirent passer à l'électricité. "*C'est un marché gigantesque*, soutient Edouard Hourcade, *nous avons un partenariat stratégique à Fos-sur-Mer pour faire l'incinération de déchets à haute température. D'autres* sont en cours."

G.V.L.

> *En clients finaux, on cible l'industrie lourde qui a beaucoup de mal à se décarboner.*

OTRERA NUCLEAR ENERGY (ONE)

"Ces centrales innovantes pourraient aider à la production locale d'électricité en chaleur"

Fondée en février 2023, la deeptech aixoise a développé un petit réacteur de type Small Modular Reactor (SMR) basé sur des technologies éprouvées, les sodium fast reactors.

Le projet de SMR d'Otrera Nuclear Energy pourrait se greffer sur des sites industriels. /PHOTO DR

Accompagnée par la pépinière Cleantech du Technopôle de l'Arbois, Otrera met au point un réacteur nucléaire de 4e génération de type Sodium Fast Reactor novateur qui intègre des avancées technologiques. Il se distingue par sa capacité de recyclage efficace des assemblages combustibles usés, son autonomie de fonctionnement prolongée, sa sécurité renforcée et sa performance économique. Cette technologie offre une énergie nucléaire bas carbone compétitive, contribuant ainsi à la transition énergétique vers un avenir durable et responsable. La particularité de ce SMR est la cogénération, c'est-à-dire de produire un mégawatt valorisé autour de 110 mégawatts électriques et 180 mégawatts de chaleur entre 100 et 180°C.

"*Nous avons pas mal de procédés industriels intéressants*, soutient Frédéric Varaine, le cofondateur. *Ces réacteurs tournent avec un combustible, mélange de plutonium que l'on retrouve dans les assemblages d'eaux usées d'EDF et d'uranium appauvri. Donc cela permet de gérer ces déchets et de les revaloriser.*" Ces centrales innovantes pourraient s'implanter sur des sites industriels pour aider à la production locale d'électricité en chaleur, "*venir en soutien, aussi, du parc éolien qui va demander des investissements sur le réseau électrique. On va s'atteler à produire de l'hydrogène capturé du CO2.*"

Et d'ajouter : "*Notre objectif, justement, est de maintenir ces coûts de l'énergie au niveau qu'on connaît aujourd'hui et qui redonnerait à la France une compétitivité extraordinaire puisque l'on aurait à la fois de l'énergie peu chère, pilotable, bas carbone.*"

Otrera est en train de terminer une levée de fonds de 2,4 M€, l'État va en mettre autant dans le cadre du plan France 2030, soit près de 5 M€ pour développer le projet. À savoir "*faire des calculs de sûreté et de design détaillés, commencer à travailler sur les images de conception, et fabriquer les premiers éléments constitutifs du réacteur afin de réaliser des démonstrations et des essais.*"

Dans le pool d'investisseurs, on trouve une vingtaine d'industriels locaux dont NGE, Atelis Fos, ADF, le groupe Reel-Cnim, Ekium-Snef… "*Associer le bâtiment et le génie civil à des fonctions de sûreté et à des contraintes va nous permettre d'avoir un aller-retour permanent entre les uns et les autres de façon à tirer parti de la compétence et surtout de la réduction des coûts*, soutient le physicien. *Cela nous permet d'aller plus vite aussi dans les démonstrations de sûreté de nos actes.*"

G.V.L.

TEAM HENRI-FABRE

Un projet pour qualifier l'impression 3D métallique dans le nucléaire

Via le projet Arqane, plusieurs industriels réunissent leurs forces pour développer la fabrication additive métallique dans ce secteur.

Le projet Arqane, financé à hauteur de 12 millions d'euros doit être finalisé d'ici 2025. /PHOTO DR

Inauguré en 2016, le technocentre de la Team Henri-Fabre, basé à Marignane, propose divers accompagnements pour renforcer la compétitivité des entreprises industrielles. Articulé autour de sept filières, dont le nucléaire, cette structure tournée vers l'innovation, a lancé en 2022, le projet Actions de réalisation et de qualification en additif pour le nucléaire (Arqane), lauréat du plan "France Relance". Incarné par plusieurs grands acteurs des deux secteurs, dont EDF en chef de file, mais aussi CEA, Framatom, Naval Group, Inovsys, Orano, l'Institut de soudure, Technicatome, Andra ou encore Nuclear Valley, cette démarche vise à qualifier la fabrication métallique dans ce microcosme. "*On veut qualifier l'impression 3D métallique, on veut partager et construire des référentiels sur les pratiques à mettre en œuvre de la matière première jusqu'à la réalisation de la pièce*", révèle Stéphane Magana, le directeur d'Inovsys, société qui accompagne les entreprises dans l'intégration de nouvelles technologies. Axés plutôt "*sur les futures générations de centrales*", les participants commencent à avoir des premiers résultats et "*des premières pièces en préséries. Par exemple, on peut imaginer la fabrication de robinetterie et qualifier une pièce interne de son robinet avec une technologie d'impression 3D métallique*", explique-t-il. Financé à hauteur de 12 M€, ce programme de R & D et de qualification qui cherche à montrer la maturité industrielle de ce procédé, devrait voir le jour en 2025. "*C'est un beau projet qui fédère les acteurs du nucléaire, il y a un vrai jeu collectif de vouloir qualifier collectivement l'impression 3D, c'est bien que l'on fasse cela sur notre région*", insiste-t-il.

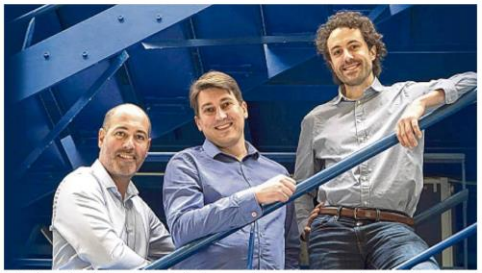
L'occasion de faire bonne impression et de lancer une nouvelle dynamique sur le territoire…

L.H.

HEXANA

"Il faut fournir plus d'énergie électrique et de chaleur"

Lauréate de l'appel à projets France 2030, cette start-up implantée au Technopôle de l'Arbois développe un projet de réacteur nucléaire modulaire à neutrons rapides refroidi au sodium deux fois 400 MWth.



Sylvain Nizou, Paul Gauthé et Jean-Baptiste Droin, les têtes pensantes de la start-up Hexana nouent de grandes ambitions et espèrent réaliser 10 à 15 installations en France d'ici 2035 et ciblent les marchés étrangers pour 2050. Pour atteindre cet objectif, les principaux interessés lèvent des fonds et vont renforcer leurs effectifs rapidement. /PHOTO L. GODART/CEA

La fusion entre une problématique énergétique et une solution innovante. Ingénieur-docteur et spécialisé sur les énergies renouvelables, Sylvain Nizou a fait un constat saisissant au fil de ses différentes expériences. "*On nous parle de transition énergétique, que c'est en cours, mais la réalité est toute autre. Nous sommes à la peine*", remarque-t-il.

Une tendance qu'il observe également dans l'industrie, secteur déterminant pour mettre en place de nouvelles méthodes plus vertueuses pour l'environnement. "*Au contact du monde industriel, il y a de grands défis pour sortir du pétrole et répondre à la neutralité carbone. Mais les acteurs n'arrivent pas à décarboner. Les solutions intermittentes ne permettent pas de stocker durablement, on n'arrive pas à faire le job. Cela ne convient pas aux usines 24/24 7/7. Il faut fournir plus d'énergie électrique et de chaleur à haute température*", insiste le quarantenaire.

En pleine réflexion sur le sujet, il fait une rencontre décisive au CEA où il officie avec deux experts dans la conception de réacteur nucléaire de nouvelle génération. "*Des réacteurs à neutron rapide au sodium, c'est un trésor français que l'on connaît depuis des décennies, sauf qu'on a jamais réussi à l'utiliser industriellement à grande échelle. Ils avaient une super technologie, la solution paraissait vraiment adaptée et ils cherchaient quelqu'un qui avait la capacité de présenter cette problématique*", se remémore-t-il. La formule gagnante donc, mais pour accélérer leurs recherches, les principaux intéressés se détachent de leurs fonctions respectives pour se concentrer uniquement sur leur nouveau projet, Hexana.

Cette start-up développe un système énergétique de conception innovante, avec un réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR) de deux fois 400 MWth couplé à un module de stockage de chaleur.

"*Ce sont des réacteurs de 9m de diamètre et 15m de haut. La chaleur du sodium, on l'échange avec un autre fluide, les sels fondus présents dans un réservoir, et on l'achemine vers le site industriel. On mise sur la durabilité, on peut recycler la matière nucléaire, c'est ce qu'on va essayer de mettre en avant de nouveaux usages*", promet-il.

Lauréate de France 2030

S'appuyant sur des poids lourds industriels comme CEA, EDF, Orano, Bouygues et Framatome, cette entreprise aixoise, installée depuis peu au Technopole de l'Arbois, espère vendre cette technologie sous forme de licence à un exploitant qui pourra distribuer l'énergie à un industriel. "*En clients finaux, on cible l'industrie lourde qui a beaucoup de mal à se décarboner avec le gaz, pétrole, charbon. Cela peut être des producteurs de ciment et d'acier. Il y a aussi les produits à base d'hydrogène, les carburants de synthèse et les molécules chimiques*, précise-t-il. *Il y a deux secteurs, l'aérien et le maritime qui consomment énormément d'émissions de CO2, donc cela peut être pour un producteur de carburant pour faire décoller des avions ou faire avancer des navires.*"

Et le choix de s'installer dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur n'a également rien d'anodin. "*On est à proximité de nos futurs clients et partenaires avec qui on va travailler. Il y a de grands industriels présents à Fos-sur-Mer. Les acteurs ont intérêt à s'interroger sur cette solution pour apporter une réponse au problème de pollution de l'air*", explique le cofondateur. Et Hexana n'a aucune intention de partir en fumée, en témoigne l'obtention d'une subvention de 10 M € de l'appel à projets France 2030 afin de poursuivre son développement. "*Nous avons aussi une première levée de fonds qui permet de financer la première phase du projet.*"

Dans cette lignée, l'équipe composée actuellement de trois personnes prévoit de recruter une cinquantaine de salariés d'ici deux ans pour accélérer le rythme et lancer son premier réacteur nucléaire tête de série en 2035. "*Il faudrait qu'il soit sur un site français. Cela prend 5 à 6 ans pour finaliser la conception industrielle et obtenir toutes les autorisations On veut avoir 10 à 15 installations en France et à l'étranger à partir de 2035.*"

Lorenzo HASNI