

## Grenoble, de l'hydroélectricité aux nouvelles technologies énergétiques

Jean-Marie Martin-Amouroux

@ 92770

**Mots-clés : technologies, Grenoble, hydroélectricité, industries, université, recherche**

***Alors que le 21 mai 2025 marquera le centième anniversaire de l'inauguration de l'Exposition internationale de la houille blanche et du tourisme, le site grenoblois s'interroge sur son avenir. Le triptyque « université, industrie, recherche », construit autour de l'hydroélectricité, restera-t-il le support de son développement économique et, dans cette hypothèse, quelle place y occuperont les nouvelles technologies dont celles de l'énergie (nucléaire, solaire photovoltaïque, hydrogène ou piles à combustible) ?***

Début 2025, le site grenoblois n'échappe pas aux difficultés que rencontrent nombre d'autres villes françaises : fermeture de grandes usines chimiques telles que Vencorex et Arkema ; recul démographique de la commune de Grenoble aux prises avec de violentes tensions de quartiers ; déclasserement du site dans le baromètre Arthur Loyd et le classement « Ville de rêve ».

Est-ce à penser que s'achève « la fabuleuse aventure industrielle née dans la vallée du Grésivaudan, sur les flancs du massif de Belledonne » [Destot, 2015], alors même que le 21 mai 2025 marquera le centième anniversaire de l'inauguration de l'Exposition internationale de la houille blanche et du tourisme par Paul Mistral, maire de Grenoble ? Symbolisée par la tour Perret, cette manifestation proclamait Grenoble capitale de la « houille blanche », selon l'expression proposée par Aristide Bergès, en lieu et place d'hydroélectricité, lors de l'Exposition universelle de Paris en 1889.

Peut-on en conclure que le site grenoblois des prochaines décennies ne bénéficiera plus du triptyque « université, industrie, recherche », ou « système d'innovations », qui a assuré son développement depuis plus d'un siècle ? Doit-on se

demander si « dans un monde en mutation, Grenoble sera demain, plus encore qu'aujourd'hui, un site scientifique européen majeur » [Bloch, 2013] ?

« Entre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, qui a vu les pionniers de l'hydroélectricité installer leurs dynamos sur les torrents où ils construisaient leurs usines, et le début de ce XXI<sup>e</sup> siècle où chercheurs et industriels traquent l'infiniment petit pour multiplier les communications entre les habitants de notre village planétaire, la région grenobloise a vécu une véritable saga industrielle qui a transformé ses paysages comme ses mentalités » [Gouy-Gilbert, Parent, 2005].

Pour traiter ces questions, la reconstitution et la compréhension de la dynamique grenobloise s'imposent. Comment, au cours du temps, entreprises industrielles, consommateurs et pouvoirs publics ont-ils suscité des besoins de connaissances satisfaits par une recherche scientifique qui, à son tour, a engendré de nouvelles technologies ? Quelle a été, à l'origine de ces dernières, la place des universités et des grands laboratoires grenoblois, au premier rang desquels le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) ? « Est-ce la rudesse du site et l'esprit rebelle de ses habitants qui ont poussé la ville vers cette aventure où

science, technologie et industrie se mêlent étroitement» [Siebert, 2024]? Les nouvelles technologies, dont celles de l'énergie, joueront-elles un rôle dans son éventuelle poursuite? L'hydroélectricité sera-t-elle à même d'en tirer encore parti? Les pouvoirs politiques locaux resteront-ils des acteurs du changement technologique?

### 1. Un essor industriel initial associé à la naissance de l'hydroélectricité

Le «système d'innovations» du site grenoblois est né d'un développement industriel ancien qu'a infléchi l'émergence de l'hydroélectricité à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Réparti sur tout le territoire qui s'étend du lac Léman au confluent de l'Isère et du Rhône, soit la province du Dauphiné, cet essor avait été particulièrement dense sur le site de Grenoble [Dalmasso, 2007]. Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, la ville ne compte encore qu'un peu moins de 30 000 habitants, mais elle réunit déjà de nombreuses entreprises industrielles qui vont du textile, dont la ganterie, à la production de ciment, de pâte à papier et de métaux [Mounier, 1922]. Dans ce contexte, naissent de nouvelles techniques qui rencontrent l'essor scientifique d'une société ouverte et entreprenante [Soutif, 2005]. Celle dont l'impact va être le plus important est l'hydroélectricité, issue de l'exploitation des torrents montagneux pour produire de l'énergie mécanique, sollicitée notamment par les papèteries attirées par les richesses forestières, puis de l'électricité.

Parmi tous les entrepreneurs qui se lancent dans cette aventure, le plus connu est Aristide Bergès, «père de la houille blanche» [Dreyfus, 1972, pp. 13-19]. À défaut d'en avoir été l'inventeur, il en «reste incontestablement le grand promoteur» [Vincent, 2021], occupant la première place dans l'histoire grenobloise de l'hydroélectricité, à la fois parce que l'équipement en conduites forcées du ruisseau de Lancey en 1869 «a marqué en quelque manière la seconde naissance de Grenoble» et parce qu'en 1889 l'exposition d'une de ses turbines dans le cadre de l'Exposition universelle de Paris porte l'inscription «exploitation de la houille blanche des glaciers par la création de chutes de

500 à 2000 mètres de hauteur» [Dalmasso, 2005]. Peu avant, en 1883, Grenoble l'avait découvert suite à la construction par Marcel Deprez des 14 km de ligne la reliant à Vizille.

En aval, la disponibilité de houille blanche engendre de nouvelles industries, grosses consommatrices d'électricité, dont l'électrometallurgie (aluminium), la chimie (chlore) et la parachimie (viscose).

En amont, les besoins d'équipements suscitent l'essor industriel. Les chaudronniers Joseph et Aimé Bouchayer deviendront des spécialistes des conduites forcées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle [Le Chatelier, 2015] suite à leur association à Félix Viallet et la mise au point de l'autofrettage qui se diffusera dans toute l'industrie mécanique après 1925 [Viallet, 2024]. Casimir Brenier s'associe en 1879 à André Neyret pour construire les premières turbines avant une expansion en 1917 avec les Suisses Piccard & Pictet dans le cadre de l'entreprise Neyrpic reprise beaucoup plus tard par Alstom puis General Electric. D'autres imaginent de nouvelles vannes, des poteaux électriques ou des ponts roulants. À partir de 1895, on compte à Grenoble 78 ateliers de construction mécanique, artisans compris, qui regroupent 1 300 ouvriers. Au lendemain de la Première guerre mondiale, la Société Grenobloise d'Études et d'Applications Hydrauliques (SOGREAH), devenue depuis Artelia, complètera les compétences du site, à côté de Paul-Louis Merlin qui se lance dans la très haute tension au cours des années 1930 [Gouy-Gilbert, Parent, 2005], avant de fusionner avec Schneider Electric.

Tous ces concepteurs et constructeurs déposent des brevets qui contribuent à l'expansion de la nouvelle filière énergétique qu'est la production et le transport d'électricité.

### 2. Du développement industriel à la recherche scientifique et technologique

Comment et pourquoi l'essor de l'hydroélectricité a-t-il été très tôt étayé par celui de la recherche scientifique et technologique sur le site grenoblois ?

#### 2.1. L'importance de la physique universitaire

« Pour s'être construite tardivement, l'image scientifique de Grenoble n'en est que plus originale » [Guibal, 2005]. Bien que née en 1339, l'université y est restée une institution éphémère jusqu'à l'entrée en scène à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle de Jacques de Vaucanson, inventeur du premier métier à tisser entièrement automatique, puis de Déodat de Dolomieu, l'un des pères de la géologie scientifique, de Jean-François Champollion, déchiffreur des hiéroglyphes, de Joseph Fourier, mathématicien-physicien, et de Louis Vicat, inventeur du ciment artificiel.

La naissance de l'hydroélectricité incite, en 1893, à la formation d'ingénieurs par Paul Janet, initiateur du cours d'électricité industrielle qui deviendra l'Institut d'électrotechnique en 1909 puis l'Institut polytechnique de Grenoble (IPG). Ce nouvel enseignement s'appuie sur un laboratoire d'essais hydrauliques créé en 1906 et sur une faculté des sciences qui, sous l'impulsion des doyens Louis Barbillion et surtout René Gosse, se développe suffisamment pour inciter à la création en 1933 d'un laboratoire de physique du métal suivi en 1939 par l'installation du Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Même la faculté de droit décide de réfléchir aux nouvelles règles autorisant l'implantation de pylônes électriques sur des propriétés privées<sup>1</sup>, tandis que Paul-Louis Merlin lance en 1929 son école des métiers de l'énergie devenue institut Schneider-Electric.

Cet essor attire Louis Néel et son assistant Louis Weil, contraints en 1940 de quitter Strasbourg. Le premier est un physicien déjà très connu pour ses travaux sur les propriétés magnétiques de la

matière. À leur suite, d'autres laboratoires de physique se délocalisent sur le site grenoblois. Entre 1939 et 1941, sous l'impulsion de Félix Esclançon, le nombre de physiciens double. Ils seront suivis par ceux de l'École normale supérieure avec Michel Soutif, au début des années 1950. Initialement tournées vers le magnétisme, leurs recherches s'étendent à la physique des basses températures, à la cristallographie et plus généralement à la physique du solide et des matériaux, comportant les semi-conducteurs et les isolants. En découlent « d'importantes découvertes dans le domaine de l'instrumentation, de l'imagerie et des matériaux pour l'informatique » [Soutif, 2005] et même des entreprises industrielles telle la Société Anonyme des Machines Électrostatiques (SAMES) créée en 1948 en vue de développer la peinture par pulvérisation.

#### 2.2. L'implantation du CEA et ses suites

Au moment où le CEA cherche à créer un nouveau centre qui développe des liens avec le CNRS et la recherche universitaire, Louis Néel fait valoir les atouts du site grenoblois et obtient en 1956 la création du Centre d'études nucléaires de Grenoble (CENG) dont les missions initiales sur la technologie nucléaire conduisent à l'installation de réacteurs expérimentaux, sources de neutrons pour des recherches fondamentales sur la matière ou appliquées au nucléaire : Mélusine (1957), Siloé et Siloette (1962) [Ballu, 2006]. En coopération avec l'IPG, leurs travaux débouchent sur l'Institut des sciences nucléaires (ISN).

Pour les besoins de l'instrumentation de ces réacteurs, un laboratoire est créé en vue de concevoir des transistors et des semi-conducteurs [Belakhovsky, 2011] dédiés aux flux neutroniques via divers partenariats. Ces développements pouvant avoir une application plus large et contribuer à développer une industrie, le Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information (LETI) est créé en 1967 et une première start-up, Étude et Fabrication de Circuits Intégrés Spéciaux (EFCIS), est essaimée en 1972. Au même moment, ARC-Nucléart commence ses travaux de conservation et restauration des biens archéologiques et historiques. Depuis, le LETI qui a continué à étendre

la superficie de ses salles blanches, recevra en 2024 un important financement européen en vue de se doter d'une ligne pilote de production de puces *fully depleted silicium on insulator* (FD-SOL) plus efficaces.

Dès cette époque, les recherches en électronique intégrée, nées pour les besoins propres du laboratoire sur les transferts thermiques, se développent avec l'arrivée à Grenoble de Michel Cordelle, «véritable père de l'électronique grenobloise» [Belakhovski, 2023]. Cette évolution est propice aux coopérations internationales dont l'Institut Laue-Langevin (ILL) créé pour exploiter le potentiel scientifique du réacteur à haut flux, dont il est devenu indissociable, surtout après la mise en place dès 1994 de l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF). Cet accélérateur d'électrons de 844 mètres de circonférence devient l'une des plus puissantes sources mondiales de rayons X autour de laquelle seront installés, en 2024, 46 sites, dits lignes de lumière [Soutif, 2005, actualisé via «La Lettre» n° 372, novembre 2024]. Ils s'inscrivent dans une véritable explosion des recherches axées sur la transition numérique, la transition informatique et les technologies pour la médecine du futur.

### 2.3. L'essor de l'électronique et de l'informatique

Comme le CEA, la Compagnie générale de télégraphie sans fil (CSF) avait été séduite au début des années 1950 par le dynamisme de la physique grenobloise. Dans le cadre de sa politique de déconcentration, elle choisit donc le site de Saint-Égrève pour fabriquer des diodes germanium, puis des transistors silicium et des semi-conducteurs, en s'appuyant sur le centre Emile Girardeau, laboratoire de la Société française de radio (SFR) à partir de 1956 [Moreau, 2005].

Fusionnée avec le groupe Thomson, elle prendra la tête de la technologie du silicium et, par là, de la microélectronique. Un rapprochement progressif avec la société EFCIS, créée en 1972 par le LETI, donnera naissance à Thomson-Semi-conducteurs puis attirera le Centre national d'études des télécommunications (CNET) et

l'Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (ex-INRIA).

Parallèlement, l'enseignement et la recherche universitaire en microélectronique avaient rapidement progressé avec la création en 1945 de l'École de radioélectricité qui deviendra École nationale supérieure d'électronique et de radioélectricité de Grenoble (ENSERG) en 1965. Dans son Laboratoire d'automatique de l'Université de Grenoble (LAG), René Perret met au point le MAT 01 repris par la firme Mors puis la Télémécanique en 1967 [Gindre, Hiron, 2024].

La période 1967-1988 est celle des succès de la branche grenobloise de la Télémécanique fabriquant des calculateurs pour le secteur industriel des mini-ordinateurs. D'autres développements industriels ne tardent pas à suivre. De nombreuses start-up sont réunies en 1970 sur la Zone pour l'innovation et les réalisations scientifiques et techniques (ZIRST) qui deviendra Inovallée en 2005, parallèlement à l'installation de STMicroelectronics en 1992 à Crolles pour y fabriquer des circuits intégrés sur plaques de silicium, puis, à l'initiative de deux ingénieurs du LETI, la création de Silicium on Insulator Technology (Soitec) à Bernin pour y exploiter les brevets de construction des couches très minces de silicium sur isolant.

Entre tous ces centres, à l'initiative du CNRS, du CEA et de l'INPG, est créé, au début des années 2000, le Pôle micro et nanotechnologies (MINATEC), dédié au transfert de connaissances et de compétences, via notamment la pluridisciplinarité (matériaux, biologie, logiciels). Sur les 45 000 m<sup>2</sup> de laboratoires, bureaux et salles blanches de la «Presqu'île scientifique», plusieurs milliers de chercheurs, étudiants et techniciens assurent des ponts entre nouvelles idées et réalités industrielles.

Quatre années plus tard, dans le cadre de Grenoble Innovation for Advanced New Technologies (GIANT), les coopérations s'étendent à de grandes entreprises industrielles telles que Schneider Electric, Alstom, Thales ou STMicroelectronics. Résultats : 700 brevets déposés en

moyenne chaque année et 500 start-up créées depuis l'origine.

Au cours de ces mêmes décennies, la physique a été rejointe par les mathématiques appliquées nées sur le site grenoblois pendant la guerre avec les travaux de Jean Kuntzmann puis la création de l'Institut de mathématiques appliquées de Grenoble (IMAG) qui, avec IBM et CII-Honeywell-Bull, attire d'autres centres de recherche européens à partir de 1988 et incite l'Institut national de recherche en informatique et automatique (INRIA) à s'installer. La forte croissance de la demande d'ordinateurs entraîne celle de la Télémécanique qui conçoit et construit sa gamme de mini-ordinateurs Solar, bientôt suivie par ceux de la Société Européenne de Mini-informatique et de Systèmes (SEMS), filiale du groupe Thomson.

Parallèlement, avec l'appui de Grenoble-Alpes Métropole (GAM), le Centre des technologies du logiciel (CTL) est installé à Gières [Dulac, 2005]. Courant 2024, le CEA signera avec la région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) une convention de partenariat relative à un investissement commun de 60 millions d'euros (M€) au profit de la filière microélectronique qui doit être renforcée en vue des transferts industriels des puces de demain.

Dernière originalité du site : les développements technologiques sont accompagnés de recherches en économie, politique et modélisation prospective du Laboratoire d'économie de la production et de l'intégration internationale (LEPII) qui donnera naissance à une start-up Enerdata désormais connue sur tous les continents.

### 3. Un développement industriel riche et très ouvert

Le centième anniversaire de l'Exposition internationale de 1925 s'ouvre ainsi sur un site industriel isérois en expansion dont 3120 emplois créés en région grenobloise au cours de la période 2019-2022, en partie liés à des exportations de biens industriels<sup>2</sup>. Ce dynamisme repose sur des investissements en provenance pour partie :

- du plan d'investissement France 2030 doté de 54 milliards d'euros (Md€) : avec 267 projets portés par des entreprises de toutes tailles, l'Isère a obtenu 4,6 M€, soit 20 % des montants distribués, donc le premier département français pour le montant investi par l'État<sup>3</sup> ;
- de levées de fonds records en 2023 par 34 start-up de Grenoble Alpes qui ont engrangé 1,12 M€, soit 13 % des montants recueillis en France lesquels sont deux fois supérieurs à ceux de 2021 et 2022.

Plusieurs branches d'industrie sont concernées.

#### 3.1. L'électricité de puissance

La construction de matériel électrique et électronique reste l'un des fondements de l'industrie grenobloise, notamment en appui sur la partie locale de Schneider Electric, héritière de Merlin Gerin, pionnier mondial des disjoncteurs depuis 1920. Après son rachat d'Areva T&D en 2010, en partenariat avec Alstom, Schneider a inauguré en 2017 sa technopole grenobloise Smart Grid Ready Intelligent dans le cadre du projet GreenOValley qui mobilise plus de 5000 salariés dédiés aux équipements électriques performants. En 2023, «elle s'est associée à Intel et Applied Materials pour lancer son programme Catalyse visant à accélérer l'adoption des énergies renouvelables et à réduire les émissions de carbone tout au long de la chaîne de valeur mondiale des semi-conducteurs»<sup>4</sup>.

Bien d'autres entreprises de plus petite taille continuent à se développer. En 2024, MasterGrid a acquis le groupe Aurela composé de trois sociétés dont deux en Isère : SDCEM et Rétrofit Energy Solutions (RES), spécialisées en construction de matériel haute et moyenne tension. Odit-e, bien connue sur le terrain de la maintenance des réseaux de distribution, est devenue une filiale de Sagemcom Energy & Telecom. ALEDIA développe la prochaine génération d'écrans micro-LED plus efficaces et plus performants pour les marchés grand public. CAELI, en collaboration avec le CNRS, commence la fabrication de son climatiseur sur technologie adiabatique dont le

rendement est cinq fois supérieur à celui des meilleurs disponibles. Envie Grenoble propose de l'électroménager rénové garanti via son service de dépannage. Wise-Integration, pionnier français des circuits intégrés, lance en 2024 une nouvelle génération de technologie GaN haute performance à destination des marchés grand public tels qu'ordinateurs portables, vélos, scooters et moteurs électriques. ISOTAC à Seyssinet-Pariset poursuit la fabrication et l'assemblage de pièces à haute résistance thermique et électrique pour la production et la distribution d'électricité. Link-sium signe avec Kapteos une licence d'exploitation de la technologie HarmoSens 2D, issue de G2Elab en vue de mesurer le courant dans les lignes à haute tension sans contact et à distance avec le maximum de sécurité. Survoltage accélère ses investissements en R&D pour mise au point de solutions de réduction des consommations d'électricité.

### 3.2. L'électronique et le numérique

Le «système d'innovations» du site grenoblois s'est donc considérablement diversifié en direction de la microélectronique, de l'informatique et de leurs applications dans de nouvelles activités telles que la biologie, l'imagerie ou la robotique médicale. Le titre de «*silicon valley*» qui lui a été attribué ne semble pas immérité [Colcombet, 2024], surtout lorsque l'on observe la place prise par les grandes entreprises telles que STMicroelectronics à Crolles et Soitec à Bernin.

La première, STMicroelectronics, en 2024, a porté sa superficie totale à 4000 m<sup>2</sup>, en incluant la ligne de prototypage, parallèlement à l'inauguration de son nouveau bâtiment de 5000 m<sup>2</sup> visant la certification environnementale *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM). L'accord pluriannuel signé avec Ampère, spécialiste européen du véhicule électrique intelligent, issu de Renault Group, devrait déboucher sur la fourniture de modules de puissance en carbure de silicium et sur des systèmes de refroidissement pour l'onduleur équipant les nouveaux véhicules<sup>5</sup>. La demande de puces électroniques devra cependant être accrue

en 2025 pour atteindre les nouvelles capacités de production désormais en place.

La deuxième entreprise, Soitec, est une entreprise de matériaux fabriquant du silicium sur isolant pour différentes applications via la technologie Smart Cut. En 2024, un contrat d'investissement stratégique est conclu avec Tokai Carbon pour la fourniture de substrats de carbure de silicium polycristallin spécifiquement conçus pour les plaques SmartSiC. Il est suivi d'un début de collaboration avec X-FAB en vue de fournir des *wafers* SmartSiC pour la production de dispositifs de puissance en carbure de silicium, ainsi que d'un partenariat avec United Microelectronics Corporation (UMC) afin de mettre sur le marché la première solution de circuit intégré 3D pour la technologie RF-SOI à l'ère de la 5G<sup>6</sup>. Fin 2024, Soitec dirige aussi Move2THz, consortium européen de recherche et production d'une future génération de semi-conducteurs haute fréquence à base de phosphore d'indium (InP) plus efficaces que ceux basés sur le silicium. Comme STMicroelectronics, Soitec doit composer avec la contraction de son marché début 2025, tout en poursuivant la réduction de sa consommation d'eau.

Fin 2024, la société indienne Polymatech a signé un protocole d'accord avec ECM Group en vue de produire des lingots et des plaquettes de saphir, matériaux essentiels pour les dispositifs semi-conducteurs avancés. Prévues en janvier 2026, sa capacité devrait atteindre 500 000 plaquettes par an<sup>7</sup>.

La start-up grenobloise Microoled construit depuis 2007 des écrans miniatures ultralégers (environ 10 g) à haute résolution et très faible consommation d'énergie installés dans le viseur de caméras, le casque de pilotes de chasse ou des lunettes connectées. Après une levée de fonds, notamment auprès de Bpifrance en juillet 2023, l'entreprise annonce, fin 2024, l'entrée dans son capital d'Applied Materials, équipementier américain de l'industrie des semi-conducteurs, via son fonds de capital-risque Applied Ventures. Cet apport devrait permettre l'exploitation de l'immense marché de la réalité augmentée (AR) et de

la réalité virtuelle (VR) via des écrans très brillants sans croissance de la consommation d'énergie.

Parmi les applications des nouveaux champs de recherche, la construction de détecteurs à infrarouge tels ceux que l'entreprise Lynred a livrés à Thales Alenia dans le cadre du programme Météosat 3<sup>e</sup> génération (MTG), amorcé en 2004. Depuis, l'élargissement du champ de recherche s'est poursuivi en direction de la Mutuelle Nationale Territoriale (MNT) systèmes embarqués, intelligence artificielle (IA) et informatique quantique, santé et biotech. Une nouvelle étape a été franchie avec l'installation par le CNRS, l'ERSF, l'UGA et le CEA d'un cryomicroscope Titan Krios qui ouvre la voie de recherches originales en biologie structurale.

### 4. Les nouvelles technologies de l'énergie

Les technologies sur lesquelles le site grenoblois construit son avenir sont bien «les petites filles de la houille blanche», qui a conduit à la création en 1929 de l'École des ingénieurs hydrauliciens de Grenoble (EIH) dont les disciplines se retrouvent un siècle plus tard dans le cadre de l'École nationale supérieure de l'énergie, l'eau et l'environnement (ENSE<sup>3</sup>). Quelles sont en 2025 les filières industrielles qui leur sont associées? L'énergie nucléaire y a-t-elle encore une place? Les sources renouvelables telles l'éolien, le solaire ou la biomasse y jouent-elles un rôle? La construction de batteries et piles à combustible y a-t-elle trouvé un terrain favorable, à côté de la production d'hydrogène vert? L'hydroélectricité est-elle sur la voie d'une nouvelle vie en réponse aux besoins de stabilité du système énergétique?

#### 4.1. Un nucléaire limité sur le site

Avec la maturation de la technologie nucléaire initiale au début des années 2000, ont suivi la réduction du parc de grands instruments, la dénucléarisation du CEA-Grenoble et le démantèlement des six installations nucléaires de base (INB) achevé en 2023.

Cette évolution est liée à la stabilisation du programme nucléaire, au transfert vers Cadarache et Saclay de la recherche nucléaire du CEA, mais aussi à celui vers Lyon de nombreuses activités de R&D sous la responsabilité de la Division ingénierie et projets nouveau nucléaire (DIPNN) et de la Direction des projets déconstruction-déchets (DP2D) d'EDF tandis que Framatome développait son second pôle d'ingénierie dans cette même ville devenue le siège central de l'ingénierie du nouveau nucléaire français (NNF). À ce titre, le site lyonnais est désormais en charge des principaux chantiers du grand carénage 2014-2025 destinés à prolonger l'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans tout en améliorant leur sécurité, de la construction de l'EPR2 ainsi que des travaux sur les *Small Modular Reactors* (SMR).

Pour autant, le site grenoblois n'a jamais abandonné totalement la filière. Outre les nombreuses PME/PMI qui travaillent en sous-traitance pour EDF, Framatome et autres, Schneider Electric, en coopération avec Eviden, filiale d'Atos, est engagée, via sa ligne d'activité Worldgrid, dans la construction des deux premiers EPR2 à Penly depuis mi-2024. Pour ce faire, le futur contrôle-commande standard de niveau 1 sera installé sur les six centrales du programme. L'entreprise grenobloise fournira l'infrastructure matérielle architecturée autour des automates<sup>8</sup>.

De son côté, Framatome a bouclé en 2023 son projet Aquae qui vise l'amélioration des effluents liquides de son site de Jarrie, spécialisé dans le zirconium.

Sur le plan recherche, l'European Photon and Neutron Science Campus (EPN) continue à rassembler l'ESRF et l'ILL, spécialisé en sciences et technologies neutroniques. Dans ce cadre, plusieurs chercheurs grenoblois participent aux travaux sur les petits réacteurs modulaires (PRM) tels que le Nuclear forWARD (NUWARD), de Naarea ou de Newcleo.

D'autres travaux sont dédiés aux réacteurs à sels fondus (RSF), cette filière utilisant du combustible liquide dans un réacteur de 250 MW thermiques tout en régénérant 100 % de son

combustible pendant son fonctionnement [Merle, Laureau, Heuer, 2020]. Dans ce cadre, le CNRS grenoblois a conçu la référence mondiale des réacteurs nucléaires *Molten Salt Fast Reactors* (MSFR), le seul des six concepts de génération quatre (surrégénérateur) retenu qui soit à combustible liquide, prometteur par sa simplicité et sa sûreté [Belakhovsky, 2023].

Reste la filière fusion pour laquelle Renaissance Fusion, établie à Fontaine, a conclu un accord avec Switzerland Innovation Park Inno-vaare en vue d'avancer sur la technologie des métaux liquides et la fabrication d'aimants supraconducteurs à haute température. Appuyée par le CEA, son approche combine un réacteur éprouvé, le stellarator, avec l'usage de modules exclusifs d'aimants supraconducteurs à haute température ainsi que les technologies de métaux liquides pour la paroi.

#### 4.2. La redécouverte des renouvelables : éolien, solaire, biomasse

Nombre de compétences du CEA en matériaux et transferts thermiques du nucléaire ont été mises au service du développement des nouvelles sources renouvelables via le LITEN et le LETI [Castex, 2024]. Ces recherches ne sont pas une particularité du site grenoblois mais, fin 2023, l'UGA et Linksium-Société d'accélération du transfert de technologies (SATT) ont lancé le consortium Technologies Avancées des Systèmes Énergétiques (TASE) destiné à financer les projets innovants de prématuration et de maturation sur les axes photovoltaïque (PV), éolien flottant et réseaux énergétiques. Qu'en adviendra-t-il pour chacun d'eux?

La quasi-absence de production d'électricité éolienne sur le site isérois a vraisemblablement joué un rôle dans le peu d'intérêt manifesté pour la construction d'éoliennes<sup>9</sup>. Fin 2024, on n'en connaît que trois : le projet de Wind Fisher consistant à construire une machine de 3 kW, puis 10 kW, sans fondation, sans mat et sans pale; celui du Laboratoire des écoulements géophysiques et industriels (LEGI) portant sur une turbine à axe de rotation vertical, financé par Linksium-SATT, et

construite par Owlwind; celui, enfin, de Collaborative Energy à Voreppe qui devrait émettre moins de nuisances que les autres et ne pas utiliser de terres rares.

La plus grande entreprise iséroise de construction de solaire photovoltaïque n'est pas située à Grenoble mais à Bourgoin-Jallieu : Photowatt, propriété d'EDF Renouvelables et de Carbon (ECM Group), y contrôle une usine de modules photovoltaïques d'une capacité de 500 MWc. Jugée non rentable, elle sera fermée en 2025.

Restent 1 400 installateurs de panneaux PV ou de systèmes solaires thermiques en Auvergne-Rhône-Alpes dont 78 % sont des TPE et 21 % des PME, certaines d'entre elles liées à l'Institut national de l'énergie solaire (INES), tête de réseau localisée à Chambéry<sup>10</sup>. Parmi les plus connues, Heliup, *spin-off* du CEA-LITEN, développe et fabrique dans son usine du Cheylas des panneaux photovoltaïques légers ne nécessitant pas de structure métallique, donc à moindre impact environnemental que les solutions en cours. Mi-décembre 2024, Poma sur son site de Voreppe commence la construction de Sol R'way qui est une ombrière PV suspendue par câble, donc capable de franchir nombre d'obstacles jusqu'à 50 mètres du sol. L'installation devrait permettre une production d'énergie de 20 à 25 % supérieure à celle d'installations similaires. Un tel développement pourrait bénéficier des productions de la nouvelle usine Steelhy, spécialisée en ombrières photovoltaïques. À Champagnier, c'est Hydrogen Refueling Solutions (HRS) qui a signé un contrat-cadre pour façonnage de tuyauteries complexes des fours photovoltaïques d'ECM Technologies.

Parallèlement, des parcs solaires continuent à se développer, tels celui de 18 MWc à Susville, initié par Gaz Électricité de Grenoble (GEG) et celui de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) avec Alpespace, parc photovoltaïque flottant de 2 000 m<sup>2</sup>, construit par Enercoop AURA et ARaymond.

Fruit de l'économie circulaire, Envie Rhône-Alpes, en partenariat avec Solreed et le CEA Grenoble, lance le projet «Lumière sur le réemploi»

visant à réhabiliter 10000 panneaux PV par an, les réparer et les réintégrer dans divers systèmes énergétiques.

Sur le terrain de la biomasse, Grenoble était déjà connue pour sa centrale Biomax. Fin décembre 2024, la ville pourra aussi compter sur Waga Energy Inc., filiale américaine du producteur de biométhane sur site de stockage de déchets qui poursuit son expansion tant aux États-Unis qu'au Canada (Chicoutimi), en Espagne et en Italie. À Eybens, grâce à son alliance avec Fives, leader en ingénierie industrielle et leader technologique en cryogénie, la firme accélère la production de biométhane Wagabox utilisé dans ses 21 unités en exploitation, 13 en construction et 160 en projet dans le monde.

### 4.3. La conception de nouvelles batteries

L'engagement du site grenoblois sur les batteries électriques n'est évidemment pas sans lien avec l'intérêt pour les véhicules électriques qu'ont manifesté les spécialisations déjà anciennes de TOLV (ex-Phoenix Mobility) dans la conversion des véhicules thermiques, via notamment l'industrialisation de son kit Renault Master; de Wise Integration, concepteur du premier chargeur GaN pour vélo à assistance électrique; d'Optymha, spécialiste du nettoyage des filtres à particules pour tout type de véhicule qui, en 2023, s'est lancé sur le marché de la régénération des batteries de démarrage à plomb; d'Injectpower qui, avec le support du CEA-LETI, a révolutionné le domaine du stockage via des microbatteries rechargeables.

Si les quatre gigafactories destinées à la production massive de batteries sont bien construites dans le Nord de la France, c'est du site Verkor Innovation Centre à Grenoble (VICG) que partiront 16 GW en 2025 puis 50 GW en 2030 à destination des 300 ouvriers de l'usine Verkor, «la pépite française», en construction à Dunkerque, grâce au financement réuni par 16 banques commerciales françaises et internationales et trois banques publiques. Résultat : la notation «Dark Green» octroyée en 2024 par Standard & Poor's.

C'est aussi sur le site grenoblois que seront conçues de nouvelles cellules de batteries bas carbone et haute performance.

Inocel, spécialiste des fortes puissances, a signé, en 2023, un partenariat avec Enedis en vue de réduire l'empreinte carbone des groupes électrogènes. Courant 2024, l'entreprise complète le financement de l'industrialisation de sa pile à combustion *Proton Exchange Membrane* (PEM) de 300 kW dont la production devrait commencer à Belfort en fin d'année, tout en réalisant avec succès le premier avitaillement d'un bateau expérimental à hydrogène.

Pour équiper ses batteries en électrodes, Enwires développe des matériaux à base de nanofils de silicium, ce à partir de sa première ligne de production «Alpine» installée à Montbonnot-Saint-Martin, soit une première place mondiale dans le domaine des matériaux à haute performance pour les nouvelles générations de batteries Li-ion.

De son côté, Limatech à Voreppe a livré début 2024 ses premières batteries lithium-fer-phosphate (LFP) pour applications aéronautiques, tandis que BioLogic a signé un partenariat avec le Collège de France et le CNRS pour développer un instrument de mesure de haute précision destiné à l'étude des batteries rechargeables.

Géographiquement proche, à Moirans, Wattalps, start-up du CEA, développe une technologie brevetée de refroidissement des batteries lithium-ion par immersion destinée aux véhicules industriels à usage intensif : de 2000 par jour, la production pourrait être multipliée par huit au cours des prochaines années<sup>11</sup>.

Créée en 2020 dans le cadre du CEA-LETI, Injectpower installe en 2024 sa production industrielle à Villard-Bonnot sur les 3500 m<sup>2</sup> d'où devraient sortir à terme 10000 *wafers* par an que demandent les sociétés d'implants médicaux pour leurs microbatteries puissantes et rechargeables<sup>12</sup>.

Concevoir et construire ne suffisent pas. Il faut aussi recycler, terrain sur lequel le site grenoblois a pris un temps d'avance avec la création à

Domène en 1993 de la société Recupyl spécialisée dans le recyclage des batteries lithium par hydrométallurgie. En 2006, une première levée de fonds avait permis à l'entreprise de devenir officiellement une start-up avant son rachat par une grande firme de recyclage de Singapour en 2018. Pour compléter le cycle, il conviendrait que le traitement hydrométallurgique soit désormais étendu à la *black mass* produite, selon des procédés de type Veolia en Moselle ou Suez ou Eramet à Dunkerque.

Sur le même terrain, MTB Recycling déploie une solution pour les batteries lithium-ion, en collaboration avec Verkor et Grenoble-INP. En outre, Optymha développe à Villard-Bonnot ses techniques de régénération des batteries au plomb qui permettront de réemployer plutôt que de recycler les déchets industriels.

#### 4.4. Une hydroélectricité encore bien vivante

L'implication du site grenoblois dans le développement des nouvelles filières énergétiques n'a pas fait disparaître son attrait pour l'hydroélectricité, particulièrement séduisante par ses faibles émissions carbonées (6 g eqCO<sub>2</sub>/kWh en analyse du cycle de vie), sa durée de vie jusqu'à 80 ans, ses ressources abondantes à l'échelle mondiale et son nouveau rôle en termes de flexibilité-stockage (STEP).

Cet attrait se manifeste d'abord par le développement de ses capacités de formation aux métiers de l'hydraulique avec son ENSE<sup>3</sup> qui s'appuie sur plusieurs centres de recherche dont la plupart reliés par l'Institut Carnot Énergies du Futur. Parmi ceux les plus impliqués dans la R&D hydroélectrique, se distinguent :

- la chaire industrielle Hydro'Like, créée par General Electric Renewable Energy (GE), dédiée à l'hydrodynamique et mécanique des structures, aux matériaux, au contrôle-commande, au monitoring et à la fabrication additive; de nombreuses coopérations y sont développées avec des centres de recherche tels que LEGI, 3SR, GIPSA-Lab, G-Scop ou SIMAP;

- le Centre de recherche et d'essais de machines hydrauliques de Grenoble (CREMHyG), plateforme fondée en 1986 et rénovée en 2017; expert turbinier en conception et mise en œuvre de bancs hydrodynamiques et instabilité des écoulements, le centre permet de visualiser la cavitation et mesurer le comportement dynamique de la machine, ce en collaboration avec Safram, CNES, CNRS, CNR et GE;
- le Centre d'études et d'essais spécialisés en mécanique des fluides (CERG), bien connu sur le terrain des coups de bélier, des pompes, des turbines et des vibrations;
- la chaire d'excellence TwinHy que la Fondation Grenoble INP, associée à EDF Hydro et au GIPSA-Lab, a lancée en 2024 en vue d'améliorer le pilotage des installations hydroélectriques à travers le développement de jumeaux numériques.

En outre, les gestionnaires de microcentrales peuvent bénéficier des sessions de formation d'EREMA Hydroélectricité à Herbeys, tandis que les ingénieurs hydrauliciens disposent de l'Unité de professionnalisation pour la performance industrielle (UFPI) d'EDF de Saint-Martin-le-Vinoux [Puissance Hydro, 2024].

D'autres peuvent s'adresser à Alp'Études, spécialisée en études hydrauliques et hydrogéologiques, modélisation, conception d'ouvrages et de matériels, surveillance, exploitation et maintenance des ouvrages, interaction entre hydraulique et environnement [Vincent, 2021, p. 45-46].

Ces capacités en recherche, essais et innovations technologiques alimentent les 151 entreprises du site grenoblois engagées dans la conception et la construction des équipements de la filière, sur les 459 identifiées en France, soit un tiers du potentiel national de construction hydroélectrique. Parmi les nombreuses entreprises du site, quelques-unes sont particulièrement importantes<sup>13</sup> :

- General Electric Hydro France (GE), qui a repris l'usine Alstom, elle-même déjà

ex-Neyrpic, compte en 2025 un peu plus de 250 salariés dédiés à l'ingénierie, la fabrication, l'installation et l'entretien du matériel nécessaire à la production et la distribution hydroélectrique. La firme se dit présente sur 25 % des aménagements hydroélectriques du monde.

- Artelia est issue de SOGREAH, implantée sur le bassin grenoblois en 1917. L'entreprise n'a cessé de se développer, devenant en 2024 l'une des premières sociétés d'ingénierie mondiales depuis son acquisition d'ADP Ingénierie (ADPI). Son nouveau site d'Échirolles, qui abritera 500 collaborateurs, est articulé avec son laboratoire hydraulique de Pont-de-Claix doté d'équipements exceptionnels tel un batteur de houle multidirectionnel capable de simuler des houles liées à des tempêtes extrêmes. Ce nouvel instrument va permettre à Artelia d'intervenir sur des structures flottantes de type photovoltaïque et éolien et de participer au développement des hydroliennes, ce au moment de l'acquisition de FNX-INNOV, acteur canadien majeur de l'ingénierie multidisciplinaire.

Tous les acteurs de ces développements se retrouvent au sein d'Hydro21 qu'anime avec succès Roland Vidil<sup>14</sup>. En compagnie de certains d'entre eux, tels la Société Hydrotechnique de France, France Hydro Électricité, ETIP Hydropower, Alpes Hydro Association, il organise plusieurs conférences annuelles dont la plus connue est désormais Business Hydro qui réunit un grand nombre d'entreprises de l'hydroélectricité. En octobre 2024, 170 exposants ont accueilli 2 000 visiteurs pour une 9<sup>e</sup> édition consacrée à «hydroélectricité et modernisation». En octobre 2025, 2 500 visiteurs sont attendus pour discuter «hydroélectricité et économie régénérative».

### 4.5. Sans oublier l'hydrogène

Le site grenoblois n'a pas manqué l'arrivée de l'hydrogène dans le bilan énergétique au titre de carburant alternatif pour les véhicules électriques à piles à combustible. En 2025, plusieurs usines y

construisent des stations de stockage, indispensables à sa diffusion.

HRS est née en 2020 de l'adaptation de Tuyauterie Maintenance Service (TSM) qui avait été créée en 2004 à Bresson en vue de construire de la tuyauterie et du stockage industriels. Après une introduction en bourse sur Euronext Growth en 2021, l'entreprise s'est développée en direction des stations hydrogène H<sub>2</sub> (100 kg/jour) et H<sub>3</sub> (200 kg/jour), dont 12 sont opérationnelles et 40 en production ou commande. Sur son nouveau site de Champagnier, inauguré en mars 2024, 10 000 m<sup>2</sup> sont destinés à la production industrielle de stations d'hydrogène, ce qui permettra un passage de 60 à 180 stations par an, dont le modèle HRS40 installé en partenariat avec SEVEN.

Plus connue, McPhy est née en 2008 à La Motte-Fanjas (Drôme) et à Grenoble à partir d'une R&D du CEA et du CNRS axée sur la décarbonation de l'hydrogène destiné à la motorisation des véhicules. Sa construction d'électrolyseurs de petite taille à San Miniato, en Italie, a été suivie d'un assemblage de compresseurs et distributeurs d'hydrogène de 350 à 700 bar. Depuis, McPhy a ouvert en 2024 une gigafactory à Belfort pour fabriquer des électrolyseurs alcalins de nouvelle génération, tout en réunissant sa R&D et un assemblage de stations sur les 4 000 m<sup>2</sup> de l'ancien site General Electric qu'elle détient à Grenoble. La signature, fin 2023, d'un protocole d'accord avec son partenaire estonien Stargate Hydrogen en vue d'accélérer leur coopération sur les électrodes pour électrolyseurs alcalins de nouvelle génération, a précédé une entrée en contact avec la société savoyarde Ataway puis la recherche de nouveaux financements en provenance de Vester Finance. Début 2025, en l'absence d'incitations publiques plus vigoureuses, l'entreprise révisé cependant à la baisse la prévision de son chiffre d'affaires, comme l'a fait Elogen qui stoppe son projet de Vendôme.

Parallèlement, les équipes d'Invest in Grenoble Alpes sont impliquées dans le projet Lhyfe qui, à l'horizon 2025, va construire une usine de production d'hydrogène vert de 5 MW au Cheylas. Avec une capacité de production de 4 tonnes

par jour, soit une capacité d'électrolyse installée de 10 MW, elle permettra d'alimenter prioritairement les stations du réseau HYmpulsion pour un volume de 600 tonnes par an.

De son côté, GEG prépare à Apprieu la construction d'une station multi-énergies comportant une composante hydrogène tandis qu'Alfa Laval, dans son usine du Fontanil, inaugure une nouvelle ligne de production dédiée aux échangeurs à circuit imprimé (PCHE) utilisés comme pré-refroidisseurs dans les stations de ravitaillement en hydrogène. À Claix, c'est Hynology qui développe des composants électrochimiques pour les technologies liées à l'hydrogène, tandis que le groupe isérois Absolut est distingué pour son projet LIQHYD visant à construire un système de liquéfaction d'hydrogène (1 tonne par jour) destiné à l'alimentation des navires puis des avions.

Autre projet de production d'hydrogène : à Saint-Egrève, HYmpulsion poursuit son expansion en 2024 avec l'ouverture de sa première station installée sur un terrain du groupe Vicat qui projette la décarbonation de sa production de ciment. Première station de ce groupe en Isère, l'usine fournira de l'hydrogène à 350 bar pour véhicules lourds et 700 pour véhicules légers et cars, sur la base d'une capacité de 400 kg par jour. Une deuxième usine iséroise devrait être construite à Salaise fin 2024.

D'autres équipes de l'Institut des sciences de la terre (ISTerre) annoncent mi-2024 leur découverte en Albanie d'un réservoir d'hydrogène naturel remarquablement élevé, d'au moins 200 tonnes par an et constant depuis six ans<sup>15</sup>.

## 5. Les dynamiques du site grenoblois

Le site grenoblois peut-il envisager la poursuite de son développement en appui sur l'essor des diverses filières énergétiques, elles-mêmes technologiquement renouvelées par une large assise électronique et informatique? L'expansion industrielle attendue n'est pas toujours au rendez-vous, mais le site conserve deux atouts : une université et une recherche toujours dynamiques ; une forte

implication des collectivités territoriales dans son développement économique et environnemental.

### 5.1. Une université et une recherche toujours innovantes

Après avoir été élevé au rang de pôle de compétitivité d'envergure mondiale par la Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR) en 2005, le site grenoblois conserve, en 2024, la tête des pôles d'attraction scientifique en France pour les emplois dans la recherche.

Avec l'Université Grenoble Alpes (UGA), le site continue à bénéficier d'une solide base universitaire d'environ 60 000 étudiants, répartis en 600 cursus, et a été classé en tête des universités françaises par le Shanghai University Ranking 2024, derrière les deux grandes universités parisiennes (Paris-Saclay et Paris-Cité) sur la base de 33 disciplines. Parmi elles, à l'échelle mondiale, Grenoble occupe les places 11 (*remote sensing*), 16 (*earth sciences*), 39 (*textile sciences and engineering*) et 40 (*clinical medicine*).

En compagnie des laboratoires du CNRS, du CEA et des grandes entreprises, ceux de l'UGA sont classés, fin octobre 2024, en tête de 1 200 universités européennes en matière de nombre de brevets déposés, soit 3 348 entre 2000 et 2020. Au cours de l'année 2022, l'Isère en a déposé 1 051, soit le 3<sup>e</sup> département français.

Une partie d'entre eux sont à l'origine de nouvelles entreprises : en 2024, le Tarmac de Meylan rappelle que sur 500 porteurs de projets rencontrés et conseillés, 125 ont donné naissance à 117 start-up dont 93 toujours en activité, soit plus de 1 000 emplois consolidés.

Les relations industrie-université sont au cœur de cette dynamique. Dès leur création en 1947, les Amis de l'Université avaient joué un rôle très actif sur ce terrain [Soutif, 2005]. Depuis, ils ont été renforcés par la Fondation Université Grenoble Alpes qui, en 2014, regroupe sept partenaires institutionnels et privés. La sobriété énergétique et l'évolution du climat sont au cœur de ses

programmes dont l'un des plus connus est l'Ice Memory qui, avec le soutien de l'UNESCO et du traité de l'Antarctique, collecte des carottes de glace sur vingt glaciers emblématiques pour les archiver dans un sanctuaire dédié en Antarctique [Granger, 2024].

Sur le terrain des technologies énergétiques et à l'échelle régionale, nombre d'initiatives viennent du pôle de compétitivité Teneerdis axé sur la transition énergétique attendue de la neutralité carbone liée à l'innovation, la création de valeur et d'emplois durables. En 2024, le pôle réunit 84 membres comportant 214 petites et moyennes entreprises.

Au même moment, les relations industrie-université ont encore été resserrées par la création du pôle université d'innovation (PUI) FITInnovE, doté de 10 M€ sur quatre ans : appuyé par le CEA, le CNRS, le Centre hospitalier universitaire, l'incubateur Linksium et une quinzaine d'entreprises, il devra faciliter le passage de la recherche à la production dans les domaines de l'électronique, de l'énergie, des matériaux et de la santé, en informant les étudiants en recherche de possibles partenaires industriels à partir d'une collecte des besoins d'innovations.

Lancé en 2024, le projet de Formation Pro-Industrie Auvergne-Rhône-Alpes (FPI AURA) devra renforcer la formation professionnelle pour les métiers de l'industrie dans trois filières stratégiques de France 2030 dont l'énergie décarbonée. Cette même année, le Multidisciplinary Institute in Artificial Intelligence (MIAI) Grenoble Alpes, est déjà porté par l'UGA : il doit permettre de lever les verrous du déploiement de l'intelligence artificielle (IA) et assurer un made in Europe. Sélectionné dans le cadre de France 2030 comme «IA cluster», il fait partie des neuf pôles français d'excellence en IA.

Toutes ces initiatives sont diffusées par le réseau des partenaires INP-UGA qui veut faciliter les échanges entre le secteur public et le secteur privé et, par là, renforcer l'image de Grenoble comme territoire d'ingénierie d'envergure internationale.

Les retraités ne sont pas oubliés grâce à l'Université interâges du Dauphiné (UIAD) qui leur retransmet les dernières connaissances disponibles dans toutes les disciplines et à l'Association pour l'histoire et le patrimoine de l'industrie en Dauphiné (APHID), haut lieu de culture industrielle.

Cet attrait universitaire joue certainement un rôle dans la place n° 1 de Grenoble, parmi les villes françaises, devant Paris et Lille, en matière de maîtrise de la langue anglaise, selon le classement de l'EF English Proficiency 2024.

### **5.2. Des collectivités locales soucieuses de développement industriel et environnemental**

Plus que dans la plupart des régions françaises, les collectivités locales rhône-alpines, iséroises et grenobloises sont de longue date impliquées dans le développement local à travers leurs initiatives sur le terrain de l'urbanisme et, de plus en plus, de la protection de l'environnement.

Les premières, qui datent de la mise en place de l'Agence d'urbanisme de la région grenobloise (AURG), sont particulièrement actives en 2024 : outre le nouveau programme de renouvellement urbain des Villeneuves de Grenoble et d'Echirolles (NPNRU), la construction de Grandalpe est devenue le principal chantier qui doit déboucher au début des années 2030 sur 400 ha, en sud d'agglomération, mieux aérés, végétalisés et parcourus par une circulation apaisée et sécurisée.

Cette action est suivie attentivement par la Convention citoyenne pour le climat (CCC), créée en 2022, à l'origine de 219 propositions dont la plupart sont supervisées par l'Agence locale de l'énergie et du climat (ALEC) :

- le dispositif Mur Mur consiste en un accompagnement personnalisé de la rénovation des bâtiments selon les normes «bâtiment basse consommation» (BBC) qui réduit la consommation de chauffage de 40 % par logement ;
- l'aide financière accordée par Grenoble-Alpes Métropole (GAM) à l'installation de systèmes

thermiques, solaires et autres, notamment à destination des petites entreprises exclues du dispositif national MaPrimeRénov’;

- l’ouverture depuis 2024 de Mur Mur aux associations déclarées publiques ou intervenant auprès de personnes en situation de précarité;
- l’organisation des corps de métier appelés sur chaque chantier, Pros de la Réno, créée en 2020;
- la mise en place de bornes de recharge indispensables à l’essor des véhicules électriques qui, début 2024, représentent 4,7 % du parc isérois, contribuant ainsi à la réduction des émissions polluantes recherchée depuis l’institution des zones à faibles émissions (ZFE);
- l’extension, fin 2024, à la Presqu’île de Grenoble, de Biomax, centrale de cogénération fonctionnant à 100 % au bois, issu de déchets verts ou de forêts situées à moins de 100 km, soit une alimentation complétant celle des quatre autres usines de chaleur du réseau de 185 km dont bénéficient les sept communes de l’agglomération.

Sur un champ plus large que celui de la protection de l’environnement, sous pilotage de GAM, l’agence d’industrialisation Kickmaker ouvre un nouveau bureau en 2024 en vue d’accompagner les start-up, PME et autres dans la réussite de leurs projets manufacturiers impliquant des nouvelles technologies.

Au même moment, Supernova Invest (CEA) et Technofounders créent le premier *venture builder* destiné à soutenir les start-up à haut potentiel, du fait notamment de leurs technologies de rupture identifiées comme stratégiques, tandis que Innova Advanced Technologies lance Innova Project and Design Management Platform, outil de gestion des projets complexes, de la microélectronique à l’informatique.

Sous l’impulsion de GAM et d’une centaine d’autres acteurs (CEA, UGA, Capgemini, entre autres), Circul’Alpes est installé au Pôle R de

Grenoble, fin 2024 : ouvert à tous les professionnels, il est destiné à favoriser l’économie circulaire dans tous les secteurs d’activité. Cette action a obtenu, en novembre 2024, trois étoiles sur cinq, soit le niveau de labellisation le plus élevé attribué uniquement à quatre autres sites : Toulouse, Poitiers, Amiens et Est Ensemble. Le Pôle table sur 30 entreprises en 2025 et 200 en 2030.

Toutes ces initiatives sont à l’origine de l’attribution, fin 2024, de la labellisation cinq étoiles de la métropole grenobloise par l’Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie (ADEME) pour «ses approches innovantes et efficaces» en faveur de l’air et des énergies (label Climat-Air-Énergie), parmi lesquelles le centre de méthanisation de Murianette et la conversion aux déchets de bois de la chaufferie de la Poterne. Et de saluer «le volontarisme de la métropole mais aussi l’engagement des citoyennes et des citoyens». Résultat, l’ADEME donne au site grenoblois la première place sur trois des six domaines évalués (planification territoriale, approvisionnement eau-énergie-assainissement, coopération-communication) et la deuxième sur deux domaines (mobilité et organisation interne).

### Conclusion

Dans une perspective de *software* l’important désormais sur le *hardware* comme moteur du développement économique, le site grenoblois conserve un avantage. L’excellence de sa recherche, y compris sur le terrain de l’intelligence artificielle, reste l’un de ses points forts. On peut cependant se demander si sa taille ne devient pas trop limitée pour être en mesure de peser sur des filières énergétiques pour lesquelles l’usinage exige une dimension au minimum régionale, comme l’illustre l’installation des gigafactories dans le Nord de la France. La poursuite des effets du triptyque «université-industrie-recherche» dépend donc d’une bonne articulation avec ces nouveaux sites, ce que l’entreprise Verkor a bien compris<sup>16</sup>. D’autres recherches devront néanmoins le vérifier.

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie très sincèrement tous ceux et celles qui ont accepté de relire et corriger une première version de son texte : Christian de Gromard (ex-Agence française de développement), Jacques Julliard (ex-Schneider Electric), Michel Belakhovsky (ex-CEA et ESRF), Michel Viallet (ex-Pomagalski), Dominique Grand (ex-CEA) et Roland Vidil (Hydro21).

## NOTES

1. Futur Institut économique et juridique de l'énergie (IEJE).
2. «La Lettre» n° 369, juillet-août 2024. «La Lettre» est un petit document de 4 pages publié mensuellement par l'Économie de l'Isère qui l'édite au nom de l'Agence Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises.
3. «La Lettre» n° 363, janvier 2024.
4. «La Lettre» n° 359, septembre 2023.
5. «La Lettre» n° 374, janvier 2025.
6. «La Lettre» n° 369, juillet-août 2024.
7. *Le Dauphiné Libéré*, 23 septembre 2024.
8. «La Lettre», n° 359, septembre 2023.
9. Le département de l'Isère n'en compte que deux installées à Pellafol.
10. Voir «La Filière solaire en Auvergne-Rhône-Alpes», publié par l'Agence Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises, janvier 2024.
11. «La Lettre» n° 370, septembre 2024.
12. «La Lettre» n° 369, juillet-août 2024.
13. On en trouvera une liste complète dans [Business Hydro, 2024].
14. Rencontres Business Hydro réunies annuellement ainsi que les Livres blancs dont le tome 5 est en préparation courant 2024.

15. «La Lettre» n° 365, mars 2024.

16. Intervention de Benoit Lemaignan dans le cadre de Tech&Fest (5-6 février 2025).

## BIBLIOGRAPHIE

Abonneau Eric, 2021. «Les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium», *Encyclopédie de l'Énergie*.

Ballu Yves, 2006. *De Mélusine à Minatec 1956-2006. 50 ans d'histoire du CENG devenu CEA Grenoble*, Le Dauphiné Libéré, 190 p.

Belakhovsky Michel, 2011. «La naissance d'une métropole scientifique et technologique», in *Grenoble, cité internationale, cité d'innovation, rêves et réalités*, PUG, 238 p.

Belakhovsky Michel, 2023. «Les réacteurs nucléaires SMR dans le monde : entre engouements et réalités», *Confrontations Europe*.

Bloch Daniel (dir.), 2011. *Grenoble, cité internationale, cité d'innovation, rêves et réalités*, PUG, 238 p.

Bloch Daniel (dir.), 2013. *Réinventer la ville. Regards croisés sur Grenoble*, PUG, 194 p.

Business Hydro, 2024. 9<sup>e</sup> Édition des Rencontres Business Hydro, 8-9 octobre.

Castex Amandine, 2024. «CEA Grenoble : où la science façonne l'avenir», *Echosciences Grenoble*, 19 décembre.

Colcombet Franck, 2024. Les acteurs de la microélectronique en Auvergne-Rhône-Alpes, La Région Auvergne-Rhône-Alpes, Entreprises, 23 p.

Dalmasso Anne, 2005. «Les ingénieurs chefs d'entreprise au tournant des xx<sup>e</sup> et xxi<sup>e</sup> siècles», in [Gouy-Gilbert, Parent, 2005].

Dalmasso Anne, 2007. «Industries et territoires dans les Alpes, xix<sup>e</sup>-xx<sup>e</sup> siècles : tentative de typologie», in Daumas Jean-Claude, Lamard Pierre et Tissot Laurent, *Les territoires de l'industrie en Europe (1750-2000)*, Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté, 476 p., p. 87-102.

Destot Michel, 2015. *Ma passion pour Grenoble*, préface de Michel Rocard, Éditions de l'Aube, 236 p. (p. 133).

Dreyfus Paul, 1972. *Histoire du Dauphiné*, Paris : PUF.

Dulac Gérard, 2005. «L'informatique à Grenoble», in [Gouy-Gilbert, Parent, 2005].

Gindre René, Hiron Xavier, 2024. «La place des technologies issues de l'informatique dans la gestion des procédés industriels», ACONIT, 12 juillet.

Gouy-Gilbert Cécile, Parent Jean-François, 2005. *De la bouille blanche à la microélectronique. Patrimoine de l'Isère*, Musée de la Houille Blanche, 120 p. (p. 114).

Granger Véronique, 2024. «De l'utopie à la réalité : la Fondation UGA en actions», *Mag Isère*, n° 48, nov-déc, p. 12.

Guibal Jean, 2005. *Grenoble, carrefour des sciences et de l'industrie*, préface de Soutif Michel, Musée Dauphinois, Éditions Le Dauphiné, 50 p.

Le Chatelier Jean, Le Chatelier Henry, 2015. «Les conduites forcées de l'entreprise Bouchayer-Viallet à Grenoble», *Encyclopédie de l'Énergie*, 017.

Merle Elsa, Laureau Axel, Heuer Daniel, 2020. «Les réacteurs à sels fondus», *Encyclopédie de l'Énergie*.

MM, Métropole Mag, 2024. «Un des écosystèmes les plus innovants d'Europe», sept.-oct. 2024, n° 14, p. 19.

Moreau Jean-Pierre, 2005. «Quelques éléments de l'histoire de la microélectronique dans le bassin grenoblois», in [Gouy-Gilbert, Parent, 2005].

Mounier Albert, 1922. *Petite histoire du Dauphiné*, Grenoble : Imprimerie Guirmand, 60 p.

Puissance Hydro, 2024. Former, recruter, conseils et solutions, Hors-série 1, octobre 2024, 40 p.

Région Auvergne-Rhône-Alpes, 2021. La filière nucléaire, Panorama régional, 26 p.

Région Auvergne-Rhône-Alpes, 2024. La filière hydroélectrique en Auvergne-Rhône-Alpes, Panorama régional, 30 p.

Région Auvergne-Rhône-Alpes, 2024. La filière solaire en Auvergne-Rhône-Alpes, Panorama régional, 35 p.

Région Auvergne-Rhône-Alpes, 2024. Les acteurs de la microélectronique en Auvergne-Rhône-Alpes, 2<sup>e</sup> édition, 22 p.

Siebert Stéphane, 2024. *Sciences et innovation. L'aventure grenobloise*, préface de Jean Guibal, Musée Dauphinois, Éditions Le Dauphiné, 50 p.

Soutif Michel, 2005. *Grenoble, carrefour des sciences et de l'industrie*, Musée Dauphinois, Éditions Le Dauphiné, 50 p.

Viallet Michel, 2024. *Félix Viallet. Un homme de conviction*, Parc d'activité du Courneau, 157 p.

Vincent Sylvie, Guibal Jean (dir.), 2015. *Grenoble 1925, la grande mutation. Exposition internationale de la houille blanche et du tourisme*, Grenoble : Musée de la Houille Blanche.

Vincent Sylvie, 2021. *Les Alpes, pays de la houille blanche*, Musée Dauphinois et Le Dauphiné Libéré, 50 p.

Viollet Pierre-Louis, 2022. *Histoire de l'énergie hydraulique, 2<sup>e</sup> édition*, Paris : Presses des Ponts et Chaussées, 236 p.

## BIOGRAPHIE

Ancien directeur de recherche au CNRS, **JEAN-MARIE MARTIN-AMOUROUX** a dirigé l'Institut économique et juridique de l'énergie (IEJE) devenu Institut d'économie et de politique de l'énergie (IEPE) de l'Université de Grenoble entre 1965 et 1980, avant d'exercer des fonctions au Commissariat au plan, au ministère de la Recherche, puis de présider le Pôle universitaire et scientifique européen de Grenoble. Parmi ses nombreux ouvrages : *L'économie mondiale de l'énergie* (La Découverte, 1990), *Économie et politique de l'énergie* (Armand Colin, 1992), *Charbon, les métamorphoses d'une industrie* (Technip, 2008).