

Deux cents ans de métallurgie à l'École des Mines de Saint-Étienne

Par Michel DARRIEULAT

Ingénieur général des Mines honoraire

Il y a de cela deux cents ans que l'École des Mineurs, devenue par la suite l'École des Mines, a été créée à Saint-Étienne. La métallurgie y fut tout de suite à l'honneur, en raison sans doute de la tradition armurière et charbonnière de la ville.

Cet article retracera l'évolution du travail des métallurgistes de l'École depuis sa fondation.

Au début, il s'agissait de prendre l'initiative industrielle et d'imiter ce qui se faisait déjà en Angleterre : fabriquer de l'acier au creuset, du fer puddlé.

Puis vint le temps où les professeurs de l'École intervenaient en tant qu'experts auprès des entreprises, diffusant des savoir-faire largement empiriques.

À l'aube de la métallurgie scientifique, il fallut créer de toutes pièces des appareils de mesure.

Ensuite, ce fut la course à la pureté et à l'amélioration des performances des alliages...

Aujourd'hui, la créativité en matière de matériaux est la qualité la plus appréciée chez les chercheurs. Pour les pièces métalliques, les exigences d'allègement, de sécurité et les conditions extrêmes de fonctionnement sont autant de défis que les métallurgistes doivent relever. La fabrication additive permet de créer des pièces aux formes inédites. Et aujourd'hui, ce sont les propriétés psycho-sensorielles des matériaux qui sont prises en considération. Les chercheurs stéphanois s'emploient à faire preuve de toujours plus de créativité et d'originalité, dans une communauté scientifique élargie aux dimensions de la planète.

L'École des Mines de Saint-Étienne célèbre son bicentenaire

C'est en effet une ordonnance de Louis XVIII, en date du 2 août 1816, qui créa l'« École de Mineurs ». Les rédacteurs du texte fondateur pensaient surtout à former la maîtrise que nécessitaient les travaux souterrains. Mais l'École attira rapidement des vocations scientifiques - il y avait peu de formations adéquates à l'époque. Sous l'impulsion de son premier directeur, Louis-Antoine Beaunier, elle fournit bientôt des ingénieurs et des chefs d'entreprise pour la mine, le travail des métaux, la chimie... Benoît Fourneyron, qui faisait partie de la première promotion, inventa la turbine hydraulique. Jean-Baptiste Boussingault, pionnier des engrais artificiels et aussi métallurgiste, fut élève de la seconde.

À l'occasion de son bicentenaire, l'École ouvre ses archives. Ses permanents y découvrent, non sans émotion, ce qui constituait le quotidien de leurs aînés, les relations qu'ils nouaient avec les autres scientifiques et les industriels, la permanence de la mission de l'institution à travers les mutations techniques et l'histoire, mouvementée, de notre pays. Si l'intérêt pour les souvenirs de la mine est difficile à aviver, faute de spécialistes sur place, ceux de la métallurgie évoquent bien des résonances parmi les permanents qui s'y adonnent aujourd'hui. Au moment où la fabrication additive ouvre une nouvelle page dans l'utilisation des alliages métalliques, comment ne seraient-ils pas attentifs au chemin parcouru dans leur discipline depuis deux siècles ? À travers l'évocation de quelques figures marquantes de l'École, c'est une relecture de la pratique de la recherche en métallurgie qui est proposée dans cet article.



L'École est installée depuis 1927 dans un bâtiment néoclassique qui a remplacé le château de Chantegrillet, une belle demeure qui, malheureusement, se fissurait sous l'effet de l'extraction minière.

Empirique à ses débuts (elle est quand même gratifiée de cinq mille ans d'existence), la métallurgie est devenue une science à la fin du XIX^e siècle. Aujourd'hui, elle est présentée volontiers comme une composante de la science des matériaux, domaine d'intense créativité où la tendance est de faire du « sur-mesure », en réponse à des besoins éminemment diversifiés. Voici quelques épisodes révélateurs de cette évolution ⁽¹⁾.

Au début, il s'agissait d'imiter l'Angleterre...

En 1816, la France sortait de vingt-cinq années de troubles. Le blocus continental avait tenu notre pays à l'écart des progrès décisifs réalisés en Grande-Bretagne à la fin du XVIII^e siècle. Cette situation n'avait pas échappé aux meilleurs esprits. Jean-Antoine Chaptal (1856-1832), qui fut ministre de Napoléon, incita une famille de sidérurgistes anglais, les Jackson, à s'installer non loin de Saint-Étienne, à Trablaine, aujourd'hui sur la commune du Chambon-Feugerolles. Les Jackson possédaient le savoir-faire, mais leur entreprise ne résista pas à des dissensions entre associés, et elle fit faillite peu après.

Initialement, il n'était pas prévu que l'École des Mineurs fût aussi une école de métallurgistes. Mais Louis-Antoine Beaunier (1779-1835), qui venait de la fonder, était un entrepreneur dans l'âme travaillant sur des projets commerciaux dans les moments de liberté que lui laissait le service de l'État. Il s'associa à un financier pour créer, en

1819, les Aciéries de la Bérardière, au bord du Furan (une rivière qui traverse Saint-Étienne), car il fallait un cours d'eau pour actionner les soufflets de forge.

Cette usine fonctionna jusqu'en 1962, fabriquant du « bel acier ». Celui-ci était fondu au creuset : environ 25 kg étaient portés à l'état liquide dans des creusets en céramique, réutilisables - alors qu'en ce temps-là, les bas fourneaux produisaient une fonte que l'on avait du mal à affiner. Les aciéries de la Bérardière acquirent rapidement une réputation enviable dans la fabrication des ressorts de diligence, des aiguilles de fusil et de pièces d'horlogerie : la Médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale les récompensa.

Cette initiative de Louis-Antoine Beaunier eut des retombées tout à fait positives. Après seize mois passés à observer la sidérurgie anglaise, Louis-Georges de Gallois fut nommé en 1818 professeur à l'École des Mineurs de Saint-Étienne. Il eut une intense activité auprès des industriels locaux. En qualité de directeur de la Compagnie des mines de fer de Saint-Étienne, il supervisa la construction des hauts fourneaux de Terrenoire, dans la proche ban-

1) Cet article utilise les recherches d'un historien formé par l'Université Jean Monnet de Saint-Étienne, Rémi Revillon. Il a bénéficié des remarques de nombreux agents (en activité ou en retraite) du centre « Sciences des matériaux et des structures », parmi lesquels le Professeur Jean Le Coze.

lieue de la cité, mais le gisement métallique stéphanois, un carbonate pauvre en fer, lui causa bien des déboires.

L'œuvre la plus marquante de Louis-Antoine Beauvier ouvrit, quant à elle, un débouché à la sidérurgie. En effet, il obtint, en 1823, la concession de la première ligne de chemin de fer d'Europe continentale. Longue de 21 km, celle-ci reliait les puits de mine de Saint-Étienne à la localité d'Andrézieux, sur la Loire, où le charbon était chargé sur des barges à fond plat. Les premiers wagonnets tirés par des chevaux commencèrent à rouler en août 1827. Faute de laminoirs pour les fabriquer, les rails (en fonte et bombés dans leur partie inférieure !) ne mesuraient que 1,14 m. Mais industrie extractive et travail des métaux étaient désormais associés dans la culture de l'École : ils allaient constituer le principal débouché professionnel pour ses élèves jusque dans les années 1950.

..., puis vint le temps de diffuser les connaissances...

En 1835, Emmanuel-Louis Grüner, un professeur de chimie et de métallurgie, fut nommé à l'École des Mineurs. Il y effectua une longue partie de sa carrière, puis il la dirigea pendant six ans, avant d'être appelé à Paris. Géologue, il donna son nom à un silicate ferrifère, la grunerite. Métallurgiste, il vécut à l'époque où les alliages de fer devinrent peu à peu l'acier que nous connaissons aujourd'hui, et il contribua à de nombreux progrès technologiques. Il travailla, par exemple, sur la fabrication du coke, comme en témoigne le mémoire qu'il publia en 1864 dans les *Annales des Mines* (6^{ème} série, tome VI).

Un premier pas vers la production industrielle de masse venait d'être franchi en France, avec l'implantation du fer puddlé (un procédé technique connu en Angleterre depuis la fin du XVIII^e siècle). Dans ce procédé, un ouvrier, à l'aide d'une longue barre appelée ringard, travaillait une loupe de métal en fusion. C'était un métier éprouvant, qui produisait un alliage aciéreux chargé de carbone et d'impuretés. Emmanuel-Louis Grüner préconisa l'emploi de fontes manganésifères pour pouvoir pousser plus loin l'affinage. Il calcula des bilans thermiques pour les hauts fourneaux et détermina certains principes pour leur dimensionnement.

Quand, en 1856, Henry Bessemer exposa l'idée d'insuffler, grâce à une cornue, de l'air chaud dans de la fonte en fusion afin de l'affiner, beaucoup comprirent que l'industrie sidérurgique allait changer de dimension.

L'affinage, si lent jusqu'alors, devenait l'affaire d'une demi-heure. Mais sous leur forme initiale, les cornues recouvertes intérieurement de silice ne convenaient pas pour affiner les fontes phosphoreuses obtenues à partir de minette lorraine, qui constituait pourtant le principal gisement français. À la place de la silice, Emmanuel-Louis Grüner préconisa l'emploi de la dolomie pour revêtir les convertisseurs, car elle résiste à la chaux nécessaire pour éliminer le phosphore présent dans la fonte, sous la forme de phosphate tricalcique. Il ne fut pas immédiatement écouté, et c'est en Angleterre que, trois ans plus tard (1878), Thomas et Gilchrist mirent à profit son idée (après

quoi la postérité a attaché leur nom à cette découverte capitale).

Au temps d'Emmanuel-Louis Grüner, les « corps savants » (expression utilisée à l'époque) étaient sollicités par l'industrie non pas pour prendre en main la production comme à l'époque précédente, mais pour leur expertise. Les professeurs collectaient les savoirs, encore largement empiriques et peu protégés par des brevets, puis ils les transmettaient à des élèves qui multipliaient les réalisations à travers le monde. Alexandre Pourcel (de la promotion 1863) commença sa carrière aux aciéries de Terrenoire, où il mit au point les ferromanganèses à bas carbone indispensables à la production des tôles servant à la fabrication des chaudières des locomotives à vapeur. Il fit ensuite une brillante carrière internationale, installant des usines jusqu'au Chili.

Dans ce contexte, l'esprit encyclopédique d'Emmanuel-Louis Grüner donnait sa pleine mesure. Il récapitula son savoir dans un traité de métallurgie, dont les deux volumes parurent en 1875 et en 1878. Pour développer l'émulation entre industriels et favoriser la diffusion des innovations, il créa en 1855, à Saint-Étienne, la Société de l'industrie minérale. Le bulletin de cette société savante, qui traitait de considérations minières comme de métallurgie, fut publié jusqu'en 1921. Puis la Société concentra son activité sur l'industrie extractive et son bulletin devint le mensuel *Mines et Carrières* que nous connaissons aujourd'hui.

... ensuite, l'instrumentation scientifique transforma la métallurgie

À partir du moment où l'on sut traiter les minerais phosphoreux, la Lorraine prit l'avantage sur les autres bassins sidérurgiques français en raison des grandes quantités de fer et de charbon qui s'y trouvaient à proximité. Il en résulta une grave crise de la sidérurgie stéphanoise, qui connut son pic à la fin des années 1880. Comme elle ne pouvait lutter sur les produits de fort tonnage en acier ordinaire, elle s'orienta vers les aciers spéciaux bénéficiant d'un important soutien du ministère de la Guerre.

Parmi les élèves de la promotion 1907, le major Pierre Chevenard fut recruté par son ancien, Henry Fayol, un des pères du management moderne, pour exercer au sein du service métallurgique des aciéries d'Imphy (Nièvre). Il partagea sa carrière entre Imphy et l'École, devenue École des Mines de Saint-Étienne en 1882 (et donc une école d'ingénieurs de plein droit). Il y fut nommé professeur, en 1919. Entretemps, il avait développé l'ATG (alliage pour turbines à vapeur), un matériau à base de nickel qui résistait bien à la corrosion par la vapeur d'eau et qui rendit des services signalés à la marine de guerre française. Alors qu'il n'y avait pas eu de rentrée en octobre 1914, tous les élèves étant au front, les réalisations de Pierre Chevenard et de plusieurs autres métallurgistes français incitèrent le gouvernement à ré-ouvrir l'École en 1917 : c'était alors la course aux meilleurs alliages pour mener cette guerre où furent tirés tant de coups de canon.

L'époque de l'empirisme était terminée. Les ajouts au métal de base et les traitements thermiques pouvant va-

rier à l'infini, il fallait savoir anticiper l'effet des différents facteurs pour donner aux alliages les propriétés recherchées. Des diverses inventions de Pierre Chevenard, la plus connue est le dilatomètre différentiel enregistreur : les transformations de phase que l'acier subit lors de son refroidissement induisent des changements de pente dans sa courbe de rétractation. S'il les connaît avec précision, le métallurgiste peut, en agissant sur la température et sur les temps de maintien à une température donnée, faire varier cette architecture intérieure des alliages que l'on nomme la microstructure et qui en détermine largement les qualités physico-chimiques, et donc l'usage que l'on peut en faire.

Le dilatomètre de Pierre Chevenard permet d'établir avec précision des diagrammes « temps-température-transformation » et des courbes de refroidissement continu. Il rendit des services jusque vers 1990. Il était pourtant de belle taille ! En ces temps où la microélectronique n'existait pas, il fallait recourir à des jeux de miroirs pour enregistrer les dilatations comparées de l'échantillon à étudier et celles de l'échantillon témoin. Pierre Chevenard construisait les instruments adéquats dans un atelier du centre-ville de Saint-Étienne, puis procédait à ses expérimentations à l'École.

On lui doit beaucoup d'autres inventions : l'oscillomètre de torsion (qui permit notamment la mise au point de l'Elinvar utilisé dans les chronomètres), le thermo-magnétomètre (grâce auquel fut déterminé le point de Curie de nombreux alliages), ainsi que des thermo-balances. Pierre Chevenard, qui fut reçu à l'Académie des Sciences en 1946, est de plus salué comme le promoteur de la métallurgie de précision.



Photo © DR

Le laboratoire où travaillait Pierre Chevenard.

L'âge d'or des métaux purs

Avec la fin de la Seconde guerre mondiale, la sidérurgie française se dota du grand instrument d'assistance technique dont elle rêvait depuis longtemps. Le bassin stéphanois était candidat pour l'accueillir, mais c'est à Saint-Germain-en-Laye que l'IRSID (Institut de recherche de la sidérurgie) installa l'essentiel de ses forces. Autour de Saint-Étienne, les entreprises appartenant à des maîtres de forges indépendants furent pour partie regroupées au

sein de la Compagnie des forges et ateliers de la Loire, qui connut de beaux succès industriels de 1954 à 1970. Puis vint le temps de Creusot-Loire, durant lequel la sidérurgie stéphanoise vit son sort lié à la mécanique lourde... jusqu'à la faillite de cette entreprise, en 1984.

Les ingénieurs ressentaient le besoin de se parler, même si leurs entreprises étaient dispersées et concurrentes. C'est pourquoi le Cercle d'études des métaux avait été créé au milieu des années 1930. L'École des Mines l'abrite depuis 1965. Cette institution qui vient de fêter ses quatre-vingts ans est un espace de discussions techniques entre métallurgistes des laboratoires et des usines. Elle est animée principalement par un ingénieur civil des Mines ayant fait toute sa carrière dans la recherche industrielle, M. Robert Lévêque. Elle organise des colloques, dispense de la formation professionnelle et propose du conseil.

Puisque la profession était désormais dotée d'un centre technique, le rôle des laboratoires universitaires s'orientait dès lors vers des recherches en amont de l'application industrielle. La création du Conseil national de la recherche scientifique (CNRS) contribua à cette évolution. Les moyens mis à la disposition de l'enseignement supérieur augmentaient. Claude Goux, qui arriva à Saint-Étienne en 1954, put s'entourer de collaborateurs. Il s'était formé au Centre d'études de chimie métallurgique de Vitry-sur-Seine auprès du Professeur Georges Chaudron. L'acier ordinaire était encore largement produit au moyen de convertisseurs Bessemer. Des quantités excessives de soufre, de phosphore et d'autres impuretés, ainsi que les altérations dans la microstructure provoquées par le soudage, causaient des accidents spectaculaires : les *Liberty Ships* qui ravitaillaient les forces alliées durant le deuxième conflit mondial en souffrirent. Georges Chaudron préconisa d'élaborer des métaux purs et d'étudier systématiquement les effets des atomes métalliques étrangers qui y étaient introduits en quantités contrôlées.

C'est ainsi que fonctionna à Saint-Étienne un laboratoire produisant du fer, du chrome et du nickel purs obtenus par voie chimique. Aujourd'hui, les installations servent à élaborer des alliages « modèles » en des quantités de l'ordre du kilogramme, alors que bien des laboratoires n'en produisent que quelques grammes à la fois. Les résultats des études ne sont pas influencés par les oligoéléments si nombreux dans les nuances d'alliages industriels. Un développement est en cours sur les alliages à haute entropie qui contiennent en proportions semblables divers métaux (fer, chrome, cobalt, nickel, manganèse...) et qui sont très prometteurs du point de vue de leur résistance élastique.

L'École se dota aussi d'un atelier de cristallogénèse produisant des monocristaux d'aluminium, de cuivre, de nickel, d'acier inoxydable austénitique... de taille centimétrique. Ces monocristaux constituent des instruments de choix pour élucider les mécanismes de la déformation plastique. C'est ainsi que furent mises en lumière les rotations qu'elle provoque dans leur réseau cristallin. Furent aussi fabriqués des bi-cristaux (voire des tri-cristaux) sur lesquels étaient étudiés les effets aux joints de grains d'accumulations de dislocations et de ségrégations. Ils

permirent notamment d'investiguer l'effet des métaux liquides (bismuth, gallium) sur un support métallique, le cuivre par exemple.



Photo © DR

Monocrystal d'inconel, bicristal d'aluminium, bicristal de fer-aluminium.

À l'heure des *Materials by design*

À l'automne 1994, l'IRSID acheva de regrouper ses activités en Lorraine et le directeur de sa branche d'Unieux, Régis Blondeau, fut appelé à l'École des Mines. Il y organisa les équipes qui s'occupaient de métallurgie, de mécanique, de céramiques et de composites à travers la création d'un Centre Sciences des matériaux et des structures (SMS, un acronyme choisi avant que ne se répande le *Short Message Service*...). Depuis plus de vingt ans, c'est dans ce cadre que se développent la recherche et l'enseignement. Il est actuellement dirigé par M. Krzysztof Wolski.

L'environnement du métier de chercheur en métallurgie a bien changé depuis l'époque de Pierre Chevenard et Claude Goux. Les laboratoires matériaux se sont multipliés dans le monde, notamment en Asie. Les ordinateurs sont partout : ils servent à la modélisation, à l'acquisition de données jadis restituées à coups de crayon tracés sur du papier millimétré. La résolution des appareils scientifiques augmente à chacune de leurs nouvelles versions, mais... attention à leur coût : le million d'euros est vite atteint ! C'est à qui aura fait le bon choix donnant accès à des résultats originaux. Le centre SMS fut ainsi le pionnier

en France de la technique de l'*Electron Back-Scattering Diffraction* aujourd'hui présente dans tous les laboratoires métallurgiques : cette technique d'analyse permet de collecter d'importants volumes de données sur la rotation des réseaux cristallins.

Les laboratoires sont aujourd'hui bien équipés pour créer et tester de nouveaux matériaux. La métallurgie des poudres produit des alliages ou des composés métal-céramique impossibles à réaliser par solidification à partir d'un métal en fusion. Le rôle des surfaces est chaque jour mis de plus en plus en valeur, par exemple dans les nanotechnologies où les volumes jouent un rôle comparativement moindre. Aussi, ce sont les besoins de la société qui guident l'orientation des recherches. Ils soufflent notamment dans le sens d'une production d'énergie plus sûre, de véhicules plus légers, de matériaux dans lesquels l'utilisateur se sente bien. Prenons quelques exemples.

Le cœur d'un réacteur nucléaire est contenu dans une cuve en acier qui, dans la filière PWR, doit résister des dizaines d'années à la chaleur (325°C) et à des cycles thermiques de maintenance, à l'irradiation neutronique, à la pression (155 bars), aux vibrations, à une eau désoxygénée... L'acier inoxydable est bien sûr tout indiqué. Mais que d'études, que de choix faits entre les différentes nuances d'alliage ! Les chercheurs du SMS ont acquis une très bonne réputation en matière de vieillissement thermique, de corrosion sous contrainte et de décohésion intergranulaire. Toutes ces améliorations évitent des microfissurations qui passeraient inaperçues dans l'usage courant, mais qui sont inacceptables pour des réacteurs thermonucléaires !

Pour consommer moins de carburant, la voiture du XXI^e siècle aurait dû être plus légère que ses ancêtres... Il n'en est rien puisque son poids a augmenté (passant en moyenne de 900 à 1 300 kg) depuis 1980. C'est que l'utilisateur demande toujours plus d'équipements de sécurité, plus d'espace, plus de confort... C'est donc sur les matériaux que l'on compte pour réduire le poids des véhicules, tout en améliorant la solidité et la sécurité de l'habitacle en cas d'accident. D'où l'emploi d'aciers à haute, à très haute et même à ultra-haute limite d'élasticité. Mais attention, en cas de corrosion, ils sont sensibles à l'hydrogène. D'où de délicates manipulations, l'hydrogène étant la plus difficile à cerner des substances se trouvant dans un laboratoire.

Mais ce n'est pas tout de proposer les matériaux performants qui résistent aux sollicitations mécaniques comme aux effets de l'environnement, encore faut-il qu'ils plaisent à l'utilisateur final ! Sans en être bien conscients, nous attendons de la poignée du levier de vitesse de notre voiture qu'elle ait un contact froid (celui de la rigueur mécanique) et que le tableau de bord nous renvoie, au contraire, à la sensation d'un chaud confort intérieur. D'où l'émergence d'un nouveau champ d'investigation sur les propriétés sensorielles des matériaux. Les disciplines mises à contribution ne sont plus seulement la chimie et la mécanique, il y a aussi l'optique qui analyse scientifiquement les couleurs, et des panels d'utilisateurs qui donnent leur ressenti. S'ils pratiquent un peu fréquemment, ils acquièrent une

grande fiabilité : l'homme est en effet un capteur des plus sensibles et des plus efficaces.

L'irruption de la fabrication additive dans le paysage industriel n'a pas non plus pris Saint-Étienne au dépourvu. Dans l'agglomération stéphanoise, la recherche dans ce vaste domaine se spécialise dans le procédé de fusion laser SLM (*Selective Laser Melting*), notamment pour le titane, un métal sur lequel l'École des Mines possède une expertise. L'École espère prendre toute sa place dans les traitements thermiques à faire subir aux pièces qui viennent d'être fabriquées en recourant à ce nouveau procédé. Car une chose est de réaliser des formes que l'usage classique ne permettrait pas de produire, une autre est de leur donner le degré de qualité métallurgique que l'on sait garantir aux pièces massives.

Dans le cadre de l'Alliance pour l'industrie du futur, qui vise à aider l'industrie française à bien négocier le tournant du numérique, un démonstrateur est en projet dans une ancienne usine toute proche de l'École devenue aujourd'hui un campus industriel. Cette « manufacture 4.0 » est conçue de façon à ce que les entreprises puissent directement s'initier *in situ* aux nouvelles techniques à partir de composants modulables (en anglais, *Prod & Plug*) : Louis-Antoine Beaunier pouvait-il rêver mieux pour l'École qu'il a fondée ?

Bref retour sur le passé

Les documents extraits des archives à l'occasion de la célébration du bicentenaire de l'École aident à percevoir comment a évolué le métier de métallurgiste à l'École des Mineurs. En 1816, Saint-Étienne était le premier bassin manufacturier français. L'effet de territoire y jouait à plein. Il était possible d'être à la fois homme de science, ingénieur, entrepreneur, en sortant de... chez soi : qui ne

rêverait aujourd'hui d'une liaison aussi immédiate entre la recherche et l'industrie ?

Puis il fallut diffuser le savoir (sans disposer d'Internet). La masse des connaissances disponibles était limitée, elle était à la mesure d'une carrière d'érudit. C'était l'époque des ouvrages de synthèse patiemment écrits, qui restaient valables longtemps. Avec la revue de la Société de l'industrie minière, l'École eut toute latitude pour faire connaître ses travaux. Quel chercheur, aujourd'hui, n'a pas expérimenté les difficultés qu'il y a à publier dans des revues internationales sollicitées par des contributions en provenance de toute la planète ?

L'époque où il fallait créer sa propre instrumentation scientifique était certes éprouvante, compte tenu des nombreux pièges techniques à éviter, mais elle était aussi passionnante pour ceux qui combinaient imagination et goût de réaliser des objets utiles et beaux.

Le sens de l'observation y était à l'honneur : « Regardez d'abord avec vos yeux, puis avec le microscope », aimait à répéter un professeur.

Puis vint l'époque où les analyses systématiques, la précision des mesures, le respect des modes opératoires devinrent la norme.

Aujourd'hui, c'est plutôt le flair dans le choix des études techniques à mener qui fait un bon chercheur. La Commission européenne estime que 70 % des inventions qui vont marquer la première moitié du XXI^e siècle seront basées sur l'emploi de matériaux nouveaux : il reste à anticiper lesquels...

Tout cela a été vécu dans une même institution stéphanoise, celle qui ouvrit ses portes à une première promotion d'élèves il y a de cela deux siècles, et qui accueillera leurs successeurs à la rentrée 2016.