

Vers des ingénieurs entrepreneurs

JEAN-CLAUDE LEHMANN

L'ingénieur moderne doit se préoccuper de marchés pour créer des emplois.



En cette fin de siècle, il est patent que les techniques évoluent plus vite en France que l'enseignement. L'échelle de temps d'une évolution technique importante est de l'ordre de dix ans, parfois beaucoup moins. Cette accélération de l'histoire a un corollaire : les entreprises demandent aux ingénieurs de créer la vague des innovations plutôt que la suivre.

Ainsi le métier de l'ingénieur moderne ne consiste plus seulement à perfectionner des produits existants afin d'améliorer leurs performances et de les fabriquer à moindre coût. Les entreprises les plus dynamiques, grandes ou petites, souhaitent que leurs ingénieurs retrouvent le goût d'entreprendre, comme à l'époque où des Gustave Eiffel, des Fulgence Bienvenüe, des Georges Claude, portés par leur imagination technique, imposaient leur dynamique, allant même souvent jusqu'à créer leur propre entreprise. Plus proche de nous, un Bernard Maitenaz a su développer *Essilor*, à partir d'un remarquable exploit technique, la lentille à focale progressive.

Les grandes écoles françaises forment de bons professionnels, le plus souvent de bons gestionnaires, mais forment-elles des entrepreneurs ? S'il est souhaitable que, dans un premier emploi, un ingénieur « apprenne le métier » en faisant tourner une usine ou en améliorant les techniques, cette solide formation théorique (à l'école), puis pratique (dans l'entreprise) doit être le socle sur lequel asseoir ensuite son essor créateur. Hélas, cet « épaulé-jeté » n'est pas souvent la marque des ingénieurs français. Bons techniciens, bons gestionnaires, il leur manque le plus souvent la volonté de faire bouger leur entreprise ou, mieux encore, d'en créer une eux-mêmes. Les ingénieurs français seraient-ils mieux formés à supprimer des emplois qu'à en créer ? Quelle école d'ingénieurs, en

France, peut se comparer, toutes proportions gardées, à un Institut de technologie du Massachusetts, qui vient de publier le résultat d'une enquête estimant à plus de un million le nombre d'emplois existant dans des entreprises créées par d'anciens élèves ?

Comment faire passer la culture d'entreprendre dans la formation de nos ingénieurs ? On devra probablement commencer l'action très tôt, dès l'enseignement secondaire, où les connaissances de base doivent s'accompagner d'un apprentissage de l'initiative personnelle. Plus tard, les élèves ingénieurs devraient être mieux à même de mesurer ce qu'une véritable carrière d'entrepreneur, quel que soit le sens exact que l'on accorde à ce terme, peut leur apporter d'enrichissement et de satisfaction personnels. Cet apprentissage devrait notamment donner aux ingénieurs le goût de s'intéresser au marché : c'est là où le marché peut se développer, là où il manifeste de nouvelles demandes, là où naissent également de nouveaux marchés, que se trouvent les possibilités de croissance interne des entreprises (par opposition à la croissance géographique ou par acquisition), de création de valeur pour les actionnaires et de créations d'entreprises nouvelles ; c'est là où de nouveaux emplois peuvent être créés... et c'est là que le goût de l'ingénieur-entrepreneur peut trouver le mieux à s'exprimer.

Comment expliquer que notre pays soit en grande partie passé à côté des extraordinaires dynamiques de création d'emplois qu'ont été les marchés de la communication, de l'informatique, des biotechnologies... alors que les idées et les techniques étaient présentes en France ? Les structures de financement, le rôle de l'État, les contraintes administratives et fiscales ont certainement joué un rôle, mais, avant tout, c'est

la volonté d'entreprendre de nos ingénieurs qui manquait ; c'est d'elle que l'on doit attendre une évolution de la situation.

S'il fallait illustrer cette dynamique par l'exemple d'un grand groupe, comme *Saint-Gobain*, et pour se limiter à l'un de ses métiers, celui du verre pour le vitrage des bâtiments et des automobiles, on peut dire que la technique de base, dite du verre flotté (*float glass*), si elle est de plus en plus complexe et perfectionnée, a tendance à se banaliser. C'est donc en regardant vers le marché que l'on trouvera des opportunités pour enrichir ce métier, le développer et créer plus de valeur ajoutée, et donc d'emplois. Vitrages à transparence variable, protections solaires et thermiques variables, vitrages autonettoyants, répartissant la lumière dans l'intérieur des bâtiments... Voilà autant d'idées nouvelles qui offrent aux ingénieurs à la fois des défis techniques et des marchés à développer et à conquérir.

Les ingénieurs de demain ne devront pas être simplement des ingénieurs gestionnaires. Il faut retrouver le moule de fabrication des ingénieurs-entrepreneurs.

Jean-Claude LEHMANN est directeur de la recherche du Groupe Saint-Gobain.

À l'occasion de son Forum de l'anticipation, le Conservatoire national des arts et métiers organise dix carrefours « emploi-formation » pour aider ses futurs élèves à définir leur projet de formation en fonction des besoins de compétence des entreprises : EDF (16 septembre), Saint-Gobain (17 septembre), La Poste (18 septembre), Axa (19 septembre), Ministère de la défense (22 septembre), Air liquide (23 septembre), Renault (25 septembre), Accor (26 septembre), Elf (29 septembre), Thomson (1^{er} octobre). Entrée libre de 14 heures à 17 heures (renseignements au 01 40 27 29 16).

Les nombres-indices

CHRISTIAN WALTER

Combien faut-il utiliser de nombres pour caractériser l'économie ?

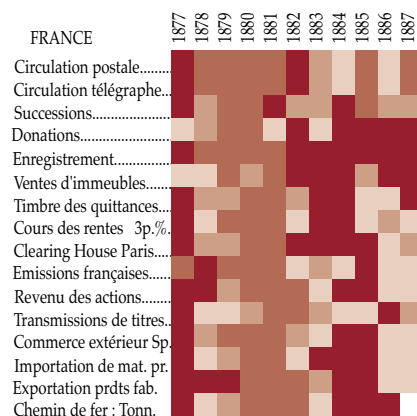
Indice des prix de détail, du coût de la construction, de la production industrielle, taux de chômage, indices du commerce extérieur, des prix à la production, taux d'inflation... Le monde contemporain croule sous les indices économiques. Pas un jour ne passe sans qu'un institut de conjoncture n'annonce des résultats pour telle ou telle branche de l'économie. Nous sommes auscultés par des appareils statistiques qui nous renvoient de nous-mêmes un reflet exprimé par des nombres-indices. Nous avons si bien pris l'habitude de penser la réalité économique et sociale à partir de ces nombres-indices, qu'ils semblent aujourd'hui naturels. Mais ont-ils un sens ? Représentent-ils bien la réalité économique de notre vie quotidienne, ou ne sont-ils que des fictions commodes, mais fausses, qui remplacent l'économie réelle par une économie stylisée ? Que faut-il en penser : objets invisibles mais pertinents, ou illusions statistiques ?

Ces nombres-indices ne datent pas d'aujourd'hui, ni même du xx^e siècle. Par exemple, en 1707, le moine britannique William Fleetwood entreprend de réactualiser un montant de cinq livres qu'il trouve dans un document de 1450 ; il est amené à calculer un taux de conversion. En 1738, M. Dutot, caissier de la *Compagnie des Indes*, a l'idée de comparer les revenus de Louis XII et de Louis XV. Plus généralement, au $xviii^e$ siècle, des nombres-indices des biens élémentaires constituent une première forme d'indice de prix.

Au xix^e siècle, on se préoccupe davantage du problème du calcul des moyennes et du choix des pondérations. C'est seulement en 1837 qu'apparaît l'usage de la moyenne arithmétique pondérée, et en 1863 celui de la moyenne géométrique, appliquée à la mise en évidence de la dépréciation de la monnaie-or. Enfin, en 1864 et 1874, les économistes allemands M. Laspeyre et M. Paasche introduisent une pondération des prix élémentaires par les quantités de la période de base (pour Laspeyre), et par les quantités de la période courante (pour Paasche).

Les baromètres commerciaux, destinés à prévoir les évolutions de la vie des affaires apparaissent alors. En 1888, *L'Essai de météorologie économique et sociale* de l'administrateur et statisticien français, directeur des Monnaies et médailles et chef du Bureau de statistique au ministère des Finances, Alfred de Foville, présente le programme des nombres-indices à partir de l'usage des baromètres : «Vous savez tous ce que sont les appareils enregistreurs. Eh bien, Messieurs, j'ai cherché à faire, dans l'ordre économique, quelque chose d'analogue. J'ai cherché, en construisant ce tableau à figurer d'une manière aussi vraie, aussi simple, et aussi parlante que possible, les fluctuations de l'activité économique de notre pays depuis un certain nombre d'années». Les baromètres simples n'utilisant qu'un seul indicateur se multiplient alors jusqu'en 1914, pour être ensuite remplacés par les baromètres multiples, au début du xx^e siècle.

Cet usage des baromètres suscite de nombreux problèmes. En 1925, l'ingénieur économiste français François Divisia compare la variation des prix entre



Extrait du baromètre à bandes colorées d'Alfred de Foville (1888). La météorologie économique et sociale du xix^e siècle utilise les nombres-indices comme signaux de la conjoncture économique. Les couleurs traduisent la santé du secteur, évaluée avec des indices sectoriels.

deux dates, mesurée par un indice, à un problème de dilatation des longueurs sous l'action de la température. La question de la dispersion des prix dans l'indice fait l'objet d'âpres controverses. Comme aussi la question de savoir s'il faut d'abord mesurer, même sans théorie économique sous-jacente, ou bien s'il faut attendre de la théorie économique des définitions d'objets pertinents à mesurer. En 1943, Alfred Sauvy écrit que l'on peut «rejeter définitivement, comme articles de musée, les vieux baromètres de la conjoncture, utilisés entre les deux guerres».

DES RÉSUMÉS D'ACTIVITÉ

Finalement, on en arrive aux indicateurs économiques et commerciaux encore en usage aujourd'hui. La conjoncture s'institutionnalise et les comptabilités nationales fournissent des agrégats de plus en plus divers. Le système d'information statistique mis en place entre 1950 et 1970 reconstruit la réalité sociale en favorisant, au moins techniquement, le développement de politiques économiques inspirées de John Keynes : l'État ne peut intervenir qu'en se fondant sur des nombres-indices.

Les nombres-indices transforment de l'individuel en collectif ; on veut faire de l'un avec du multiple. Mais avec quel prisme ? Selon quelles normes d'agrégation ? Toutes ces questions restent d'actualité. Bien plus, le système de totalisation sociale par la statistique qui paraissait solidement établi vers la fin des années 1970, se craquelle. Chaque nombre-indice peut aujourd'hui être contesté et remplacé par un autre nombre issu d'une agrégation différente des données.

Quant à la question de l'un et du multiple, remarquons qu'elle reprend certaines catégories conceptuelles apparues lors de la querelle entre nominalistes (individualistes) et réalistes (holistes). Le principe d'économie des moyens nommé «rasoir d'Occam» (Guillaume d'Occam fut une des figures médiévales de cette querelle) énonce «qu'il ne faut pas multiplier les entités abstraites sans nécessité». La prolifération des nombres-indices en finance, pour accompagner le développement des fonds de pension, prend plutôt le chemin inverse. Pour le bien de tous ?

On rapporte que Keynes faisait plus confiance à son intuition qu'aux chiffres fournis par les statisticiens : quand le chiffre ne lui convenait pas, il le modifiait. Quand il lui convenait, il disait «Tiens, vous avez trouvé le bon chiffre» ! Cette pratique excessive ne traduit-elle pas une défiance devant la raison statistique ? Finalement, les nombres-indices sont-ils serviteurs ou maîtres de l'homme ?

Cuisine rénovée

HERVÉ THIS

Comment utiliser le vide en cuisine.

Les cuisiniers et les cuisinières filtrent comme au Moyen Âge : ils mettent leurs fonds dans des chinois, et foulent à l'aide d'un pilon ou d'une louche, afin de récupérer le maximum de liquide. Naturellement l'efficacité de l'opération est limitée par la taille des mailles du chinois. Ne pourrait-on rénover cette pratique quasi millénaire ? Des instruments tirés des laboratoires de chimie seraient utiles ; ils mettraient en outre sur la piste d'innovations culinaires amusantes.

Le problème de la filtration se pose avec acuité à propos du bouillon : comment le rendre limpide quand il est trouble ? Traditionnellement les chefs le clarifient : au bouillon froid, ils ajoutent quelques blancs d'œufs, mélangent, puis chauffent doucement, de sorte que les blancs, en coagulant, emprisonnent les particules solides en suspension ; une filtration dans un chinois garni d'un linge achève la clarification.

Cette opération n'est pas satisfaisante, car elle fait perdre du goût au liquide ; de fait, les chefs qui clarifient un bouillon ajoutent des légumes et des viandes frais, coupés en petits morceaux, avec le blanc d'œuf, de sorte que ces matières régénèrent le bouillon gustativement appauvri par la clarification. Coûteuse pratique ! On se donne la peine de confectionner un bon bouillon, pendant plusieurs heures, puis on le réenrichit parce qu'on l'a appauvri.

Les chimistes, pour qui la filtration est une opération quotidienne, ont résolu la question depuis longtemps, à l'aide d'appareils adaptés aux diverses situations : le catalogue d'un des principaux vendeurs de matériel de laboratoire consacre plus de 40 pages à ces appareils. Dans un des plus courants, les matières à filtrer sont déposées dans un entonnoir muni d'une plaque de verre fritté (qui ne perce pas, contrairement aux filtres en papier), aux pores de taille contrôlée, et cet entonnoir est disposé sur une fiole conique où l'on fait le vide, à l'aide d'une trompe à eau (un appareil peu coûteux que l'on branche directement sur le robinet d'eau courante).

Avec Antoine Westermann, chef du restaurant *Buerehiesel*, à Strasbourg,

un consommé de tomates, qu'il cherche à obtenir parfaitement limpide. La recette initiale consistait en une cuisson de tomates dans l'eau directement additionnée de blanc d'œuf. Après une demi-heure de cuisson lente, la filtration dans un chinois garni d'un linge donne un liquide doré. L'appareil de laboratoire, lui, procure une limpidité supérieure et un goût plus prononcé : quand des fabricants de matériel électroménager se lanceront-ils dans la fabrication en grande série de ce matériel peu coûteux ? Ils n'auront qu'à augmenter la capacité de filtration de l'appareil de laboratoire, et à remplacer la verrerie par du métal, résistant aux vicissitudes des cuisines.

Sur la lancée d'une telle modernisation, rêvons à des usages culinaires

des trompes à vide. À l'Université d'Oxford, Nicholas Kurti a imaginé de produire des meringues d'un genre nouveau. Classiquement on fabrique des meringues en ajoutant du sucre à des blancs d'œufs battus en neige, puis en cuisant la préparation obtenue à feu très doux : la coagulation des protéines des blancs conserve la structure alvéolaire de la mousse de blancs en neige, tandis que l'eau s'évapore lentement, laissant le sucre sous forme vitreuse. N. Kurti a eu l'idée de remplacer le chauffage par un stockage de la préparation sous vide : l'eau s'évapore tandis que la dilatation de l'air initialement présent dans les bulles fait considérablement gonfler les meringues. Le produit fini est léger... comme un cristal de vent.

DE LA MERINGUE AU SOUFLÉ

Cette expérience, qui a le mérite de montrer comment utiliser le vide en cuisine, n'est pas culinairement satisfaisante, car les meringues sous vide manquent de mâche. Comment conserver l'idée d'un fort gonflement et avoir, néanmoins, quelque chose à se mettre sous la dent ? Il suffit de choisir une préparation dont les parois entre bulles soient plus épaisses que dans les meringues : les soufflés ou les pâtes à choux sont ainsi de ces préparations culinaires que les cuisiniers et cuisinières s'évertuent à faire bien gonfler.

Que donne l'usage du vide, dans ce cas ? Une préparation pour soufflé placée dans une cloche où l'on fait le vide gonfle considérablement quand on pompe l'air, car les bulles d'air présentes dans la préparation se dilatent. Mais ce soufflé retombe quand on le remet sous la pression atmosphérique. Pour conserver le gonflement, il suffit de cuire dans l'état gonflé, par exemple à l'aide d'une résistance électrique chauffante qui entoure le ramequin à soufflé, dans la cloche : la cuisson coagule les protéines et emplit les bulles de vapeur d'eau, de sorte que le soufflé conserve sa structure quand on le remet à la pression atmosphérique.

Voilà quelques jeux avec le vide : nul doute que les cuisiniers et cuisinières inventifs en trouveront d'autres, si on leur permet de travailler avec des méthodes de notre temps.



Fiole à vide surmontée d'un filtre en verre fritté.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 23 septembre 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.