

Préface

« La transition énergétique est certes un des plus importants défis de notre temps, mais elle a déjà débuté il y a de nombreuses années. » Cette citation, libre, de Bernard Lachal lors de sa leçon finale illustre bien la valeur ajoutée des études que son groupe a menées sur la réalité des systèmes énergétiques, depuis plus de 30 années. Ces études d'évaluation de systèmes énergétiques innovants, mais réalisés dans l'organisation traditionnelle de la construction et des infrastructures énergétiques, permettent à tous les acteurs de prendre de la hauteur pour mieux comprendre le contexte dans lequel doivent se placer leurs actions. Elles produisent également des données et des analyses précises aboutissant à l'optimisation des systèmes énergétiques qu'ils ont mis en place. Cet apprentissage par l'usage est essentiel pour pouvoir reproduire, en les améliorant, les innovations nécessaires à la réalisation de la transition énergétique.

Le Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE) de l'université de Genève a été créé en 1978 par les professeurs O. Guisan, F. Carlevaro et B. Giovannini, au sortir du premier choc pétrolier, pour initier des recherches à caractère interdisciplinaire dans le domaine de l'énergie. Dans ce contexte de craintes sur la pérennité de l'approvisionnement énergétique, le CUEPE s'est très vite intéressé au potentiel des économies d'énergie et des énergies renouvelables. Il faut relever la pertinence de la vision de ces pionniers qui est devenue aujourd'hui de première importance, les préoccupations sur les ressources énergétiques ayant été remplacées par les effets environnementaux de la consommation d'énergie, notamment l'effet de serre. Le CUEPE a disparu en 2006, mais une grande partie des activités a continué au sein du nouveau groupe Systèmes énergétiques.

La transition énergétique est donc en marche. La consommation par habitant recule en Suisse tant pour l'électricité que pour les combustibles ou les carburants, à l'exception

des transports aériens. Mais ces progrès ne sont pas suffisants car l'urgence climatique nous impose de ne plus seulement réfléchir à une diminution lente de la consommation de produits pétroliers, mais d'imaginer une solution sans émissions de CO₂, soit sans énergie fossile, dans un avenir le plus proche possible.

Les technologies sont aujourd'hui déjà à un niveau qui permet de rendre crédible cette image, mais le consensus politique formalisé à Paris, lors de la COP 21, n'est malheureusement pas décliné dans les politiques publiques nationales qui permettraient la mise en application de ces progrès technologiques. Les politiciens de beaucoup de pays envisagent d'abord la transition énergétique comme un facteur de coût supplémentaire qui grèverait la compétitivité des entreprises dans un contexte de compétition internationale.

Pourtant, la transition énergétique est aujourd'hui déjà une source de création de valeur, comme le démontre le programme éco21 des Services industriels de Genève (SIG). Dans ce programme d'efficacité énergétique, lancé en 2007, SIG a investi 86 millions de francs en 10 ans, dont plus de la moitié en incitations financières directes auprès des consommateurs. Ceux-ci ont alors pu investir quelque 193 millions de francs dans des biens et services, essentiellement auprès des entreprises locales. Et ces consommateurs ont ainsi pu faire diminuer leurs factures d'énergie de plus de 290 millions de francs, réalisant un bénéfice net de 140 millions de francs. Des objectifs énergétiques dépassés, de l'emploi créé et moins de dépenses pour les consommateurs, voici un parfait exemple de création de valeur qui ne peut malheureusement pas être facilement répliqué dans d'autres cantons, par manque d'implication politique.

C'est le cas de nombreuses autres initiatives locales, ici comme ailleurs. Ces meilleures pratiques ne sont malheureusement pas assez étudiées, pour comprendre comment elles sont devenues des succès, en surmontant souvent de nombreux obstacles. La documentation de cet apprentissage par l'usage permettrait ainsi à d'autres acteurs de pouvoir bénéficier de ces innovations. C'est en cela que le travail d'analyse sur les retours d'expérience (REX) est essentiel et que cette approche initiée par les pionniers du CUEPE et développée par Bernard Lachal et son groupe est si importante. Prenons un cas concret : le réseau d'eau profonde lacustre GLN de 20 MW, mis en service dans le quartier des organisations internationales à Genève, en 2009. Cinq années de mesures et d'analyses effectuées par le groupe Systèmes énergétiques dans le cadre d'un projet européen – et objet d'une thèse de doctorat – ont permis à SIG d'améliorer la performance énergétique et économique de manière substantielle, permettant de dépasser les objectifs initiaux du projet et rendant possible sa réplification. Le projet GeniLac a ainsi pu être lancé, visant un territoire plus de 10 fois plus grand que celui de GLN.

Ces 40 ans d'expérience du CUEPE, depuis 1978 à nos jours, vous sont offerts par Bernard Lachal dans cet ouvrage de référence qui vous convaincra certainement que la recherche impliquée est essentielle dans le domaine de la transition énergétique.

Gilles GARAZI
Directeur exécutif
Transition énergétique
Services industriels de Genève

Marcel RUEGG
Directeur
Relations institutionnelles
Services industriels de Genève

Avant-propos

« On ne peut, je crois, rien connaître par la simple science. C'est un instrument trop exact et trop dur. Le monde a mille tendresses dans lesquelles il faut se plier pour les comprendre avant de savoir ce que représente leur somme... Seul le marin connaît l'archipel. » [GIO 74]

Si chacun est conscient de l'importance cruciale que revêt aujourd'hui le développement de nouvelles technologies énergétiques, notamment celles orientées vers les énergies renouvelables ou l'utilisation rationnelle de l'énergie, l'importance de leur évaluation commence seulement à être pleinement reconnue. Jauger l'intérêt effectif de ces innovations est pourtant fondamental pour leur permettre d'être réellement utiles. Or, une analyse systématique des méthodes d'évaluation du fonctionnement après installation des différents systèmes énergétiques non conventionnels fait encore défaut. Notre pratique courante et nos contacts permanents avec les acteurs du domaine nous ont par ailleurs montré que la manière dont se fait actuellement l'évaluation de l'efficacité énergétique de ces nouvelles technologies souffre de cette absence d'outil synthétique.

L'ouvrage se donne donc deux objectifs. Le premier est de fournir aux chercheurs, aux ingénieurs et à toute personne active dans le secteur de l'énergie une synthèse sur les méthodes d'évaluation des systèmes énergétiques, résultat de plusieurs décennies de travaux dans ce domaine. Le livre, nourri d'exemples tirés de cas réels, se veut à la fois synthétique et concret, présentant une vue aussi exhaustive que possible du domaine tout en constituant un outil facilement exploitable par le public visé. Le second objectif est de briser le cercle vicieux qui fait que l'évaluation *in situ* reste encore aujourd'hui quelque peu négligée, car parfois considérée comme un travail ingrat, long, apparemment cher, difficilement valorisable et peu valorisé. En tentant d'organiser scientifiquement l'expérience acquise durant plus de trente ans, l'auteur

espère convaincre de l'utilité considérable de la démarche, à la fois sur le plan économique et sur le plan humain.

L'ouvrage est organisé en quatre parties.

La première propose un panorama général permettant de situer le contexte dans lequel évoluent les types de REX (retours d'expérience) qui nous intéresseront. Il s'agit, après un rappel sur quelques notions liées à l'énergie, sa transformation et sa consommation, de préciser les notions de systèmes (énergétiques et technologiques), d'innovation, d'apprentissage par l'usage et enfin de retour d'expérience (REX).

La deuxième partie présente les outils pertinents des REX et pose quelques jalons à leur emploi. Elle revient notamment sur la notion de mesure, présente différents types de modèles permettant d'appréhender un système de façon quantitative, et discute également de l'intégration des aspects humains.

La troisième partie illustre la pratique de l'évaluation par l'analyse de quelques cas réels représentatifs de diverses situations. Elle situe l'usage des outils présentés dans la partie précédente dans le processus des REX.

La quatrième partie est une réflexion sur la nature scientifique des REX. Il s'agit de se demander en quoi cette approche est réellement originale, de présenter le type particulier de connaissances qu'elle apporte, et de la situer par rapport à d'autres approches plus reconnues telles que le Big Data. Ni recherche fondamentale trop en amont des problèmes concrets, ni recherche appliquée trop limitée à ses objectifs immédiats, les retours d'expérience doivent être considérés comme une recherche « impliquée ».

Remerciements

Cet ouvrage est le fruit de plus de trois décennies et demie de collaboration avec de très nombreux acteurs de la scène énergétique, dans le cadre stimulant de l'université de Genève. Il est donc périlleux de tenter de remercier tous ceux qui y ont, d'une manière ou d'une autre, contribué. Que ceux dont je ne cite pas explicitement le nom ne m'en veuillent pas trop...

J'aimerais exprimer ma gratitude en premier lieu à tous les maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, ingénieurs, architectes, propriétaires, locataires et utilisateurs des systèmes énergétiques passés à la loupe, les incontournables acteurs de la transition énergétique, pour leur dynamisme, leur patience et leur ouverture d'esprit, et sans qui les REX, expériences *in vivo*, ne sont tout simplement pas possibles. Ensuite, je

remercie T. Seal et J. Faessler pour les nombreuses discussions sur l'ouvrage et leur constant soutien, ainsi que tous les relecteurs, en particulier mes collègues C. Ançay, M. Bonvin, V. Schroeter, J.-M. Zraggen, J. Khoury et L. Quiquerez ainsi que S. Schiano pour son œil aiguisé. J'ai des pensées particulières pour O. Guisan, W. Weber et P. Hollmuller, compères, responsables un moment ou à un autre du groupe « Systèmes énergétiques », P. Ineichen, A. Mermoud et E. Pampaloni ainsi que pour tous les très nombreux autres collègues et étudiants, avec qui j'ai partagé des moments de travail souvent doublés d'amitié. Sans les financements de l'Office cantonal de l'énergie et de l'Office fédéral de l'énergie, de nombreux REX n'auraient pas vu le jour. Un grand merci aussi à M. Rugg, G. Garazi et à leurs collègues des Services industriels de Genève pour les très nombreux et fructueux échanges dans le cadre du partenariat avec l'université et leur soutien financier sans faille – y compris pour cet ouvrage.

Enfin, j'adresse des vifs remerciements à Catherine Rosselet, ma compagne et épouse, pour son soutien continu et des pensées affectueuses pour elle, pour nos enfants et pour nos si guillerets petits-enfants.