

Perspectives de crise énergétique et alternatives hydromécaniques : les transports d'énergie des années 1850 à l'entre-deux-guerres

Autor(en): **Paquier, Serge**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialgeschichte
= Société Suisse d'Histoire Economique et Sociale**

Band (Jahr): **25 (2010)**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-871764>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Serge Paquier

Perspectives de crise énergétique et alternatives hydromécaniques

Les transports d'énergie des années 1850 à l'entre-deux-guerres

A la fin des années 1850, l'ouverture des premières lignes ferroviaires suisses a pour conséquence de créer une situation inédite de dépendance énergétique en charbon importé. Le bât blesse dans le cadre de la construction d'un état-nation fédéral qui place au premier plan l'indépendance du pays. Limiter cette «Suisse sous influence» incite à créer une alternative hydromécanique selon un processus qui associe les forces vives du pays: fournisseurs d'équipement, créateurs urbains de réseaux et hautes écoles d'ingénieurs. Trois perspectives de crise énergétique débouchent sur des étapes spécifiques. D'abord, les tensions sur les coûts de l'énergie provoquées par l'épanouissement de la première vague d'industrialisation en Europe stimulent dans les années 1860–1870 les transmissions directes d'énergie mécanique par câbles téléodynamiques. C'est le résultat de la projection d'une technologie usinière sur l'espace public. Puis, la guerre franco-prussienne de 1870/71 provoque une hausse vertigineuse du coût du charbon qui soutient le développement de l'eau motrice sous pression, une technologie de distribution de force motrice plus sophistiquée née dans le creuset du municipalisme zurichois, puis développée à Genève. Ensuite, les grèves des années 1889/90 dans les bassins houillers de la Sarre et de la Ruhr précipitent en 1891 le célèbre transport d'énergie hydroélectrique de Francfort où se distinguent les Maschinen Fabrik Oerlikon. Cette percée helvétique est représentative du mouvement de bascule qui s'est opéré des créateurs de réseaux vers les fournisseurs d'équipement. Dopés par les perspectives d'insérer une vaste gamme de produits sur des nouveaux marchés en Suisse comme à l'extérieur, ils investissent en capitaux et en techniciens. A la dynamique nationale s'est superposée une dynamique internationale.

Le facteur déclenchant: épanouissement de la première industrialisation, tensions sur les prix de l'énergie et première dépendance énergétique, dès 1858

Les années 1850–1860 correspondent à une phase d'épanouissement de la première vague d'industrialisation centrée sur la mécanisation de l'industrie textile, la sidérurgie, le charbon et la vapeur. Depuis que l'Angleterre a sacrifié les intérêts de ses paysans en abolissant les *Cornlaws* (1846) pour miser sur l'industrie, elle doit forcer les marchés du monde, comme le montre un historien de la mondialisation.¹ Cette politique libérale, amplifiée par la France du Second Empire, prend appui sur l'effacement des barrières tarifaires et les transports plus rapides et moins coûteux des personnes, des marchandises et de l'information dès l'édification des réseaux télégraphique et ferroviaire, alors que les technologies de la première industrialisation s'affichent dans des expositions universelles visitées par des millions de personnes.

En Suisse, la mécanisation n'est plus un épiphénomène limité aux filatures de coton du Nord-Est. Sur l'impulsion d'anciennes filatures converties à la construction mécanique (Escher, Wyss & Cie, Rieter & Cie), le phénomène se diffuse à d'autres secteurs: imprimeries, moulins industriels et navigation à vapeur sur les lacs. L'industrialisation s'élargit même si d'importants secteurs, comme l'horlogerie, s'adaptent sans encore recourir à la force motrice. Or, cette marche forcée vers l'industrialisation à l'échelle européenne a pour effet de générer des tensions sur les prix de l'énergie. C'est ce que révèle en 1858 une note inédite du Genevois Daniel Colladon (1802–1893). Pionnier européen en sciences industrielles,² ancien professeur de physique à l'Ecole centrale des arts et manufactures de Paris, établi depuis 1835 comme ingénieur-conseil à Genève pour le compte de la haute banque protestante, il est un spécialiste des moteurs à vapeur et hydrauliques.³

La note précise d'emblée que «le coût des combustibles de la plupart des pays européens suit une marche ascendante». Colladon n'est pas optimiste. Il estime que «la cherté de ce combustible ira encore en progressant [...]». Se basant sur l'évolution dans le Département du Rhône, il constate que le coût de la houille est alors d'environ deux tiers supérieur à sa valeur moyenne entre 1800 et 1850. Il envisage dès lors la question de la distribution de force motrice à grande échelle en écrivant que «la question économique est évidemment la plus intéressante, elle seule peut populariser et développer certaines industries». Il estime le moment venu de puiser dans «l'immense réservoir de force à bon marché que renferment les fleuves et les rivières». La puissance contenue dans le Rhin et le Rhône «représente une énorme valeur», alors que les espaces les plus favorables sont ceux localisés sur les rives des fleuves qui présentent un «cours régulier, plus uniforme» après avoir passé dans les grands lacs. Il ne faut dès lors guère s'étonner si Schaffhouse et Genève, placées

respectivement en aval des lacs de Constance et du Léman, vont devenir des sites énergétiques pilotes.

Mais le cheminement technologique est long. A la technique classique des moulins dont l'énergie est utilisée sur place doit se substituer un vaste système à créer de toutes pièces capable de produire de l'énergie en très grande quantité, de la transporter sur longue distance, puis de la distribuer à une masse d'utilisateurs. Conscient de la difficulté, l'ingénieur-conseil focalise l'attention sur certains aspects fondamentaux. Il faudra «obtenir des forces motrices régulières», soit quitter le fonctionnement discontinu des techniques préindustrielles pour passer à un régime continu. Cela signifie résoudre les interruptions de service provoquées par l'étiage et le gel pour les cours d'eau alpins ou par la sécheresse pour leurs homologues méditerranéens. Il conviendra également de «créer des moteurs récepteurs à bon marché».

La profondeur de la réponse à apporter témoigne que l'analyse de Colladon ne se limite pas à une analyse strictement conjoncturelle de l'évolution des prix du combustible. Elle détecte en fait un profond changement structurel inscrit dans la longue durée. Au moment où Colladon rédige sa note, l'équilibre énergétique national entre ressource et demande commence à se rompre. Jusque-là, le combustible national constitué de bois, de tourbe, de charbon indigène (disponible à fleur de terre sur des centaines de sites) complété par quelques importations de houille suffisait à répondre à une demande émanant encore largement d'un système préindustriel. Le mécanisme enclenché dès 1858 est double.

D'une part, l'offre nationale en charbon ne peut pas répondre à la demande croissante. La géologie suisse s'y oppose. La formation des Alpes, puis le rouleau compresseur des glaciers sur le plateau ont écrasé et éparpillé les filons.⁴ Il n'est dès lors pas possible comme cela se fait dans les bassins houillers voisins de passer au stade de la grande exploitation industrielle en suivant profondément les filons dans le sol.

D'autre part, le verrou des transports imparfaits qui limitait l'entrée massive du charbon importé en Suisse saute. En fait, le charbon importé, soit 11'000 t en 1851 pour une production nationale de 38'000 t commence à s'infiltrer par les transports préindustriels.⁵ La porte de Genève joue un rôle particulier, car il existe deux gros consommateurs: les navires à vapeur qui sillonnent le Léman depuis le milieu des années 1820 suivis, deux décennies plus tard, par l'usine à gaz qui distille pas moins de 5 t de charbon par jour.⁶ Contrairement à ce qu'on pourrait croire, le charbon, matière pondéreuse par excellence, n'est pas conduit à Genève par voie d'eau et encore moins par bateau à vapeur. Les compagnies à vapeur, qui fleurissent dès le début des années 1830 sur le Rhône, prennent surtout possession du Bas-Rhône entre Lyon et la Méditerranée. Si une ligne s'installe en 1839 sur le Haut-Rhône entre Lyon et le port fluvial de Seyssel, elle est abandonnée

en 1841 en raison des difficultés de navigation.⁷ Dès lors, depuis ses débuts en 1844 et jusqu'à l'ouverture de la ligne ferroviaire Lyon–Genève en 1858, le gaz de Genève importe son charbon par charrettes tractées par chevaux depuis des entrepôts lyonnais alimentés par les mines de St-Etienne. Le coût du transport représente les deux tiers du prix de la houille livrée à Genève pour 6 fr. le quintal. La porte bâloise fonctionne moins bien. Bien que reliée dès 1852 par chemin de fer au bassin de la Sarre, non seulement la demande n'est pas évidente car on y édifie une usine à gaz au bois (1852) et, par opposition au Léman, il n'existe pas de possibilité d'étendre le marché en raison des déficiences du transport fluvial sur le Haut-Rhin.⁸ Par contre dès que les principales villes du pays sont reliées entre elles dans le cadre de la première étape d'édification du réseau ferroviaire suisse (1854–1864), un vaste marché s'ouvre au charbon importé. Comme le note Daniel Marek, le phénomène prend d'autant plus d'ampleur que les compagnies ferroviaires sont directement intéressées par le transport de la houille qui compte pour 5–25% du fret entre 1855 et 1873. Il ne faut dès lors guère s'étonner si désormais le rapport entre houilles nationale et importée s'inverse en faveur de la seconde. L'auteur bernois montre que ces importations deviennent massives à partir de 1858, soit au moment où Colladon rédige sa note. Les importations charbonnières dépassent les 100'000 t dès 1860, alors que la production nationale stagne à 38'000 t, pour atteindre 1 mio. de t en 1890 et passer le cap des 2 mio. de t au tournant du 20^e siècle. A cette dernière date, la production indigène se limite aux 6% des importations.

Ayant déjà vécu en tant qu'ingénieur du gaz de Genève une crise du charbon importé pendant la période troublée de 1847/48 où se combinèrent les effets de la guerre du Sonderbund et la crise urbaine parisienne, Colladon est précoce à prendre conscience des risques encourus par le pays dès lors que la pénétration de la houille étrangère s'annonce massive.⁹ En conséquence, la dépendance énergétique du pays est devenue une réalité qui peut s'avérer dangereuse en cas de nouvelles tensions internationales. Il convient dès lors de pousser les solutions technologiques au sens où l'entend Colladon dans sa note.

De l'usine au service public: le câble téléodynamique, années 1860 et 1880

Quels sont les processus engagés pour y parvenir? Les Suisses commencent par répliquer les processus à l'origine des premières infrastructures de service public en projetant sur l'espace public des solutions nées en espace usinier. La machine à vapeur créée par Thomas Savery pour exhausser l'eau des mines de cuivre des Cornouailles insère, dès le 18^e siècle, les réseaux d'adduction d'eau londonien (1712) et parisien (1777).¹⁰ Comme on le sait, les chemins de fer sont nés dans

le prolongement de l'exploitation minière où des chariots sur rail évacuaient les décombres dans les galeries. Pour transporter l'énergie hydromécanique, les pionniers des années 1850–1860 prennent comme base les installations les plus performantes et récentes adoptées par l'industrie textile mécanisée: turbines pour produire l'énergie et câbles télédynamiques pour la transmettre selon une innovation attribuée aux frères Charles et Ferdinand Hirn originaires d'Alsace, une région où la mécanisation de l'industrie textile se situe aux avant-postes.¹¹ En Suisse, c'est logiquement l'ancienne entreprise de filature mécanique convertie à la construction de machines textiles, Rieter & Cie, qui fait du câble sa spécialité. Se pose la question du financement d'une imposante infrastructure combinant production centralisée d'énergie à connecter avec un système de transport et distribution. Les cantons, le plus souvent propriétaires des cours d'eau, se limitent à accorder des concessions, alors que les municipalités, appelées à se prononcer parce que les installations utilisent leur espace public, déclinent l'offre de l'exploitation directe dans un temps où le mode des concessions s'impose presque partout: gaz d'éclairage, chemins de fer et nouvelles adductions d'eau sous pression. A Schaffhouse, l'affaire est prise en charge par l'horloger Heinrich Moser (1805–1874). Il veut faire de cette ville une place industrielle capable de lutter avec une concurrence étrangère favorisée par la proximité de réserves d'énergie. Le terrain est bien préparé, car la région de Schaffhouse fait en effet office, dès les années 1850, de site énergétique pilote. La Schweizerische Industrie Gesellschaft (SIG), créée en 1853 par le «roi» des chemins de fer Alfred Escher, y installe ses ateliers en étendant au maximum la solution traditionnelle de l'arbre de transmission sur plus de 80 m. Mais ce choix s'avère délicat, puisqu'il faut faire avec les risques de rupture de l'axe. De son côté, l'enseignant en physique au collège local, F. Amsler-Laffon, propose l'air comprimé non seulement pour alimenter en force motrice les ateliers des SIG, mais encore comme alternative au câble pour approvisionner Schaffhouse en énergie mécanique. Finalement, Moser s'impose et fait édifier sur les bords du Rhin entre 1863 et 1866 un bâtiment central, doté de trois turbines de 200 CV chacune, relié par câbles télédynamiques aux abonnés répartis sur 500 m le long des rives du Rhin.

Cette première expérience est suivie d'une autre à Fribourg. Elle est l'œuvre du centralien Guillaume Ritter. Bien que né à Neuchâtel, il est originaire de l'espace pilote alsacien. Il s'engage à la fin des années 1860 à édifier une station centrale à câbles. Déjà expérimenté dans des adductions d'eau urbaines en France et en Suisse, il voit grand, trop grand, avec un projet d'exploitation des eaux et forêts qui vise à faire de Fribourg un centre industriel européen. Dans son étude comparée des transmissions d'énergie, l'ingénieur allemand Beringer indique un rendement technique de 90% jusqu'à un kilomètre de distance réduit à 60% sur 5 km.¹² Mais la diffusion de cette technologie souffre de sa transposition d'un espace usinier à

l'espace public. Comme il est dangereux, il exige un espace spécialement aménagé. Il ne se prête dès lors pas à une «irrigation urbaine en force motrice» comme le proposera l'eau sous pression. Les câbles peuvent en effet se rompre, ce qui peut s'avérer fort dangereux sur un espace public et il faut encore prévoir une place réservée à la maintenance, car les câbles se détendent et il faut fréquemment les resserrer. En conséquence les coûts d'entretien sont élevés. Par ailleurs, toujours par comparaison avec l'eau sous pression, il n'est pas possible de mesurer l'énergie distribuée, ce qui place l'exploitant à la merci du consommateur pour les petites distributions de 5–10 CV. Sur le plan économique, ces ambitieux projets nés dans les bonnes années économiques sont fragilisés par la guerre franco-prussienne de 1870–1871 et par la Grande dépression (1873–1895) qui suit. La Société des eaux et forêts de Ritter fait faillite. Par contre, toujours par rapport à l'eau sous pression, le câble supporte mieux l'altitude. Il est ainsi préféré à Bellegarde et à Fribourg où la station centrale est localisée en contrebas à une quarantaine de mètres d'un plateau surélevé à desservir. Mais en fin de compte, lorsque le choix est possible, comme à Zurich qui propose aussi bien le câble que l'eau motrice sous pression, les consommateurs optent très nettement en faveur de l'eau sous pression.¹³

La parenthèse de l'air comprimé, années 1860 et 1870

L'air comprimé offre également une alternative. On retrouve le mécanisme de transposition de technologies nées en espace usinier vers l'espace public. L'air comprimé a en effet d'abord été créé comme système de percement et d'aération des galeries minières. Puis des ingénieurs français (Andraud, Mékarsky) et des centraliens suisses (Colladon et le Vaudois L. Gonin)¹⁴ l'envisagent pour propulser les chemins de fer jusqu'au sommet des Alpes.¹⁵ Selon Beringer, le rendement technique est intéressant: 55% sur 100 m jusqu'à 1 km, puis encore 50% jusqu'à 10 km.¹⁶ Mais, dans la pratique comme avec le câble, les obstacles sont multiples. La fabrication de l'air comprimé a pour conséquence d'échauffer les installations de production. Il convient dès lors d'injecter de l'eau de refroidissement. A l'inverse, le transport d'air comprimé dans les conduites s'accompagne d'humidité, il faut alors injecter un jet de vapeur pour éviter le gel. Dans ces circonstances, le rendement technico-économique de ce système secondaire d'énergie trop lourd s'effondre et dès lors son usage en Suisse va se limiter au percement des tunnels alpins (Mont-Cenis et St-Gothard) et à une courte expérience de propulsion d'un tramway à Berne.

L'eau sous pression: l'irrigation urbaine, 1869–1886

L'eau motrice sous pression constitue l'alternative la plus solide avant le moteur électrique des années 1890. Elle naît aussi en espace usinier. Tant en Angleterre qu'en France, on l'utilise en effet comme énergie pour mouvoir des engins de manutention dans les gares et sur les docks. A Liverpool, Manchester, Birmingham et Londres, les créateurs de réseaux commencent par utiliser des conduites communes avec les adductions d'eau, avant de s'orienter vers des réseaux séparés, car répondant mieux aux spécificités de chacun des usages en termes de pression.¹⁷ En Suisse, c'est au contraire un usage combiné qui va s'imposer. Cette combinaison implique un certain style qui apparente la distribution de force motrice à un contrôle social exercé par les élites sur le monde urbain. Les adductions d'eau s'inscrivent dans une perspective de propagation de l'hygiène alors que les petites distributions d'eau motrice s'attachent à défendre un artisanat urbain menacé par les concentrations industrielles. Il ne faut dès lors guère s'étonner si ce sont des ingénieurs issus des familles patriciennes qui vont s'illustrer dans ce registre particulier. Globalement, l'eau motrice sous pression est stimulée par la hausse du «diamant noir» enregistrée dans le sillage de la guerre franco-prussienne de 1870/71. Entre le 1^{er} mai 1869 et le 1^{er} décembre 1873, le prix du charbon importé des mines de la Sarre augmente de 230%.¹⁸ Le problème de dépendance énergétique prend tout son sens.

On pourrait penser au premier abord que Genève est bien placée pour jouer les premiers rôles ; or, la prise de conscience précoce de Colladon, la présence d'abondantes ressources hydrauliques dans le canton (Rhône et Arve), ainsi que l'existence depuis 1708 d'une machine hydraulique de pompage¹⁹ sont des facteurs dynamiques qui contrastent singulièrement avec un retard considérable. Des statistiques publiées pour l'exposition de Philadelphie en 1876 montrent que Genève, avec une puissance installée de seulement 500 CV, se situe alors en avant-dernière position de tous les cantons, derrière Unterwald avec 400 CV.²⁰ Il se trouve que le gouvernement de la Restauration genevoise décide de maintenir la question de l'eau dans les processus traditionnels. L'eau reste en effet municipale et modeste et le gouvernement préfère continuer de s'adresser à un maître d'œuvre français (Cordier) pour la fourniture des roues et leur installation. Dans ces circonstances, un vaste projet d'adduction d'eau privée de Genève, proposé par Colladon au milieu des années 1830, obtient une fin de non-recevoir. Certes, Colladon peut compter dans son entourage sur une batterie d'ingénieurs formés à Paris, dont les fils de conseiller d'Etat chassés du pouvoir en 1846 par la prise de pouvoir radicale de Jules Faesch (Centrale) et Edouard Lullin (Ponts et chaussées), mais Genève, qui a jusque-là très largement privilégié la création de réseaux (gaz et eau) au détriment des fournisseurs locaux d'équipement, peine à combler un vide. Dès lors, les efforts genevois restent logiquement bloqués au niveau de la fabrication des

moteurs premiers. En 1866, la roue fabriquée par Lullin et destinée à renforcer les capacités de pompage de la machine hydraulique municipale se rompt. Le spectre de l'interruption de service se concrétise. En conséquence, la municipalité genevoise se tourne à nouveau vers des fournisseurs extérieurs: français (Girard) et suisse (Benjamin Roy à Vevey). La pente sera difficile à remonter.

À Zurich, qui connaît un contexte analogue à Genève dans la mesure où il faut pomper l'eau dans un cours d'eau par défaut de sources adéquates dans son environnement direct, le potentiel créatif repose sur des bases plus solides de par la présence de constructeurs de machines hydromécaniques (Escher, Wyss; Rieter), de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) où la mécanique y est enseignée et surtout d'une dynamique urbaine qui s'appuie sur des nouvelles infrastructures de service public. Arnold Bürkli (1833–1893), issu d'une famille enrichie dans le textile, formé à Berlin et ingénieur municipal depuis 1860, engage de vastes travaux urbains.²¹ De nouveaux quartiers dédiés aux affaires et au chemin de fer sont édifiés et les anciens rénovés. À ce titre, la nouvelle circulation des eaux s'avère essentielle tant pour éradiquer les maladies, comme la crise du choléra en 1867, que pour distribuer de l'énergie à l'industrie urbaine. Dans ce dernier but, la municipalité zurichoise lance en 1869 un concours pour créer un moteur récepteur hydromécanique à connecter au réseau d'eau sous pression. L'ingénieur EPFZ en machines Albert Schmid (1847–1915) le remporte. Son parcours traduit bien le cheminement qui conduit les innovateurs à passer d'un système technique à un autre, en l'occurrence du ferroviaire à l'hydromécanique. Comme Colladon, Schmid connaît bien les moteurs à vapeur qui représentent à la fois un point de référence et un modèle pour créer un moteur hydromécanique. Sa trajectoire le conduit d'Escher, Wyss & Cie, aux Schweizerischen Nordostbahn où il s'occupe surtout de la construction de locomotives. En tant que conducteur de locomotives, il élargit son champ d'expériences de l'Angleterre aux empires austro-hongrois et russe. De retour à Zurich, il utilise les ateliers de l'EPFZ pour créer son moteur qui se diffuse dans plusieurs villes du pays.²² Jusqu'en 1875, 400 moteurs sont produits par la firme Martini & Cie à Frauenfeld, puis 100 dans ses propres ateliers sur les bords de la Sihl.²³ Selon Bürkli, la nouvelle eau doit être municipale et ne pas tomber en mains privées comme c'est surtout le cas en Suisse romande (Vevey, Lausanne, Neuchâtel, Fribourg). Il estime ne devoir ni justifier, ni même débattre de la municipalisation des eaux tant elle va de soi.²⁴

Le transfert du modèle municipal à eau sous pression de Zurich vers Genève traduit bien un processus national de création technologique. Aux transferts de technologies des pays avancés vers la Suisse, se sont ajoutés des emprunts technologiques à l'échelle nationale de ville à ville. L'ingénieur genevois Théodore Turrettini (1845–1916) prend en main la greffe de Zurich vers Genève. En tant que directeur de la Société genevoise d'instruments de physique (SIP), il fait fabriquer dès 1870 sous licence des moteurs Schmid à connecter sur le réseau municipal à

eau sous pression. L'importation du municipalisme, loin d'être évidente de la part d'un libéral-conservateur, s'est imposée en février 1882 pour contrer un projet de compagnie privée à câbles soutenu par les ennemis radicaux, en particulier le conseiller d'Etat chargé des Travaux publics: Alexandre Gavard. L'enjeu consiste à résoudre le déficit structurel à venir des finances municipales dès lors que le droit d'octroi sera retiré dès les années 1890 à la municipalité. Pour ce faire, les libéraux-conservateurs souhaitent s'emparer de la rente urbaine liée à l'utilisation des forces motrices du Rhône en vue de distribuer, en position de monopole, l'eau pour les ménages et l'industrie, puis l'électricité dès que possible. Le marché visé n'est pas seulement l'approvisionnement de la ville, mais encore l'ensemble des communes suburbaines et campagnardes. La stratégie consiste à substituer la municipalité de Genève à la compagnie privée sur le point de se faire attribuer la concession par le canton. Pour ce faire, les députés libéraux-conservateurs parviennent à bloquer le processus d'attribution au canton dans l'attente des élections municipales qui montreront si l'opinion publique soutient l'attribution de la concession à la municipalité de Genève. Les libéraux-conservateurs remportent les élections et Turrettini se fait élire en 1882 conseiller administratif en charge des Travaux publics, une position depuis laquelle, à l'instar de Bürkli à Zurich, il peut imposer l'eau sous pression municipale. Ce modèle, élargi et perfectionné à Genève, débouche sur l'édification de la centrale à eau sous pression de la Coulouvrenière (1883–1886) dotée de 20 turbines de 310 CV livrées par Escher, Wyss & Cie. Le milieu genevois des ingénieurs libéraux-conservateurs se focalise sur la création d'un moteur récepteur plus performant que le Schmid: la turbine Faesch-Piccard.²⁵ Dans ce sillage naissent Piccard, Pictet & Cie, précurseur des Ateliers des Charmilles.

La connexion de la dynamique nationale de l'eau sous pression à la dynamique internationale de l'électricité, dès 1875

Comme nous l'avons vu, les créateurs suisses de réseaux passent d'un système technique à l'autre. C'est ce que confirme, dans les années 1890, le passage de l'eau sous pression, devenue rapidement un choix suboptimal, à la nouvelle énergie électrique dont la supériorité ne repose pas seulement sur des usages diversifiés (éclairage, distributions de force motrice, électrochimie) mais encore, et surtout, sa capacité à s'étendre à plus grande échelle. Comment expliquer ce tournant décisif?

En fait, la hausse du «diamant noir» du début des années 1870 n'a pas seulement pour conséquence de stimuler l'eau sous pression, mais également d'accompagner une autre alternative. Dès le milieu des années 1870, les ingénieurs suisses fondent leur espoir sur ce qu'ils appellent encore «l'électromagnétisme». Fait peu connu,

car évacué par la mémoire collective des industriels tant genevois que zurichoïses, c'est bel et bien un Bâlois qui se trouve à l'origine de l'industrie électromécanique en Suisse. Le milieu novateur zurichoïse s'illustre à nouveau. Le Bâlois Emil Bürgin (1848–1933) présente le même profil que Schmid. Diplômé EPFZ, son expérience industrielle le conduit aussi de l'hydromécanique (Socin & Wick, Bâle) aux engins à vapeur (Schweizerische Lokomotiv- und Maschinen Fabrik, SLM). Il bénéficie encore d'une expérience internationale plus soutenue qui le mène à Paris où il travaille dans une fabrique de locomotives et suit des cours au Conservatoire des arts et métiers (CNAM), ainsi qu'à New York où il installe des machines à froid.²⁶ En recherchant un système d'adhérence plus performant sur fortes pentes pour gravir l'Uetliberg, il va s'intéresser à l'électricité. L'«électromagnétisation» des axes d'une locomotive augmente en effet l'adhérence de 25%.²⁷ Bürgin se tourne dès lors vers la production d'énergie électrique et son choix se porte sur la dynamo Gramme qui présente l'intérêt d'être déjà engagée dans un processus de fabrication. Pour dorer ses produits, la maison d'orfèvrerie Christoffle à Paris l'avait substituée aux piles encombrantes et nauséabondes. En l'améliorant, Bürgin crée sa propre dynamo qu'il fait fabriquer à Genève par la SIP.²⁸ Mais la technologie électrique stagne laissant encore le champ libre à l'eau sous pression. Il faut en effet attendre coup sur coup la percée commerciale réalisée en 1881 par Edison à Paris,²⁹ puis l'année suivante la tentative avortée de transport d'électricité sur 50 km à Munich³⁰ pour relancer le processus de création des réseaux électriques. Alors, que l'éclairage fournit une base sûre dans le sillage d'Edison, les perspectives liées aux distributions de force motrice représentent de nouvelles occasions à saisir.

La donne a changé. Le processus d'innovation n'est plus seulement porté par des créateurs de réseaux comme le Français Marcel Deprez, professeur de physique au CNAM, l'ingénieur-conseil bavarois Oskar Von Miller³¹ ou encore Théodore Turrettini. Désormais, des constructeurs de machines, dopés par les perspectives d'imposer une vaste gamme de produits sur de nouveaux marchés, investissent en capitaux et en techniciens en vue d'une fabrication à grande échelle. En d'autres termes, à la rente urbaine offerte par l'exploitation de réseaux hydroélectriques en position de monopole s'ajoute une rente industrielle à saisir par les fournisseurs d'équipement. A Genève, les techniciens de la SIP essaient: Bürgin à Bâle où il crée sa propre entreprise spécialisée, René Thury (1860–1938), formé à Menlo Park au laboratoire d'Edison, à Genève chez De Meuron & Cuénod (précurseur des Ateliers de Sécheron). Les gros calibres de la région zurichoïse, la SLM et les Maschinen Fabrik Oerlikon (MFO), menacés sur leur principal produit par la Grande dépression, se mettent également de la partie en acquérant des licences de fabrication française et belge.³² La course engagée sur le segment stratégique du transport de l'énergie électrique s'effectue en deux temps. Les débuts sont modestes avec des démonstrations à l'exposition nationale de Zurich (1883).³³ Ils

sont suivis par des transports de force électrique permanents dont le plus important est celui réalisé en 1886 à Soleure par Charles E.-L. Brown (1863–1924): 30 CV destinés à une fabrique de vis sont transportés sur 8 km avec un rendement de 75%.³⁴ Puis une nouvelle perspective de crise énergétique provoquée en 1889 et 1890 par des grèves dans les mines de la Sarre et de la Ruhr précipite la démonstration d'envergure.³⁵ C'est finalement la dynastie des Brown alors chez MFO qui l'emporte en 1891 lors du transport d'énergie hydroélectrique sur 177 km réalisé à l'exposition de Francfort-sur-le-Main.³⁶ Les rendements obtenus, entre 68,5% et 75,2%, relèguent les transmissions concurrentes d'énergie aux oubliettes.³⁷ Le résultat est naturel dans la mesure où cette dynastie d'ingénieurs anglais immigrée en Suisse incarne l'adaptation des nouvelles technologies aux contraintes suisses. Il s'agit de produire des technologies thermiques économes en charbon, des systèmes de traction sur forte pente et bien sûr des systèmes hydromécaniques. L'Allemand Walter Boveri (1865–1924), lui aussi ancien de MFO et cofondateur de Brown, Boveri à l'automne 1891, intègre le modèle allemand de l'*Unternehmensgeschäft* pour s'imposer sur les marchés suisses et européens. A Genève dans le sillage de l'expérience gazière pilotée par Colladon, Turrettini délaisse la fourniture d'équipement pour se dédier entièrement à la création de réseaux. A grand renfort d'emprunts technologiques, cette fois des chutes du Niagara, il édifie entre 1893 et 1896, sur le Rhône 7 km en aval de Genève, la première centrale hydroélectrique à courant polyphasé en Europe.

Le développement problématique des réseaux, 1891–1939

Au moment où l'énergie apparaît comme transportable sur longue distance se posent des questions fondamentales. On ne remet pas en cause le monopole, mais à qui le donner? La question s'avère délicate, car les expériences précédentes qui ont fait la part belle aux compagnies privées sont largement remises en cause. En d'autres termes, une mémoire des réseaux s'est constituée et force est de constater dans les années 1890 qu'elle est défavorable aux compagnies privées. En espace urbain, les compagnies gazières, nées dans les années 1840–1850, sont municipalisées en raison de leur comportement malthusien – elles n'investissent plus et risquent de faire obstacle à la grande œuvre nationale hydroélectrique –, alors que le Conseil fédéral suivi par le Peuple en février 1898 ne font plus confiance au modèle des compagnies privées ferroviaires, car elles apparaissent manipulables par les barons financiers parisiens et berlinois. La Confédération se tient à l'écart des solutions jugées trop radicales, proposées par l'extrême gauche bâloise (Société Frei-Land). Elles consistent à nationaliser le transport de l'énergie et toutes les ressources hydrauliques encore disponibles.³⁸

L'idée maîtresse consiste à maintenir à l'écart toute tentative d'accaparement des ressources hydrauliques, une menace dont les chemins de fer viennent de se débarrasser, et à partager le gâteau hydroélectrique entre tous les acteurs nationaux en formant une barrière protectrice contre l'intrusion jugée malsaine des capitaux et de l'industrie allemands. On se méfie également des cantons dont l'action s'est révélée désastreuse avec les chemins de fer. Ils peuvent se servir, car le droit d'accorder des concessions leur appartient. Ce sont les communes qui obtiennent le monopole du transport de l'électricité. Comment l'expliquer? Il se trouve qu'une alliance s'est établie entre Confédération et villes. Deux d'entre elles, Zurich en 1883 et Genève en 1896, se sont montrées dignes en matière d'intérêt général lors d'expositions nationales. La loi fédérale de 1902 sur les installations électriques donne logiquement le monopole aux communes. Quant à la loi fédérale de 1916 sur l'utilisation des ressources hydrauliques, elle fait une place aux Chemins de fer fédéraux en les dotant du droit de réquisition des concessions hydrauliques dont ils ont besoin pour introduire la traction électrique.³⁹

Le rail fédéral mort-né et l'interconnexion des réseaux, 1916–1939

La crise énergétique provoquée par la Première Guerre mondiale montre des failles dans le dispositif des réseaux. Certains sont excédentaires, alors que d'autres sont en pénurie. Il faut donc les relier, mais comment? Une partie de l'administration fédérale souhaite imposer une solution par le haut. Un rail électrique à haute tension devait alors relier les lacs de Constance et du Léman auquel les entreprises devaient se connecter soit pour proposer leurs surplus, soit pour se fournir en énergie. L'interconnexion devenue indispensable se fera, mais par les acteurs eux-mêmes qui se réunissent au sein de groupements d'interconnexions (EOS et NOK).⁴⁰ Toutefois, l'interconnexion ne résout pas la question de la multitude de compagnies d'électricité nées dans le sillage du concept du partage «en bons Suisses» de la ressource nationale. L'avenir nous dira quel sort réservera la libéralisation des marchés de service public à cette approche inscrite dans la longue durée.

Notes

- 1 Bayly Christopher, *La Naissance du monde moderne (1780–1914)*, Paris 2007, p. 224–229.
- 2 Bibliothèque de Genève (désormais BG), Ms fr 3758: Notes et considérations générales sur l'utilisation de la puissance motrice des rivières et des fleuves, Genève 1858.
- 3 Voir Colladon Daniel, *Souvenirs et mémoire: autobiographie*, Genève 1893.
- 4 Pelet Paul-Louis, «Charbon (exploitation)», *Dictionnaire historique de la Suisse*, [http:// www.hls-dhs-dss](http://www.hls-dhs-dss) (version du 11. 2. 2005).

- 5 Les chiffres sont repris des évaluations de Marek Daniel, «Der Weg zum fossilen Energiesystem. Ressourcengeschichte der Kohle am Beispiel der Schweiz 1850–1910», in: Abelschäuser Werner (éd.), *Umweltgeschichte. Umweltverträgliches Wirtschaften in historischer Perspektive*, Göttingue 1994, p. 56–75, ici 67.
- 6 Lavarino Albert, *Le centenaire de l'industrie du gaz à Genève*, Genève 1944, p. 24, 32.
- 7 Rivet Felix, *La navigation à vapeur sur la Saône et le Rhône (1783–1863)*, Paris 1962, p. 105–135, 154 s.
- 8 Nous nous basons sur Marek (cf. note 5), p. 65–68; voir également du même auteur: *Die Industrialisierung der Schweiz aus der Energieperspektive (1850–1900)*, thèse, Université de Berne, manuscrit, 1992.
- 9 Lavarino (cf. note 6), p. 28.
- 10 Mantoux Paul, *La révolution industrielle au XVIII^e siècle*, Paris 1959, p. 325; Payen Jacques, *Capital et machine à vapeur au XVIII^e siècle*, Paris 1969, p. 81, 99–135.
- 11 Nous nous basons sur notre étude: Paquier Serge, *Histoire de l'électricité en Suisse (1875–1939)*, Genève 1998, vol. 1, p. 303–399. Voir également Schnitter Niklaus, *Die Geschichte der Wasserbaus in der Schweiz*, Oberbözing 1992.
- 12 Beringer A., *Kritische Vergleichung der elektrischen Kraftübertragung mit den gebräuchlichsten mechanischen Übertragungssystem*, Berlin 1883, p. 86.
- 13 Turrettini Théodore, *L'utilisation des forces motrices du Rhône*, Genève 1890, p. 81–86, 272–217.
- 14 BG, Ms fr 3448, Elèves ingénieurs Ecole centrale à Genève et Vaud. Merci à Luc Weibel de nous avoir transmis ce document.
- 15 Voir: *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et architectes* (1881), p. 6 ; Paquier (cf. note 11), vol. 1, p. 95–98, 336–344.
- 16 Beringer (cf. note 12), p. 56–78, 94.
- 17 Paquier (cf. note 11), vol. 1, p. 90–93.
- 18 *Die Eisenbahn* 5 (1876), p. 56.
- 19 Bétant Alfred, *Puits, fontaines et machines hydrauliques de l'ancienne Genève*, Genève 1941, p. 51–105.
- 20 *Die Eisenbahn* 4 (1876), p. 8–11.
- 21 Baumann Walter, *Anorold Bürkli (1833–1894)*, Meilen 1994.
- 22 *Schweizerische Bauzeitung* (désormais SB) 65 (1915), p. 42 s.
- 23 Vischer Daniel L., *Wasserbauer und Hydrauliker der Schweiz*, Baden s. d., p. 110 s.
- 24 *Polytechnische Zeitschrift* 14 (1869), p. 121–123.
- 25 Turrettini (cf. note 13).
- 26 SB 102 (1933), p. 191–192.
- 27 *Die Eisenbahn* 1/13 (1874), p. 146.
- 28 *Ibid.*, 5 (1876), p. 57–58.
- 29 Cardot Fabienne, «L'exposition de 1881», in: Caron Cardot, *Histoire de l'électricité en France de l'électricité*, p. 19–33; Fox Robert, «Thomas Edison's Campaign: Incandescent Lighting and the Hidden face of Technology Transfer», *Annals of Science* 53 (1996), p. 157–193.
- 30 Hughes Thomas, *Networks of Power*, Londres, Baltimore 1983, p. 335.
- 31 Voir Pörtner Rudolf, *Oskar von Miller*, Dusseldorf, Vienne, New York 1987.
- 32 Paquier Serge, «L'industrie suisse des machines pendant la Grande dépression de la fin du XIX^e siècle», in: Lanthier Pierre, Watelet Hubert (éd.), *Private Enterprise during Economic Crisis. Tactics and Strategies*, New York, Ottawa, Toronto 1997, p. 67–83.
- 33 Voir Weber Heinrich-Friederich, «Dynamomaschinen und deren Verwendung», *Bericht über Gruppe 32: Physikalische Industrie, Schweizerische Landesausstellung Zürich 1883*, Zurich 1884, p. 52–54.
- 34 SB (1886), p. 156–158.
- 35 Marek Daniel, «Charbon (importation et consommation)», *Dictionnaire historique de la Suisse*, [http:// www.hls-dhs-dss](http://www.hls-dhs-dss) (version du 11. 2. 2005) ; Duc Gérard, *Les tarifs marchandises des chemins de fer suisses (1850–1913). Stratégie des compagnies ferroviaires: nécessité de l'économie*

- nationale & évolution du rôle régulateur de l'Etat*, thèse, Université de Genève, SES, manuscrit 2007, p. 311 s.
- 36 Voir Müller Ch.-E., «Le cinquantenaire de la transmission à courant triphasé», *Bulletin Oerlikon* 231 (1941), p. 1438–1443; 232, p. 1446–1452; *SB* 17 (1891), p. 28 s.
- 37 *Offizieller Bericht über die International Elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt am Main 1891*, vol. II, Francfort-sur-le-Main, 1894, p. 361.
- 38 Paquier (cf. note 11), 2, p. 924–932.
- 39 *Ibid.*, p. 909–945.
- 40 *Ibid.*, p. 831–859.