

Poussé par la Révolution industrielle, le 19e siècle foisonne d'innovations et de découverte en tous genres, qui transforment en profondeur la société, les sciences et l'industrie. Photographie, médecine, transports, électricité... Tous les domaines sont concernés. Loin d'être de simple jalons techniques, ces inventions posent les fondations d'un monde moderne, connecté et en perpétuel mouvement. Pendant longtemps, l'électricité a été le symbole de la modernité, porteuse d'un type de progrès technique et dont l'impact sur les modes de vie a été tout à fait essentiel. La modernité s'est traduite par la volonté d'encourager et de favoriser l'essor et la pénétration de cette énergie particulière. Des années 1880 jusqu'aux années 1970, l'électricité, sous des modalités diverses, a accompagné une profonde mutation des modes de vie.

Voici trois études sur les progrès en électricité et en téléphonie, fin du XVIIIème siècle

i - Les progrès de l'électricité fin 1893

II - Réflexions sur l'électricité à l'Exposition universelle de 1900

III - Téléphone, électricité : étude comparée de deux législations fondatrices

I Les progrès de l'électricité en 1893 :

Il semble décidément que l'électricité est sortie de la période des grandes découvertes et des inventions géniales, car l'année 1893 encore n'a rien apporté d'une importance majeure.

Toutefois, il reste toujours de grands problèmes à résoudre et bien des questions à élucider : nous nous trouvons dans une période d'études préliminaires et de perfectionnements.

C'est ce qu'on a pu constater en visitant l'*Exposition de Chicago*; elle n'a pas présenté, comme l'*Exposition d'électricité de 1881*, des choses essentiellement nouvelles, mais on y a vu la réalisation sur une grande échelle de ce que sa devancière de 1881 permettait d'attendre.

La production en masse, l'uniformité des types et la grandeur des unités sont la caractéristique bien nette de l'industrie américaine, dont l'Exposition donnait une fidèle image; ces particularités très avantageuses au point de vue des résultats commerciaux sont la conséquence de la centralisation par de grandes compagnies de diverses branches de l'industrie; la méthode américaine, qui repose surtout sur la division rationnelle du travail se développe en France, et si le mouvement qui se dessine se poursuit, l'*Exposition de 1900* montrera ce que peut l'initiative française secondée par une méthode rationnelle de travail.

Le Congrès que les électriciens ont tenu pendant la durée de l'Exposition a eu pour résultat de faire adopter définitivement les unités choisies par les congrès précédents, qui sont donc devenues des unités vraiment internationales.

Notons aussi la substitution du nom de « henry » au nom de « quadrant » par lequel on désignait en Europe l'unité de self-induction.

Pour donner un aperçu rapide de ce que l'année qui vient de s'écouler a apporté de nouveau, nous dirons d'abord un mot des applications électriques.

Les grandes industries électriques, l'éclairage, la traction et le transport de la force, sont en progrès continu et forment dès à présent une branche importante de la mécanique générale.

Nous ne voyons rien d'essentiellement nouveau dans l'éclairage électrique : les prix des appareils et des lampes diminuent de plus en plus par suite de la plus grande consommation et de la concurrence, mais les systèmes eux-mêmes n'ont subi que des modifications de détail. Le nombre prodigieux de lampes à arc qu'on invente chaque année montre qu'on n'a pas encore trouvé la lampe véritablement pratiques donnant une lumière absolument fixe et dont les charbons puissent servir pendant un temps suffisamment long, le renouvellement fréquent de ces charbons étant un sérieux ennui pour l'éclairage en grand.

On a proposé et réalisé cette année des globes diffuseurs pour lampes à arc dont il convient de dire un mot, tant le principe sur lequel reposent ces appareils est ingénieux.

Comme la lumière nue de l'arc est beaucoup trop intense et projette des ombres trop nettes, on s'est servi dès l'origine de l'éclairage à l'arc de globes diffusants formés le plus souvent par du verre opalescent qui font perdre par absorption une grande quantité de la lumière émise.

MM. Psadouraki et Blondel, pour éviter cet inconvénient, se sont proposé le problème suivant : Etant donné un point lumineux, construire autour de ce point comme centre un globe de verre transparent taillé de telle façon que pour un observateur placé en dehors, tous les points de ce globe paraissent également éclairés; en un mot répartir la lumière du point lumineux uniformément sur la surface de ce globe. Ce problème, fort compliqué, mais non impossible à résoudre, a conduit à la construction de globes d'un genre tout à fait nouveau et certainement appelés à rendre des services.

M. Frédureau a, de son côté étudié le problème et présente cette année des globes diffuseurs pour arc et incandescence.

Pour les projecteurs électriques, on substitue de plus en plus les surfaces paraboliques aux surfaces sphériques, ce qui permet d'obtenir des appareils beaucoup plus puissants: les difficultés de construction de ces surfaces paraboliques sont vaincues petit à petit et de sérieux progrès ont été réalisés dans cette voie pendant, l'année dernière:

Au point de vue des compteurs électriques, nous n'avons à signaler rien de nouveau ; ce sont toujours les types connus plus ou moins perfectionnés qui sont utilisés. Ces appareils sont le plus souvent d'une complication telle qu'il est à désirer qu'un jour on en trouve de plus simples.

Le problème du transport électrique de l'énergie a fait depuis quelque temps des progrès considérables. Plusieurs nouvelles installations ont été réalisées et on a considérablement perfectionné les méthodes de transmission. On peut dire que les hautes tensions sont entrées dans la pratique courante; comme ces tensions ne sont jusqu'ici possibles qu'avec l'emploi des courants alternatifs, on a été forcément conduit à étudier à fond les moteurs utilisant ces courants.

On sait qu'il existe plusieurs types de moteurs à courants alternatifs, dont les uns sont basés sur un synchronisme rigoureux entre les réceptrices et les génératrices, tandis que dans les autres ce synchronisme n'est pas une condition essentielle de fonctionnement.

Les moteurs synchrones, qui présentent des avantages sérieux lorsqu'il s'agit de grandes puissances et d'une marche continue, n'ont pas reçu de grands perfectionnements, parce qu'ils répondent suffisamment aux conditions exigées de sécurité et de rendement. Rappelons que ces moteurs diffèrent très peu des génératrices alternatives, l'excitation des inducteurs étant obtenue par des procédés divers.

Si ces moteurs ne sont pas plus employés dans la petite industrie, c'est que leur mise en marche exige des précautions spéciales; ces machines ne démarrent pas seules comme les moteurs à courant continu, ce qui entraîne l'addition d'un petit moteur supplémentaire devant forcément démarrer tout seul. Dans le but d'éviter l'emploi de ce petit moteur, on a proposé plusieurs dispositions spéciales, qui ont conduit à des résultats assez satisfaisants.

Les moteurs asynchrones sont presque tous à champ magnétique tournant; ces moteurs offrent des avantages particuliers pour les petites installations par la facilité de la mise en route et l'absence d'excitatrice et de commutateurs.

Ils ne présentent pas encore tous les avantages des moteurs à courant continu, à cause du maximum que présente leur couple à une certaine vitesse, ce qui interdit l'application de ces moteurs dans certains cas, pour la traction électrique, par exemple, à moins de dispositions spéciales.

Quelques esprits pratiques prétendent que les courants polyphasés ne sont qu'une transition qui permettra d'arriver à l'usage des moteurs à courants alternatifs simples. Dans ce genre, les moteurs à simple phase sont un acheminement. Dans ces moteurs, les inducteurs sont alimentés par le courant alternatif et l'induit est fermé en court circuit. Pour permettre à ces moteurs de démarrer, on a proposé l'emploi d'un second circuit inducteur dont le courant est décalé sur le premier d'environ 90°, pour produire un champ tournant; ou bien l'emploi d'un second circuit induit avec collecteur analogue à celui d'une machine à courant continu et en série avec les inducteurs. Une fois l'appareil lancé et une certaine vitesse étant acquise, ce second circuit est enlevé, et la machine continue à tourner, comme moteur à champ alternatif, l'induit étant alors en court circuit sur lui-même.

L'utilisation des forces hydrauliques des chutes du Niagara est entrée cette année dans la période d'exécution; les turbines sont prêtes et l'installation électrique est déjà fort avancée.

Le but principal qu'on se propose est de transporter l'énergie de cette chute à Buffalo, mais il est en outre question de la transporter beaucoup plus loin. On se servira naturellement de courants alternatifs; le transport en bloc se fera par des moteurs synchrones, et la distribution par des courants polyphasés ou des courants alternatifs simples. En étudiant ce problème on voit combien il serait important, comme l'a d'ailleurs fait remarquer M. Forbes, de pouvoir transformer le courant alternatif en courant continu. On se rappelle la solution proposée cette année par MM. Hutin et Leblanc à l'aide de leur appareil appelé « panchahuteur », et nous pouvons annoncer qu'une application de ce système est sur le point d'entrer en fonctionnement.

Il s'agit de transporter à Épinay un courant alternatif de 3000 volts engendré à La Chapelle et devant charger, à Epinay, une batterie d'accumulateurs sous la tension de 120 volts. A cet effet, deux appareils identiques ont été construits et expérimentés : l'un transformant du courant continu à 120 volts en courant alternatif à 3000 volts; l'autre faisant la transformation inverse. Les expériences en circuit local ont donné les résultats les plus satisfaisants au point de vue du rendement et du fonctionnement, et l'installation doit bientôt entrer en service régulier. La réussite de cette installation serait très importante pour l'emploi des courants alternatifs.

Les progrès réalisés dans la traction électrique sont considérables, principalement au point de vue du nombre d'installations. C'est surtout aux États-Unis que cette industrie se développe avec une rapidité étonnante. Les conditions d'exploitation ne sont pas, il est vrai, les mêmes qu'en Europe. Aux États-Unis, les villes sont bâties sur des terrains en palier, et les rues sont toujours rectilignes. Ceci explique la possibilité de moyens de locomotion rapide.

Cette rapidité devient une nécessité étant donnée la longueur des rues. De plus, les sociétés de transport ne se heurtent pas à une foule de formalités administratives. Les municipalités ont adopté un plan auquel elles se tiennent depuis longtemps. Les voies reliant les parcs entre eux sont plantées d'arbres et ne souffrent pas la présence de fils aériens télégraphiques, téléphoniques, de lumière ou de transport de force.

Ce sont les avenues de luxe. Pour toutes les autres voies, il y a liberté absolue de placer les fils électriques pour toutes destinations.

En France, nous n'avons à signaler que l'installation d'une seule ligne nouvelle, celle de Bordeaux; il y a donc en tout trois lignes à traction électrique: celles de Clermont-Ferrand, de Marseille et de Bordeaux celles-ci sont à fil aérien, d'après le système américain; à Paris il y a deux lignes sur lesquelles la traction s'opère au moyen d'accumulateurs.

Il est vrai que la ville du Havre va bientôt être aussi dotée d'un réseau de tramways électriques; on peut donc espérer que petit à petit ce genre si commode de locomotion s'acclimatera définitivement et qu'on se décidera à en faire un essai sérieux à Paris.

On se rappelle que depuis longtemps déjà M. Berlier a demandé la concession d'un tramway tubulaire à traction électrique devant traverser tout Paris, du bois de Vincennes au bois de Boulogne. Il paraît que des difficultés administratives s'accumulent sur cette entreprise et qu'il se passera encore beaucoup de temps avant que l'on puisse constater un commencement d'exécution. Pourtant, ce genre de tramways a donné pleine satisfaction à Londres, où l'on va bientôt commencer à prolonger le tramway tubulaire qui passe sous la Tamise.

Ce genre de traction convient particulièrement pour de longs tunnels; aussi a-t-on réalisé plusieurs installations de ce genre. On peut signaler en particulier aux États-Unis le cas du tunnel sous l'Ohio, où l'on met en service une locomotive électrique pouvant développer une force de 2500 chevaux.

A l'Exposition de Chicago on a vu fonctionner un véritable chemin de fer électrique, c'est-à-dire des trains composés de plusieurs voitures et trainés par des locomotives électriques. Ce chemin de fer d'une dizaine de kilomètres de long servait à transporter les voyageurs à l'intérieur de l'Exposition. Les trains se composaient de quatre longues voitures à deux boggies à 4 roues et à 100 places; la locomotive pourvue de 2 moteurs pouvait développer au démarrage une puissance de 500 chevaux.

Le grand chemin de fer électrique à marche extra-rapide entre Saint-Louis et Chicago qui devait fonctionner pendant l'Exposition n'a malheureusement pas pu être achevé en temps voulu.

En France, la Compagnie des chemins de fer du Nord a construit et essayé une locomotive à accumulateurs; nous ne savons pas si les résultats pratiques obtenus ont été favorables. Au Havre la locomotive électrique de M. Heilmann a donné, paraît-il, des résultats satisfaisants.

La compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée a fait l'essai d'une de ces locomotives pour la traction de wagons de charbon dans un tunnel où le manque de hauteur produit par des éboulements interdisait le passage avec des locomotives ordinaires.

L'application des effets chimiques et calorifiques des courants électriques a permis de réaliser des progrès sérieux.

Un des problèmes les plus importants dans ce genre est l'application du courant électrique à l'assainissement des villes. Les expériences instituées dans ce but par M. Hermite au Havre, expériences suivies avec intérêt par les délégués de plusieurs gouvernements, ont permis de se rendre compte des résultats qu'on peut obtenir, et le temps ne paraît pas fort éloigné où toutes les villes, à commencer par celles situées au bord de la mer, seront pourvues d'un système de ce genre. Plus les villes deviennent populeuses et plus grand devient le danger d'infection en cas de maladies contagieuses; la qualité de l'eau de source amenée à grands frais peut évidemment diminuer le danger, mais non le supprimer totalement; ce n'est que par une désinfection en grand qu'on peut arriver à ce résultat.

La chaleur dégagée dans des fours convenables par l'arc électrique permet depuis quelques mois de préparer certains métaux rares, qu'il était impossible d'obtenir autrefois en quantités appréciables; c'est toute une nouvelle électrometallurgie qu'on a ainsi créée. On peut classer dans ce même ordre d'idées le carborundum, silicure de carbone, dont la dureté, comparable à celle du diamant, a conduit à des applications intéressantes.

La production de l'aluminium par voie d'électrolyse suit toujours une marche ascendante.

Dans la seule usine de Saint-Michel, M. Minet produit journellement 400 kilogrammes d'aluminium en employant une force motrice hydraulique de 1200 chevaux. Il a réalisé divers perfectionnements dans la fabrication de ce métal, notamment par la pression totale de tout combustible extérieur aux cuves; le courant électrique produit les calories nécessaires pour maintenir le bain en fusion. M. Minet est d'ailleurs arrivé à utiliser des courants d'intensité de plus en plus grandes, sans augmenter pour cela la différence de potentiel aux électrodes.

On arrive ainsi à faire passer dans des appareils de faible dimension un courant de 6000 ampères à une tension de 7 à 8 volts; la force électromotrice de décomposition étant de 3 volts, on peut calculer le nombre de calories dégagées; ce nombre est tel qu'il faut déjà songer à refroidir les cuves pour éviter les pertes dues à la volatilisation.

Quant à la pureté du métal produit, on en livre à différents titres, suivant l'usage qu'on se propose d'en faire. Le métal pur est à 99,5 % et ne contient que 0,3 % de fer et 0,2 % de silicium. Celui employé pour l'aciérage, qui en consomme de grandes quantités, contient de 2 à 8 % de fer et 0,5 de silicium. Les qualités intermédiaires sont employées principalement pour la fabrication de tubes, et vu la différence de densité, le prix de ces tubes ou d'autres objets en aluminium est dès à présent inférieur au prix de revient des mêmes articles obtenus avec le métal blanc, l'étain, etc.

Ni en télégraphie ni en téléphonie, on n'a fait, semble-il, des progrès bien saillants pendant le courant de l'année dernière.

La multiplication des fils télégraphiques et le retard, souvent considérable, des transmissions font présumer que les appareils rapides, dits « spéciaux », ne

s'introduisent que lentement dans la pratique courante, ce qu'il faut attribuer en majeure partie à la complication de ces appareils et à la nécessité de n'en confier le maniement qu'à un personnel très exercé.

Comme nouveauté on peut signaler le **télautographe**, qui a fonctionné à l'Exposition de Chicago, en local, c'est-à-dire, sans ligne réelle entre les appareils transmetteur et récepteur. On est en droit de se demander sur quelle longueur maxima de ligne fonctionnerait cet appareil.

S'il pouvait, comme le téléphone, fonctionner aux extrémités d'une ligne comme celle de Paris-Londres, on pourrait placer le télautographe à côté du poste téléphonique et suivant le cas on parlerait ou l'on écrirait. Mais l'usage du télautographe paraît devoir se limiter aux très petites distances, aux réseaux urbains aériens par exemple. Dans ces conditions il y a lieu de présumer qu'on préférera se transporter auprès de son correspondant pour signer des pièces importantes, d'autant plus que le maniement du télautographe est assez difficile, et qu'étant d'une construction compliquée il est par la force des choses, sujet à de fréquents dérangements.

C'est dans la **télégraphie sous-marine** qu'il reste encore le plus à faire, non pas peut-être aux systèmes de communication eux-mêmes, mais assurément quant au prix des dépêches.

Si pour des parcours terrestres on peut transmettre à des distances considérables pour des prix modestes, il faut, lorsqu'il s'agit de câbles sous-marins au moins décupler ce prix pour la transmission à la même distance. Il est vrai que l'emploi de codes télégraphiques tend de plus en plus à s'introduire, à tel point que le bureau international de Berne a été obligé de publier lui-même une liste de 240 000 mots pour former ces codes et Cela dans le but d'éviter des erreurs de transmission qui arrivent trop souvent avec des mots de convention ou de fantaisie. Malheureusement ces codes coûtent fort cher, ils sont le plus souvent très incomplets, et il reste encore beaucoup à faire dans cette voie.

A l'Exposition de Chicago on avait disposé un siphon recorder, modifié par M. Cuttriss.

Le champ magnétique est constitué par des aimants superposés. La bobine se meut verticalement entre les extrémités de cet aimant, qui est disposé horizontalement. De plus, la bobine est soutenue par de simples pivots, ce qui la rend plus mobile; grâce à ce siphon recorder la Commercial Cable C^o a pu augmenter la vitesse de transmission à travers son câble transatlantique.

Jusqu'à présent, le téléphone n'est pas près de détrôner le télégraphe; malgré tout l'espoir qu'on avait basé sur les [messages téléphonés](#), on ne se sert qu'exceptionnellement de ce genre de transmission, qu'on n'utilise que pour de tout petits bureaux en dérivation pour ainsi dire sur les grandes lignes et là où un télégraphiste ne trouverait pas à employer son temps.

Même dans l'exploitation des chemins de fer le téléphone ne s'est pas substitué jusqu'ici au télégraphe bien que souvent il soit devenu un auxiliaire précieux.

On commence toutefois à réaliser cette substitution sur quelques lignes de chemins de fer des États-Unis.

Pour ce qui concerne **la téléphonie urbaine**, bien des progrès restent à réaliser et il se passera encore longtemps avant qu'une personne quelconque puisse correspondre directement avec une autre personne quelconque.

Cet état de choses provient d'abord de cette particularité que s'il faut une installation déterminée pour permettre à six mille abonnés, par exemple, de correspondre entre eux, il ne suffit pas d'une installation double, pour donner cette même faculté à 12000 abonnés, mais qu'il faudrait une installation dont la complication serait plutôt comme le carré des nombres d'abonnés, de sorte que les installations deviennent énormément compliquées avec un grand nombre d'abonnés. C'est à cette cause qu'il faut attribuer le fait que

des compagnies de téléphones ne cherchent pas à multiplier outre mesure le nombre de leurs abonnés et que les tarifs d'abonnement restent si élevés. Nous croyons non-seulement qu'il reste beaucoup à faire dans cette voie, mais encore qu'une solution beaucoup plus rationnelle que celle qui s'appelle les tableaux multiples ordinaires a été trouvée récemment et qu'il n'est pas téméraire de supposer qu'une transformation du système actuel s'impose à bref délai. C'est plutôt dans la [téléphonie interurbaine](#) qu'on peut constater le plus de progrès, sinon comme principe nouveau, du moins comme installation : la plupart des grandes villes peuvent maintenant correspondre entre elles. A ce dernier point de vue, il convient de noter les succès obtenus par les Américains sur de très longues lignes, comme c New-York à Chicago. D'après la théorie énoncée par M. [Preece](#); la transmission devrait devenir impossible dès que le produit de la résistance de la ligne par sa capacité dépasse le nombre 15 000. Or, dans la ligne de New-York à Chicago (1 600 kilomètres) ce produit est de 32000, et malgré cela la transmission est parfaite. Des expériences faites en Amérique ont d'ailleurs montré que même pour un produit de 62000 la transmission est encore possible, quoique laissant à désirer sous le rapport de la netteté de la perception. L'écart entre les résultats de ces expériences et la théorie de M. Preece est, on le voit, considérable; il faut attribuer cet écart surtout, comme l'a fait remarquer notre regretté collaborateur M. Géraudy, au fait que, dans sa théorie, M. Preece n'a pas tenu compte de la self-induction de la ligne. L'exemple donné par les Américains a été suivi entre autres en Suède, où l'on a installé entre Malmö et Haparanda une ligne de 1600 kilomètres. L'établissement des lignes interurbaines coûtant très cher et entraînant des taxes très élevées, on cherche à utiliser le mieux possible les lignes existantes, et dans cet ordre d'idées on songe à la téléphonie multiplex, autant qu'à la télégraphie et téléphonie simultanées. L'un et l'autre de ces deux problèmes ont été l'objet d'études qui ne tarderont pas à amener des résultats pratiques. La possibilité de transmettre la parole à travers la mer a toujours constitué un problème séduisant. Les chercheurs ont été encouragés par le succès de quelques câbles téléphoniques sous-marins à courte distance qui fonctionnent depuis quelques années. La possibilité de cette transmission à grande distance n'est pas établie sur des principes indiscutables et les moyens pratiques pour la réaliser ne sont pas encore à notre portée. L'un des moyens qui se présentent à l'esprit consiste à combattre la capacité des câbles par l'introduction de self-inductions convenablement disposées. C'est ce moyen que vient de proposer à nouveau M. S.-P. Thompson, mais on conçoit les difficultés qui s'opposent à l'application d'un pareil procédé. Aux Etats-Unis la téléphonie se trouve monopolisée par la [Bell Telephone Co.](#) Le téléphone utilisé par cette société est du type Bell, et les microphones du type [Blake](#), [Hunnings](#) ou « [solidback](#) ». Ces deux derniers microphones sont à grenaille de charbon. Les microphones à grenaille ont été longtemps employés en Europe. S'ils donnaient au début des effets meilleurs que ceux des microphones à crayons de charbon, ils ne tardaient pas, au bout de peu de temps, de perdre leurs brillantes qualités, parce que la grenaille finissait peu à peu, sous l'influence des vibrations, à se tasser. Les modèles les plus récents, ceux de [Deckert](#) et de [Roulez](#), entre autres, semblent affranchis de ce défaut. Les postes téléphoniques des abonnés pour communications urbaines et ceux des abonnés pour communications à longue distance sont différents de modèles. Un dispositif très simple de MM. [Mercadier](#) et [Anizan](#), permettant de faire servir à volonté la même portée téléphonique soit pour le service urbain, soit pour le service à longue distance, figurait précisément dans la section française à Chicago.

Examinons maintenant les principaux résultats des recherches scientifiques de l'année.

MM. Sarazin et de la Rive ont pu réaliser le desideratum exprimé par M. [Hertz](#), dont nous apprenons, au dernier moment la mort prématurée il y a deux ans. Ayant à leur disposition une vaste salle entièrement libre, ils ont pu disposer un excitateur à une hauteur suffisante au-dessus du sol et à une distance convenable des parois en face d'un miroir métallique de grandes dimensions. L'étude des nœuds et des ventres produits par les ondes se propageant, soit dans l'air libre, soit le long de fils métalliques, a démontré l'égalité rigoureuse des vitesses de propagation dans les deux cas.

M. [Righi](#) est arrivé à produire, à l'aide d'un excitateur particulier, des oscillations d'une longueur d'onde relativement petite, 7,5 cm., c'est-à-dire près de dix fois plus petites que celles des oscillations obtenues primitivement par M. Hertz. Ces oscillations de faible longueur d'onde lui ont permis non seulement de répéter dans de meilleures conditions les expériences sur la réflexion et la réfraction des ondes électriques, mais encore de reprendre avec ces oscillations un grand nombre d'expériences d'optique physique, en particulier sur la diffraction, l'interférence entre un rayon incident et le rayon réfléchi, puis sur l'absorption des radiations par les diélectriques. M. Righi a également fait de nombreuses études sur la recherche du plan de polarisation des oscillations hertziennes, problème étudié précédemment par MM. Trouton et Klémencic. Ses expériences sur la réflexion métallique l'ont conduit à cette conclusion intéressante que le plan de polarisation des oscillations hertziennes passe par l'axe de l'oscillateur, c'est-à-dire que la vibration de Fresnel est dans la direction de la force magnétique. Ce résultat serait en contradiction avec la théorie actuelle. Les expériences de réflexion et de réfraction dans les diélectriques conduisent au résultat contraire, c'est-à-dire que le plan de polarisation des oscillations de Hertz est perpendiculaire à la direction de la force électrique. M. Blondlot a repris les expériences de M. Fizeau sur la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil, et a retrouvé à l'approximation que comportent ces mesures délicates une vitesse égale à celle de la lumière dans le vide. Que faut-il conclure de ce résultat ? La théorie des oscillations électriques hertziennes, dans le cas où elles se propagent le long de fils conducteurs, n'est pas sans présenter de graves difficultés, et la démonstration a priori de l'égalité des vitesses dans l'air et le long des fils est loin d'être inattaquable. En d'autres termes, puisque le résultat paraît être établi par l'expérience, c'est un fait dont on ne semble pas avoir donné d'explication suffisante. Il en est de même à un degré bien plus élevé de la relation établie par les expériences de M. Blondlot, et nous devons reconnaître que sur trois vitesses de propagation qui semblent être égales à celle de la lumière, il n'y en a qu'une seule, celle des ondes hertziennes dans l'air libre, pour laquelle la théorie soit satisfaisante. C'est pourquoi il est difficile de prévoir ce qui restera d'un grand nombre de travaux, fort bien exécutés, d'ailleurs, qui ont pour but de vérifier dans ses détails telle ou telle théorie du dispositif par lequel M. Lecher a cru démontrer que la vitesse de propagation des ondes hertziennes le long des fils était de 300000 kilomètres par seconde. MM. Wiedemann et Ebert ont publié sur ces questions des mémoires particulièrement intéressants, et leurs conclusions sont favorables à la théorie de MM. Cohn et Heerwagen. On a étudié aussi la réflexion sur les plaques et les « réseaux » de Hertz et à l'extrémité des fils; M. Poincaré est intervenu au sujet d'expériences de MM. Birkeland et Sarasin. Mais les résultats déconcertants de M. Righi, qui semblent remettre en question les faits que l'on considérait comme les mieux établis au point de vue expérimental, ne peuvent qu'accroître la réserve avec laquelle nous accueillons toute la série des résultats annoncés. L'ardeur avec laquelle se poursuivent les recherches expérimentales sur les oscillations de Hertz nous fait déplorer plus vivement les lacunes immenses dans la théorie électromagnétique de la lumière. La célèbre relation de Maxwell entre l'indice de réfraction et la constante diélectrique n'avait guère servi jusqu'ici qu'à fournir un argument aux détracteurs de la théorie. On peut espérer qu'il n'en sera plus longtemps ainsi, depuis que M. [Helmholtz](#) a posé dans un mémoire les bases de la théorie électromagnétique de la dispersion. Ce qu'il faut admirer dans ce travail, c'est moins encore la simplicité et la netteté des hypothèses physiques que la façon élégante et sûre dont elles sont formulées. L'emploi du principe de la moindre action permet de poser dès l'abord une formule simple et compréhensive, de laquelle on déduit sans hésitation les équations du mouvement. Il est probable que la voie indiquée par M. Helmholtz sera suivie et que la théorie électromagnétique de la lumière qui, dès à présent, marche de pair avec toutes les autres, servira à relier les valeurs si différentes que présente l'indice de liquides quand on passe des vibrations lumineuses aux vibrations hertziennes. M. Helmholtz a indiqué également que sa théorie donnait l'explication de la dispersion anormale observée sur les métaux par M. Kundt dans des expériences célèbres qui viennent d'être reprises et complétées par un de ses élèves. Il y a tout lieu d'espérer que des recherches de cette espèce, en apportant des faits nouveaux, contribueront à l'édification de la théorie et permettront d'aborder l'étude complète des phénomènes magnéto-optiques. La découverte de M. Lommel qui ramène le phénomène de Hall à des propriétés déjà connues indique peut-être que l'on rencontrera dans cet ordre de faits une simplicité que l'on ne prévoyait pas jusqu'ici. Le mémoire de Helmholtz dont nous parlions plus haut avait été précédé d'un travail magistral dans lequel l'auteur était arrivé à réunir dans une formule toutes les équations de l'électromagnétisme ; il a donné ainsi une nouvelle preuve de la fécondité des applications du principe de la moindre action à la physique. Dans une des parties de son mémoire, il a montré comment on pouvait, des hypothèses qui avaient servi de base à Hertz dans l'établissement de ses équations du champ électrodynamique, déduire l'expression des pressions qui s'exercent sur les faces d'un élément placé dans un champ diélectrique. Cette partie de l'œuvre de Maxwell, qui se trouvait jusqu'ici complètement isolée, se rattache ainsi de la façon la plus heureuse et la plus simple à l'ensemble de ses résultats, et la théorie générale de l'électrodynamique prend une forme cohérente qui satisfait pleinement l'esprit. Dans des ordres d'idées voisins, quoique différents, nous rappellerons les travaux de M. Vaschy sur une nouvelle théorie de l'électrostatique et la publication du livre de M. J. J. Thomson, qui contient un exposé substantiel des développements théoriques auxquels la théorie de Maxwell a servi de base et des expériences qu'elle a suscitées.

La piézo-électricité a été le sujet de nombreux travaux en Allemagne depuis la découverte du phénomène par MM. J. et P. Curie. Nous citerons comme particulièrement remarquables les recherches de Röntgen, de Czermak, de Kundt, de Voigt et de Riecke.

M. Voigt a établi une théorie générale des phénomènes piézo-électriques et a donné le nombre de coefficients nécessaires pour définir complètement ces phénomènes dans tous les cas qui peuvent se présenter; deux coefficients sont nécessaires pour le quartz, quatre pour la tourmaline et dix-huit dans le cas le plus compliqué. Une étude tout à fait complète des phénomènes élastiques des cristaux a permis à M. Voigt de montrer la liaison des phénomènes électriques, non seulement avec la pression, mais aussi avec les déformations qui en résultent. Dans une étude expérimentale très complète MM. Voigt et Riecke ont pu soumettre au contrôle de l'expérience une idée qui avait été émise tout d'abord par MM. Curie et qui consiste à supposer que les phénomènes pyro-électriques et piézo-électriques ont une origine commune dans la déformation du cristal. Lord Kelvin vient de publier une étude théorique sur la nature des phénomènes piézo-électriques et de donner une théorie moléculaire de ces phénomènes. MM. Curie avaient montré jadis qu'une pile de plaques zinc-cuivre soudées, telles que celles qui composent les éléments d'une pile de [Volta](#) à colonne, permettait de produire les phénomènes piézo-électriques. Il suffirait pour cela que ces plaques, empilées comme dans une pile à colonne, fussent séparées les unes des autres par des couches d'air et maintenues ainsi

par des cales de caoutchouc. En exerçant une pression sur la colonne, on provoque un dégagement électrique aux extrémités. Supposons maintenant que chaque molécule d'un corps soit constituée par deux corps différents, Si et O₂, par exemple, pour le quartz; ces corps joueront le rôle du zinc et du cuivre dans l'expérience qui précède et l'on aura réalisé ce que lord Kelvin croit être la véritable théorie électrochimique de la piézo-électricité. Dans les cas complexes, il est amené à supposer que la surface de chaque molécule est divisée non plus en deux, mais en un grand nombre de régions des deux natures différentes considérées. Dans le cas le plus compliqué où dix-huit coefficients sont nécessaires pour définir la piézo-électricité et trois coefficients pour définir la pyro-électricité, lord Kelvin qu'on peut supposer la surface d'une molécule divisée en vingt-deux régions distinctes.

Nous arrêterons ici cette revue, dans laquelle il y a nécessairement beaucoup de lacunes, l'énumération détaillée de tous les progrès et de tous les travaux effectués dans l'année nous conduisant hors du cadre que nous nous sommes proposé. Comme on le voit les inventeurs et les chercheurs ne font pas défaut et les résultats obtenus couronnent dignement la somme de travail et de peine qu'on a dépensée.

P.-II. LEDEBOER.

Source "La Lumière Electrique"

La principale revue française traitant d'électricité à la fin du 19^e siècle s'intitule **La lumière électrique**. Car c'est bien l'éclairage, avant tous les autres usages, qui passionne alors les Français. En 1907, le physicien Lucien Poincaré analyse cet engouement : "L'éclairage électrique est devenu pratique au moment même où les transformations de la vie sociale faisaient naître un désir intense de supprimer artificiellement l'obscurité des nuits."

II - Réflexions sur l'électricité à l'Exposition universelle de 1900



L'un des grands événements de l'électricité du 19^e siècle se déroule à Paris en 1881.

L'**Exposition internationale** de l'Électricité rassemble, pour la première fois, toutes les grandes inventions qui ont marqué l'histoire : le téléphone, le tramway électrique, la voiture électrique, ou encore l'ampoule à filament dont on doit les améliorations à Thomas Edison. De nombreuses démonstrations et expériences sont proposées pour la plus grande joie des quelque 700 000 visiteurs qui se pressent aux portes du palais des Champs-Élysées.

Le soir, des "**auditions téléphoniques théâtrales**" ont lieu : des téléphones, installés dans de confortables salles éclairées par des lampes à incandescence, retransmettent un opéra ou un concert qui se joue à quelques kilomètres à vol d'oiseau.

Plusieurs événements accompagnent l'Exposition internationale de l'Électricité, comme le Congrès international des électriciens ou la mise en lumière électrique de l'opéra de Paris (qui jusqu'alors était éclairé au gaz).

Dans la continuité de la Deuxième révolution industrielle, presque toutes les grandes expositions internationales consacrent une grande part à "la fée Électricité", à l'image de l'Exposition universelle de Paris en 1889 ou en 1900. Lors de l'Exposition universelle de 1889, la lumière électrique s'est peu à peu imposée, mais ce n'est qu'avec l'Exposition de 1900 que, pour le grand public, naîtra la thématique de la «Fée Électricité».

Le gaz et l'électricité sont en forte concurrence à la fin du 19^e siècle. Tandis que le gaz est réputé dangereux et peu commode, l'électricité, technologie nouvelle, présente d'autres inconvénients comme celui de ne pas pouvoir être stockée – faute d'accumulateurs fiables. D'autre part, l'électricité, encore très chère, est peu accessible pour les particuliers : seules les industries et les grandes infrastructures comme les gares, les théâtres et les palaces sont en mesure de s'équiper. Il faut attendre les années 1920 pour que les abonnés à la Compagnie parisienne de distribution d'électricité atteignent le million.

La fascination pour l'électricité se poursuit au 20^e siècle avec l'Exposition internationale des arts et techniques de 1937, également à Paris.

En 1937, la réalisation du pavillon de l'Électricité et de la Lumière est confiée à l'architecte Robert Mallet-Stevens qui saisit l'occasion pour livrer une ode à la gloire de la lumière et de l'image en mouvement. L'édifice, immense, rassemble toutes les grandes découvertes du siècle. À l'extérieur, des installations produisent d'impressionnantes étincelles qui se reflètent dans l'eau des bassins. La façade, d'une superficie de plus de 600 m, est envahie de projections de toutes sortes : chromotypes (plaques de verre réalisées par les artistes Raoul Dufy, Fernand Léger, Georges Rouault, ou même des enfants), "Kacolor" (kaléidoscopes), films documentaires et scientifiques. À l'intérieur du bâtiment sont exposées de nombreuses œuvres parmi lesquels La Fée Électricité, immense composition peinte par Raoul Dufy qui célèbre l'invention de la vie moderne.

Réflexions sur l'électricité par Par Fabien Warin

Au cours d'une conférence prononcée en 1941, Lucien Febvre pourfend d'une comparaison terrienne les historiens sans questions :

« [...] Si l'historien ne se pose pas de problèmes, ou si, s'étant posé des problèmes, il ne formule pas d'hypothèses pour les résoudre – en fait de métier, de technique, d'effort scientifique, je suis fondé à dire qu'il est un peu en retard sur le dernier de nos paysans – car ils savent, eux, qu'il ne convient pas de lancer leurs bêtes pêle-mêle, dans le premier champ venu pour qu'elles y pâturent au petit bonheur : ils les parquent, ils les attachent au piquet, ils les font brouter ici plutôt que là. Et ils savent pourquoi. »

La recherche historique serait donc divisée en trois temps : construction d'un problème, conception d'hypothèses, mise à l'épreuve (validation ou réfutation) de celles-ci. Mais affirmer cela est-il suffisant ? Assurément non.

Pour s'en convaincre, je demande au lecteur d'éteindre un instant les plafonniers. Rassurez-vous, c'est pour les rallumer aussitôt. Vous aurez senti, n'est-ce pas, « comme il est merveilleusement en notre pouvoir de jeter tantôt sur vous, sur moi, sur les lieux de l'évidence et de l'activité, forte, vive et impitoyable lumière, et tantôt de nous replonger dans la nuit » .

C'est ce privilège de l'expérience qui m'incline à penser qu'une réflexion sur notre rapport à la technique permettrait d'enrichir le travail de l'historien.

Qu'est-ce l'historien ? Un homme. Qu'est-ce que l'homme ? « C'est un homard qui pourrait laisser sa carapace au vestiaire, son périscope, et ses câbles à pêche », un homard qui « donnera toujours la préférence à ce qu'il peut commander à distance, et du geste le plus facile. Eh bien, l'électricité à cet égard n'a pas sa pareille, puisque c'est la force qui se transmet la plus vite, la plus intégralement et par les conduites les moins encombrantes, les plus fines et presque les plus imperceptibles qui

soient. Mais il faut évidemment qu'elle "débouche", commodément, à notre disposition »

À cet égard, contemporains, vous et moi, sommes d'impérieux consommateurs ! Sans cesse, nous la pratiquons. Nous appuyons tous sur les interrupteurs, naviguons sur Internet, empruntons des rues bien éclairées en flânant parfois en toute sérénité devant les vitrines illuminées des magasins. Faisant corps avec elle et lui étant intrinsèquement liés, nous sommes devenus incapables de la percevoir. La plupart du temps, nous ne pensons pas à nous interroger sur ce qui détermine notre rapport à elle. Il n'est que les incidents ou, de manière récente, les difficultés liées à la préservation de l'environnement et au manque de ressources énergétiques qui nous contraignent à diriger notre en direction de cette servante à laquelle nous ne prêtons plus attention.

Mais ce pouvoir que nous avons sur cette technique, au point d'en dissimuler les moindres éléments visibles, ne constitue-t-il pas en définitive une double occultation, à savoir celle du dispositif technique lui-même se doublant d'une occultation plus profonde, c'est-à-dire celle de l'essence de la technique régissant elle-même le monde et le mode de vie dans lequel nous séjournons ?

Aussi, entreprendre une réflexion philosophique sur notre rapport à la technique, c'est à mon sens déjà faire de l'histoire. S'en passer, ce serait mettre la raison au chômage technique et mutiler symboliquement la fée électricité d'une de ses ailes. C'est ce même rapport existentiel entre une technique et un consommateur qui a constitué le principal problème de ce travail de recherche. Le deuxième fut de savoir comment rendre ce dernier « historicisable ».

Plus précisément, l'exposition universelle de 1900 est-elle la réponse à celle de 1881, étudiée par Christine Berthet en 1982 ?

Elle la présente comme un lieu de démonstration, une vaste opération de propagande commerciale au cours de laquelle le nouveau secteur prospecta le client potentiel. En tentant de répondre aux besoins exprimés ou latents de la demande, elle démontra aussi que l'exposition répondait au « caractère de plus en plus contraignant d'une certaine attente du système technique en faveur des usages de l'électricité » Le dernier problème fut d'ordre conceptuel. Il est le fruit des travaux de François Caron et de Thomas S. Kuhn. Nous y reviendrons.

La résolution de ces problèmes a nécessité la formulation d'hypothèses. D'abord, si l'exposition universelle de 1900 correspond à une réponse aux attentes suscitées en 1881 alors le rapport existentiel entre l'électricité et le consommateur est dynamique. Ensuite, il y a sans doute un rapport de fonctionnement analogique entre le système technique et le paradigme. In fine, il doit y avoir un parallèle à effectuer entre le fonctionnement cyclique et instable du paradigme et l'évolution du rapport que nous entretenons avec la technique. À partir de ces hypothèses, j'ai effectué l'analyse des présupposés. En d'autres termes, j'ai échafaudé une théorie contre factuelle à partir de laquelle j'ai posé mes yeux sur les archives. Car, « [...] la théorie se borne à mettre en forme logique cette pratique spontanée de l'homme dans la rue. Si nous cherchons la cause d'un phénomène, nous ne nous bornons pas à additionner ou à rapprocher les antécédents. Nous nous efforçons de peser l'influence propre de chacun. Pour opérer cette discrimination, nous prenons l'un de ces antécédents, nous le supposons disparu ou modifié, nous tâchons de construire ou d'imaginer ce qui se serait passé dans cette hypothèse. Si nous devons admettre que le phénomène étudié aurait été autre en l'absence de cet antécédent (ou bien au cas où celui-ci aurait été différent), nous concluons que cet antécédent est l'une des causes d'une partie du phénomène effet, à savoir de la partie que nous avons dû supposer transformée ».

La consultation des archives fut alors une mise à l'épreuve de mes prolégomènes.

L'hypothèse de l'exposition universelle de 1900 comme champ de bataille paradigmatique pour l'électricité

Nous avons proposé le concept de « consommateur espérant » afin de cerner l'évolution du rapport existentiel entre la technique et le consommateur.

L'espoir est un état d'attente confiante au cours duquel on a le sentiment que ce que l'on désire est réalisable. Le consommateur espère parce qu'il a des désirs et cherche à les satisfaire en faisant confiance de manière calculée à l'offre. Mais cela suppose une technique capable de répondre aux attentes. Nous pensons que 1881 est un point de départ permettant le passage d'un consommateur émerveillé à un consommateur espérant. Elle est aussi une étape dans l'évolution générale de la technique. Car, plus une technique mûrit, plus le consommateur exige. Au regard des évolutions techniques de l'électricité entre 1881 et 1900 et par analogie avec notre mode de vie, nous admettons l'existence d'une phase d'espérance révolutionnaire entre 1881 et 1900 se traduisant par l'émergence d'espoirs nouveaux de la part des consommateurs et par la formalisation du groupe des électriciens. Un nouveau système technique électrique, composé de théoriciens et de techniciens, naissait. Adjuvant nécessaire du système technique charbon-vapeur, il gagna en légitimité et en autonomie par la sollicitation croissante du monde économique à son paradigme. Du côté de l'offre, les promoteurs qui acceptèrent les acquis du nouveau système technique firent naître « une économie du risque pris et accepté ». Toutefois, ces risques étaient minimisés car les décisions prises se faisaient à la suite d'une écoute des consommateurs espérants. Du côté de la demande, le consommateur espérant est aussi un « consommateur innovateur » acceptant de se démarquer des autres parce qu'il pense que l'offre est en mesure de répondre à ses attentes.

Nous postulons l'existence d'un orbe technico-économique. Le rôle des acteurs-agents, ou acteurs autonomes au service d'autres acteurs, est crucial. L'État, en quête de prestige, assurait au secteur électrique un climat de confiance et de stabilité. Le vulgarisateur informait l'offre des possibilités techniques offertes par le système technique et dévoilait auprès des consommateurs les nouveautés de l'offre tout en faisant circuler en retour les exigences de la demande. Ce fonctionnement ne doit cependant pas masquer les difficultés endogènes et exogènes contre lesquelles il fallait tirer à boulets rouges. Le système technique restait en effet imprécis dans la mesure où le moule qu'il avait fait naître était parfois dans l'incapacité d'absorber les nouvelles énigmes techniques se présentant à lui. Le travail de réajustement paradigmatique permit alors le lent accouchement d'un savoir-faire électrique cohérent. Cohérent, il le fut parce que le théoricien pouvait apporter au technicien le statut rationaliste aux faits exposés et parce que le technicien savait informer le théoricien ouvert aux nouveautés. Réajusté, le paradigme électrique était en définitive susceptible de répondre aux espérances du monde économique. Mais le climat restait tendu. Certains promoteurs rejetaient les nouveautés. Cette pesanteur peut cependant être considérée comme un mal nécessaire au progrès. Car le caractère réactionnaire de certains agents économiques n'est pas tant une peur du progrès qu'une crainte de perdre des positions durement acquises sur le marché par l'apparition de concurrents sérieux. En tentant de bloquer la nouveauté, ils la rendirent cependant plus novatrice parce qu'ils obligèrent les nouveaux pionniers à rechercher de nouveaux moyens pour convaincre le marché. Ils jouèrent donc malgré eux un rôle de régulateur. D'autres inerties témoignent de la résistance de l'ancien système technique utilisant ses positions acquises contre le nouveau. À cela se superpose le poids des mentalités dans un contexte où l'invisibilité de l'électricité faisait peur. À la veille de l'exposition universelle de 1900, la situation est donc complexe.

Deux systèmes techniques luttent pour obtenir la légitimité du monde économique. Le système technique électrique semble plus dynamique car il dispose des moyens de tisser un réseau de complémentarités plus cohérent. Mais celui-ci ne se faisait qu'à partir d'un petit noyau d'entrepreneurs et de consommateurs innovateurs. Les autres acteurs souffraient soit l'un, soit l'autre, soit les deux systèmes concurrents. Nous supposons donc que l'exposition de 1900 constitue un champ de bataille paradigmatique sur lequel l'affrontement entre les deux systèmes s'intensifia. Un champ de bataille réglé par l'État.

L'État joua un rôle central dans la manifestation de l'électricité à l'exposition de 1900, même si son action est décrite par Alfred Picard en ces termes : « La proportion entre les subsides de l'État et la dépense totale descendait ainsi à 20 % ; jamais elle n'était tombée aussi bas. Pour la première fois, le concours de l'État ne dépassait pas celui de Paris ».

Toutefois, si l'on considère l'État au sens large, on s'aperçoit que sa participation brute lors de l'exposition de 1900 fut la plus importante, dépassant le record de 1878. Certes, la participation relative diminua passant de 68,15 % en 1878 à 50 % en 1889 puis à 40 %. Mais cela s'explique par la hausse du budget des expositions, passant de 55,614 millions de francs en 1878 à 100 millions de francs en 1900. L'État ne pouvant à lui seul financer un tel budget, il eut recours au secteur privé pour financer 60 % du budget total de l'exposition de 1900. Le financement tendait donc vers le modèle anglo-saxon, même si les initiatives privées étaient étroitement encadrées par les pouvoirs publics. D'emblée, l'État s'entoura de compétences. Pour organiser le secteur électrique, différents services furent institués : la commission consultative dite comité technique de l'électricité, les comités d'admission et d'installation.

Le comité technique était composé de 56 membres, tous experts. 30,36 % étaient des industriels dont 95 % issus du secteur électrique. 37,5 % étaient ingénieurs soit des Postes et des Télégraphes (23,81 %), des Ponts et chaussées (28,57 %), des manufactures d'État (14,29 %), de la Marine (9,52 %), des Mines (9,52 %), le reste (14,29 %) est plus difficilement classable. 17,86 % étaient des scientifiques ; 12,5 % étaient apparentés à l'État (inspecteur général de l'Instruction publique...) et un seul membre (1,78 %) était publiciste. Par rapport à la commission de 1881, le changement était profond. Désormais, la présence politique se faisait plus discrète (pas d'hommes politiques hormis quelques fonctionnaires, initiative des réunions, des membres reconnus par l'État sans doute parce que le secteur avait démontré sa capacité d'autogestion. Surtout, les membres appartenaient à la fois au système technique et au monde économique. En débattant entre eux, ils montrèrent leur capacité d'écoute réciproque et devenaient par-là même crédibles. La réglementation se fit dans une logique de cohérence. L'État entendait canaliser les initiatives, conjuguant performance et sécurité à un moindre coût. De fait, un appel d'offres était lancé dans lequel l'administration de l'exposition exposait ses exigences pour éviter tout litige tout en s'assurant de la fiabilité du matériel exposé. Les prestataires se désignaient d'abord auprès du représentant de l'État Alfred Picard. Les demandes étaient ensuite examinées par une commission d'examen composée des membres de l'administration représentant la puissance publique. Derrière cette apparente lourdeur administrative, on notera cependant que la procédure restait légère et rapide, à la fois pour les prestataires et les exposants, signe d'efficacité. Par la signature des conventions et cahiers des charges, l'État octroyait aux prestataires un droit de concession temporaire. L'incitation se faisait par la prise de mesures financières, l'État dispensant les fournisseurs d'énergie à hauteur de 50 % d'une partie des frais de premier établissement. À ceci s'ajoutait une allocation pour frais d'exploitation. Notons que les chiffres ne devinrent définitifs et revus à la hausse qu'à la suite de longs débats au sein du comité technique de l'électricité. L'État souhaitait donc disposer à court terme des moyens techniques dignes de l'événement. On peut aussi estimer qu'il s'agissait à long terme d'attirer les investissements d'entreprises électriques étrangères en France. D'autre part, les exposants pouvaient être exemptés du paiement du loyer, de l'eau, du gaz, et de la force motrice.

Bilan financier de la participation de l'État et du secteur privé aux différentes expositions (1878, 1889, 1900)			
	1878	1889	1900
Budget total de l'exposition (en MF)	55,614	50	100
Participation de l'État (en MF)	31,7	17	20
Participation de l'État (en % du total des recettes de chaque exposition)	57	34	20
Participation de la ville de Paris (en MF)	6,2	8	20
Participation de la ville de Paris (en % du total des recettes de chaque exposition)	10,79	16	20
Participation de l'État au sens large (État + ville de Paris) en MF	37,9	25	40
Participation de l'État au sens large (État + ville de Paris) (en % du total de chaque exposition)	68,15	50	40
Poids du secteur privé dans le budget total de chaque exposition (en %)	31,85	50	60

Une consécration de l'électricité en deux étapes

L'imposition d'un projet cohérent

L'électricité comptait à elle seule un groupe constitué de cinq classes : 23 (production et utilisation mécanique de l'électricité), 24 (électrochimie), 25 (éclairage électrique), 26 (télégraphie et téléphonie) et 27 (applications diverses de l'électricité) . Cette situation n'est plus celle de 1881 ou de 1889. Elle suscite l'engouement qu'Alfred Picard évoqua en ces termes : « L'électricité, qui n'avait qu'une classe en 1889, recevait les honneurs d'un groupe. Comment faire moins pour cette fée du XIXe siècle, qui a déjà enfanté tant de merveilles et qui réserve certainement encore des surprises inattendues ? Ce devait être l'auréole des assises de 1900 ». L'imposition du projet supposait une rationalisation du système en étroite collaboration avec la vapeur. Cette situation de complémentarité peut cependant être symboliquement perçue comme une consécration de l'électricité. L'ancien système technique, relégué à l'arrière du palais de l'Électricité, agissait en coulisse lors de la production d'une électricité au contact direct de l'utilisateur. Ceci n'est pas étonnant si l'on considère l'idée de la fée électricité. Majestueuse et magicienne, elle se doit de présenter des effets en soi, déconnectés de ses causes. D'où la dissimulation de la vapeur en tant que cause, qui devenait ainsi d'une certaine manière la servante de la fée électricité.

La normalisation du système électrique permettait d'homogénéiser l'ensemble du réseau électrique pour minimiser les coûts des travaux et montrer que le système technique était capable d'assurer le fonctionnement cohérent d'une exploitation sur un espace relativement grand (108 hectares). La longueur totale du réseau était d'environ 40 kilomètres. Les lignes étaient rarement aériennes : prudence et motivations esthétiques étaient de mise. Le courant alternatif, transporté par un réseau composé de neuf lignes principales, était ensuite transformé dans une cinquantaine de postes de transformation, répartis principalement à l'esplanade des Invalides et sur les berges de la Seine. Le courant continu, destiné au Champ-de-Mars, était envoyé par une canalisation à cinq fils. Cette situation atteste la maturation du système technique. Au cours des années 1880-1890, le paradigme électrique s'était en effet fortement enrichi par la diversification des recherches théorico-pratiques. Cette phase d'investigation normale, nous pouvons la qualifier de phase d'effervescence révolutionnaire car les investigations se faisaient en direction des consommateurs espérants. À celle-ci succéda une phase d'harmonisation contrôlée au cours de laquelle les nouveaux acquis furent suffisants à l'ajustement du système, nécessaire à la poursuite des investigations en direction des attentes du reste du monde économique. L'exposition universelle de 1900 n'échappe pas à cette règle. L'électricité occupait une place centrale dans l'éclairage de l'exposition. Cette décision fut prise dès 1898 : « [...] Une partie seulement de l'exposition sera ouverte le soir, l'éclairage maximum, sur une zone que déterminent les plans, pourra atteindre 20 bougies par mètre carré, deux autres zones recevant un éclairage moindre, proportionné à leur importance. Le gaz d'éclairage apportera, sur certains points, un éclairage supplémentaire ». Pour répondre à l'afflux anticipé des visiteurs, il fallait un éclairage intense. Concrètement, l'éclairage total comprenait 3 647 050 bougies dont 1/5 en incandescence (729 410 bougies) et 4/5 en arc (2 917 640 bougies). L'arc était massivement utilisé car il correspondait aux besoins de l'éclairage des grands espaces. Dans le même temps, les lampes à incandescence progressaient et ne nécessitaient que 3,5 watts par bougie, soit 2 552 935 watts. Quant aux lampes à arc, à raison de 1 watt par bougie, cela correspondait à 2 917 640 watts. Par cet éclat, Paris entendait rester la capitale-lumière de l'Europe. Le total des watts nécessaire à toutes les applications électriques atteignait le chiffre de 8 763 307, nécessitant une force motrice de 11 915 (12 000) chevaux électriques. Dans les transports, l'utilisation de l'électricité permit de résorber un goulot d'étranglement. Le chemin de fer électrique [35] offrait un rendement d'au moins 75 % entre 20 et 85 ampères, voire 83 % sous 43 ampères. Il était donc économiquement crédible, d'autant que sa capacité de transport dépassait celle de 1889.

La plate-forme mobile suivait un parcours de 3 360 mètres. Sa faible consommation d'électricité et sa grande régularité permettaient aussi de répondre à l'afflux de visiteurs.

Capacités de transport des trains aux expositions de 1889 et de 1900		
	Exposition de 1889	Exposition de 1900
Trains par jour	232	285
Places par train	145	206
Places mises à la disposition du public	33 640	60 000

Capacités de transport du pont roulant électrique	
Temps	Nombre de personnes transportées (à raison de 4 personnes par m²)
Le temps d'un parcours	26 400
1 heure	63 360
Une journée (soit 13 heures de fonctionnement)	823 680

Répartition des exposants dans les différentes classes du groupe 5						
	Nombre total des demandes définitivement admises	Classe 23	Classe 24	Classe 25	Classe 26	Classe 27
France	427	87	84	103	75	78
États-Unis	323	111	21	83	68	40
Allemagne	71	21	5	17	9	19
Grande-Bretagne	54	19	6	13	7	9
Suisse	30	13	4	7	1	5
Belgique	22	9	5	3	3	2
Autriche-Hongrie	22	8	3	3	8	0 (?)
Russie	18	1	2	2	7	6
Total	967	269	130	231	178	159

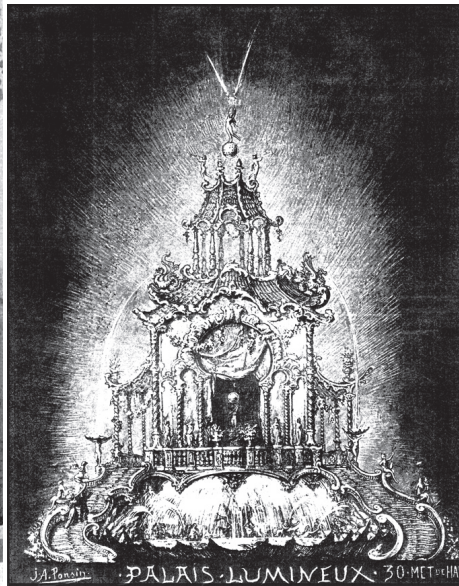
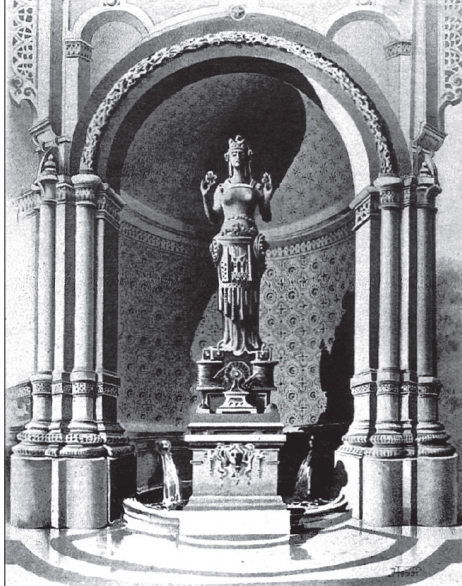
Quant aux objets exposés, la majorité (51,70 %) s'orientait vers les classes 23 et 25, ce qui concordait avec les espoirs suscités en 1881 pour la production, l'utilisation mécanique de l'électricité et l'éclairage .

La sollicitation des esprits

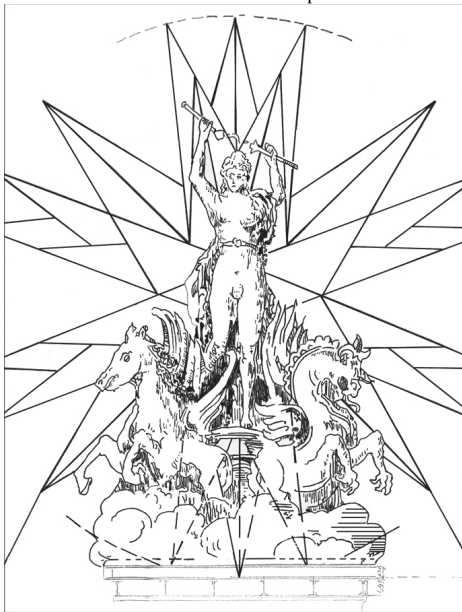
Mais la démonstration technique de la cohérence ne suffisait pas. Car, « [...] pour que le passage de la production incessante de nouveautés à la consommation [...] se fasse, en continuité, il est besoin de mécanismes, de rouages. Une sorte de vaste machine industrielle, aguichante, tentaculaire, se met en place. Cela s'appelle "marché", mais très vite la simple loi de l'offre et de la demande selon les "besoins" ne vaut plus : il faut exciter la demande, exciter l'événement, le provoquer, l'aiguillonner, le fabriquer. Car la modernité se nourrit. L'électricité devint à ce titre « maîtresse d'illusions », illuminant le spectateur. De la Porte monumentale de Binet au palais de l'Électricité, tout était fait pour attirer son regard. La lumière animait les mondanités de l'exposition, tout en sécurisant des espaces publics fréquentés par la bourgeoisie. Juxtaposée aux éléments allégoriques, elle animait le rêve. Ponsin le souhaitait dès en 1896, pour son projet de palais lumineux, lorsqu'il écrivit qu'« il faut que l'idéal de la féerie y soit poussé à son extrême summum, par un palais décoratif extra-surnaturel, et que l'imagination en soit poussée jusqu'à sa dernière limite et que jamais, on ne puisse faire plus beau et plus luxueusement lumineux, phosphorescent, éblouissant, fluide et féérique [...] »

Cet idéal se retrouve dans l'allégorisation de l'électricité sous les traits d'une fée renvoyant à l'image de femme à la fois fatale et aimable. Les deux statues placées au sein de la porte monumentale étaient insérées dans deux niches situées de part et d'autre de l'entrée. Moynet, dans l'Encyclopédie du siècle, disait de l'une d'elles : « La voilà qui surgit sur des électro-aimants, attributs de sa puissance. Des bijoux étrangers la couvrent d'une carapace métallique et lui donnent l'aspect de ses inquiétantes machines, aux cuivres brillants, aux verreries singulières que l'on voit dans les laboratoires et dont on ne s'approche pas sans appréhension, car elles recèlent la foudre dans leurs flancs. La

tête est calme, sans expression, car c'est la force latente, indifférente, prête au bien comme au mal. »



Porte monumentale de Binet : statue représentant l'électricité. Cette femme fatale s'opposait de manière très nette à celle surplombant le palais de l'Électricité. Toutefois, l'architecture est ambivalente.



Statue surplombant le palais de l'Électricité .

Mais, derrière cette dichotomie, des similitudes existent. Deux fées sont représentées avec leurs attributs pour allégoriser une électricité désormais à la source des applications contemporaines. Symbole de puissance et de richesse, on lui associait massivement le fer et le verre notamment pour le palais de l'Électricité. Toutefois, l'architecture est ambivalente.

Ainsi, lit-on que « [la] disposition des fermes par rapport aux façades avant et arrière a beaucoup d'analogie avec certains édifices du Moyen Âge composés de deux murs pignons reliés par une série d'arcatures ». D'autres références pourraient être effectuées : la façade du palais était en pierre et évoquait, par la création de vastes verrières colorées et décorées, les vitraux des cathédrales. Quant au tympan, il accueillait et éduquait le visiteur. L'ambivalence est le résultat de cet usage moderne des nouveaux matériaux, dissimulés derrière un décor traditionnel fait pour rassurer le spectateur. Le salon d'honneur de l'électricité de la section allemande rendait hommage à l'électricité, représentée par une femme ailée, sorte d'ange portant dans ses mains une torche. Symboliquement, cette femme tendait aux entrepreneurs le feu sacré leur permettant, à leur tour, d'apporter le bien-être aux contemporains aux yeux desquels ils étaient des symboles de réussite personnelle à suivre. La religion de 1900, c'est donc aussi une religion de l'entrepreneur-innovateur électricien. Mais, pour que l'adhésion se fasse, encore fallait-il « ré harmoniser » l'orbe technico-économique électrique.

Former la réciproque : l'œuvre du congrès

« Les progrès de la science de l'électricité sont liés aux progrès des industries électriques d'une façon tellement intime qu'ici science et industrie ne constituent, à proprement parler, qu'un seul corps de doctrine ; ce n'est guère qu'en chimie que nous retrouvons une alliance aussi étroite entre la théorie et la pratique ». Le développement économique de l'électricité aurait donc entraîné celui du paradigme. L'idée est valable, au regard des années 1881-1900, car « l'électricité fut une science avant d'être une industrie ». D'autre part, la collaboration étroite entre le système technique et le monde économique est essentielle. Car, si le développement des applications économiques de l'électricité permit l'enrichissement du paradigme, cela supposait que la communauté électrique soit à l'écoute des besoins du monde économique. Pour comprendre l'ensemble du mécanisme, il faut remonter aux années antérieures à 1881. L'électricité n'était qu'une science cantonnée aux divertissements. Avec la crise du « paradigme technologique » (Patrice Touchard), « elle quitta son habit 18e de divertissement de salon » et devint l'adjuvant du système. La crise s'intensifiant, elle en devenait l'élément central. Mais ce passage dénaturait l'ancien système technique et fut la condition de la formalisation d'une communauté électrique (composée de théoriciens et de techniciens) défendant un paradigme qu'ils bâtirent. L'élément déclencheur fut l'exposition de 1881. Un monde économique pionnier se formalisa à son tour sous l'impulsion des opportunités offertes par le système technique. En les incorporant, il fit pression sur ce dernier d'où un développement de la science électrique par rétroaction positive. La maturation de l'orbe technico-économique électrique se fit alors par tâtonnements et des congrès successifs se déroulèrent entre 1881 et 1900. Le congrès de 1900 semble donc en continuité avec les précédents. Mais il matérialisait en même temps la rupture, achevant un cycle de maturation et ouvrant des perspectives beaucoup plus étendues.

Une œuvre de réajustement paradigmatique en direction du monde économique

Le réajustement visait d'abord à « réformer la base même du système d'unités » ou à signaler les défauts dans le choix des étalons. Cette dénonciation des lacunes permettait d'accroître les performances. Le réajustement passa ensuite par la fourniture d'explications de phénomènes encore inconnus afin de bâtir de nouvelles théories. Le fréquencemètre présenté par Robert Kempf-Hartmann était par exemple une réponse à un besoin issu des « nombreux essais faits pendant une dizaine d'années, aussi bien par le monde savant qu'industriel, sur les courants alternatifs [ayant] fait ressentir le manque d'un instrument permettant la détermination rapide et exacte de la fréquence de ces courants ».

Une révolution de confiance

Au congrès international d'électricité de 1881, la question des rendements n'apparaissait pas. En 1900, une nouvelle prise de conscience eut lieu. Les acteurs de l'orbe technico-économique électrique s'aperçurent qu'ils disposaient des capacités suffisantes pour enrichir leurs investigations dans le but d'associer le reste de leurs contemporains. Dans les communications, par exemple, **H. André présenta un système téléphonique à batterie centrale qui permettait d'« obtenir le meilleur service possible**, tout en réduisant au minimum les dépenses du matériel, du personnel et de l'entretien pour l'installation et l'exploitation des lignes d'abonnés et interurbains automatisés en grande partie, le système présenté permettait d'accroître les rendements

Comparaison entre l'ancien système téléphonique et celui à batterie centrale (chiffres donnés par l'auteur)		
	Ancien système	Nouveau système
Moyenne du nombre d'appels par jour et par opératrice d'abonnés	1 000	1 800
Nombre maximum d'appels par heure et par opératrice d'abonnés	180	390
Moyenne du nombre d'appels par jour et par opératrice d'arrivée	2 400	3 250
Nombre maximum d'appels par jour et par opératrice d'arrivée	300	600

:En moyenne, on augmentait de 80 % les appels par jour et par opératrice d'abonnés et de 35,42 % les appels par jour et par opératrice d'arrivée. Ces gains étaient liés au fait que « la source d'électricité centrale qui fournit l'énergie pour les appels automatiques alimente en même temps tous les microphones des postes d'abonnés », et à la diminution du temps entre l'appel de l'abonné et la réponse de l'opératrice par la réduction de la manœuvre d'appel de l'abonné et de celle de l'opératrice. De plus, on pouvait allier performance économique et mieux-être en « rendant le signal d'appel efficace par l'opératrice en le plaçant dans le champ visuel le moins fatigant et le plus rapproché possible de l'opératrice, de façon que cette dernière, pour percevoir le signal, n'est pas obligée d'écarter ses yeux de leur position de repos ».

Avec l'avènement du courant alternatif dans les années 1890, la gestion d'un réseau de transport de plus en plus complexe vit le jour.

En 1900, les électriciens se rendirent compte qu'ils disposaient des moyens pour intensifier les réseaux émergents dans une logique d'interconnexion. Mais il fallait d'abord résorber les contraintes techniques. La présentation par Guido Semenza de l'installation de Paderno Milan lors du congrès et son insistance sur les progrès réalisés pour rendre la transmission fiable est un exemple intéressant dans la lutte contre les goulots d'étranglement. Le choix d'une ligne à haute tension de 18 fils de cuivre de 9 millimètres de diamètre, supportée par deux rangées de poteaux situés à une distance de deux mètres l'un de l'autre permettait de transporter l'énergie avec une perte d'à peine 9 %. En outre, les machines utilisées (alternateur à 15 000 volts et dynamos fournies par la maison Brown, Boveri et Cie de Baden), permettaient d'atteindre un rendement de 95 %. Pour rassurer les théoriciens, l'auteur assura qu'à peine deux accidents sans gravité eurent lieu. La voie était donc libre pour envisager l'intensification de ce type de réseau.

En conclusion, pour comprendre ce que fut l'exposition universelle de 1900 pour l'électricité, nous partirons de l'analogie entre développement politique et développement scientifique développée par Thomas S. Kuhn : « Les révolutions politiques visent à changer les institutions par des procédés que ces institutions elles-mêmes interdisent. Leur succès exige donc l'abandon partiel d'un ensemble d'institutions politiques en faveur d'un autre, et, dans l'intervalle, la société n'est vraiment gouvernée par aucun système d'institutions. À l'origine, c'est la crise seule qui affaiblit le rôle des institutions politiques, comme elle affaiblit le rôle des paradigmes. Un nombre croissant d'individus deviennent chaque jour plus étrangers à la vie politique et, quand ils participent, leur comportement singulier devient chaque jour plus imprévu. Puis, à mesure que la crise s'aggrave, bon nombre de ces individus s'engagent dans un projet concret de reconstruction de la société, au sein d'un nouveau cadre institutionnel. À ce stade, la société se trouve divisée en camps ou partis concurrents, l'un s'efforçant de défendre l'ancien ensemble institutionnel, les autres, d'en instituer un nouveau. Et une fois cette polarisation effectuée, tout recours politique échoue. Parce qu'ils sont en désaccord sur les fondements institutionnels dans le cadre desquels ce changement politique doit s'effectuer et être évalué, parce qu'ils ne reconnaissent aucun cadre supérieur aux institutions à qui reviendrait de juger les différends révolutionnaires, les partis face à face dans un conflit révolutionnaire doivent finalement recourir à des techniques de persuasion de masse et souvent même à la force ». Une des causes majeures de la révolution de 1881 fut donc la crise du paradigme fondé sur le couple charbon-vapeur. Un nombre croissant d'individus devinrent étrangers à celui-ci. La crise s'aggravant, ils bâtirent un nouveau projet de société, dont le moteur serait électrique. L'exposition de 1881, nous l'avons dit, permit la formalisation du projet : elle fut une révolution de conscience. Entre 1881 et 1900, le monde économique était divisé entre les adhérents au nouveau projet et les opposants. Toute réconciliation devenant impossible, l'affrontement eut lieu. Nous pensons en définitive que l'exposition universelle de 1900 fut un champ de bataille paradigmatique sur lequel les deux projets s'opposèrent. Le conflit, régulé par les pouvoirs publics, tourna à l'avantage des électriciens parce que leurs techniques de persuasion de masse furent plus pertinentes. L'électricité à l'exposition universelle de 1900 correspond donc, selon nous, à la fois à la démonstration de la cohérence du nouveau projet ainsi qu'à l'appropriement du consommateur potentiel par l'expérience et par l'imagination. En ce sens, l'exposition de 1900 est le reflet inverse de celle de 1881 dans la mesure où à la prise de conscience succéda une prise de confiance.

III - Téléphone, électricité : étude comparée de deux législations fondatrices Bruno Marnot

Le téléphone et l'électricité s'introduisent dans le paysage des sociétés industrialisées au même moment.

L'invention de Bell est présentée au public français et européen lors de l'Exposition Universelle de 1878, tandis que la nouvelle énergie est consacrée par la fameuse Exposition de 1881. Les politiques du téléphone et de l'électricité vont pourtant connaître des destins différents, l'échec de l'une contrastant avec la réussite de l'autre, ce qui conduit à s'interroger sur les motivations du législateur et, peut-être à travers lui, sur celles de la société dans son ensemble. La chronologie offre cependant une apparence trompeuse, puisque le téléphone reçoit l'onction parlementaire bien avant l'électricité, paradoxe qui ne peut que renforcer la perplexité de l'observateur. Pour tenter de mieux comprendre cette histoire à la fois parallèle et divergente, il convient de retracer successivement l'histoire de ces deux législations, avant de proposer, dans une ultime étape, quelques pistes de réflexions, qui s'inscrivent dans la problématique plus large des rapports entre institutions politiques et innovations techniques.

Le téléphone : une législation étatiste et assez précoce.

Le téléphone est la première innovation technique majeure à laquelle est confrontée la République. Curieusement, l'invention de Bell suscite assez peu, à l'origine, l'enthousiasme des spécialistes français *, pas plus que celui de l'administration ou des premiers gouvernements républicains. Or, le Parlement vote la nationalisation du téléphone à une très large majorité onze ans, seulement pourrait-on dire, après sa présentation à l'Exposition de 1878. Il s'est donc produit entre-temps une évolution dans l'esprit des dirigeants politiques à l'égard d'une technologie naissante dont on ne pouvait prédire à l'origine le succès futur. L'histoire du téléphone entre la fin des années 1870 et 1889 s'écrit en deux temps, celui de la nationalisation brutale succédant à une phase d'atavisme de la part de l'administration tutélaire.

La première période de l'histoire du téléphone en France est celle d'un régime semi-libéral né presque par défaut, tant les pouvoirs publics semblent se désintéresser de la nouvelle technologie.

Quatre raisons au moins justifient cette orientation. La première est assurément budgétaire. En effet, **Adolphe Cochery**, premier ministre des Postes-et-Télégraphes a sans doute hésité à demander à la nation, via ses représentants, des crédits supplémentaires déjà difficilement obtenus pour la modernisation du télégraphe, tandis que les finances publiques sont engagées dans l'ambitieux plan Freycinet. En deuxième lieu, l'avènement du téléphone intervient, pour reprendre la juste expression de C. Bertho, « dans un contexte de chaos administratif » : les services postaux et télégraphiques accablés par des problèmes de fusion et d'autonomie ne peuvent considérer l'arrivée du téléphone que comme une source de complication supplémentaire. En outre, selon V. Leroux, les experts du service technique de télégraphie n'entrevoient à l'origine aucune filiation entre télégraphe et téléphone. Enfin, comme le souligne un rapport de 1882 rédigé par l'ingénieur et député républicain Charles Baïhaut, les ingénieurs des télégraphes n'ont pas cru dans un premier temps en l'avenir de cette nouvelle technologie. Hervé Mangon, ingénieur des Ponts-et-Chaussées et député de la Manche, ajoute même en 1884, avec un brin de condescendance, que les ingénieurs « regardaient encore (en 1877) le téléphone comme une simple curiosité, sans intérêt pour la pratique ». Il est vrai que les premières expériences ne se sont guère avérées concluantes, tant les capacités du nouvel instrument de communication semblaient limitées. On ne pouvait réaliser que des réseaux locaux ; or, l'administration de l'État, par définition, a une vocation nationale.

L'administration se déleste par conséquent de cette invention encombrante en accordant son exploitation à la **Société générale des téléphones**, créée le 10 décembre 1880 et disposant d'un capital social de 25 millions de francs. La concession accordée dès 1879 comporte des « conditions draconiennes ». Il y est stipulé que les câbles téléphoniques seront établis par les techniciens de l'administration, que l'État s'octroiera 10 % du produit brut réalisé par la SGT — soit 35 % de la recette nette — et qu'il pourra racheter à tout moment les droits et les matériels de la société. Enfin, la concession est limitée à cinq courtes années, ce qui n'autorise aucune rentabilité dans l'affaire. La convention revêt donc un caractère indubitablement léonin, dans la mesure où l'administration se borne à déléguer temporairement l'autorité que lui confère le monopole sur les communications, prête à l'assurer directement en cas d'avancées notoires. En outre, ce système lui permet d'obtenir des avantages financiers, laissant tous les inconvénients à la jeune société. En ce sens, la convention de 1879 met en place un régime de liberté étroitement contrôlée aux perspectives à courte vue.

De fait, la situation de la SGT devient rapidement problématique. Dès 1881, le nombre de candidats augmente plus vite que celui des abonnés raccordés. Ainsi, au 31

décembre, 911 souscripteurs sur 3 000 attendent toujours leur ligne. Les capacités de production de la firme s'avèrent incapables de suivre le rythme de la demande. Ce succès est en fait une source d'ennuis pour les administrateurs de la SGT qui incriminent tout à la fois les brides imposées par l'administration et par la municipalité parisienne qui exige un réseau souterrain, ainsi que « l'apathie des constructeurs français, qui manquent une belle occasion ». Parallèlement, la société doit essuyer un faisceau de critiques de plus en plus virulentes. Sa situation de monopole est dénoncée par nombre d'hommes d'affaires comme par la plupart des chambres de commerce. Tous critiquent la tarification trop élevée qui est, à vrai dire, la condition sine qua non de l'amélioration des résultats de la firme au cours de ces années. Dès 1884, le député de Farcy pr l'établissement d'un régime de libre-concurrence, afin de faire chuter les tarifs, mais il rencontre l'opposition conjuguée de la SGT elle-même et de nombreux parlem dont beaucoup rallient les vues de l'administration. L'expérience semi-libérale du téléphone entre dès lors dans une ère de turbulences.

En effet, les rapides succès commerciaux de la SGT ont tôt fait de raviver l'intérêt de l'administration pour le téléphone. Dès 1882, un crédit supplémentaire de 250 000 francs est octroyé au ministère des Postes-et-Télégraphes « pour l'établissement de lignes téléphoniques ».

La modestie des crédits demandés, étonnante au premier abord, s'explique aisément si l'on n'oublie pas que l'administration, toujours prudente, ne souhaite, dans un premier temps, que procéder à des expériences.

(L'administration choisit la ville de Reims comme premier terrain d'essai. Le 1er avril 1883 est mis en service le premier réseau public dans cette agglomération où souscrivait 150 abonnés. Outre Reims, les quatre autres villes retenues par l'administration se situent également dans le Nord et l'Est : il s'agit de Roubaix, Tourcoing, Saint-Quentin et Troyes.)

Le rapporteur du projet de loi gouvernemental est Charles Baihaut. Défenseur ardent des intérêts de l'État face à l'industrie privée, gambettiste intimement persuadé du rôle initiatique des pouvoirs publics dans la voie du progrès technique, promoteur du développement des télécommunications à la Chambre, le député de Seine-et-Oise est tout désigné pour défendre l'idée d'un réseau téléphonique établi par les soins de l'administration. Son rapport, déposé le 4 juillet 1882, se situe deux ans avant la fin de la concession et de son éventuel renouvellement. Il apparaît donc comme un avertissement pour la SGT quant aux intentions du gouvernement.

« Grâce aux crédits ouverts, note le rapporteur, le gouvernement installera des téléphones sur certains points ; la société suivra sa marche de son côté. La question sera donc entière aux approches de 1884 ». Autrement dit, le député souhaite instaurer une concurrence entre le secteur public et l'industrie privée, bien que les dés soient dès l'origine pipés. Baihaut exploite ainsi l'insuffisance de service offert par la société privée. « L'exploitation téléphonique, déclare-t-il, dans ces limites restreintes, ne suffit plus aux besoins actuels ; un grand nombre de villes demande des réseaux, et il devient indispensable d'étendre les communications téléphoniques en dehors des localités pour en faire jouir les usines ou les habitations isolées ». Conscient désormais des réelles possibilités du téléphone, le gouvernement entend bien le faire entrer dans le giron du service public.

Cet texte constitue donc bien la première étape visant à mettre un terme à l'expérience inaugurée en 1879. Il montre aussi en creux le jeu parasitaire de l'administration, dès lors qu'une innovation, qui relève de ses attributions prétendument naturelles, devient un moyen de domination de l'espace social. Au nom de sa propre logique, l'État n'hésite donc pas à sacrifier les intérêts d'une société privée qu'il avait, sans le moindre souci de contradiction, encouragé à se développer quelques années auparavant.

Le réseau téléphonique se développe dorénavant en partie sous l'impulsion de l'administration des Postes-et-Télégraphes. Entre 1882 et 1886, une douzaine de lignes sont établies dans les villes du nord de la France, puis à partir de 1885, sept longues relations interurbaines parcourent le territoire. Le schéma de l'administration est résolument traditionnel : hormis la première ligne Rouen-Le Havre, le réseau téléphonique rayonne autour de la capitale en suivant les grands axes de communication français. Les tarifs proposés par l'État sont beaucoup plus bas que ceux pratiqués par la Société générale du téléphone.

Fort de ces succès, le gouvernement dépose un projet de loi destiné à régler les concessions téléphoniques en 1884. C'est à Hervé Mangon, ancien professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers et spécialiste reconnu du génie rural, qu'échoit la défense de ce texte. Ce rapport déposé deux jours après la signature d'un arrêté permettant la création d'un réseau interurbain et l'année même du renouvellement de la concession s'avère donc d'un intérêt particulier. Si le député de la Manche, et avec lui l'ensemble de la commission spéciale, ne revient pas sur l'évidence du « droit de l'État au monopole des transmissions de la parole comme de l'écriture », son interrogation porte davantage sur la forme pratique de l'exercice de ce droit. Entre l'exploitation directe et la concession, le dilemme n'obéit pas tant à des considérations économiques, qui paraissent secondaires pour l'ingénieur d'État, qu'à des implications d'ordre juridique. Tout un questionnement relatif aux clauses de concessions, de rachat ou de police, ainsi qu'aux éventuelles résistances ou exigences des particuliers et des communes lors de la pose des lignes, souligne l'urgence d'une législation générale du téléphone que ne saurait satisfaire le présent projet de loi, trop restreint dans ses ambitions.

Il faut donc sortir du provisoire. Le développement inéluctable du réseau téléphonique, comme plus tard du réseau électrique, doit aboutir à une réflexion juridique d'ensemble. En bon ingénieur d'État, Mangon ne peut logiquement concevoir la réalisation de nouveaux réseaux sans un cadre législatif précis, universel et susceptible, de surcroît, de défendre les intérêts de l'administration tutélaire. En filigrane, apparaît également le souci de ne pas conférer aux futurs concessionnaires de ces nouveaux réseaux le pouvoir que l'État accorda naguère aux grandes compagnies de chemins de fer. La crainte sous-jacente de recréer un monopole privé joue assurément, dans une Chambre de plus en plus radicale, un rôle important lors de la décision de 1889. Le texte de Mangon dépasse, de par sa portée, le projet circonstanciel soumis à la commission qui préfère « la présentation d'une loi générale sur l'installation et l'exploitation des téléphones »

Chargée d'examiner le projet de loi « portant autorisation de traiter avec les villes pour l'établissement des réseaux téléphoniques d'intérêt local et d'emprunter à la Caisse des dépôts et consignations les sommes nécessaires pour effectuer le rachat des réseaux exploités par la Société Générale du Téléphone », la commission spéciale réunie à partir du 28 mars 1889 prépare en fait la nationalisation du téléphone. L'énoncé exprime clairement les intentions du gouvernement. La cheville ouvrière de cette commission est Georges Cochery, le fils d'Adolphe Cochery, qui fut le premier ministre des Postes-et-Télégraphes. Polytechnicien, Georges a démissionné assez rapidement de l'artillerie pour épauler son père au sein de la nouvelle administration. Député républicain du Loiret depuis 1885, Cochery se distingue en 1889 par un rapport exhaustif sur la question du téléphone depuis son apparition en France et dans le monde. Le texte, déposé deux mois jour pour jour après le début des travaux de la commission, montre la diligence de cette dernière à régler l'affaire avant que n'intervienne le prochain renouvellement de la concession, ainsi que son accord tacite avec les vues gouvernementales.

Les arguments avancés par Georges Cochery sont le modèle même du discours d'ingénieur républicain, attaché à la mystique de l'État. Le premier est commercial : le retard pris par la France en matière de téléphone est évidemment imputé à la SGT dont les tarifs trop élevés ont freiné l'essor de la demande « alors que les réseaux de l'État, dans les villes d'une certaine importance ont progressé rapidement ». Le deuxième argument fait appel, dans la continuité du premier, à des considérations d'égalité sociale. Jusqu'alors, le téléphone a été le privilège de quelques grandes villes qui seules, en raison de leur importance et de la certitude d'une exploitation lucrative, présentaient un intérêt pour la compagnie privée. Ce principe n'en demeure pas moins antidémocratique aux yeux du rapporteur invoquant ipso facto la notion de « service public ». De ceci, il découle que : « entre le monopole d'une compagnie privée et le monopole de l'État l'hésitation n'est pas possible ». A l'autorité publique qui « se préoccupe avec sollicitude des intérêts des abonnés », revient le devoir d'étendre le réseau. De même que Freycinet en 1878 à propos des chemins de fer, Cochery invoque la nécessité de « sillonner la France, ou certaines parties au moins de la France, de grandes lignes téléphoniques, se ramifiant en certains points au moyen de réseaux locaux qui en donnent l'usage aux particuliers à partir de leur domicile ». Ainsi, la politique économique de la République doit être mue par le souci constant de l'intérêt général, cette vieille notion théorique dont la déclinaison pratique et moderne s'appelle « service public » et qui ne conçoit pas le progrès technique sans universalité sociale.

Le troisième argument, corollaire des deux précédents, est d'ordre technique. L'accès universel au téléphone n'est possible que dans la mesure où le développement de sa technologie le permet ; or, l'évolution de cette donnée au cours de la décennie a modifié le regard des pouvoirs publics à l'égard du téléphone. « Si donc le téléphone est un appareil télégraphique, annonce le rapporteur dans son préambule historique, c'est un appareil télégraphique qui ne se substitue pas simplement aux autres, mais les complète. Son emploi n'est pas limité comme l'est celui des autres appareils télégraphiques ». Non seulement, la filiation entre les deux vecteurs modernes de la communication est désormais explicitement reconnue, mais on admet également implicitement la supériorité du téléphone sur le télégraphe. Pour la première fois sans doute, la puissance publique explicite, par la voix de son rapporteur, la place qu'elle assigne à la jeune technologie, à savoir une fonction au moins complémentaire d'une technologie confirmée. Pour cette raison même, l'avenir frappe d'incapacité le secteur privé qui ne « peut prévoir toutes les extensions que la science donnera à la téléphonie ». Seul l'État, par son dégagement vis-à-vis des contingences immédiates de la rentabilité, par une sorte de prescience, peut abolir toute entrave à l'avènement du progrès. Son impartialité est la garantie même de celui-ci.

Le dernier argument est plus prosaïque puisque budgétaire. Il n'est pas, au demeurant, celui qui a le moins contribué à emporter la décision des députés qui redoutent plus que tout la réouverture du « grand livre de la dette ». Cochery, qui est seul à disposer du dossier financier, tente donc de rassurer la représentation du pays en présentant la nationalisation comme une bonne affaire. « Depuis six ans, assure le rapporteur avec tableaux à l'appui, les réseaux de l'État fonctionnent avec des tarifs inférieurs de plus de 30 % à 50 % à ceux de la Société Générale des Téléphones, tout en réalisant des bénéfices importants (...) ». Ainsi le produit net de 1886, qui s'élevait à 226 000 francs, compensait déjà largement le crédit de 250 000 francs octroyé en 1882. L'exploitation s'avère par conséquent fructueuse pour le Trésor, en dépit même du dédommagement de 400 000 francs que produit la redevance de la SGT. Si la nationalisation du téléphone est acceptée, c'est parce qu'elle est au mieux une manne fiscale, au pire une affaire qui ne coûtera rien aux finances publiques.

Pour cette raison même, le projet de loi n'est assorti d'aucun programme financier d'envergure. C'est la contradiction majeure d'un projet qui n'accompagne les intentions grandioses d'aucun plan de développement concret. Les voies et moyens envisagés consistent à généraliser le principe des avances remboursables sans intérêt, éterné par la ville de Limoges en décembre 1888. L'impulsion étatique repose en réalité sur l'initiative des municipalités et des conseils généraux. Ce projet, qui reçoit l'adhésion écrasante

de 412 députés sur 476 18, s'engage en réalité sous les plus mauvais auspices. La loi de 1889 hypothèque durablement l'avenir du téléphone en lui refusant tout programme de développement dont la responsabilité incombe pourtant à l'Etat, ainsi que l'a martelé Georges Cochery.

L'électricité : une législation tardive et assez libérale

Au moment où se dessine une politique du téléphone, dans la lignée interventionniste de la République opportuniste, l'électricité n'est pas encore entrée dans le champ législateur. Comme le montre A. Beltran, le premier texte qui lui est consacré est un décret du 15 mai 1888, dont le but est de « concilier dans une juste mesure les exigences de la sécurité publique et la liberté indispensable à l'essor de l'industrie électrique », mais qui ne fait pas apparaître la notion d'intérêt général pourtant nécessaire à la reconnaissance officielle de la nouvelle énergie. Il laisse surtout transparaître les inquiétudes posées par la nouvelle énergie. Pourtant, au fil des progrès enregistrés par l'électricité, le cadre juridique s'avère rapidement inadéquat. Au lendemain de l'Exposition Universelle de 1889, nombreux sont les ingénieurs français à réclamer l'élaboration d'une législation favorable à la distribution de force et de lumière. Les premiers pas en ce sens interviennent avec le vote de la loi du 25 juin 1895, relative « aux conditions d'établissement des conducteurs électriques destinés à la transmission de l'éclairage et au transport de force », qui a été notamment soutenue par le député de la Seine Georges Berger, par ailleurs ancien directeur du congrès international d'électricité de 1881. Qu'il soit le rapporteur du premier projet gouvernemental concernant l'électricité n'est donc pas fortuit. Son objet vise à rendre la « jurisprudence plus libérale et plus moderne » en supprimant notamment l'autorisation ou la déclaration préalable. L'article 9 supprime certes le décret de 1888, mais la loi ne reconnaît toujours pas l'utilité publique, apparemment peu évidente aux yeux du législateur, à la distribution électrique, l'auteur du rapport préférant se défausser au regard d'une science « dont les applications pratiques ainsi que les découvertes se développent et se multiplient avec un imprévu qui déroutent souvent l'imagination ». A l'instar du téléphone, le législateur se réfugie dans un attentisme prudent tant que l'invention n'a pas fait la preuve de toutes ses qualités intrinsèques.

L'argument scientifique perd toutefois de sa pertinence au fur et à mesure des progrès rapides de la nouvelle technologie et la question de la reconnaissance de son utilité publique est tranchée par le rapport du 8 février 1898 remis par l'inspecteur général des Ponts-et-Chaussées et grand commis de l'Etat, le député du Nord Florent Guillaumin. Si les capitaux « n'osent guère s'aventurer » dans l'industrie électrique, pense le rapporteur, c'est parce qu'ils ne bénéficient pas de la sécurité « que peut donner un contrat passé avec l'autorité publique ». Or, « le moment est venu où le législateur a le devoir d'intervenir pour donner à l'industrie nouvelle l'appui de la loi ». Cette intervention est, en effet, indispensable, puisque pour transporter l'énergie et la distribuer, il faut toujours suivre les voies publiques, passer quelquefois sur les propriétés particulières et même s'y appuyer souvent lors de la traversée des agglomérations. La législation en vigueur qui peut seulement accorder des permissions de voiries, toujours précaires et révocables, pour l'occupation des voies publiques est de ce fait trop étreinte. Guillaumin estime par conséquent qu'il est urgent de reconnaître aux ouvrages de distribution d'énergie le caractère de travaux dont l'utilité publique ne doit plus souffrir de contestation. L'acte de concession offrirait ainsi la sécurité tant recherchée par des entreprises formant dès lors de véritables services publics. Dans le même temps, le rapporteur propose d'étendre le bénéfice de la loi de 1895 aux conducteurs d'énergie servant à l'exploitation des chemins de fer, des tramways, des voies navigables et d'autres ouvrages publics. Discuté en fin de législature, le projet rapporté par Guillaumin n'aboutit pas. Il pose pourtant les bases du futur régime de la distribution d'électricité.

La commission spéciale formée le 11 février 1904 permet à Guillaumin de faire triompher ses vues, efficacement relayé par son collègue des Mines Léon Janet. Ces deux hommes constituent la cheville ouvrière de cette commission qu'ils conduisent peu à peu à se ranger à leurs vues. Ainsi, Janet signale, au cours de la séance du 14 décembre 1904, que pour les industriels du secteur le problème de la distribution prime celui de la production. Tous ceux qui ont été entendus dans les semaines précédentes ont souligné la précarité du présent régime, tant à cause du système des permissions de voirie que des procédures interminables avec les propriétaires dont il faut obtenir l'accord pour le passage des fils. Du même coup, le rapport Guillaumin de 1898 présente un intérêt renouvelé.

En fait, la nouvelle base de discussion devient la proposition de loi déposée quelques jours auparavant par Léon Janet qui s'est fortement inspiré des propositions de son collègue des Ponts. Son constat est identique : « si tant de forces hydrauliques restent encore stériles, ce n'est pas seulement à cause des difficultés de leur utilisation sur place, mais aussi à cause des difficultés du transport de l'énergie produite. Les chutes d'eau (...) prendraient de suite une valeur beaucoup plus grande, si l'énergie produite pouvait facilement être transportée à des usines établies dans la plaine ». Or, ce transport devient extraordinairement compliqué quand il ne peut s'effectuer que le long des voies publiques. La reconnaissance de l'utilité publique lui permettrait d'emprunter aussi les propriétés privées.

Ces garanties ne suffisent pourtant pas à apaiser les craintes des industriels du secteur. Les auditions de certains de leurs représentants, tels que Pinot, Sartiaux ou Sée, contribuent fortement à faire évoluer le texte de Janet dans un sens plus libéral. Ainsi, lorsqu'il est entendu par la commission, le 18 janvier 1905, Pinot, secrétaire général du syndicat de la Houille blanche, demande que les lignes qui feront l'objet d'une concession soient destinées à desservir à la fois services publics et industrie privée, sans quoi elles ne représenteraient aucun intérêt. En l'occurrence, cette préoccupation rejoint les vœux exprimés par Guillaumin dans une proposition de loi déposée en 1903. Des deux côtés, l'accord s'établit sur le fait que l'utilisation mixte doit être la règle. L'industriel souhaite également que l'administration n'impose pas le régime au demandeur dont la liberté doit rester entière dans le choix de la concession ou de la permission de voirie. Enfin, l'homologation des tarifs sur le modèle de la tarification ferroviaire est plus que tout redoutée.

Sur ce dernier point, Guillaumin s'empresse de rassurer son interlocuteur. Dans la mesure où cette disposition ne répond plus aux nécessités de la pratique, la fixation d'un tarif maximal en deçà duquel le concessionnaire aurait toute liberté serait plus judicieuse, de même qu'elle serait de nature à satisfaire à la fois pouvoirs publics et intérêts privés. De plus, au cours de la séance du 25 janvier, Janet et Guillaumin estiment de concert que le choix du régime d'exploitation doit être réservé aux industriels. A ce titre, les deux ingénieurs s'emploient à rechercher un nouveau dispositif qui préciserait les divers régimes entre lesquels les entrepreneurs pourraient opter. En outre, un monopole de concession est accordé pendant une durée déterminée. De nouveau, sont invoquées des « raisons d'intérêts pratiques », liées essentiellement à la tardive constitution d'une clientèle inhérente aux contraintes du secteur. Si la commission rejoint assez rapidement le point de vue de Guillaumin, qui souhaite « laisser le champ libre à la concurrence sur le terrain industriel », l'éventualité d'un monopole à durée déterminée en matière d'éclairage privé oppose ses membres pendant plusieurs semaines. Successivement portée à dix, quinze, vingt-cinq puis trente ans, la durée du monopole est finalement dégagée de tout délai dans la mouture finale.

La proposition Janet, amendée sur certains points, devient la loi du 15 juin 1906. Véritable « charte de la distribution », elle prévoit la coexistence de la permission de voirie et de la concession. A cette dernière peut être associée la déclaration d'utilité publique qui permet à son bénéficiaire d'exécuter des travaux sur les propriétés privées en contrepartie de certaines obligations prescrites dans un cahier des charges. A titre d'exemple, les sociétés de distribution concessionnaires doivent accepter le principe d'un tarif maximum. La liberté des tarifs n'est donc pas admise mais par contre le modèle de la tarification ferroviaire, jugé trop contraignant, a été également rejeté. La loi accorde, en outre, un régime de concession simple sans déclaration d'utilité publique aux syndicats de communes. Enfin, ce texte établit le principe de la libre concurrence des entreprises de distribution à l'exception toutefois de l'éclairage privé. Cherchant à définir un nouveau service public tout en respectant le choix du régime de distribution, l'esprit de cette loi réside dans sa souplesse et dans l'établissement d'un équilibre entre intérêt général et intérêts privés. En prenant partie pour le concessionnaire contre le propriétaire, elle offre une base juridique qui donne la sécurité nécessaire au développement de la distribution électrique.

Échec du téléphone, succès de l'électricité : quelques pistes de réflexion

Ces deux historiques ont pour mérite de montrer combien le décalage chronologique peut être trompeur : l'innovation qui a la première reçu l'attention parlementaire n'est pas celle dont les qualités intrinsèques furent les mieux comprises du législateur et encore moins celle à qui l'on a réservé le meilleur sort. En fait, ce décalage recèle des motifs plus complexes. Trois pistes de réflexion peuvent être esquissées.

Les enjeux technico-politiques : l'antagonisme télégraphe/téléphone

Le téléphone ne peut se départir, au long de ces années, d'une tache originelle, qui est d'être né au moment où la technologie du télégraphe atteint, du moins en France, sa pleine maturité. En effet, au cours du dernier tiers du XIXe siècle, les inventeurs français ont apporté des solutions au problème de l'accroissement du rendement des lignes. Emile Baudot, employé du service télégraphique, a notamment amélioré le principe du codage-décodage en créant un système permettant une saisie plus rapide (60 mots à la minute au lieu de 45 auparavant) et celui du multiplexage dans le temps, puisqu'il a mis au point entre 1877 et 1882 un dispositif permettant à trois opérateurs d'émettre simultanément sur une même ligne. Le système est rapidement développé sur les lignes au trafic intense qui relient Paris aux principales agglomérations.

A la même époque, l'administration des Télégraphes est engagée dans une délicate opération de fusion avec celle des Postes, à la fois jumelle et rivale. D'abord sous-secrétariat d'Etat, la nouvelle administration devient un ministère à part entière, notamment grâce à l'influence d'Adolphe Cochery. Cet ancien avocat, républicain « de la veille » et admirateur de Gambetta, est un homme épris de progrès technique. Avant d'être l'un des principaux promoteurs de l'Exposition de 1881, Cochery est l'homme du télégraphe, tout comme son fils Georges est celui du téléphone quelques années plus tard. Nommé sous-secrétaire d'Etat aux Postes-et-Télégraphes le 20 décembre 1877, il donne une impulsion décisive à cette administration, si bien qu'un décret du 5 février 1879, signé de la main du président Jules Grévy, qui est aussi un ami particulier de Cochery, transforme le sous-secrétariat d'Etat en ministère indépendant. Cochery demeure l'indéracinable ministre des Postes-et-Télégraphes jusqu'à sa démission en 1885. Vivier de polytechniciens, le jeune ministère correspond, à l'époque Cochery, à une période d'avancées remarquables du réseau télégraphique. Tant qu'il reste à la tête de son administration, le service des Télégraphes est d'ailleurs privilégié par rapport à celui moins innovateur des Postes. Ce choix n'est du reste pas évident à faire admettre, car depuis le début des années 1870, le réseau télégraphique est saturé du fait même de l'engouement croissant du public pour ce mode de communication. Le dilemme se pose

alors aux pouvoirs publics entre une limitation de son usage à des besoins précis ou bien son développement généralisé au prix d'investissements onéreux ; autrement dit, soit il reste d'un usage marginal à l'intérêt purement fiscal, soit il devient un instrument de communication démocratique dont il faut engager la nécessaire modernisation, avec le risque éventuel de mettre en crise le service des postes.

Adolphe Cochery, appuyé par une administration dynamique, fournit assez rapidement la réponse, puisqu'il engage un effort sans précédent en faveur de la modernisation du télégraphe, à tel point qu'en décembre 1882 le député Hugot lui reproche de réaliser un programme comparable au plan Freycinet. Dans un rapport du 22 juin 1882, et nom de la commission du budget, Charles Baihaut souligne l'effort accompli depuis 1877. Les crédits du budget des Postes-et-Télégraphes ont augmenté de 36,52 % en cinq ans, passant de 90 123 619 francs en 1877 à une estimation de 130 161 266 francs pour 1883. Le nombre de bureaux télégraphiques qui était de 4 546 en 1877 s'élèvera à 6 448 en 1883. La longueur totale du réseau est passée de 57 090 kilomètres en 1877 à 73 944 kilomètres en 1881 ; ce chiffre devrait s'élever à 87 020 kilomètres en 1883. La longueur des fils connaît une semblable progression : 150 485 kilomètres en 1877, 211 873 en 1881, 263 830 prévus pour 1883.

En outre, le nouveau système de tarification uniforme au mot, en vigueur depuis le 1er mai 1878, date symbolique de l'ouverture de l'Exposition Universelle, est devenu la norme internationale. Il a notamment été préféré, lors de la conférence de Londres de 1879, au système allemand plus complexe qui décomposait la taxe en une somme fixe et une somme proportionnelle à la longueur de la dépêche. L'adoption générale du système français a été confirmée lors de la conférence de Berlin de 1885. Sur le territoire français, la simplicité et la modicité de la taxe ont été les instruments privilégiés de la démocratisation de l'usage du télégraphe, comme le montre l'évolution du produit depuis 1877. De l'ordre de 141 064 531 francs à cette date il s'abaisse en 1878 et 1879, suite à la mise en place du nouveau système de tarification, avant de connaître une progression constante jusqu'en 1885 où il atteint 170 724 300 francs.

Les années 1877-1885 auréolent d'un indubitable prestige le service des Télégraphes qui a su, d'une part, s'imposer par rapport à son rival des Postes par une modernisation technique sans précédent, d'autre part, doter le territoire d'un réseau moderne et démocratique et, enfin, exercer une influence certaine au sein de l'Union Télégraphique Internationale. Toutes ces raisons expliquent que le téléphone fasse figure d'intrus au moins dans un premier temps. Néanmoins, cette indifférence ne peut se prolonger de manière fictive lorsque cette nouvelle technologie est en passe de montrer sa supériorité. Au même moment, le service des Télégraphes voit sa suprématie remise en cause avec le départ d'Adolphe Cochery en 1885.

Dès lors, le téléphone est entrevu par les ingénieurs du télégraphe comme un moyen de reconquérir une domination de plus en plus contestée au sein de leur propre administration. Les rapports parlementaires des années 1882-1884 trouvent désormais un écho chez ces derniers, décidés à obtenir, sur le modèle du télégraphe, la nationalisation du réseau téléphonique. Cette manœuvre est donc purement stratégique et nul n'a une idée précise de la place à attribuer, même dans un avenir proche, au téléphone par rapport à l'ensemble du système de communication français. Le retard durable du réseau téléphonique s'explique en grande partie par le contexte technico-politique de ses origines.

Les enjeux technico-économiques : l'électricité

Au demeurant, la concurrence technique n'est pas propre au télégraphe et au téléphone. Elle affecte également au cours de ces années des énergies traditionnelles comme le charbon ou le gaz, de plus en plus menacées par l'électricité. Toutefois, cette concurrence s'exerce dans une sphère différente, puisque la domination de l'espace social ne représente pas, en l'occurrence, un enjeu comme elle peut l'être en matière de communication. Aussi cette forme de concurrence se cantonne-t-elle essentiellement à la sphère économique et commerciale. Elle peut expliquer les entraves que rencontre l'électricité dans sa lutte contre le gaz, et par conséquent l'attentisme législatif, mais elle n'est assurément pas de même nature que celle qui oppose télégraphe et téléphone. C'est une distinction fondamentale.

En fait, la prise en compte tardive de l'électricité par la sphère politique est essentiellement due à la nouvelle énergie elle-même. Il convient de revenir au rapport de Florent Guillaumin de 1898, précieux à plus d'un titre, non seulement parce qu'il pose les bases du futur régime de l'électricité, mais aussi parce qu'il explique — et justifie — a posteriori la prudente expectative du législateur. « Jusque dans ces dernières années, déclare le rapporteur, la question du transport de l'énergie à longue distance et sa distribution au public ne pouvait pas se poser devant le législateur, parce que la solution scientifique n'en était que très imparfaitement acquise. Il n'en est plus de même aujourd'hui, grâce aux conquêtes si rapides de la science de l'électricité, et le moment est venu de donner l'appui de la loi à cette forme nouvelle du progrès économique ». Cet attentisme, qui rappelle dans une certaine mesure celui qui prévalait à l'égard du téléphone au début des années 1880, montre que les pouvoirs publics, loin d'anticiper sur les progrès de la science, ou de vouloir les accélérer par une législation appropriée, se contentent d'abord d'enregistrer leurs avancées. A l'institution politique, garante de l'ordre social, se pose évidemment la question du risque qui consisterait à favoriser une technologie nouvelle dont nul ne sait au départ si elle ne conduirait pas finalement dans une impasse. La législation ne doit intervenir que lorsque sont réunies deux conditions capables de résorber l'inconnu initial. Il faut, d'une part, que la nouvelle technique ait atteint sa pleine maturité scientifique, d'autre part, qu'elle ait reçu le sceau du « progrès », c'est-à-dire qu'elle connaisse un nombre suffisamment large d'applications pour devenir digne d'intérêt. Pour résumer, il a fallu à la nouvelle énergie passer du stade incertain de l'invention au statut de l'innovation.

En définitive, l'intervention du législateur est justifiée lorsque l'électricité passe, pour reprendre une formule de F. Caron, « des marges du système au centre du système ». En 1898, Guillaumin peut même dresser la liste de toutes les applications connues de l'électricité et de celles à venir. Elle a su non seulement donner l'éclairage ou la force motrice aux transports, mais « commence même à pénétrer dans les exploitations agricoles » et « servira de plus en plus aux usages domestiques ». Même émerveillement se retrouve chez le député Albert Lebrun pour qui « ce n'est pas l'une des moindres qualités de l'énergie électrique, que sa souplesse, sa possibilité de division à l'infini, sa transformation en des voltages divers, bref, son adaptation la plus facile et la plus adéquate aux modes de travail les plus variés ».

La conscience aiguë d'une révolution technique profonde en cours de réalisation est même sensible chez Guillaumin, puisque l'électricité est appelée, selon lui, à se substituer au chemin de fer dans l'entraînement général de l'économie. « De même que l'organisation du transport en commun des personnes et des choses au moyen des chemins de fer, écrit le député du Nord, a donné à l'industrie du XIXe siècle un essor jusqu'alors inconnu, de même l'organisation du transport et de la distribution publique de l'énergie pourra, au XXe siècle, mettre à la disposition de l'industrie de nouveaux moyens d'action (...) ». L'année 1898 représente donc un tournant : l'incertitude technique est non seulement levée, mais l'électricité est clairement perçue par l'institution politique comme le pôle d'entraînement d'un nouveau système technique qu'elle est en train de façonner et qu'il n'est plus possible d'ignorer. Cette problématique ne peut valoir évidemment pour le téléphone qui n'est qu'un produit. L'électricité peut entrer dans le champ de la législation, car elle s'apparente désormais à un réseau, ce qui lui confère non seulement une matérialité qu'elle ne possédait pas auparavant, mais également un statut nouveau d'intérêt général. Dès lors, il paraît urgent de donner un cadre juridique adapté à cette innovation majeure.

Les statuts juridiques respectivement réservés au téléphone et à l'électricité soulignent en dernier lieu que la compréhension de l'attente sociale envers ces deux innovations est, pour les institutions politiques, loin d'être identique.

La compréhension de l'attente sociale par les institutions politiques

L'échec futur du téléphone comme la réussite rapide du régime de distribution électrique s'expliquent en dernier ressort par la capacité du législateur à comprendre les attentes de la société à l'égard de ces innovations. Curieusement, il semble, en apparence, que les hommes politiques impliqués à un moment ou à un autre dans le processus législatif conduisant à la nationalisation de 1889 n'aient jamais bien mesuré l'engouement du public pour le téléphone. Celui-ci fut pourtant réel dès l'origine du nouveau moyen de communication comme le montrèrent paradoxalement les difficultés de la SGT et le revirement aussi brutal qu'inquiet de l'administration. Cependant, personne, même Georges Cochery, n'est parvenu à assigner au téléphone une place précise dans un système de communication dominé par l'écrit. Au fond, la nationalisation de 1889 lui a attribué une place par défaut en ne lui procurant pas les moyens financiers de son développement. Pour de nombreuses décennies, le téléphone est ravalé au rang de communication secondaire et locale. La quasi-absence des débats en 1889 en dit long sur l'attitude des parlementaires et, en définitive, sur le décalage entre la représentation nationale et les attentes de la société en ce domaine. L'antagonisme originel entre télégraphe et téléphone a donc été résolu par l'indifférence, l'incompréhension ou la gêne de l'institution législative à l'égard de ce moyen de communication oral, autant de raisons qui peuvent en définitive fournir une réponse à l'interrogation posée par A. Butrica à propos de l'absence de plan Freycinet en matière de télécommunications.

Les enjeux sociaux et économiques que recouvre l'électricité ont été, en revanche, indubitablement mieux perçus, parce qu'ils trahissaient l'attente générale d'une solution aux dysfonctionnements et aux avatars issus de la Révolution Industrielle. Cette idée d'une résorption des problèmes inhérents au monde de l'industrie par la transformation du système technique se concrétise avec l'avènement de l'électricité. C'est ce que révèle, par exemple, le discours de Louis Denayrouse, polytechnicien et éphémère député de l'Aveyron entre 1884 et 1885, qui a été, par ailleurs, un ardent propagandiste du procédé d'éclairage inventé par Jablotchhoff dont il fut l'un des collaborateurs. « Lorsque la force naît au cœur d'une machine à vapeur — déclare l'ingénieur à une promotion d'élèves de Polytechnique — à laquelle tous les outils sont reliés par des transmissions (...), les diverses opérations de la production industrielle se concentrent nécessairement dans un espace restreint. De là une tendance naturelle de l'industrie moderne à une centralisation de plus en plus grande dans la réunion des efforts humains ». Aussi l'ingénieur souligne-t-il les « inconvénients » et même les « excès » d'un tel système, alors que « dans une ville comme Paris, il est sûr que le transport de la force motrice à domicile créera un certain mouvement de décentralisation industrielle qui facilitera aux ouvriers les plus intelligents et les plus habiles l'accession au patronat et substituera dans beaucoup de cas le travail en famille au travail à l'atelier ». Voilà donc « la plus inoffensive et la plus bienfaisante des révolutions sociales » qui peut seule jaillir de l'industrie et de la société modernes. L'électricité se trouve donc investie de nouvelles vertus sociales, comme la promotion individuelle ou le resserrement des liens familiaux, autant de fondements d'une société que l'avènement de la grande industrie menaçait

de faire disparaître. La dynamique du capitalisme industriel réside ainsi dans sa capacité à engendrer, par son seul développement, sa propre solution sociale. Bien loin de s'empêtrer dans des contradictions qui le conduiraient vers l'ultime et insurmontable crise, le capitalisme industriel, grâce à l'innovation technique permanente, parvient à créer les conditions d'une parfaite cohésion entre efficacité économique et bien-être social. Une telle analyse est partagée par Florent Guillaud, convaincu que « l'utilité sociale des distributions d'énergie n'est certainement pas moindre que leur utilité industrielle ». Le diagnostic est identique, à savoir que « notre société souffre de la concentration des ouvriers, hommes, femmes et enfants dans les usines. L'atelier familial d'autrefois a disparu ». Seule la distribution à domicile permettra par conséquent de le ressusciter « de le reconstituer dans les campagnes, où l'artisan, sa femme et ses enfants pourront ensemble joindre le travail agricole au travail industriel ». Ce soulagement social reconstitution d'un mode de vie ancestral supposent toutefois la mise à disposition de très puissantes usines de production de force ». Il n'est d'ailleurs pas anodin de relever que simultanément à ces discours-programmes se développent les premières réalisations. L'extension des réseaux de distribution au cours des années 1890 permet effectivement la généralisation du moteur électrique au sein des petites unités de production. L'exemple le plus célèbre est celui de la rubanerie stéphanoise qui s'électrifie rapidement, grâce à la création de la Compagnie électrique de la Loire en 1892, au point que 10 500 métiers sont desservis en 1904 par la nouvelle énergie. Le désir d'un retour à une structure sociale traditionnelle ne correspond pas toutefois à l'expression d'une mentalité simplement réactionnaire, puisqu'il s'articule précisément sur le progrès technique et signifie par conséquent la reconnaissance d'un processus historique, par lequel deux situations ne peuvent jamais se répéter à l'identique. Ce discours tend ainsi à valoriser l'innovation technique comme véritable moteur d'une histoire qui ne saurait plus désormais se passer d'elle. Si en celle-ci résident les causes des dysfonctionnements possibles d'une structure économique et sociale, en elle gisent également les remèdes. Si l'électricité est accueillie comme une panacée, c'est au fond parce qu'elle seule est capable de faire surgir une harmonie perdue entre croissance économique et bien-être social. Le téléphone, tout au contraire, n'advient pas dans un système de communications en crise mais qui a trouvé sa cohésion interne. Loin d'être considéré comme une solution, le téléphone apparaît alors davantage comme un intrus.

Conclusion

Pour le législateur, le téléphone et l'électricité apparaissent comme des innovations de nature radicalement différente, comme l'indique, au demeurant, leur sort juridique. Si les deux innovations entrent dans le cadre du service public, ce n'est pas au même titre.

La distribution d'électricité demeure confiée à des entreprises privées qui jouissent d'un cadre assez peu contraignant et auxquelles l'Etat a délégué certains de ses pouvoirs régaliens.

Par contre, l'expérience privée du téléphone n'a pas passé l'épreuve de la vieille doctrine du monopole des pouvoirs publics en matière de communication. En somme, le législateur reconnaît à une technique un caractère industriel qu'elle dénie à l'autre. Cette différence de traitement sera lourde de conséquences. Il s'avère qu'une législation fondatrice est déterminante dans l'évolution future d'un procédé ou d'un produit qui en porte longtemps la trace. Elle indique d'emblée la place qui lui est assignée dans un système technique, dans l'industrie nationale, voire dans la société en général. En comparant les législations respectives du téléphone et de l'électricité, on a ainsi pu voir combien, dès l'origine, les échecs de l'une éclairaient mieux les réussites de l'autre.

Bruno Mamot