

Exposition
du 22 juin au
16 octobre 2011



**Laura PIERRE
Marie-Thérèse TETY
Claude COULON
Bruno RECOULES**

Du Soleil aux Leds

**Musée du Bâtiment
Exposition du 22 juin 2011 au 16 octobre 2011**

« Il suffisait de tourner le bouton électrique et la maison s'éclairait, se chauffait, le cuisine se faisait, les diverses machines de métier ou d'usage domestique se mettaient en marche. » Ces lignes émerveillées du roman futuriste « Travail » écrit par Emile Zola en 1901 nous rappellent que nous avons réalisé ce qui n'était alors qu'un rêve.

La révolution technique liée à l'électricité a fait de nous des demi-dieux qui triomphent de l'obscurité par un simple effleurement de doigt. Il serait dommage que cette facilité à faire naître le jour à notre guise nous fasse oublier que nous sommes sortis de la nuit noire depuis à peine plus d'un siècle, et que Paris possédait seulement trois lanternes jusqu'à la fin du Moyen Age.

François ROUSSELY.
Extrait de Lux, le monde en lumière.
Edition Seuil/Turner et Turner

De la lumière à l'éclairage.
Pierre Delaporte.
Extrait de Lux, le Monde en Lumière
Edition Seuil/Turner et Turner

« La terre était déserte et vide. Il y avait des ténèbres au-dessus de l'abîme et l'esprit d'Elohim flottait sur les eaux. Elohim dit : « Qu'il y ait de la lumière » et il y eut de la lumière. Elohim vit que la lumière était bonne et Elohim sépara la lumière des ténèbres. Elohim appela la lumière Jour et il appela les ténèbres Nuit. Il y eut un soir, il y eut un matin ».

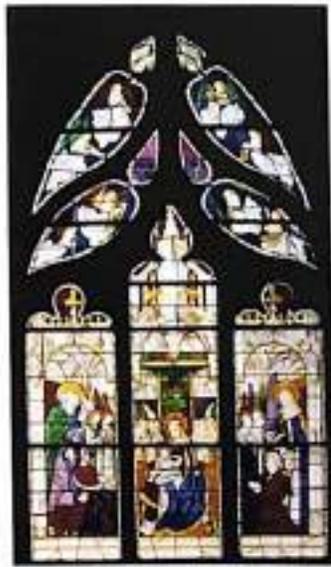
La beauté de ce texte interdit toute analyse qui le dessècherait et lui retirerait une partie de son aspect tragique.

Il installe, en effet, une lutte éternelle entre le jour et la nuit ne donnant aux deux combattants que des avantages temporaires, un semestre d'avancée implacablement suivi par un semestre de recul.

Chez beaucoup de peuples, c'est même chaque soir que s'installent l'angoisse de la mort du soleil et le doute sur les promesses de l'aube.

Écoutons à ce propos Joseph de Maistre :

« Pourquoi envoyez-vous le matin, chez votre ami malade, demander comment il a passé la nuit plutôt que vous n'envoyez demander le soir, comment il a passé la journée ? Il faut bien que la nuit ait quelque chose de mauvais. »



Photos : A.RECOULES

En matière d'affrontement saisonnier, il serait banal d'égrener en litanie les religions ou les cultes imprégnés de ce combat sans commencement ni fin. Notons cependant, sans nous y attarder, la lutte incertaine entre Ahura-Mazdâ (le dieu du soleil) et Ahriam, esprit du mal et des ténèbres, qui imprègne encore la culture parsie et est un facteur permanent d'angoisse sur l'issue de ce conflit. Notons de même l'inquiétude qui imprègne les prières de l'Egypte pharaonique ou les sacrifices des Aztèques destinés à renforcer l'astre de lumière dans la lutte de libération.



NOUT, déesse du ciel, épouse de GEB - la terre - elle est une des divinités primordiales de l'ennéade héliopolitaine, on la représente le corps courbé, touchant la terre des mains et des pieds, chaque soir elle avale le soleil qui poursuit sa course à travers son corps et chaque matin elle lui donne naissance de nouveau.

Photo : B. RECOULES

Réfléchissons ensemble à ce sujet à une très vieille coutume romaine.

Deux fois par an, vers la fin décembre et la fin juin, les mères de famille participaient à un office de l'aube et à un autre du crépuscule, auxquels elles devaient être accompagnées par une *nièce*, fille d'une de leurs sœurs. Voilà une jolie énigme ! Mettons bout à bout : la nuit la plus longue de l'année plus la plus courte plus la présence indispensable de la fille d'une sœur et nous obtenons clarté et obscurité sont *sœurs*, que chaque soir la clarté a pour fille une nouvelle obscurité, fille du jour et nièce de la nuit, tandis que chaque matin l'obscurité accouche d'une nouvelle clarté, fille de la nuit et nièce de la lumière solaire.

La Lampe « à huile ».

Le prophète devait être singulièrement optimiste pour affirmer, à la fin du Ve siècle :

« La lampe [...] ressemble à un astre [...] son combustible vient d'un arbre béni : un olivier [...] dont l'huile semble éclairer sans même que le feu la touche. »

Son apparition, à un état presque achevé, est sûrement très ancienne. Dès qu'ils ont acquis la maîtrise du feu, nos ancêtres ont dû constater qu'il protégeait, chauffait *et* éclairait. D'où le nombre extrêmement élevé de lampes découvertes dans les fouilles archéologiques et qui toutes sont conçues sur le même principe extrêmement simple : un réservoir de graisse ou d'huile d'où émerge une mèche d'un textile quelconque, alimentée par capillarité, et dont l'extrémité brûle (bien ou mal) sans que la flamme descende jusqu'au contenu du réservoir.

Sur ce principe, beaucoup de variantes sont possibles.

Les premières portent sur le combustible qui peut être n'importe quel corps gras ou même de la résine avec pourtant, dans nos régions, un suprématie vite conquise par l'huile d'olive. La seconde source de diversification se trouve dans le choix de la mèche, le plus souvent en fibres végétales tressées ou torsadées. On peut employer les roseaux, le lin, le chanvre, etc., pour en venir plus tard au coton.

Reste, pour l'appareil élémentaire, une dernière variante qui réside dans la matière du



réservoir : terre cuite, pierre, métal ou alliage avec, de plus en plus fréquemment, des motifs décoratifs.

De la nuit des temps jusqu'au Siècle des Lumières, la lampe à huile ne connaît que de bien faibles améliorations, qui essaient de remédier à ses nombreux défauts. On ne sera donc pas surpris de voir surgir avec la chandelle une concurrente redoutable.

La Chandelle.

Elle apparaît au cours du Moyen Age et se taille une place croissant grâce à ses qualités d'éclairage et de fonctionnement, limitées pourtant par son coût relativement élevé.

Un cylindre de suif entoure très simplement une mèche qui se consume en diffusant une lumière jaune et en émettant de la fumée. Le suif, obligeamment fourni par les bœufs, les moutons, voire les baleines, fond et s'écoule vers un récipient *ad hoc*.

La chandelle, en concurrence avec la torche dont nous dirons un mot plus loin, est à l'origine des premiers éclairages extérieurs.

Au début, celle-ci est individuelle, sous la forme de lanterne portable, qui permet de savoir, à peu près, où l'on met le pied. Ceci ouvre la voie à un petit métier : le porte-falot, qui accompagne son client en lui procurant une assistance à la fois lumineuse et musclée. Les tarifs sont établis en fonction de la longueur de chandelle consommée. Les pingres qui reculent devant le coût, pourtant modique, de cette assistance font des économies de « bout de chandelle »...

Les premiers essais d'éclairage public apparaissent pendant le règne de François Ier. Ils visent essentiellement des buts



Porte-falot

sécuritaires. Il fut recommandé (en 1524) de « tenir lanternes aux fenêtres et seaux d'eau aux portes », ce qui fut confirmé en 1526 : « en chacune maison y eut lanterne et chandelles ardentes [...] pour éviter un danger des mauvais garçons qui courent la nuit par cette ville ».

Le Parlement prit, en octobre 1558 un arrêt ambitieux. Ordre était donné d'installer « un falot ardent au coin de chaque rue de dix heures du soir à quatre heures du matin [...] et quand les dictes rues seront longues et que le dict falot ne pourra éclairer d'un bout à l'autre, il en sera mis un au milieu des dictes rues ».

L'éclairage public va connaître sa vraie naissance avec une décision du Roi-Soleil, qui oblige les bourgeois de Paris, en 1667, à placer une lanterne, tous les vingt mètres, dans les rues principales de la capitale et ce du 20 octobre au 31 mars.

Le Réverbère.

Une amélioration réelle des éclairages extérieurs vit le jour avec la mise en place de réverbères qui comportaient de fortes lampes dont la lumière était multipliée au moyen de miroirs de métal qui la réfléchissaient.

La réalisation la plus spectaculaire fut, en 1777, l'éclairage complet de la route de Paris à Versailles, qui souleva l'enthousiasme des visiteurs étrangers.

Toute la dépense était supportée par le roi, qui poussait sa bonté jusqu'à régler les frais de chandelle chaque jour de l'année alors qu'il n'y avait pas de fonctionnement quand la lumière de la lune paraissait suffisante.



Le Cierge.

Une variante très améliorée de la chandelle est le cierge où la cire remplace

avantageusement le suif, mais son coût élevé en limite l'usage au service de Dieu.
Un kilogramme de cierge représente, en effet, le salaire de quatre jours de travail d'un ouvrier au talent reconnu.

La Torche.

Fâcheux oubli, nous avons omis de mentionner la torche, à l'évidence très ancienne, où l'extrémité d'un morceau de bois copieusement enduite de résine brûle, plutôt mal, avec un copieux dégagement de fumée.



La Bougie.

Il faut attendre le milieu du XIXe siècle pour que les chimistes, avec, en tête, le Français Chevreul, isolent l'acide stéarique obtenu à partir du suif et qu'apparaisse le bougie, en même temps, nous le verrons plus loin, que le gaz d'éclairage. Enrobant des mèches de cotons tressés, la bougie, où la paraffine succède à la stéarine, donne une flamme d'une quantité lumineuse jamais atteinte et fait disparaître la pauvre chandelle.



Le renouveau des lampes.

C'est aux alentours de la Révolution Française que les lampes connurent des perfectionnements importants dus à la capacité d'innovation de plusieurs inventeurs dont l'un au moins, Quinquet, aura droit à l'immortalité.

Il paraît que ce plagiaire astucieux avait tout simplement reproduit l'invention importante, la « lampe à double courant d'air et cylindre » mise au point en 1782 par Argand, un Suisse. Quinquet eut l'habileté de rassembler des nouveautés éparses et aboutit à une mèche cylindrique brûlant à l'intérieur d'une enveloppe de verre astucieusement coudée, l'alimentation se faisant à partir d'un réservoir à niveau constant.

Toutefois, le vrai fait nouveau fut, en ville, l'apparition du gaz d'éclairage.

Le Gaz d'Eclairage.

Les Français attribuent la mise au point du gaz d'éclairage et de son utilisation à Philippe Lebon, ingénieur de Pont et Chaussées. Cela est fortement contesté à la fois par les Belges et les Britanniques. Admettons que, vers 1800, l'idée de distiller le bois (puis le charbon) était mûre et que les premières réalisations d'éclairage urbain ont dû avoir lieu pratiquement en même temps dans plusieurs villes d'Europe.

Bien entendu, le produit brut obtenu à la sortie des fours devait être rafraîchi, épuré, lavé et enfin stocké, le gazomètre devenant, et pour longtemps, un élément incontournable des paysages de la banlieue de l'époque. Le bec de gaz, lui, devint un élément omniprésent dans les zones urbaines denses après que le premier d'entre eux fut allumé le 1^{er} janvier 1819 à l'Opéra, place du Carrousel et rue de Rivoli. En même temps se répandaient à l'intérieur des maisons ou des appartements les appliques fixes et les trotteurs mobiles qui firent régner la « douce lumière du gaz ».



Le pétrole Lampant.

L'utilisation du pétrole lampant nous ramène un peu aux vieilles lampes à huile. Sa fluidité simplifie les dispositifs antérieurs et lui permet de monter par capillarité dans une mèche sans aucun dispositif compliqué. Souvent de simples disques améliorent l'amenée d'oxygène à la flamme qui gagne ainsi en luminosité.

L'illustre Pigeon affirme que sa lampe présente une sécurité totale et offre « 10 000 francs, or, au client qui fera exploser une de ses lampes ». La disparition complète de toutes ces lampes ne sera effective que quand l'électrification rurale aura atteint son développement complet.

En effet, à la fin du XIXe siècle la montée en puissance de l'électricité est irrésistible.



La Fée Electricité.

Les premiers balbutiements de l'éclairage électrique se résument à de grosses lampes à arc où deux charbons conducteurs incandescents sont activés par une étincelle.

Il est piquant de noter à ce propos les relations que firent les journaux de l'époque de l'éclairage de la place de la Concorde, en décembre 1844, grâce à un arc électrique placé sur les genoux de la statue de la ville de Lille. Echec ridicule pour les uns, cette expérience est portée aux nues par d'autres qui « malgré le brouillard épais purent lire leur journal au pied de l'obélisque »...

Edison mit au point la lampe à incandescence. Dans une ampoule qui a été vidée d'air, le courant électrique porte au rouge un filament. Après avoir essayé d'innombrables matières pour le filament Edison se fixa sur le charbon. Un peu plus tard, d'autres inventeurs perfectionnèrent le procédé en remplaçant le charbon par des filaments métalliques, en

particulier en tungstène, ce qui procura une amélioration notable.



Fig. 42. — Divers types de la lampe Edison.

Dès lors, la messe paraissait dite et les avantages de l'électricité sur toutes les formes d'éclairage laissaient attendre une extension rapide et même triomphale de la bonne fée. Il fallut néanmoins compter avec l'ingéniosité des gaziers.

En matière de performance, de multiples perfectionnements voient le jour, mais la vraie motivation est la mise au point du bec Auer.

Vers 1890, ce mode d'éclairage se révèle le meilleur. Utilisant des composés de certaines terres rares, il projette une lumière vive et blanche sans dépôt de suie grâce à la combustion totale du gaz.

Il est amélioré grâce à l'emploi de becs dit inversés, la lumière peut être orientée vers le bas. Rien ne paraît alors devoir surpasser ces nouveaux appareils.

Les lampes électriques font, à leur tour, des progrès considérables grâce, comme déjà dit, aux filaments en tungstène et au remplissage des ampoules par un gaz inerte.

Les Lampes à Incandescence.

Les premiers progrès concernèrent le filament lui-même dans sa matière (osmium, tantale et, enfin, tungstène) et sa géométrie qui adopte souvent la forme d'un ressort. S'ajoutant à cela, le « vide » initial fut remplacé par un gaz rare, krypton ou argon, dont la présence allonge nettement la durée de vie de l'ampoule. Enfin, la nature même de l'ampoule reçut des modifications visant à améliorer la qualité de la lumière. La somme de ces changements aboutit à un éclairage plus agréable et à un rendement multiplié.



Les Lampes Halogènes.

Malgré tout, la lampe à incandescence classique dont nous venons de parler a encore beaucoup de défauts :

- Une couleur trop chaude.
- Un rendement énergétique encore médiocre.
- Un noircissement progressif de l'ampoule.

Une solution élégante fut apportée à ces difficultés, grâce aux travaux de Langmir, en introduisant dans l'atmosphère inerte de l'ampoule une quantité soigneusement calculée de vapeur d'iode.

La présence d'halogène, et donc l'iode par exemple, entraîne, en effet, un phénomène remarquable : le tungstène qui se volatilise, se combinant avec l'iode, vient se redéposer sur le filament.

Comprenant d'autres dispositions (taille des ampoules, pression de remplissage, etc.), la lampe à quartz à vapeur d'iode a une émission claire et constante qui constitue son intérêt principal.



Les lampes à décharge.

Remarquant qu'une étincelle éclaire à sa façon et que l'éclair, à une autre échelle, agit de même, de nombreux inventeurs se lancèrent dans la recherche d'une façon originale de produire de l'énergie lumineuse grâce à une décharge électrique dans un milieu gazeux. La première réalisation digne d'être notée fut, en 1901, le tube à vapeur de sodium, le néon, etc. La réalisation et le fonctionnement de ces lampes sont assez complexes et les lumières émises sont colorés avec un « rendu des couleurs » en général peu satisfaisant. En revanche, la luminosité et la durée de vie sont tout à fait remarquables.

Après trente ans de tâtonnements et d'efforts, le premier projecteur à vapeur de mercure fut utilisé avec grand succès pour illuminer la tour Eiffel.

Les Lampes Fluorescentes.

La fluorescence est la quantité que possèdent certains corps d'absorber des radiations courtes et de les réémettre dans une longueur d'onde plus élevée.

D'où l'idée simple de demander à des lampes à décharge (à mercure, par exemple) d'alimenter des transformateurs fluorescents ayant une base d'émission dans le domaine du visible.

Idée simple mais réalisation délicate, si bien que ce domaine resta longtemps celui des balbutiements malgré le succès, tout relatif, de Georges Claude en 1910, qui corrigea la lumière verdâtre des lampes à vapeur de mercure grâce à des réflecteurs revêtus d'un corps à fluorescence rouge.

L'industriel André Citroën inscrivit en 1925 le nom de sa firme sur la tour Eiffel en gigantesque lettres lumineuses. Il ne s'agissait évidemment plus d'éclairer les rues ou les salons mais les esprits sur le modernisme de ses automobiles.



On peut dire qu'une page de l'histoire de l'éclairage s'est tournée ce jour-là et qu'une nouvelle ère s'offrait à la lumière, celle de l'illumination, de l'information, de la révélation des formes, de la récréation et de la re-création des objets dans une nouvelle vérité à faire pâlir le soleil.

Les Leds.

L'éclairage représente, en France, 10% des consommations totales d'électricité. Dans le cadre du plan climat-énergie, l'Union Européenne a arrêté un calendrier de retrait progressif des ampoules traditionnelles de 25 à 100 watts. En France, une convention sur le retrait progressif des ampoules à incandescence a été signée, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. L'éclairage à diodes électroluminescentes (Led) est souvent présenté comme une alternative aux lampes traditionnelles, aux côtés des lampes à basse consommation et des halogènes.



Une diode électroluminescente est un composant électronique permettant la transformation de l'électricité en lumière.

Il est possible de classer les Leds :

- Par leur spectre lumineux :

Les **Leds Blanches** : leur spectre est constitué de plusieurs longueurs d'ondes ; la technologie la plus utilisée actuellement pour produire de la lumière blanche avec des Leds consiste à ajouter une fine couche de phosphore dans une Led bleue.

- Par leur puissance : le principe de fonctionnement est identique, mais le champ d'application varie :

Les **Leds de faible puissance**, de l'ordre 0,1 Watt sont utilisées comme voyants lumineux sur les appareils électroménagers par exemple (1 à 2lm) :

Les **Leds de forte puissance** c'est-à-dire supérieure à 1 Watt supportent des courants plus importants (jusqu'à 1500 mA) et fournissent davantage de lumière (jusqu'à 135lm/W).





Naissance de l'éclairage public à Moulins

- Extrait de Histoire de Moulins (Tome 2)
Henri Faure

- Cent ans d'électricité à Moulins
Georges Defosses

Bulletin du 6 mai 1992 de la Société d'Emulation du
Bourbonnais.



Éclairage public.

Comme le service des transports, celui de l'éclairage des rues s'est complètement transformé. C'est seulement à la fin du dix-septième siècle que la ville fut officiellement éclairée par des lanternes, dans lesquelles, pendant longtemps, ne brûlèrent que des chandelles. Placées au coin des rues, ou devant les images des saints (1), ces lanternes n'étaient pas très nombreuses (on sortait peu, d'ailleurs, la nuit, et quand on était obligé de le faire, c'était avec sa propre lanterne à la main) ; leur entretien n'était donc pas très onéreux (2) ; mais, ayant reconnu que ce mode d'éclairage était insuffisant, la municipalité le remplaça, en 1722, par un nouveau système qui coûta 70.000 livres. Ce système dura jusqu'en 1784. Cette année-là, le 1^{er} avril, par les soins de M. Vernin, alors maire, les reverbères furent inaugurés à Moulins : avec l'autorisation du Bureau des Finances, qui avait dans ses attributions la police de la voirie, des poteaux furent plantés dans les rues pour les recevoir. Par arrêté du 10 novembre 1783, approuvé par l'intendant Terray, le maire avait décidé qu'il serait distribué dans la ville trente reverbères à quatre becs et soixante-quinze à deux becs. Remarquons, pourtant, que, par économie (chaque bec, entretenu avec de l'huile, revenait à 20 francs), on ne les alluma pas tous en même temps. De plus, « l'illumination », qui était dite « à l'instar de celle de Paris », n'avait lieu que de novembre à avril. Même en hiver, les

(1). « Payé 4 livres 10 sols pour baïte à servir les cordes de la lanterne à Notre-Dame-de-Pisé. » Cette image de Notre-Dame était placée au coin de Jacquesmart.

(2). En 1707, il coûtait seulement 1 soo livres 10 sols.

reverbères étaient éteints « une heure après le lever de la lune », sauf pour la nuit de Noël et celles du carnaval.

La municipalité ne tarda pas à s'apercevoir que la ville avait besoin d'être mieux éclairée. En 1801, elle se fit autoriser par le préfet « à prélever sur le produit de l'octroi la somme de 2.572 fr. 91 pour faire face à l'accroissement des dépenses de l'illumination », car on avait acheté cinquante-trois nouveaux reverbères garnis de cent trente-neuf becs.

En 1813, nouvelle amélioration : l'éclairage est mis en adjudication ; pour six années, l'adjudicataire recevra 70.463 fr. 20, mais à charge par lui d'entretenir quarante reverbères de plus (1). En 1823, Moulins avait deux cent trois reverbères, avec quatre cent soixante-dix-huit becs. Enfin, lorsque, le 1^{er} janvier 1844, l'éclairage au gaz remplaça l'éclairage à l'huile, le nombre des reverbères était de deux cent quatre-vingt-dix-sept. Suspendus au milieu de la rue (on voit encore, dans quelques quartiers, les armatures en fer qui retenaient les cordes), ces reverbères avaient l'inconvénient de se balancer et, parfois, de s'éteindre par les grands vents ; ils exigeaient, en outre, un entretien journalier assez long et assez dispendieux. L'éclairage au gaz a donc réalisé un grand progrès ; néanmoins, il sera, lui-même, très probablement supplanté, avant qu'il soit longtemps, par l'électricité.

(1). Ayant reconnu que ce marché était trop onéreux pour l'administration, le conseil municipal, en 1816, lui accorda un supplément de 1.500 francs.



CENT ANS D'ÉLECTRICITÉ A MOULINS

Quand on a envisagé de distribuer le courant électrique à Moulins, on a d'abord pensé à le produire au moyen d'une dynamo et d'une batterie d'accumulateurs. C'est le courant continu, c'est celui de votre lampe de poche, c'est celui des occas de votre toiture ; il circule, si j'ose dire, en sens unique, du — au +. Mais ce courant là présente un grave inconvénient : Si on le produit, par exemple, à 110 volts, il faut l'utiliser tel quel, et dans un périmètre restreint. En effet, le courant se perd dans la longueur des fils, c'est la résistance. Vous me direz qu'il n'y a qu'à augmenter la grosseur de ces fils, mais ceux-ci prendraient rapidement des dimensions prohibitives, sans améliorer beaucoup les choses.

Le remède est d'élever considérablement le voltage. Alors, la même grosseur de fil laissera passer sans difficulté une plus grande quantité d'énergie, avec peu de perte. Mais que faire d'un courant continu de plusieurs milliers de volts ? En admettant que l'on puisse faire des ampoules de ce voltage, leur emploi serait inadmissible...

La solution est le courant alternatif, un courant qui change de sens 50 fois par seconde et qui permet, grâce à un appareil imaginé par le Français CAULARD, le transformateur, d'élever ou de réduire le voltage à volonté. On peut ainsi produire du courant dans les Alpes et le transporter sous plusieurs milliers de volts à Paris, où il sera transformé en 220 volts pour l'éclairage.

Tout cela est, bien sûr, schématisé dans le but de faciliter la compréhension de ce qui va suivre.

En 1887, Monsieur Fauvet, ingénieur électricien à Villefranche-sur-Saône, agissant pour la Société Edison, sollicitait l'autorisation d'installer sur la voirie municipale de Moulins, une ligne à « courants continus ». Cette autorisation accordée à titre précaire et révoicable, lui fut notifiée le 25 octobre 1891.

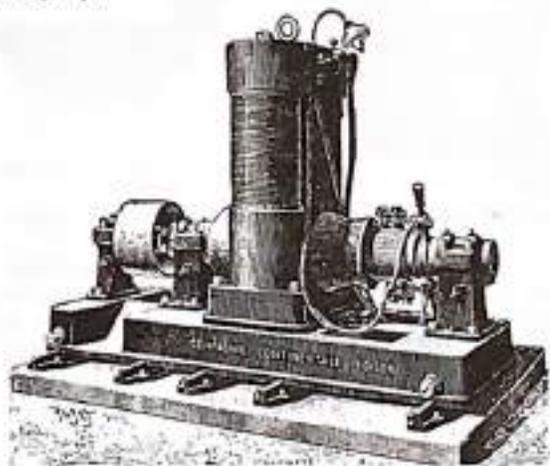
Dans l'ouvrage de Claude Renaud : *Ephémérides Moulinoises*, paru en 1926, chez Crepin-Leblond, on peut lire : 1^{er} janvier 1892, début de l'éclairage électrique à Moulins : les principaux cafés de

la place d'Allier, ainsi que plusieurs négociants, ont adopté la nouvelle lumière, qui obtient un vif succès de curiosité. Cependant, au bout de quelques jours, on doit l'interrompre : tout n'est pas encore au point. Mais vers le 20, on peut reprendre le service normal.

C'est dans la *Revue Scientifique du Bourbonnais* que l'on peut trouver des précisions sur cette nouveauté : cette petite usine était située aux Jardins bas, près de la rue du Vert Galant ; elle était composée d'une machine à vapeur de 70 cv (Sautter, Lemonnier & C^o) tournant à 800 tours par minute, entraînant une dynamo Edison de 110 volts, pouvant débiter 320 ampères. Une batterie d'accumulateurs assurait la régulation de la tension, ainsi que le service pendant l'arrêt de la machine. Deux lignes alimentaient l'une la place d'Allier, l'autre la rue de l'Horloge. L'usine fonctionnait de la fin du jour à minuit.

On trouve encore dans un mur du jardin de M. Jean Legrand, quelques vieux isolateurs, vestiges de ces débuts ; mais les lieux ayant été beaucoup transformés, il est bien difficile de situer l'implantation exacte de l'usine.

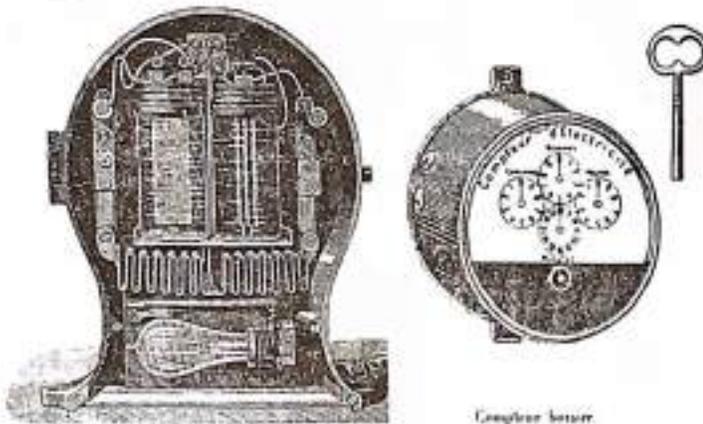
La maison Mantin, qui fut construite en 1884, fut dotée immédiatement d'une installation électrique qui demeura en service fort longtemps.



Usine des Jardins Bas (1892)
Dynamo Edison 110 volts (continu)

Au début, les abonnés, dont la consommation était minime, payaient leur courant au forfait. Ils disposaient souvent d'un commutateur qui leur permettait de n'employer qu'une lampe à la fois. Partant de ce principe, les chambres d'hôtel furent pendant très longtemps équipées d'un montage donnant la possibilité d'allumer soit la lampe du plafond, soit celle de la tête du lit, mais jamais les deux ensemble.

Au fil des années, la consommation grandissant, on fit intervenir un compteur ; l'un des premiers du genre fut le compteur « Edison », qui mettait en jeu un effet d'électrolyse ; mais avec le courant alternatif, c'est le principe du compteur actuel qui s'imposa.



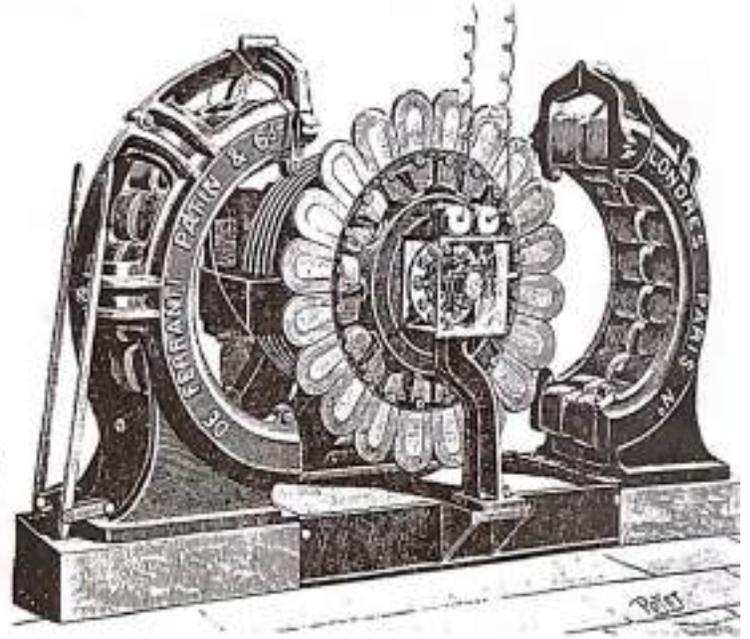
Compteur Edison (coupe)

Compteur horaire.

Il y a eu aussi le compteur horaire, qui était une sorte de minuterie qui permettait à l'usager d'évaluer sa consommation.

En 1895, une autre usine fut implantée à Yzeure, à la Croix du Retz, (rue Ampère actuelle). Cet établissement comportait deux machines à vapeur Babcock & Wilcox de 150 cv ; la pompe qui les alimentait puisait l'eau dans sept puits, dont un artésien d'une soixantaine de mètres de profondeur. Ces machines entraînaient deux alternateurs Patin, fournissant du courant alternatif monophasé en 2 500 volts.

Deux réseaux parallèles partaient de l'usine, jusqu'à l'avenue Meunier. Ces câbles souterrains avaient une section de 40 mm² au départ et 28 mm² en bout de ligne. Un circuit alimentait l'avenue Meunier, le boulevard de Courtais, la rue Bertin, rue Delorme, place de la Liberté, rue Datas, rue du Four, rue des Bouchers, place

Usine de la Croix du Retz (1895)
Alternateur Patin 2 500 volts (démonté)

sux Foires. Le second circuit concernait l'avenue de Chagny (rue Marcellin-Desboutin), la rue Nationale (avenue Théodore de Banville), les Cours, la rue des Fausses Braies.

27 transformateurs, qui convertissaient le 2 500 volts en 100 volts, étaient logés dans des édicules spéciaux, surmontés d'un pylône creux pourvu de deux isolateurs d'où partaient les fils de distribution en basse tension, vers les abonnés (on voit tout cela sur les cartes postales de l'époque). La hauteur prévue pour les conducteurs était de sept mètres.

Il avait été convenu que les cadrans de Jacquemart seraient éclairés par deux ampoules de 16 bougies. Chez les abonnés, on employait, le plus souvent, des lampes de 12 à 16 bougies.

Dans la convention, il avait été aussi prévu que la Compagnie devait verser une taxe à la tonne de charbon employé, qui ne franchissait pas l'octroi.

Le courant était fourni pour la nuit, une demi-heure avant le coucher du soleil, et il était coupé une demi-heure après son lever.

Une ligne à haute tension, en provenance des mines de Berre, apporta un appoint appréciable, nécessité par une consommation grandissante.

En 1900, la convention passée entre la Compagnie et la Municipalité devait être reconsidérée et une nouvelle entente fut conclue pour une durée de trente années.

Il faut remarquer que certaines entreprises importantes produisaient leur électricité : ainsi les Tanneries Sorrel disposaient d'une machine à vapeur de 200 cv, chauffée avec les déchets d'écorce du tannage, qui actionnait une dynamo de 56 kilowatts, qui donnait du courant continu, et un alternateur de 62 kilovoltampères, qui alimentait les moteurs en 220 volts triphasé. Cette machine a fonctionné vaillamment de 1903 à 1977.

Certaines propriétés rurales disposaient parfois d'une installation personnelle en courant continu. Elles avaient pour cela une batterie d'accumulateurs de 30 éléments de 2 volts, soit 60 volts. Les ampoules étaient de 55 volts, compensant la chute de tension dans l'installation. Ainsi équipés, on peut citer le château de Balaine, la propriété de Ray à Bagneux, le Reray à Aubigny.

En 1913, la distribution électrique de la ville de Moulins fut entièrement transformée : le courant provenant de la Compagnie Continentale d'Éclairage, produit à Teillet-Argenty, près du barrage de Rochebut, arrivait de Montluçon par une ligne à haute tension triphasée de 20 000 V en 50 périodes.

Un important transformateur, rue Général Hoche, ramenait le voltage à 3 800 V. Ce courant alimentait des postes de transformation répartis dans la ville, qui convertissaient cette tension en 115/200 V. C'était donc du triphasé avec un neutre, destiné à fournir le courant lumière et à équilibrer le réseau. La tension entre phases étant 200 V, on obtenait donc $200/\sqrt{3} = 115$ volts, entre neutre et phases, pour l'éclairage.

A cet effet, on avait installé en ville de nouvelles consoles supportant cinq fils : trois fils de phase, le neutre et le fil dit « municipal » qui alimentait les réverbères.

A partir de cette époque, le service sera permanent, jour et nuit. Toutefois, le courant n'était pas donné les dimanches et jours de fêtes.

En 1914, c'est la Grande Guerre ! Pour la fabrication des munitions, l'Autorité militaire installa en 1915 à Yzeure, un atelier de chargement. Il recevra son courant de Montluçon en 20 000 volts triphasé, transformé à l'arrivée en 200 volts. Il y avait en plus

une centrale de secours, dont l'activité devait rapidement devenir permanente.

En ville, l'éclairage public des rues fonctionnait encore en grande partie au gaz ; son électrification fut généralisée en 1922.

A ce propos, les plus anciens d'entre nous se souviennent peut être de l'employé (le Père Barry) chargé de l'entretien des réverbères : muni d'une longue perche, il mettait en contact le fil municipal et un des fils de phase, allumant ainsi toutes les ampoules du quartier ; il pouvait ainsi repérer et remplacer les lampes défectueuses. Celles-ci étaient alors de 60 watts, du type monowatt, c'est-à-dire qu'elles consommaient environ un watt par bougie.

Autre souvenir : autrefois, je ne sais pourquoi, certains compteurs électriques étaient installés très haut, ce qui obligeait les releveurs à se déplacer avec une petite échelle, pour pouvoir les atteindre. Il n'y a plus de petite échelle, mais il y a encore des compteurs bien mal placés.

Il convient aussi de remarquer que jusque vers les années trente, il n'y avait d'électricité que dans les villes importantes et dans de rares communes bénéficiant de la proximité d'une production : au hasard on peut citer Bellenaves, Souvigny, cette dernière peut être à cause de la verrerie. Elles avaient du triphasé 127/220 volts.

L'électrification générale des campagnes fut entreprise vers 1932, en triphasé 220/380 volts, 50 périodes. Il faut remarquer que malgré les prévisions généreuses des concepteurs des nouveaux réseaux, la puissance souscrite par les nouveaux abonnés était vraiment timide, et qu'il fallut par la suite procéder à des renforcements un peu partout.

Pour coordonner l'électrification rurale, un syndicat Intercommunal d'Électricité et de Gaz de l'Allier fut créé, sur décision du Préfet de ce département.

En 1939, c'est à nouveau la guerre : le cuivre et autres matériaux de qualité ayant été réquisitionnés par l'industrie allemande, les électriciens durent employer de l'appareillage médiocre et du fil d'aluminium, isolé avec des produits de remplacement de qualité plus que discutable.

Pour assurer la Défense Passive, il avait fallu supprimer l'éclairage public des rues. Au retour de la Paix, il fut rétabli ; mais les ampoules de 60 watts étaient bien faibles et on renouvela bientôt les installations en utilisant un matériel plus moderne et des foyers plus puissants.

En 1945, sous l'impulsion du ministre Marcel Paul, l'*Electricité de France* fut créée, absorbant toutes les compagnies privées, à savoir les compagnies Réunies du Gaz et de l'Electricité, la Compagnie Legrand & Munich, la Compagnie du Haut Morvan.

En 1965, le réseau de distribution moulinois fut entièrement renouvelé : les feeders en fil nu furent remplacés par des câbles isolés en façade et la tension fut portée à 220/380 volts, dans le cadre de l'unification nationale des secteurs à basse tension.

Cela entraîna, bien sûr, des modifications chez les abonnés : remplacement des lampes, transformation ou échange d'appareils de toutes sortes, tout cela aux frais de l'E.D.F. Cette opération, très coûteuse procurait cependant un doublement des possibilités de la distribution, en même temps qu'elle normalisait la tension distribuée.

Il peut être intéressant de citer quelques-unes des entreprises qui réalisèrent les installations du siècle écoulé. Par ordre alphabétique on peut indiquer les maisons Bathelet, Bijon, Bizot, Merlet (qui venait de la serrurerie) et aussi la maison Tempier dont l'activité originelle se consacrait à la galvanoplastie.

Cet exposé ne saurait être exhaustif : De trop nombreuses précisions relatives au développement des installations seraient fastidieuses et n'apporteraient, en définitive, pas beaucoup d'intérêt. Hélas, les témoins du début sont disparus, et c'est sur la foi de documents d'archives que ce travail a été élaboré, en s'efforçant de limiter le plus possible les erreurs d'interprétation.

.....

Ainsi donc, nous sommes maintenant complètement dépendant de l'électricité et, qu'elle vienne à manquer, nous sommes désorientés.

Même notre langage en est marqué : nous sommes au courant...
Voire même « branchés ».

Sources :

- *Archives Municipales.*
- *Annales Bourbonnaises* (1892).
- Abbé ROMIEUX, *Revue Scientifique du Bourbonnais* (1892).
- François PÉROY, *Revue Scientifique du Bourbonnais* (1897).
- Henri FAURE, *Histoire de Moulins*, Tome II (1900).
- Claude RENAUD, *Catastrophe de l'atelier de chargement* (1920).
- Claude RENAUD, *Ephémérides Moulinoises* (1926).
- Victor RAY, *Bribes de souvenirs d'un Moulinois* (1937).
- *Bulletin de la Société d'Emulation* (2^e trimestre 1980, page 66).

Les Leds
Light Emitting Diode



En 1907, H.J Round rapporta la première émission de lumière par un semi-conducteur. Sans explication évidente, cette découverte fut rapidement oubliée. Il faut attendre 1962 pour que Nick Holonyak et S.F Bevacqua de General Electronic signent « l'acte officiel » de naissance de la diode électroluminescente rouge. Puis les événements se sont accélérés, en 1968, la première diode électroluminescente (ou Led, abréviation du « Light Emitting Diode ») commercialisée produit une lumière rouge d'à peine 0,001 lm et est vendue 260 \$. Du fait de leur prix très élevée, les Leds étaient, à cette époque, vendues en très petites quantités. IBM, utilisa ses Led pour les cartes d'ordinateurs. Ce fut le premier pas vers la toute première utilisation industrielle des Leds comme indicateurs lumineux. Leur faible consommation et leur durée de vie furent d'un attrait sans faille pour les industriels. Bien que les Leds aient une efficacité lumineuse faible, durant les année 70, Monsanto et Hewlett-Packard développèrent des chaînes de fabrication pour augmenter les volumes de production. Ceci a eu pour effet de faire diminuer considérablement le coût unitaire de fabrication, ce qui permit l'expansion de marché des Leds comme indicateur visuel. D'abord dans les calculatrices puis dans les montres à affichage numérique.

Les scientifiques se sont longtemps contentés de trois couleurs de Leds : rouge, vert et jaune. Elles sont rentrées peu à peu dans notre vie quotidienne, pour la signalisation avec les feux tricolores. La ville de Grenoble s'est lancée dans l'aventure et a investi 150 000 euros pour changer tous les feux de son agglomération en feux à Leds. Aujourd'hui la ville économise 55 000 euros par an. Depuis la plupart de nos feux tricolore sont équipés de Leds ainsi que plusieurs panneaux de signalisation, sans oublier l'automobile avec au départ les feux de freinage et maintenant tous les feux. Les Leds ont aussi remplacé les ampoules des BAES (Bloc Autonome d'Eclairage de Secours) ce qui implique une durée de vie plus longue et une moindre maintenance.

Dans les années 1990, les recherches, entre autres, de Shuji Nakamura dans la technologie de semi-conducteur permirent la création des Leds bleues et par conséquent les Leds blanches. Du fait de la disponibilité d'une palette quasi complète de couleurs, les Leds devinrent rapidement des éléments incontournables des applications colorées en éclairage.

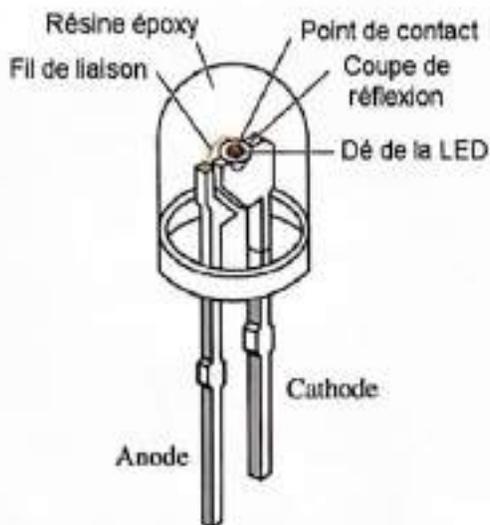


Schéma d'une Led de faible puissance

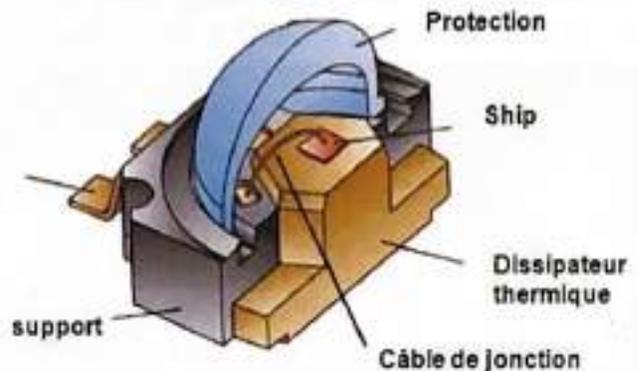


Schéma d'une Led de forte puissance

La Led est un composant électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Elle est fabriquée à partir de semi-conducteur.

Un semi-conducteur est un matériau dont la conductivité électrique est intermédiaire entre celle des conducteurs et celle des isolants. Cette conductivité électrique peut être contrôlée en introduisant une petite quantité d'impuretés dans le matériau pour produire un excès d'électrons ou un déficit. Ainsi, des semi-conducteurs dopés à très haute température peuvent être mis en contact afin de créer des jonctions, permettant de contrôler la direction et la quantité de courant qui traverse l'ensemble. Cette propriété est à la base du fonctionnement de la Led. Le silicium est le matériau semi-conducteur le plus utilisé, du fait de ses bonnes propriétés et de son abondance naturelle, mais il existe des dizaines d'autres semi-conducteurs, comme le nitrite de gallium ou l'arséniure de gallium.

Dans tous les types de Leds le ship (puce semi-conductrice lumineuse) est complètement encapsulé dans un matériau plastique transparent, généralement en résine époxy qui joue le rôle de lentille et détermine l'angle d'émission lumineuse.

Efficacité lumineuse, Durée de vie, IRC.

	INCANDESCENTE	HALOGENE	LAMPE BASSE CONSOMMATION (fluo-compact)	TUBE FLUORESCENT	SODIUM HAUTE PRESSION	LEDS BLANCHES	LES SOURCES IODURES METALLIQUES
Efficacité lumineuse des ampoules seules (Lm/W)	5-15	oct-26	50-70	70-90	70-90	80-105	80-115
Durée de vie (Heures)	1.000	4.000	12.000	10.000 20.000	16.000	50.000 100.000	12.000 15.000
Indice de Rendu des Couleurs (IRC)	100	100,00	85	85	65	65 (bleue) 85 (UV)	85

L'efficacité lumineuse (rapport du flux lumineux en lumen émis par la puissance électrique consommée en watt) permet de comparer l'efficacité de la conversion de l'énergie en lumière visible. Il ne faut pas confondre l'efficacité lumineuse (lm/W) d'un composant avec son flux lumineux, qui est en lumen uniquement.

Contrairement aux autres sources, l'efficacité lumineuse d'une Led est difficile à mesurer parce qu'il n'y a pas encore de méthode de mesure normalisée ; par ailleurs cette efficacité dépend de :

- La température de jonction (T_j)
- Du courant (A)
- De la température de couleur (T_k)

Par exemple, une augmentation du courant augmente le flux lumineux (en lm), une multiplication par deux du courant (de 350 à 700 mA) engendrera une augmentation du flux lumineux d'un facteur inférieur à deux. Ainsi l'efficacité lumineuse (en lm/W) décroît avec l'augmentation du courant.

Autrefois lorsque l'on essayait un vêtement il était plus prudent de juger de sa couleur à la lumière extérieure plutôt qu'à la lumière des ampoules.

Alors que la lampe à incandescence a une durée de vie de 1000 heures et la lampe fluorescente compacte de 12 000 heures, la Led affiche 50 000 heures en moyenne pour les Leds de forte puissance et 100 000 heures pour les Leds de faible puissance.

IRC (Rendu des couleurs), nous avons un référentiel de couleur à la lumière du jour, que nous mettons ensuite à la lumière artificielle pour constater si les couleurs sont modifiées ou non. Les rouge et bleu deviennent la plupart du temps marron si l'IRC de l'ampoule est mauvaise.



La température de couleur est choisie de façon appropriée à l'application. C'est-à-dire que dans un chambre il est préférable de mettre un lumière chaude qui créer une ambiance agréable alors que dans une cuisine une lumière froide est conseillée qui donne une meilleure luminosité. Pour expliquer réellement ce qu'est la température de couleur prenons l'exemple du fer. Lorsque l'on chauffe un morceau de fer, il devient dans un premier temps rouge, sa température de couleur est donc chaude alors que sa température (en C°) est froide. Puis il passe à l'orange, au jaune pour finir blanc, sa température (en C°) est élevée mais sa température de couleur est froide.

Les Leds blanches.

Dans les années 1990, une étape décisive est franchie avec l'apparition des premières Leds blanches. Cette lumière « blanche » des Leds est obtenue par combinaison ou association de plusieurs éléments.

Trois méthodes existent :

1. La combinaison de trois Leds, rouge, verte et bleue. La synthèse de ces trois couleurs « additives » donne du blanc. Un blanc dont on pourra modifier la température de couleur, du blanc chaud au blanc froid, en dosant ces trois composants. Ce mode RVB est très coûteux, car chaque diode exige, exige une tension d'alimentation différente.
2. L'association d'une Led bleue et du phosphore jaune : c'est la première méthode historiquement employée et la plus fréquemment utilisée.
3. L'association UV et phosphore : le principe est d'utiliser une diode émettant dans l'ultraviolet proche (violet) et de convertir son rayonnement en radiation visible par l'adjonction d'un ou de plusieurs couches de phosphore suivant le principe de la lampe fluorescente.

La nature et la quantité de phosphore utilisé déterminent les caractéristiques du blanc : température de couleur, indice de rendu des couleurs, mais également efficacité lumineuse. Une faible teneur en phosphore produira une couleur froide ; une forte quantité donnera une couleur plus chaude. Pour cette raison, on classe les Leds blanches non pas selon une longueur d'onde, mais selon une température de couleur :

- Blanc chaud (2 700 à 3 300 K)
- Blanc neutre (3 300 à 5 300 K)
- Blanc froid (> 5 300 K) ; cette catégorie de Leds blanches offre la meilleure efficacité lumineuse.

Les constructeurs sont ainsi contraints de les trier pour garantir l'uniformité de la lumière ; c'est le « binning », qui permet d'obtenir des lots ou « bin » de Leds blanches de température de couleur homogène. C'est grâce à cette nouvelle génération de diodes électroluminescentes, capable de générer suffisamment de flux lumineux pour être intégrées dans des luminaires, que certains professionnels de l'électronique ont décidé d'investir le marché de l'éclairage.



Gare de Nérès-les-Bains

Photo : SDE 03

BIBLIOGRAPHIE

LUX, Le monde en lumière, Seuil Turner & Turner.

Histoire de Moulins (Tome 2), par Henri Faure.

100 ans d'électricité à Moulins, par Georges Desfosses, Bulletin du 6 Mai 1992 de la Société d'Emulation du Bourbonnais.

Revue LUX, la revue de l'éclairage.

Que sais-je ? La couleur, par Maurice Déribéré, Presses Universitaires de France.

L'éclairage électrique moderne (deuxième édition), Edition de la Guillotière.

Eclairage Public et Privé, Chauffage au Gaz, au Pétrole, à l'Electricité (deuxième édition), Librairie des Sciences Pratiques.

Publicité Appareillage Moderne n°7

L'Art Ménager Français 1952, Flammarion.

L'Electricité il y a cent ans, par Jean Cazenobe, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.

La Fée Electricité, par A. Duc et B. Recoules, catalogue Musée du Bâtiment.

Les Merveilles de l'Electricité, par Louis Figuier, Association pour l'Histoire de l'Electricité en France.

Publicité LED/RGB, catalogue 2010.

Les Lampes à Pétroles, par Bernard Mahot, Massin.



MUSÉE DU BATIMENT

Quartier des Mariniers - 18 rue du Pont Ginguet - 03000 Moulins
tél. : 04 70 34 23 69 - mail : museebatiment@wanadoo.fr
Musée ouvert du mercredi au dimanche et jours fériés de 14h à 18h

