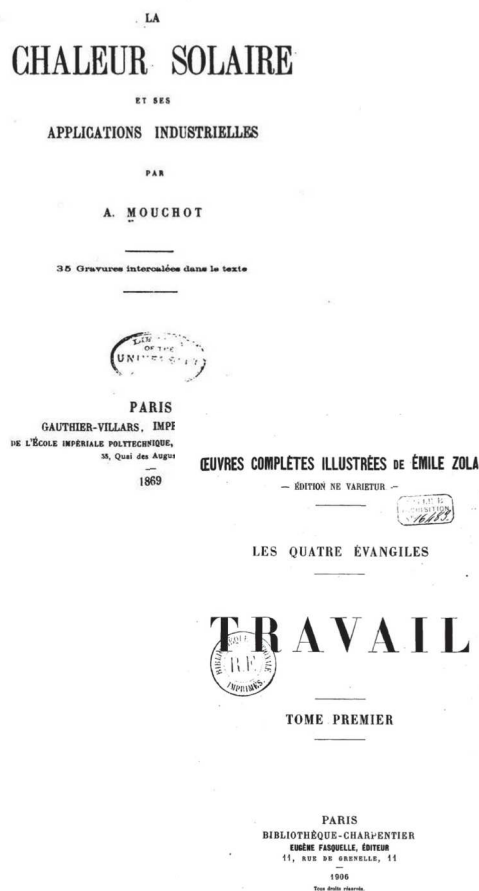




Augustin MOUCHOT



De « Zola » à Zola

La flambée du « solaire »

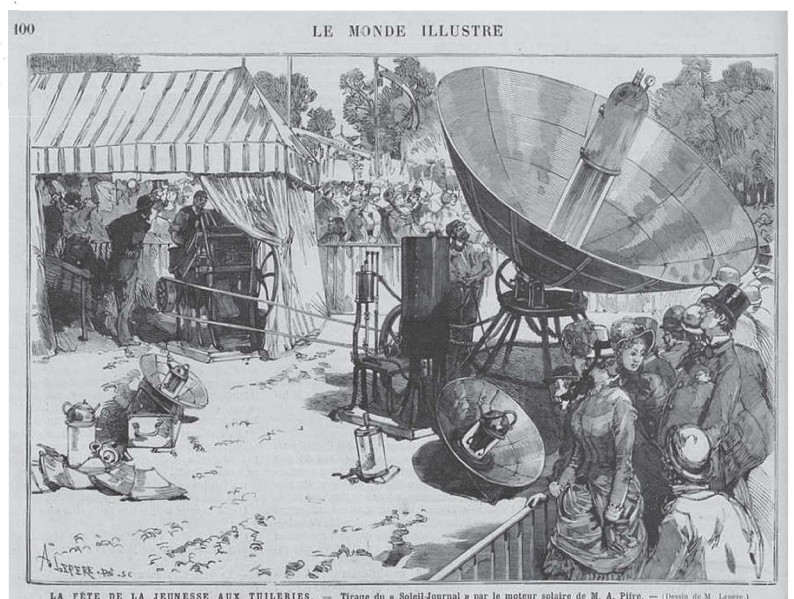
Le titre de ce dossier est moins énigmatique qu'il n'y paraît pour qui veut bien considérer

- que "Zola" était encore le "lycée de Rennes" lorsqu'un certain Augustin MOUCHOT y enseigna les mathématiques (février 1862-octobre 1864). MOUCHOT fut un pionnier de l'énergie solaire, couvert d'honneurs dans les années 1880, avant de tomber dans l'oubli.

- que Emile ZOLA, dans *Travail*, le dernier roman publié de son vivant (1901), a imaginé une "Cité nouvelle" où son rêve socialiste d'un travail émancipateur et de l'abolition du salariat, est réalisé : dans cette cité heureuse, c'est l'électricité produite à partir de l'énergie solaire qui pourvoit "aux besoins de tout un peuple".

C'est donc à un inventeur et à un roman oubliés qu'est consacré ce dossier. Le premier aurait-il inspiré le second ?

B. Wolff.

ZOLA
1902PARIS
1882

Augustin MOUCHOT (1825-1912)

Pionnier oublié de l'énergie solaire

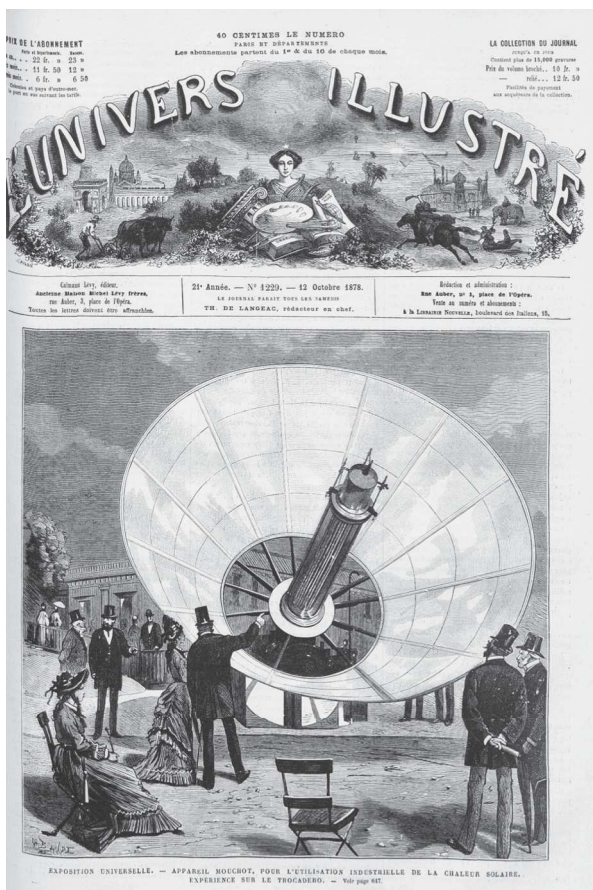
Né en 1825 à Semur en Auxois, Augustin MOUCHOT est le fils d'un artisan serrurier. Inscrit à la faculté des sciences de Dijon tout en travaillant comme maître d'études de 1845 à 1853, il obtient en 1852 et 1853 ses licences ès sciences en mathématiques puis en physique.

Chargé dès 1853 de cours de mathématiques au lycée d'Alençon, c'est en 1862 qu'il est nommé au lycée de Rennes. Nommé en 1864 au lycée de Tours, il y enseigne jusqu'en 1876.

Il se préoccupe très tôt de l'utilisation pratique de l'énergie solaire. Pendant ses années rennaises, il poursuit les expérimentations commencées dès 1860 sur un "four solaire". Elles débouchent sur la réalisation en 1865 d'une chaudière, à Tours. Dans un vase placé au foyer d'un réflecteur parabolique, trois litres et demi d'eau sont portés en 90 mn de 15° à l'ébullition.

En 1869 il publie ses résultats dans *La chaleur solaire et ses applications industrielles*, (Paris, Gauthier-Villars, 1869)¹. S'il y est encore question de cuisson, ou de fusion de métaux, il s'agit maintenant de faire "travailler la chaleur solaire", et tout particulièrement de la substituer au combustible pour l'entraînement des machines à vapeur : "dès l'année 1866 j'avais déjà deux petites machines à vapeur fonctionnant au soleil de Tours".

Il est d'abord encouragé dans ses recherches par la Société d'Agriculture, le Conseil Général d'Indre-et-Loire et l'Association française pour l'avancement des sciences. La réalisation en 1875 d'un grand modèle puis l'exposé de ses résultats à l'Académie des sciences lui valent d'obtenir un congé en 1877 : le ministère le charge d'une mission d'étude en Algérie. Il y expérimente une chaudière solaire de 100 litres.



Au Trocadéro, lors de l'expo. de 1878.
"Appareil Mouchot pour l'utilisation de la chaleur solaire"
(Le diamètre du réflecteur est de 5,5 m)

Quittant Alger en mars 1878, il s'associe avec un jeune ingénieur de l'École centrale, Abel PIFRE. Dès septembre MOUCHOT et PIFRE présentent à l'occasion de l'exposition universelle de 1878 une chaudière solaire géante actionnant une petite machine à vapeur. C'est le triomphe ! Mouchot est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

En août 1882, pour la Fête de l'Union française de la jeunesse, un moteur solaire MOUCHOT-PIFRE actionne aux Tuileries une presse qui imprime en une heure 500 exemplaires du *Soleil-Journal*. La revue scientifique *La Nature* y consacre une page², et l'hebdomadaire *Le Monde illustré* en fait, à égalité avec le feu d'artifice, le clou de la fête. (cf. p 5 et ci-contre p 7, l'illustration de LA NATURE)

En 1889, la machine est encore présentée à l'Exposition universelle de Paris. Pourtant, à partir de 1880, MOUCHOT abandonne son œuvre et retourne à ses travaux de mathématiques, pour lesquels il est récompensé par l'Académie des sciences.

PIFRE a pris le relais. En 1879 il s'est rendu acquéreur du brevet de MOUCHOT. Et en 1881, il a fondé la *Société centrale d'utilisation de la chaleur solaire*.

L'engouement pour les inventions de MOUCHOT est retombé. On en verra plus loin les raisons.

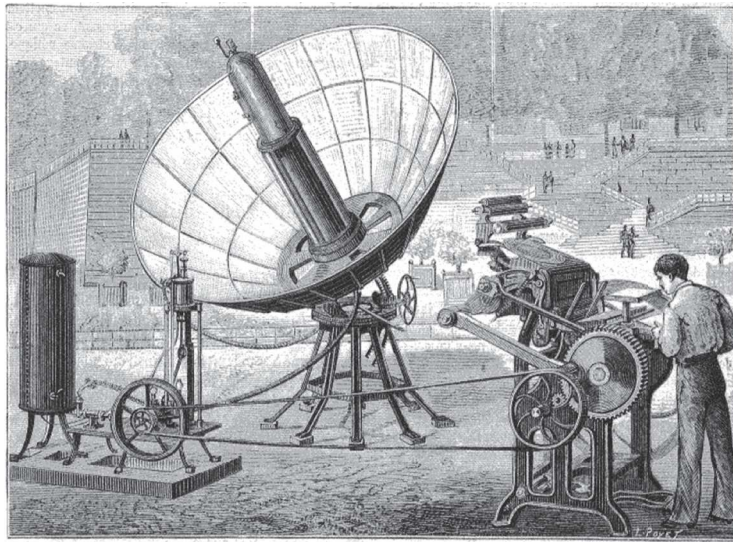
Presque aveugle, assailli de difficultés financières, brouillé avec PIFRE, MOUCHOT connaît une fin de vie difficile. Il a épousé en 1899 sa gouvernante, mais en est séparé en 1910. Il meurt dans la misère et la solitude à Paris en 1912, à 87 ans.

¹ On ne le trouvera même pas sur gallica.bnf.fr, pas plus que la réédition augmentée de 1879 !

Réédition en fac-similé : Ed. Blanchard, Paris, 1980. L'édition 1869 est feuilletable et téléchargeable sur : <https://archive.org/details/lachaleursolair00moucgooq>

2 G. Tissandier, *Utilisation de la chaleur du soleil* (26/08/1882). <http://cnum.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?4KY28.19/197/100/432/0/0>

ABEL PIFRE : DE L'INVENTION A L'EXPLOITATION



Le tirage d'un journal opéré par la chaleur solaire. Expérience exécutée par M. Abel Pifre dans la Jardin des Tuileries, à Paris, le 6 août 1882, lors de la fête de l'Union française de la Jeunesse.



Réclame de la société fondée par Pifre

Le décor est révélateur des espoirs placés dans l'extension d'un marché colonial.

En Afrique, l'ensoleillement est important ...

La promesse du solaire selon Mouchot

"L'industrie humaine ne relève que du soleil"

Dans le premier chapitre de *La chaleur solaire*, MOUCHOT, après avoir rappelé l'origine des combustibles – bois et houille – ainsi que l'origine de l'énergie des cours d'eau ou du vent, conclut : "On le voit donc, sous quelque forme qu'elle emprunte le concours des agents naturels, l'industrie humaine ne relève que du soleil". Mais cette industrie étant "encore loin de recueillir la majeure partie du travail engendré sur la terre par cet immense foyer [notre but est de] prouver qu'il est possible de construire à peu de frais une sorte de réservoir où s'accumule la chaleur solaire comme l'eau d'un courant dans un barrage".

Or "la terre n'est, à vrai dire, qu'une vaste serre chaude" où l'atmosphère se comporte comme "une immense cloison vitrée". Il va donc s'agir de construire sur le même principe un appareil où un réflecteur concentrera le rayonnement solaire sur une chaudière entourée d'une serre miniature (voir le schéma page 8).

« Si dans nos climats l'industrie peut se passer de l'emploi de la chaleur solaire, il arrivera nécessairement un jour où, faute de combustible, l'industrie sera bien forcée de revenir au travail des autres agents naturels. Que les dépôts de houille et de pétrole lui fournissent longtemps encore leur énorme puissance calorifique, nous n'en doutons pas. Mais ces dépôts s'épuiseront sans aucun doute : le bois qui, lui, se renouvelle, n'est-il pas plus rare qu'autrefois ? Pourquoi n'en serait-il pas de même un jour d'une provision de combustible où l'on puise si largement sans jamais combler les vides qui s'y forment ? On ne peut s'empêcher de conclure qu'il est prudent et sage de ne pas s'endormir à cet égard dans une sécurité trompeuse ».

A. Mouchot, *La chaleur solaire*, 1869.

C'est d'abord un simple four, permettant, "au soleil d'Alençon et de Rennes", la préparation d'un "excellent pot-au-feu". Mais ce sont surtout les applications mécaniques que vise MOUCHOT. La dernière partie de son livre est consacrée aux machines solaires à vapeur d'eau. Après les petites machines de Tours, son récepteur solaire entraîne en août 1867 à Paris "une machine du grand modèle de M. HEMPEL".

Pour MOUCHOT cette "application naissante" est vouée à un grand avenir. "Dans les régions les plus chaudes du globe" – celles où les puissances coloniales sont alors en compétition – mais aussi sous nos latitudes. Car l'idée de l'épuisement des ressources fossiles, largement partagée dans les années 1860, obsède MOUCHOT (encart ci-contre).

La chaudière solaire et son modèle pédagogique

MOUCHOT explique le rôle du verre dans une serre. Il est "facilement perméable aux rayons solaires" tandis que ces derniers ne trouvent "en quelque sorte plus d'issue [...] dès qu'ils se sont transformés en rayons obscurs" (rayonnement infra-rouge). Cette transformation résulte de l'absorption des rayons incidents par un corps noir : ici le métal noirci de la chaudière. Deux systèmes d'engrenage permettent de suivre les mouvements du soleil : mouvement diurne et inclinaison en fonction des saisons.

Illustration de l'intérêt – très temporaire – porté par l'Instruction Publique à notre inventeur : un magnifique modèle construit par Abel PIFRE figure dans les collections du

Lycée Guez-de-Balzac à Angoulême (voir dernière page).

C'est toutefois le seul exemplaire figurant à l'inventaire très exhaustif de l'ASEISTE, et selon toute vraisemblance le seul subsistant dans un lycée français. Dommage pour "Zola" ! [<http://www.aseiste.org/> onglet "inventaires"] .../...

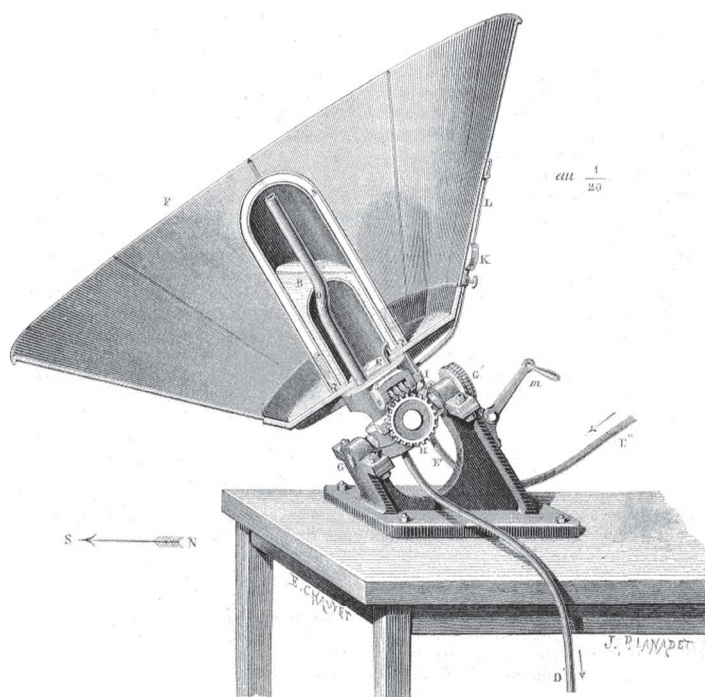


Fig. 4. — Générateur solaire de M. Mouchot.

A. Cloche en verre. — B. Chaudière annulaire. — D. Tube abducteur. — E. Tuyau d'alimentation. — F. Miroir conique en plaqué d'argent. — G. G'. Arbre autour duquel s'effectue le mouvement d'orient en Occident. — H. Engrenage réglant l'inclinaison de l'angle G'G' d'après le cours des saisons. — I. Soupape de sûreté. — K. Manomètre. — L. Niveau d'eau.

Générateur solaire de Mouchot

article de *La Nature* du 15 janvier 1876

"Le récepteur solaire que j'ai fini par adopter – explique MOUCHOT – se compose :

- 1°) D'un miroir ou réflecteur en plaqué argent ;
- 2°) D'une chaudière en cuivre noirci installée à son foyer sur un corps mauvais conducteur ;
- 3°) D'une seule cloche de verre ou d'un châssis vitré recouvrant la chaudière, afin d'y retenir comme dans un piège les rayons du soleil et ceux que rassemble le réflecteur".

La fin d'une "puissante espérance" ?

L'espérance dans les pouvoirs du solaire ne date pas du XIX^e siècle. MOUCHOT inscrit ses travaux dans le prolongement d'expériences ou d'études théoriques menées depuis l'Antiquité, rapportées avec minutie. Nous ne citerons que les références au traité d'ARCHIMEDE sur les miroirs ardents, aux expériences de DUFAY en 1726 sur ces mêmes miroirs et celles particulièrement spectaculaires de BUFFON qui, avec 360 glaces orientables faisant converger la lumière

solaire vers un foyer unique, enflamme du bois goudronné jusqu'à 68 m. et fait fondre des métaux. Occasion pour nous de rappeler la présence dans nos collections des réflecteurs paraboliques pour l'expérience dite des miroirs conjugués³.

Mais dans les dernières années du second Empire, puis dans les débuts de la troisième République, un puissant imaginaire solaire – relayé par la presse et les expositions – envahit provisoirement l'espace public et l'utilisation de la chaleur solaire suscite une puissante espérance⁴.

En 1888, le roman d'anticipation d'André LAURIE⁵ intitulé *Les exilés de la terre* s'appuie sur cet engouement lorsqu'il imagine ses héros utilisant le ferromagnétisme d'une montagne pour fabriquer un gigantesque électro-aimant capable d'attirer la Lune ; d'immenses insolateurs alimentent en courant électrique l'électro-aimant via une dynamo. Les illustrations de George ROUX reprennent, trait pour trait, les générateurs de chaleur de MOUCHOT pour figurer ces insolateurs (cf. la gravure de la p1).

En 1901, encore, c'est l'énergie solaire qui animera la *Cité du Bonheur* – d'inspiration fouriériste – que Luc a commencé à bâtir avec l'aide de l'ingénieur Jordan dans le roman d'Emile ZOLA intitulé *Travail*⁶. A la fin du livre Jordan a enfin résolu le problème du stockage de la "chaleur solaire" : "c'est par l'énergie solaire que la Cité du bonheur, que les hommes vivront [...] sous le grand soleil bienfaisant, notre père à tous". "Grâce à cette force donnée pour rien", il n'y aura alors plus d'hiver, plus de nuit !

MOUCHOT inspireur de ZOLA ?

MOUCHOT a-t-il pour autant inspiré ZOLA ? Visiteur assidu des expositions universelles, Emile ZOLA a écrit plusieurs articles sur celle de 1878 ... où l'appareil de MOUCHOT n'est pas mentionné⁷. Seuls deux brefs passages de *Travail* peuvent passer pour des allusions au récepteur solaire. Au milieu du roman Jordan s'exclame : "Vous savez qu'en Amérique un savant electricien vient d'emmagasiner assez de chaleur solaire pour produire de l'électricité ?". Il pourrait s'agir de John ERICSSON, dont MOUCHOT cite le "moteur solaire", construit quelques années après le sien. Puis dans le dernier chapitre, où Jordan touche au but : "[son] rêve avait occupé déjà d'autres cerveaux, des savants étaient parvenus à imaginer de petits appareils qui captaient la chaleur solaire et la transformaient en électricité".

"Petits appareils" en effet que ceux de MOUCHOT ou d'ERICSSON. Et qui plus est leur but n'était pas de produire de l'électricité mais d'entraîner des machines à vapeur. Or l'objectif de Jordan est de supprimer la machine à vapeur et d'arriver à l'application généralisée de l'électricité, pour l'industrie comme pour les besoins domestiques, Si ZOLA a retenu une chose des grandes

³ CfEDC 51 p.1 et 3, et surtout la vidéo *Miroirs ardents* : www.amelycor.fr puis collections > sciences physiques > chaleur

⁴ François Jarrige : "Mettre le soleil en bouteille : les appareils de Mouchot et l'imaginaire solaire au début de la troisième république", *Romantisme*, n°150, pp 85-96.

⁵ André Laurie (pseudo de Paschal Grousset [1844-1905]), écrivain imaginaire et prolifique, faisait partie de "l'écure" de l'éditeur Hetzel, Jules Verne a signé de son nom ou cosigné quelque-uns de ses livres mais a refusé de signer celui-là jugé trop peu scientifique. Source : <http://www.verniana.org/volumes/04/LetterSize/Crovisier.pdf>

⁶ Voir, en pages "Lecture" de ce numéro, l'analyse de cet ouvrage qui appartient au cycle *Les quatre évangiles*.

⁷ F.W.J Hemmings, "Emile Zola devant l'exposition universelle de 1878", in *Cahiers de l'Association internationale des études françaises*, 1972, n°24.

expositions, c'est bien l'avènement de la "Fée électricité", énergie propre et silencieuse qui le fascine et qui pourrait bien faire disparaître les procédés techniques de l'industrie capitaliste. ZOLA serait-il l'inventeur de l'électricité solaire ?

Le contraste est frappant entre ce qui, dans son ouvrage, témoigne d'une enquête préparatoire très poussée sur les mines et l'industrie métallurgique, et l'imprécision des pages "électriques". On y parle d'emmagasiner et transporter sans perte aucune, la force électrique grâce à "de nouveaux appareils, d'ingénieux moyens". De façon aussi vague sont évoqués "appareils spéciaux", "immenses réservoirs", "vastes constructions", "conducteurs invisibles de la force"... ZOLA, ailleurs si documenté, aurait sans difficulté pu situer les "ingénieux moyens" dans le prolongement de réalisations techniques déjà largement popularisées par les grandes expositions et par une littérature de vulgarisation florissante.

Sur la question des voies nouvelles pour la production d'électricité, il est encore moins précis. Et pour cause : en 1900 elles relèvent de la science-fiction ! son ingénieur-savant trouve d'abord le moyen (quel ?) de transformer directement en énergie électrique, l'énergie calorifique du charbon, sans passer par l'énergie mécanique. On penserait aujourd'hui : *pile à combustible* ! Enfin, guidé par "son culte du divin soleil, notre père à tous", Jordan réalise son rêve, la conversion directe de l'énergie solaire en électricité, au moyen bien sûr "d'appareils spéciaux". Notre *photovoltaïque* ? Les anticipations visionnaires de ZOLA sont le fruit d'une double mystique, solaire et électrique, et non de ses connaissances techno-scientifiques. Mais l'invention socio-technique a peut-être, elle, besoin d'utopie, car "à toute énergie il faut une imagination"⁸. ZOLA n'a cependant ni inventé ni même inspiré les photopiles et la pile à combustible : lorsqu'il écrit *Travail*, l'ère du solaire semblait même tout à fait révolue.

Le retour au solaire ne se fera que bien plus tard, moins dans le sillage des générateurs de MOUCHOT – que prolongent encore des centrales solaires thermodynamiques expérimentales comme le four d'Odeillo (1970) et la centrale Thémis (1983) – qu'avec l'avènement du photovoltaïque. Entre temps, une très longue éclipse. Que s'était-il passé ?

Dans les années 1870 l'invention de MOUCHOT avait rapidement gagné de nombreux appuis institutionnels. Lors de l'exposition de 1878 – la première organisée par un pouvoir républicain avide de mettre en scène la modernité – sa machine solaire avait été mise en vedette. Elle l'avait de nouveau été en 1882 lors de la Fête de la jeunesse qui célébrait le vote des lois scolaires. En accompagnement de la politique coloniale et pour les colonies qui bénéficiaient d'un fort ensoleillement, MOUCHOT proposait de multiples applications de sa machine : fours, production de glace, distillation, élévation des eaux pour l'irrigation et autres mécanismes utilisés sur les plantations. Il obtint des financements et expérimenta ses appareils en Algérie. A cette époque en France – mais aussi dans toute l'Europe et aux États-Unis – l'expansion de l'industrie, du libre-échange et du chemin de fer, faisait craindre une pénurie des ressources en houille. De plus la France avec des ressources de mauvaise qualité et un besoin croissant d'importation, était mal placée dans la compétition.

Et puis, au début des années 1880, tout a changé. De nouveaux gisements de charbon ont été découverts dans l'Est de la France, de nouveaux procédés d'extraction sont apparus et l'amélioration du réseau ferré a facilité l'approvisionnement. D'autre part les moteurs à explosion et l'utilisation du pétrole ont changé la donne⁹. Dès lors l'exploitation de la chaleur solaire apparut trop coûteuse et nécessitant – si l'on voulait dépasser le stade des petites machines – trop d'espace. Le ministère des Travaux publics conclut à son absence de potentiel industriel et le gouvernement cessa de financer les recherches de MOUCHOT.

On est frappé de voir se répéter aujourd'hui les débats d'alors. En 2006, Yves COCHET, entre autres auteurs, annonçait, chiffres à l'appui, la fin du pétrole – ou au moins du pétrole bon marché – à brève échéance. Après un pic vers 2010 la production allait périlcliter¹⁰. Mais, comme il y a 130 ans, l'argument de l'épuisement des ressources s'effondre, avec notamment l'avènement des gaz et pétrole dits "de schiste". En faveur du solaire ce n'est plus l'argument de la pénurie mais bien celui du réchauffement climatique qui prime. Alors que dans les années 1880 on ne pensait pas encore que le dioxyde de carbone libéré par les combustions allait modifier dangereusement le fonctionnement de la "vaste serre chaude" qu'est notre Terre, comme le disait si bien MOUCHOT.

Bertrand WOLFF

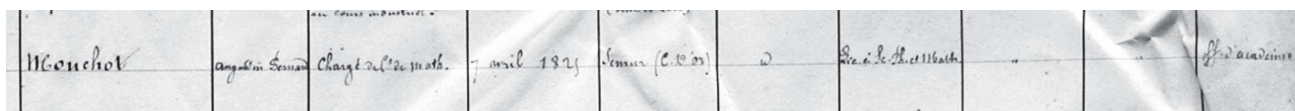
BIBLIOGRAPHIE SUR MOUCHOT :

G-F POTTIER, *Augustin Mouchot, pionnier de l'énergie solaire à Tours en 1864*, <http://archives.cg37.fr/UploadFile/GED/General/1403187814.pdf>

J. BOROWCZYK, *La passion des sciences en Touraine au XIX^e siècle*, http://academie-de-touraine.com/Tome_23_files/186_125-152.pdf

REMERCIEMENTS :

Merci à Jacques CATTELIN et à la documentariste Brigitte CHEVET qui nous ont "branché" sur le sujet, l'un par son exposé sur Mouchot lors de l'AG de l'ASEISTE de 2012, l'autre en nous signalant le lien de Mouchot avec le lycée.



Sur le registre des personnels du lycée impérial de Rennes,

Mouchot est inscrit comme "chargé de l'[enseignement] de math[ématiques], il est licencié de ph[ysique] et de maths et off[iciel] d'académie

⁸ F. Caille, "La cité du soleil : les promesses contemporaines de l'énergie solaire au prisme du roman utopique *Travail* d'Emile Zola, in D. Bailleul (dir) l'énergie solaire, Aspects juridiques, 2010, université de Savoie/Lextenso éditions.

⁹ En 1870, John R. Rockefeller a fondé la Standard Oil.

¹⁰ *Pétrole apocalypse*, Fayard, 2005. L'auteur était alors député "Vert".