

Peo las máquinas de gas presentan sobre los motores de vapor de agua una superioridad incontestable por lo que hace á la seguridad; están casi á cubierto de toda explosión, de todo riesgo de incendio. Se las pone en movimiento fácil y rápidamente; basta abrir ó cerrar una simple llave para poner la máquina en marcha ó pararla. No teniendo hogar ni caldera, ocupan menos espacio, y se necesita menos personal para su funcionamiento y vigilancia.

En cambio, económicamente hablando, son inferiores á las máquinas de vapor. De los experimentos hechos por M. Tresca con el motor Lenoir resulta que el consumo de gas llega de 2,500 á 3,000 litros por fuerza de caballo y por hora, esto es, el quintuplo ó séxtuplo del combustible que gasta la máquina de vapor. Además, este motor necesita consumir mucha agua para enfriar el cilindro y el émbolo. La máquina de gas Otto y Langen es mucho más ruidosa (1) que la máquina Lenoir, la cual no deja de serlo, y los movimientos bruscos del émbolo deben constituir una causa de rápido deterioro. Aparte de esto, todos los motores de gas adolecen de un inconveniente, el de que no pueden instalarse sino en donde hay fábricas de gas, y entonces en estas fábricas vuelven á tropezarse con los inconvenientes de las máquinas de vapor. Pero si no se los considera sino como motores de uso limitado, es decir, aplicables á la pequeña industria, en que la fuerza motora útil no pasa de algunos caballos de vapor, entonces recobran su superioridad hasta por lo que respecta á una relativa economía. En efecto, pueden amoldarse á todas las exigencias ó interrupciones frecuentes del trabajo, y el consumo cesa al punto, al paso que los motores de vapor, una vez encendidos y en marcha, siguen haciendo gasto durante dichas interrupciones. Por este concepto consideradas, las máquinas de aire caliente ofrecen verdadero interés, y es de esperar que presten grandes servicios, si, como es probable, se introducen en ellas perfeccionamientos comparables con los que ha recibido la máquina de vapor.

### CAPITULO XIII

#### APROVECHAMIENTO DEL CALOR SOLAR

##### I

##### ESPEJOS USTORIOS

¿Es cierto que Arquímedes incendió con espejos ustorios la escuadra romana que al mando de Marcelo sitiaba á Siracusa? ¿Es cierto que Proclo hizo otro tanto con la armada de Vitaliano durante el asedio de Bizancio?

Cuestión ha sido esta muy controvertida, negada por Descartes en su *Dióptrica* y resuelta por los eruditos en diferentes sentidos, pero que prueba cuando menos que los antiguos conocían la propiedad que tienen los espejos cóncavos de reflejar en su foco y de condensar en un espacio muy reducido los rayos emanados de un manantial de calor.

(1) M. Otto ha construido posteriormente una máquina horizontal de gas, que no produce ruido alguno, y por lo tanto no está sujeta al inconveniente de que hablamos.

Asimismo conocían los efectos de la refracción al través de una masa de vidrio tallada en forma de bola ó de lenteja, según se desprende de un párrafo muy curioso de *Las Nubes*, de Aristófanes.

La discusión del punto histórico de que tratamos, interesante por cierto, ha tenido el mérito de suscitar experimentos que han patentizado la intensidad de los efectos caloríficos que se pueden producir en el foco de un espejo esférico ó parabólico, ó también en el de una ó muchas lentes. He aquí los principales resultados de algunos de ellos, tomados de la *Enciclopedia* de d'Alembert y Diderot:

“Los más célebres espejos ardientes modernos son los de Septala, de Villette y de Tschirnhausen. El espejo ardiente de Marcelo Septala, canónigo de Milán, era un espejo parabólico que, según Schot, prendía fuego á troncos de leña á 15 ó 16 pasos de distancia. El de Tschirnhausen iguala por lo menos al de Septala en cuanto á su tamaño y efecto. Véase lo que acerca de él se lee en las *Acta eruditorum* de Leipzig:

“Este espejo enciende leña verde en un momento, y de tal modo que no se puede apagar el fuego soplando con fuerza. Hace hervir el agua, de suerte que se pueden cocer huevos en ella en un momento, y si se deja esta agua un rato en el foco, se evapora. Derrite en un instante una mezcla de estaño y plomo de tres pulgadas de espesor; estos metales empiezan á fundirse gota á gota, en seguida corren de un modo continuo, y en dos ó tres minutos la masa queda enteramente deshecha. También calienta muy pronto al rojo trozos de hierro ó acero, en los que la fuerza del fuego forma después agujeros. El cobre, la plata, se liquidan también cuando se los acerca al foco. Asimismo enrojece las materias que no se pueden fundir, como la piedra, el ladrillo, etc.,”

El espejo de Tschirnhausen tenía tres anas de Leipzig de ancho (1<sup>m</sup>,69); su foco estaba á dos anas de distancia (1<sup>m</sup>,13); era de cobre y de escaso espesor.

Un obrero francés de Lyon llamado Villette construyó muchos espejos grandes, uno de los cuales lo adquirió la Academia de Ciencias. Era un segmento de esfera de 76 pulgadas (2<sup>m</sup>,06) de radio, y por consiguiente de 38 (1<sup>m</sup>,03) de foco; tenía 1<sup>m</sup>,27 de abertura, y era de una aleación de estaño, cobre y azogue. Sus efectos caloríficos fueron por el estilo de los del espejo ustorio antes descrito.

También hizo Buffón en el siglo pasado curiosos experimentos, valiéndose para concentrar los rayos solares, no de un espejo cóncavo, sino de una serie de espejos planos colocados de modo que enviaban á un solo punto los rayos del sol.

“Ha formado un espejo grande compuesto de muchos espejos planos (eran ciento) de medio pie cuadrado poco más ó menos; cada uno de estos espejos tiene detrás tres tornillos por medio de los cuales es fácil colocarlos todos, en menos de un cuarto de hora, de modo que reflejen en un solo punto la imagen del sol. Con este espejo compuesto, M. de Buffón ha encendido fuego á 200 pies de distancia.,” (*Enciclopedia*.)

En efecto, á esta distancia encendió leña; á 140 pies derritió plomo, y á 100, plata.

El ilustre naturalista y físico había querido realizar así la hipótesis del poeta griego Tzetés, quien creía que por tal medio se habían incendiado las naves romanas en Siracusa. El hecho en sí venía á demostrar la posibilidad del invento de Arquímedes y de la acción patriótica atribuida al geómetra más grande de la antigüedad. Pero á Buffón se le había anticipado el Padre Kircher, sin que él lo supiera, y en época más remota, Antemio, arquitecto de Santa Sofía, á quien se debe considerar como el verdadero inventor de los espejos planos articulados.

Bernières mandó construir en 1757 un espejo cóncavo de vidrio azogado, de 1<sup>m</sup>,16 de abertura, y en cuyo foco la plata y hasta el hierro se fundían en pocos segundos; los

guijarros se reblandecían, y corrían como vidrio líquido. (Daguín, *Tratado de Física*.)

Véanse ahora algunos detalles sobre los efectos caloríficos producidos por la refracción al través de una lente convergente, es decir, por lo que se ha llamado *vidrio ardiente*. Los mismos físicos que hicieron experimentos con espejos los efectuaron también con lentes de grandes dimensiones.

“El mayor vidrio de esta clase, dice d’Alembert en la *Enciclopedia*, era el de Tschirnhausen: la anchura de la lente era de 3 á 4 pies, la distancia focal de 12, y tenía pulgada y media de diámetro; además, para hacer el foco más vivo, recogía los rayos por segunda vez otra lente paralela á la primera, colocada en el punto en que el diámetro del cono de los rayos formados por ésta era igual á la anchura de aquélla, de suerte que esta última los recibía todos.”

Los efectos fueron semejantes á los del espejo ardiente del primer experimentador.

Uno de los experimentos más curiosos de cuantos se han hecho sobre la refracción del calor es el de Mariotte, que hizo una lente convexa con un pedazo de hielo formado por la congelación de agua bien pura y purgada de aire. Con este vidrio ardiente de nuevo género, Mariotte encendió pólvora fina.

Debemos hacer también mención del vidrio ardiente de Bernières, construido en 1774 á expensas de un individuo correspondiente de la Academia de Ciencias, llamado Trudaine, y basado en el mismo principio que el de Tschirnhausen (fig. 637). El andamiaje que se ve representado en el grabado tenía por objeto el que una sola persona pudiera manejar el conjunto de las dos lentes, de modo que los rayos solares convergiesen siempre en el mismo punto.

Los vidrios ardientes tenían un inconveniente que los hacía inferiores á los espejos: el de que los rayos caloríficos, al atravesar lentes de cierto espesor, quedaban en parte absorbidos en ellas. Buffón trató de obviar este inconveniente discurriendo las lentes de escalones, que consisten en una reunión de coronas, cada una de las cuales forma parte de una lente de distancia focal constante, pero de menor espesor en las partes centrales. Ya describimos estos aparatos, que Fresnel perfeccionó para el alumbrado de los faros.

Hemos visto más arriba que se han aplicado los vidrios y los espejos ardientes á una cuestión interesante de astronomía física, la de averiguar si los rayos solares llegados hasta nosotros, después de reflejarse en la superficie de la luna, conservan aún calor apreciable. Si muchos observadores, desde Lahire y Tschirnhausen hasta Forbes y Tyn-dall, no han podido comprobar nada, en cambio Melloni en 1846, y luego Piazzi Smith, lord Rosse y Marié-Davy, han observado cierto efecto calorífico, como lo prueban los experimentos descritos en el capítulo XIV de la primera parte de EL CALOR.

## II

### PRIMEROS ENSAYOS DE APROVECHAMIENTO DEL CALOR SOLAR

El calor del Sol se puede aprovechar de dos modos: ó bien directamente, es decir, concentrado con objeto de obtener efectos puramente caloríficos para la fusión ó la volatilización de metales y otras sustancias; ó ya indirectamente, por su transformación en cualquiera de las formas de la energía: acción mecánica, química, eléctrica, etc. En el artículo anterior hemos visto que los antiguos quisieron hacer la primera de estas aplicaciones y aun la habían llevado á efecto, dado que sea cierto que Arquímedes in-

cendiara con espejos ustorios la escuadra de los sitiadores de Siracusa. Un siglo después, el gran geómetra Herón de Alejandría, que inventó tantas máquinas ingeniosas, ideó un aparato en el que la acción del calor solar dilataba el aire contenido en una redoma de cristal y hacía subir el agua al brazo de un sifón: esta fué la primera tentativa conocida del segundo modo de aprovechamiento del calor solar.

Salomón de Caus, el precursor de Papín en el empleo del vapor como fuerza motora, pensó también en sacar del Sol la fuerza necesaria para poner el agua en movimiento en una especie de bomba, y con el nombre de *fuerza continua*, describe una máquina que es una verdadera bomba solar, estando claramente indicado en ella el empleo de los vidrios ardientes para concentrar los rayos y aumentar su potencia.

Se han hecho después otras tentativas para lograr la solución de uno ú otro problema; pero ya hemos hecho mención de las más importantes de las que propendían á obtener altas temperaturas, y las otras solamente ofrecen un interés de curiosidad histórica.

Agreguemos tan sólo á lo ya expuesto, que Lavoisier no se limitó á hacer pruebas con el gran vidrio ardiente de Trudaine, anteriormente descrito con el nombre de vidrio ardiente de Bernières; el gran químico se valió de él para hacer investigaciones prácticas muy interesantes en aquella época. Sus Memorias contienen el detalle de doscientos veinte experimentos hechos con toda clase de minerales y sustancias refractarias, pero sólo se trata en ellos de aplicaciones científicas, y no de usos industriales.

De Saussure, de cuyo helietermómetro hemos hablado ya en el capítulo de la primera parte de EL CALOR consagrado á la medición de la energía de las radiaciones solares, construyó en 1769 un aparato compuesto de cinco cajas superpuestas, de cristal blanco de Bohemia: este aparato, puesto al Sol por espacio de muchas horas, dió debajo de la quinta caja una temperatura de 75° R. (87°,5 C.). “Los frutos expuestos á este calor, dice, se cuecen y sueltan su jugo.” El mismo físico perfeccionó este aparato, cuya idea le habían sugerido los resultados que obtienen los jardineros en los invernáculos, y obtuvo un calor de 128° R. ó sea 160° centígrados. Ocurriósele aprovechar esta concentración de la radiación solar; “pero únicamente, dice, para las destilaciones, las decocciones, y en general para las operaciones que no requieren un grado de calor muy superior al del agua hirviendo.”

Por lo demás, en la época en que el célebre físico se dedicaba á estos ensayos, no se conocía aún la propiedad que el vidrio y las demás sustancias diatérmicas tienen de transmitir en proporciones desiguales los rayos de diferentes refrangibilidades; no se sabía que si una placa de vidrio da acceso al calor luminoso, detiene en cambio las radiaciones oscuras. En concepto de Saussure, los efectos de concentración observados con su helietermómetro consistían únicamente en que las paredes vítreas de que estaba formado se oponían al enfriamiento producido por el contacto del aire exterior.

Los trabajos de W. Herschel, y posteriormente los de Melloni y otros físicos, han dado la explicación de estos efectos, según hemos visto anteriormente. No necesitamos ocuparnos nuevamente de esta teoría, por lo cual nos concretaremos á mencionar otras tentativas de aplicación.

Sir John Herschel reprodujo en 1837, en el Cabo de Buena Esperanza, los experimentos de Saussure, simplificando su helietermómetro, é introduciéndolo en la arena del suelo después de agrandar la pared de vidrio. Así obtuvo temperaturas que excedían de la del agua hirviendo (unos 120° como maximum con dos paredes de vidrio solamente). De este modo hizo algunos experimentos con huevos, frutas y carne que, ex-

puestos al Sol, quedaron perfectamente cocidos en muy poco tiempo. "Los huevos se pusieron duros, dice Herschel, y su parte interior friable. También puse una vez gran cantidad de carne y legumbres, que comieron los circunstantes encontrándolas de exquisito gusto. Si se aumenta el número de bastidores envolventes, si se los hace de cobre dados de negro por dentro, si se los aísla entre sí con soportes de carbón de leña, y además se los entierra entre arena seca, no dudo que se obtendrá una temperatura próxima á la ignición, y esto, como se ve, sin necesidad de poner lentes.,"

Babinet, mencionando este experimento del ilustre astrónomo, añadía: "Es cosa rara que en los países de cielo despejado como Egipto, Arabia y Persia, en que el combustible escasea mucho, no se hayan aprovechado los rayos del Sol concentrados debajo de vidrios ó por vidrios ó espejos ardientes. Con una lente de dos ó tres decímetros de

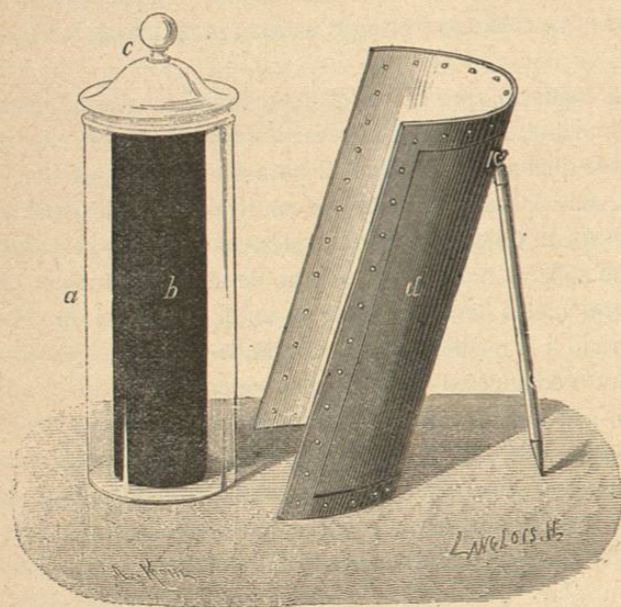


Fig. 790.—Marmita solar de M. Mouchot

diámetro, aunque esté mal trabajada, se hace hervir el agua al Sol casi instantáneamente. Un vidrio ardiente de esta clase se podría comprar al peso y apenas costaría más que igual peso en vidrios; fuera de esto, con algunas vidrieras, se ve que al mediodía se podría hacer un horno para cocer pan y carne con el Sol de los trópicos. Antes de hacer su experimento en grande escala, sir John Herschel se había cerciorado de que un termómetro puesto en la misma localidad se mantenía horas enteras á un grado mucho mayor de lo que se necesitaba para hacer un guisado de carne.,"

Hacia la época (1859) en que el ilustrado é ingenioso académico citado indicaba en los anteriores términos la posibilidad de hacer tan sencilla aplicación de las leyes del calor radiante, el profesor M. A. Mouchot hacía algunas pruebas con el propio objeto. Los primeros aparatos de este físico eran muy sencillos: una caldera metálica, dada de negro por dentro, colocada debajo de dos ó tres campanas concéntricas de vidrio, formaban su generador: un reflector de hojalata, compuesto de dos placas cilíndricas soldadas en ángulo recto, servía para proyectar el calor en la caldera. Mouchot introdujo algunas variaciones en la forma de estos dos elementos principales de sus aparatos: he aquí la descripción de la que adoptó en un principio, según él mismo la trazó en su obra *El calor solar y sus aplicaciones*:

"Tomé un bocal de vidrio cuya pared lateral no era mucho más gruesa que la de un vidrio común, y en el cual podía introducir fácilmente una vasija cilíndrica de cobre ó de hierro batido cuyos bordes descansaban en los del bocal; sobre todo esto puse una tapadera de vidrio, y esta especie de marmita solar me dió tan buenos resultados como el aparato anterior, porque, colocada en el foco del reflector de plaqué de plata, hacia hervir en hora y media tres litros de agua á la temperatura inicial de 15°.

„Siendo bastante cómoda la forma de esta nueva caldera, me serví de ella para varios ensayos. Por ejemplo, pude hacer al sol un excelente cocido, compuesto de un kilogramo de carne de buey y diferentes legumbres y verduras. A las cuatro horas de insolación, todo quedó perfectamente cocido, no obstante haber pasado algunas nubes por delante del Sol; y el caldo fué tanto mejor cuanto que la marmita se había calentado con gran regularidad.

„Para mayor claridad véase (fig. 790) la figura del aparato con el que hice la prueba: *a* es el bocal de vidrio; *b* la vasija metálica dada de negro, cuyos bordes descansan en los de aquél; *c* la tapadera de vidrio, y por último, *d* el reflector de plaqué de plata. Este reflector es cilíndrico y está inclinado de modo que concentra los rayos del Sol en

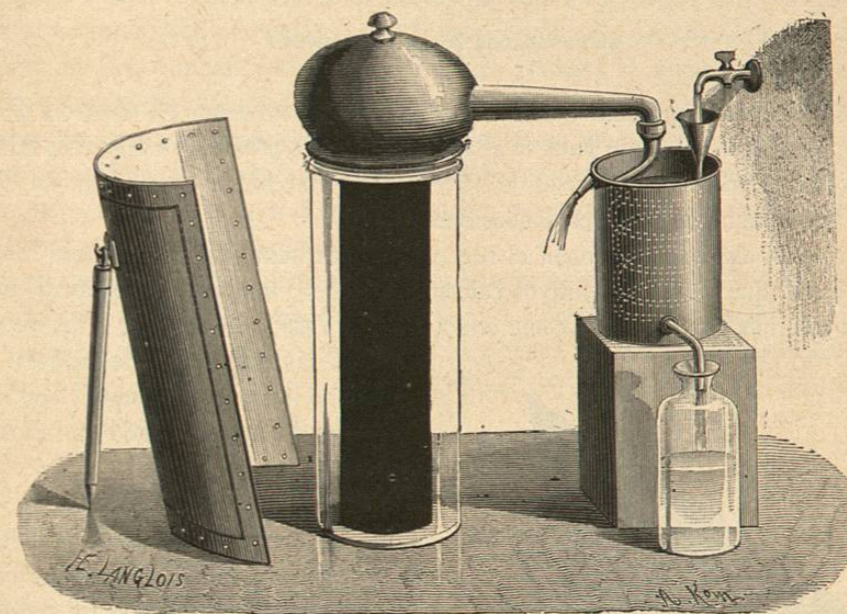


Fig. 791.—Alambique solar

la marmita, pudiéndose juzgar sin dificultad que ésta se halla en el foco por el resplandor que se forma en la pared ennegrecida.

„Para transformar la marmita en horno, me ha bastado cubrir la caldera con un disco de hierro batido puesto sobre la tapadera de vidrio. De esta suerte he podido cocer en menos de tres horas un kilogramo de pan que no presentaba diferencia alguna con el que se vende en las tahonas.

„Por último, sustituyendo las dos tapaderas con un capitel de alambique de cabeza de moro (fig. 791) que se adaptaba exactamente á la caldera, tuve sin necesidad de nuevos gastos un aparato muy á propósito para destilar alcohol al sol. Puesto el capitel en comunicación con un serpentín metido en una corriente de agua muy fría, y el vaso metálico, que contenía dos litros de vino, en el bocal y en el mismo foco del reflector, recogí alcohol á los cuarenta minutos de insolación. Como el aparato se calentaba poco á poco y de una manera continua, este alcohol estaba muy concentrado y tenía un aroma agradable.,"

Con su reflector de plaqué de plata ante el cual instalaba un asador con un pedazo de carne de buey ó de carnero, M. Mouchot obtenía un asado cuyo grado de cocción no dejaba nada que desear, pero, á decir verdad, el gusto de la carne así cocida era

detestable, lo cual atribuye á la acción de los rayos químicos. Poniendo un vidrio amarillo ó encarnado delante del asador, se eliminan estos rayos.

El éxito de estas primeras tentativas estimuló á Mouchot para buscar la solución del problema no menos importante de la transformación del calor solar en agente mecánico. Tratábase de averiguar si su generador podía producir, haciendo hervir el agua de la caldera, la cantidad de calor suficiente para poner en movimiento una máquina de baja ó media presión. En esta tentativa no fué menos afortunado que en las anteriores, como vamos á ver.

## III

## EL GENERADOR SOLAR DE MOUCHOT

Después de varias pruebas y de muchos experimentos hechos en Alenzón, Rennes y Tours, M. Mouchot adoptó para su aparato la forma que vamos á describir, tal como figuraba en la Exposición universal de 1878 y tal como había funcionado en Tours, desde 1875, aunque de menores dimensiones.

Tres piezas distintas componen el receptor ó generador solar: un espejo metálico de foco lineal, que reflejaba los rayos caloríficos del Sol; una caldera dada de negro, cuyo eje coincidía con dicho foco; una envolvente de vidrio que da paso á los rayos del

Sol hasta las paredes de la caldera, pero que impide la salida tan luego como la absorción los ha transformado en rayos oscuros.

El receptor F (fig. 792) tiene la forma de un cono truncado de bases paralelas; es una especie de pantalla de quinqué con la abertura vuelta hacia el Sol. La generatriz de este cono truncado forma con el eje un ángulo de  $45^\circ$ ; esta forma tiene la ventaja, según lo demostró Dupuis el siglo pasado, de que á igual abertura del espejo es la que da el máximo de intensidad al foco, por reflejarse todos los rayos incidentes perpen-

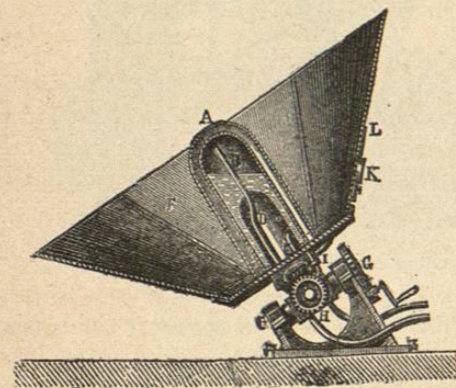


Fig. 792.—Generador solar de M. Mouchot

dicularmente al eje. Doce sectores de plaqué de plata forman la pared reflejante del espejo; van sostenidos en una armadura de hierro y pueden correr por un bastidor, lo cual facilita su extracción para la limpieza. Un disco calado de hierro forma el fondo del espejo, y en su centro se eleva la caldera de cobre compuesta de dos cubiertas concéntricas á modo de campana, unidas en su base por una brida de hierro. Entre estas dos cubiertas ó envolventes se pone el agua de alimentación. Una campana de vidrio A, de la misma forma que la caldera, la rodea descansando por su pie en el fondo del espejo. Los dos tercios de la capacidad están llenos de agua, y el otro tercio sirve de cámara de vapor. Por un tubo D de cobre, que penetra por una parte en esta cámara y comunica por otra con el motor por medio de un tubo flexible, pasa el vapor á dicho motor. En I, en el tubo del vapor, están adaptados los aparatos de seguridad; en L y K, el nivel de agua y el manómetro. Finalmente, otro tubo flexible que sale del pie de la caldera sirve para la alimentación de ésta.

Compréndese que para que el Sol lance el haz de sus rayos siempre paralelos al receptor, el generador habrá de poder tomar un doble movimiento, ó sea el de rotación uniforme ( $15^\circ$  por hora) alrededor de un árbol paralelo al eje de la Tierra, y el de inclinación gradual sobre este árbol para seguir con las estaciones la declinación del Sol. Es el doble movimiento que se comunica á los anteojos ecuatoriales en los observatorios, es decir, el llamado movimiento paraláctico. Pero en el caso presente se trataba de resolver la cuestión por medios sencillos, poco costosos. M. Mouchot lo ha logrado del modo siguiente:

“El aparato, dice, se apoya mediante unos muñones en un árbol perpendicular á su eje, y este árbol forma con el horizonte, de Norte á Sur, un ángulo igual á la latitud del lugar. De aquí resultan dos movimientos, merced á los cuales el generador puede seguir el curso del Sol, por cuanto, á cada semirrevolución del árbol, gira de Levante á Poniente, al paso que una rotación anual de  $46$  grados á lo sumo sobre sus muñones lo lleva enfrente del Sol, cualquiera que sea la posición aparente del astro. Cada uno de estos dos movimientos se efectúa por medio de un engranaje de tornillo sin fin, y sólo requieren que se dé una vuelta al manubrio, el primero cada media hora, y el segundo cada ocho días. Y aun sin gastar mucho, se puede conseguir que el movimiento de Oriente á Occidente sea automático.”

El receptor solar que figuraba en la Exposición universal de 1878 tenía un espejo cuya abertura medía unos 20 metros cuadrados. La caldera de hierro que llevaba en su foco, de  $2^m,50$  de altura y de 100 litros de capacidad, pesaba 200 kilogramos. Un niño bastaba para poner en movimiento el mecanismo que permitía orientar el aparato. He aquí algunos de los resultados obtenidos:

“El receptor solar del Trocadero, dice M. Mouchot, ha funcionado por primera vez el 2 de septiembre. En media hora hizo hervir 70 litros de agua; y á pesar de algunos escapes de vapor, el manómetro llegó á marcar una presión de 6 atmósferas.

„El 12 de septiembre, no obstante haber pasado algunas nubes por delante del Sol, la presión de la caldera subió más de prisa; el vapor permitía alimentar la caldera con un inyector, sin aminorar notablemente la presión.

„Por último, el 22 de septiembre en que el Sol brilló continuamente aunque un tanto velado, pude elevar la presión en la caldera hasta 6,2 atmósferas, y habría obtenido seguramente mayor presión á no haberse nublado enteramente el Sol. Aquel día logré que funcionara, á la presión constante de tres atmósferas, una bomba Tangye que elevaba de 1,500 á 1,800 litros de agua por hora á 2 metros de altura.”

Hacia la misma época se practicaron otros ensayos, con pequeños aparatos cuyos espejos no tenían más que la quinta parte ó la mitad de un metro cuadrado de abertura, para cocer alimentos ó destilar alcoholes. Los más pequeños de dichos aparatos bastaron para asar en veintidós minutos medio kilogramo de carne de buey, y para hacer en una hora guisos que necesitaban cuatro horas con leña común. Los alambiques solares hicieron hervir tres litros de vino en media hora, y dieron un aguardiente fino y sin mal gusto. Mediante una segunda destilación se hacía adquirir al mismo aguardiente todas las cualidades de un buen licor de mesa.

Tales eran los principales resultados conseguidos en París por el inventor de tan ingeniosa máquina, cuyas aplicaciones deben convenir más especialmente, en concepto de M. Mouchot, á los países en que el cielo está despejado meses enteros y cuyo recurso más precioso es el Sol. Era interesante por lo mismo repetir los experimentos susodichos en las condiciones que se reúnen en aquellos países, y así lo hizo el autor al año