

se haya de efectuar. Hogar, parrilla, cenicero, conductos de humo y chimenea, hervidores y cuerpo de la caldera, válvulas y avisadores de seguridad, manómetros, indicadores de nivel y de presión, todo esto constituye el generador de la máquina con sus accesorios.

2.º Una vez formado el vapor, la máquina propiamente dicha se compone de órganos del movimiento, del receptor de la fuerza y de los aparatos de distribución que tienen por objeto originar un movimiento alternativo rectilíneo. El cilindro, la caja de vapor, la de distribución ó repartidor y el condensador son los principales órganos de esta parte de la máquina. Tal es el *mecanismo motor*.

3.º y último. Producido el movimiento en su forma inmediata, se le ha de transformar, hacerle apto para el trabajo que la industria exige, lo cual es por lo común en forma de movimiento circular continuo. Las bielas, manivelas, balancines y guías son los órganos empleados con más frecuencia en esta parte de la máquina á la cual hemos reservado el nombre de *mecanismo de transmisión*. El volante y los reguladores tienen un objeto particular, el de mantener en los límites regulares la velocidad de régimen ó la fuerza del motor.

Comprendidas bien estas funciones, así como los aparatos que las desempeñan, á lo menos en sus disposiciones particulares, es fácil ya entrar en el examen de los diferentes tipos de máquinas que se han ideado desde el origen ó invención del vapor, y la mayor parte de las cuales se usan hoy en la industria manufacturera, en las vías férreas, en la navegación, y por último, en la agricultura.

Pero antes de seguir pasando esta revista de tipos, antes de presentar el vapor funcionando en los servicios múltiples que presta á la civilización, permítaseme, no una digresión, puesto que se trata de una cosa esencial, sino una breve explicación de algunas voces y locuciones usadas con frecuencia cuando se habla de las máquinas y se valúa su potencia.

He dicho ya lo que se entiende por máquina de *baja, media y alta presión*. Precisémoslo más.

Una máquina de baja presión es aquella en que el vapor tiene una tensión que no pasa de *atmósfera y media*. Esta máquina va siempre acompañada de un condensador.

Cuando la caldera da vapor á una tensión comprendida entre *tres y cinco atmósferas*, la máquina es de media presión, y aunque lleva á menudo un condensador, no es absolutamente necesario.

Finalmente, cuando la tensión del vapor excede de *cinco atmósferas*, en cuyo caso la máquina funciona generalmente sin condensador, se trata de una máquina de *alta presión*.

Pero la potencia de una máquina no depende solamente de la fuerza elástica del vapor que sirve para moverla. Este no es más que un elemento; hay que tener en cuenta, partiendo de este elemento, las dimensiones del cilindro, el número de golpes del émbolo que la máquina da por minuto ó por hora, número que á su vez depende de la cantidad de vapor regularmente suministrada por la caldera. De este modo se llega á valuar el trabajo del vapor sobre el émbolo; pero al transmitirse este trabajo al árbol motor y al volante, es en parte absorbido por los rozamientos y resistencias de los órganos de transmisión, de suerte que se le debe reducir con arreglo á los datos de la experiencia para sacar en consecuencia el trabajo real, la potencia efectiva de la máquina.

Este trabajo se valúa en *caballos de vapor*, y se dice de una máquina que es de 3, 4, 10, 50, 500 caballos.

Antes de proseguir, digamos, pues, claramente qué significa la expresión: *caballo de vapor*.

Un esfuerzo ejercido se calcula en kilogramos, lo que equivale á decir que se asimila el efecto de una fuerza al de un peso, por ejemplo, al efecto que un número dado de kilogramos produce en un muelle. Pero esto no basta para medir el trabajo efectuado por un motor cualquiera, pues este trabajo depende también del tiempo necesario para llevarlo á cabo, el cual depende á su vez de la velocidad del movimiento producido. Para acabar de definirlo hay que decir qué camino hace recorrer el motor al peso durante la unidad de tiempo, durante un segundo.

Fundado en este principio, dase el nombre de *kilográmetro* al trabajo capaz de elevar un kilogramo á un metro de altura en un segundo. Tal es la unidad de trabajo adoptada generalmente por los mecánicos.

Sólo que en la práctica, y cuando se trata del trabajo de las máquinas, se emplea otra unidad que es 75 veces mayor que la primera, que equivale por consiguiente á 75 kilográmetros, y á la cual ha aplicado el uso la denominación de *caballo de vapor*.

He aquí con qué motivo se adoptó tal costumbre:

Cuando Watt introdujo en las primeras máquinas de vapor los perfeccionamientos en virtud de los cuales las adoptaron en las minas y en la industria inglesa, los constructores de dichas máquinas se vieron en la precisión de garantizar á los que les hacían pedidos la fuerza de los nuevos artefactos. En las minas se empleaban por lo común caballos para los trabajos de las mismas: el promedio del trabajo de estos animales se tomó por término de comparación, y la cantidad resultante, calculada experimentalmente por Watt, el *horse-power*, sirvió para valuar la potencia de las máquinas construídas. Fijóse en una cifra que traducida en medidas métricas correspondía á 74 ó 76 kilogramos elevados á un metro de altura, y el promedio ó sea 75 kilográmetros se ha adoptado hoy universalmente. Pero no hay que confundirse. Se supone que el trabajo del vapor es continuo y que las máquinas trabajan día y noche sin parar. Así pues, una máquina de la fuerza de un caballo hace en un día, es decir, en 86,400 segundos, un trabajo equivalente á  $86,400 \times 75$  ó á 6.480,000 kilográmetros. Un caballo de carne y hueso necesita, por el contrario, descansar, y haciéndole trabajar 8 horas diarias no desarrollaría sino un trabajo tres veces inferior al de la misma máquina.

Pero en realidad es un cálculo demasiado elevado. Las cifras de Watt, á juzgar por los experimentos hechos posteriormente, estaban basadas en el trabajo de caballos de vigor más que regular y á los que probablemente habrían reventado. De los experimentos á que nos acabamos de referir resulta que un caballo de fuerza regular, unido á un malacate y yendo al paso, desarrolla una fuerza igual á 40 kilográmetros y medio, lo que da, en un trabajo de ocho horas, 1.166,400 kilográmetros.

Vese, pues, por la comparación de dos cifras relativas al trabajo de la máquina y al del animal, que en realidad, para reemplazar una máquina cuya fuerza sea de un *caballo de vapor*, sería preciso emplear en dar vueltas á un malacate que produjese el mismo trabajo y sin parar, algo más de *cinco caballos y medio*.

Lo que constituye la potencia de una caldera es la cantidad ó peso de vapor que es capaz de producir en una hora, cuando está en pleno trabajo. Esta cantidad depende especialmente de la superficie de calefacción, de suerte que, en igualdad de circunstan-

cias, el generador que presenta al hogar y á los gases de la combustión la mayor extensión de superficie de caldeo es el que engendra mayor fuerza.

En cuanto al consumo de carbón, está sin duda alguna en relación con la expresada superficie; pero varía de una máquina á otra según el tipo de éstas, según que sea de alta, media ó baja presión y según que funcione con ó sin condensador, con ó sin expansión. He aquí acerca de esto algunos datos, producto de la experiencia.

La práctica ha hecho reconocer que es preciso contar por cada caballo de vapor una superficie de calefacción que varía entre un metro y un metro y medio cuadrado. Una máquina de vapor de la fuerza de 10 caballos debe, pues, tener un generador cuya superficie de calefacción varíe entre 10 y 15 metros cuadrados. El promedio de la cantidad de vapor producida por hora es entonces de 20 kilogramos por caballo, de suerte que la caldera de una máquina de 10 caballos debe poder vaporizar 200 kilogramos por hora, ó sea 200 litros de agua próximamente.

Por lo que hace al consumo de hulla por hora y por caballo, varía con las máquinas, según hemos dicho. Las de Watt, de baja presión, consumen de 5 á 6 kilogramos de hulla; las de Woolff, 3 kilogramos; las máquinas de alta presión, con expansión y sin condensador, de 4 á 5 kilogramos por caballo de fuerza y por hora. Estas son las menos económicas, pero compensan este defecto con la ventaja que más adelante indicaremos.

Añadamos ahora una palabra sobre la fuerza de una máquina en su relación con las dimensiones del cilindro y con la rapidez del émbolo, ó lo que es lo mismo, con el número de movimientos de éste por minuto ó por hora.

Conocida la presión del vapor por las indicaciones del manómetro, ¿cómo se calculará el trabajo que efectúa el émbolo en su marcha por el cilindro? Presentemos un ejemplo que hará comprender la pregunta así como la respuesta que deba dársele.

Supongamos una presión de 4 atmósferas en una máquina de condensación, ó de 5 atmósferas en otra sin condensador. El esfuerzo ejercido por el vapor sobre el émbolo será en realidad el mismo en ambos casos, puesto que en el segundo la presión atmosférica se ejerce sobre la cara del émbolo opuesta á aquella que la fuerza elástica del fluido empuja. Así pues, el esfuerzo del vapor será de 1,033 kilogramos multiplicados por 4 en cada centímetro cuadrado de la superficie, y este resultado será menester repetirlo tantas veces cuantos sean los centímetros cuadrados que mida la superficie del émbolo.

Pero esto no nos da el trabajo mecánico que será tanto mayor cuanto más largo sea el cilindro ó más grande la marcha del émbolo. Para tener este trabajo en kilogramos, hay que multiplicar además el resultado precedente por dicha longitud, de suerte que se puede dar la regla siguiente:

Multiplíquese la superficie del émbolo por su marcha expresada en metros, por la presión efectiva del vapor y por 1,033, y se tendrá el número de kilogramos que representa el trabajo efectuado por el émbolo en su marcha. Pero la superficie multiplicada por la longitud del cilindro es el volumen de éste.

Así pues, el trabajo es proporcional á la presión del vapor y al volumen del cilindro. Supongamos, en el caso que tomamos por ejemplo, que el diámetro del cilindro es igual á 40 centímetros, y su longitud igual á 40 centímetros; el trabajo de una marcha del émbolo será:  $\pi 20^2 \times 40 \times 1033 \times 4$ , ó 207kgm,40. Como un golpe de émbolo se compone de dos movimientos, cada uno de éstos equivaldrá á 415 kilogramos.

Esto no representa el trabajo de la máquina sino para un vaivén del émbolo, de suerte que es preciso conocer el número de sus movimientos por minuto ó por hora para valuar definitivamente la fuerza de la máquina en caballos de vapor.

La velocidad del émbolo es muy variable, pero casi no pasa de 60 golpes por minuto, ó sea uno por segundo. Si consideramos esta velocidad máxima, la fuerza de la máquina será precisamente de 415 kilogramos por segundo, esto es, 5,53 ó un poco más de cinco caballos y medio. Supongamos 44 golpes de émbolo por minuto; esto hará un total de 18,278 kilogramos, es decir, 304 kilogramos por segundo, ó casi exactamente una fuerza de 4 caballos de vapor.

## V

## OJEADA HISTÓRICA SOBRE LA MÁQUINA DE VAPOR

Las primeras máquinas de vapor realmente aplicadas á la industria fueron las de Savery (1696-1698). Papín había dado su principio, puesto que, como dice Arago, "Papín es el primero que ha pensado en combinar en una misma máquina de fuego la acción de la fuerza elástica del vapor con la propiedad que tiene este vapor, y que

Papín indicó, de condensarse por enfriamiento." El dibujo de la máquina elevadora de Savery, que reproduce la figura 765 en sus disposiciones esenciales, muestra que este ingeniero producía el vapor en un depósito separado B (que equivale á la caldera). El fluido llenaba primero el recipiente S y el tubo A, del que expelía el aire. Cerrando entonces la llave C, y abriendo la *e* de un depósito E lleno de agua fría, producía la condensación del vapor del recipiente S; hacíase el vacío, y el agua del depósito R subía y llenaba en parte el recipiente y el tubo. Un chorro de vapor que salía entonces de la caldera y comprimía la superficie del líquido le obligaba á elevarse á una altura que dependía de la presión. Luego sobrevinía una nueva condensación, una nueva acción del vapor, y así indefinidamente.

"Para elevar el agua á la pequeña altura de 65 metros (200 pies), Savery se veía obligado, dice Arago, á elevar el vapor de su caldera á seis atmósferas, resultando de aquí continuos desarreglos en las juntas, el derretimiento de las masillas y hasta explosiones peligrosas. Así fué que, á pesar del título de su obra *El amigo del minero* (*Miner's Friend*), las máquinas de este ingeniero no fueron de gran utilidad en las minas, ni se usaron más que para distribuir el agua en las dependencias de los palacios ó casas de recreo, en los parques ó jardines, y en una palabra, dondequiera que la diferencia de nivel que debía salvarse no pasaba de unos cuarenta pies."

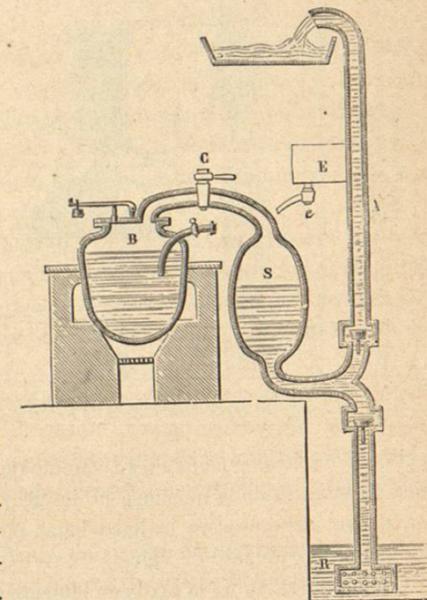


Fig. 765. — Máquina de vapor de Savery

Como se ve, la máquina de Savery utilizaba la fuerza elástica del vapor para repeler el agua directamente, y la condensación de este vapor para producir el vacío y la elevación del agua bajo la acción de la presión atmosférica. Era una especie de bomba aspirante é impelente en que la acción del vapor hacía las veces de la fuerza muscular aplicada al juego del émbolo en el cilindro de estos aparatos hidráulicos. No es comparable con la máquina de vapor moderna, tal cual hoy la conocemos.

Catorce ó quince años después de la primera tentativa de Papín, el ingeniero inglés Savery se asoció con dos compatriotas suyos, Tomás Newcomen y Juan Cawley, habitantes ambos en la ciudad de Darmouth, en el Devonshire, donde ejercían, el primero el oficio de herrero ó quinquillero,

y el segundo el de vidriero. De esta asociación nació la máquina de vapor conocida con el nombre de máquina de Newcomen ó de *máquina atmosférica*.

Digamos en pocas palabras cómo funciona el vapor en esta máquina.

La caldera produce vapor á una presión un poco superior á la atmosférica. En el momento de ponerse en marcha, el émbolo está en la parte superior del cilindro, el vapor penetra en éste y expulsa el aire por el orificio V, al que se da el nombre de *reniflard* (sorbedor). Entonces se abre la llave ó grifo del tubo L O, y el agua fría, inyectada en el cilindro, condensa el vapor; cuando se cierra la llave, la presión exterior actúa sobre el émbolo y le hace bajar al fondo del cilindro.

En este momento un distribuidor destapa la comunicación del cilindro con la caldera, de suerte que el vapor por debajo y la presión atmosférica por encima del émbolo se equilibran. El émbolo quedaría en esta situación, si un contrapeso I, unido al balancín de la máquina, no le obligara á subir á la parte superior del cilindro. Una nueva condensación le hace bajar otra vez y así sucesivamente, con lo cual se consigue el movimiento de vaivén.

Compréndese ahora la razón de la denominación de máquina *atmosférica* dada á la de Newcomen: la presión del aire exterior es su motor, y el vapor no interviene sino para equilibrarla durante la ascensión del émbolo. Mientras éste baja, la condensación del vapor produce el vacío, y entonces la presión del aire hace también que baje el émbolo. Las máquinas atmosféricas se utilizaban principalmente para extraer el agua de las minas, y posteriormente se usaron para distribuir las aguas en la ciudad de Londres. A pesar de los grandes perfeccionamientos introducidos por espacio de siglo y medio en los motores cuyo agente es el vapor, parece que las máquinas de Newcomen se empleaban hace poco tiempo y quizás se empleen hoy todavía en los sitios en que el carbón de piedra es barato.

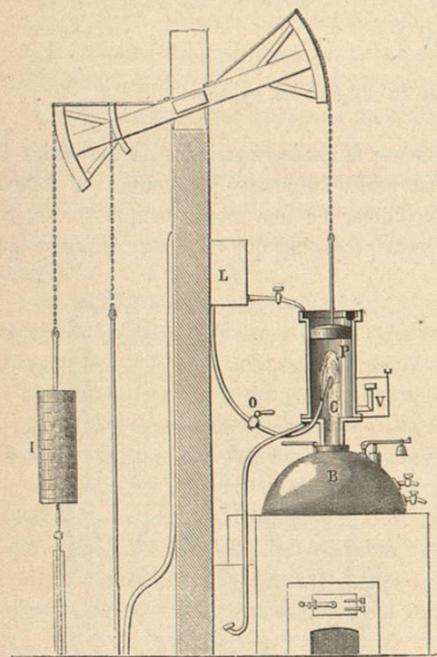


Fig. 766.—Máquina de vapor atmosférica de Newcomen

Salvo algunas modificaciones de detalle, la máquina de vapor continuó siendo hasta 1769 tal como la habían hecho Newcomen, Savery y Cawley. De este modo transcurrieron sesenta y cuatro años infructuosamente, por decirlo así, hasta que el genio de Watt, secundado por los rápidos progresos de las ciencias físicas, la convirtió en el poderoso motor, en el incomparable ingenio cuya descripción hemos hecho, escogiendo precisamente por tipo la máquina de balancín que aún hoy lleva el nombre de Watt.

## VI

## WATT Y LA MÁQUINA DE VAPOR

Acabamos de ver que las máquinas de Newcomen eran simples bombas, aparatos á la verdad excelentes para extraer el agua de las minas, pero no verdaderos motores universales, capaces de satisfacer las necesidades de una fábrica con un movimiento regular y constante. La razón es muy sencilla. La presión de la atmósfera que produce el movimiento descendente del émbolo es la verdadera fuerza motriz de estas máquinas, que no tienen ninguna potencia efectiva durante la marcha ascendente; era cuanto se necesitaba para el juego de las bombas que hacían mover; pero hubiera sido un grande inconveniente para una máquina motora que no debe tener ninguna intermitencia de acción.

Las máquinas atmosféricas eran, pues, máquinas de *simple efecto*. Watt las transformó primeramente en máquinas de *doble efecto*. Suprimió la acción de la atmósfera, sustituyéndola en las dos fases del movimiento por la del vapor. El cilindro abierto por arriba fué reemplazado por el cilindro cerrado en sus dos extremos, dividido por el émbolo en dos capacidades distintas en que el vapor penetra alternativamente, y en que se condensa alternativamente también.

Así fué creada la verdadera máquina de vapor, aquella en que el fluido elástico es el verdadero motor, causa única del movimiento. Las oscilaciones del émbolo comunican entonces al balancín oscilaciones de fuerza y de amplitud iguales. En una palabra, con el doble efecto la máquina de vapor se convirtió en motor universal, aplicable á todas las industrias.

Por otra parte, al generalizar Watt el uso de la máquina de vapor, abrió por esto mismo la puerta á los perfeccionamientos. El mismo consagró todas sus fuerzas, toda su inteligencia á esta tarea tan ardua en un principio. Merced á la invención del *governador* (nombre inglés, *governor*, del regulador de fuerza centrífuga), redujo todavía más las desigualdades del movimiento.

“La eficacia del regulador es tal, dice Arago en su *Noticia biográfica de Watt*, que hace pocos años se veía en Manchester, en la fábrica de hilados de algodón de M. Lee, industrial de gran talento, un reloj puesto en movimiento por la máquina de vapor de la fábrica, sin que en su marcha discrepase casi nada de la de otro reloj de muelle que había á su lado. El secreto, el verdadero secreto del asombroso perfeccionamiento de los productos industriales de nuestra época está en el regulador de Watt y en el uso bien entendido de los volantes; esto es lo que da á la máquina de vapor una marcha enteramente libre de sacudidas; por esto puede, con el mismo éxito, bordar muselinas y forjar áncoras, tejer las telas más delicadas y comunicar un movimiento rápido á las pesadas muelas de un molino de harina. Esto explica también por qué dijo Watt, sin temer que le tacharan de exagerado, “que para evitar las idas y venidas de los cria-

dos se haría llevar las tisanas en caso de enfermedad por aparatos dependientes de la máquina de vapor.,,

La invención del condensador separado de las bombas que le acompañan fué de una importancia capital, principalmente desde el punto de vista de la economía. A igualdad de efecto, redujo á la cuarta parte el gasto de combustible de las máquinas de Newcomen. Fácil es formarse una idea del ahorro realizado desde un principio en los países mineros en que funcionaban las máquinas de agotamiento, y después en todas las fábricas en que se usa el vapor á baja y media presión, por el hecho siguiente, citado con frecuencia por los historiadores del vapor. Funcionaban tres bombas en las minas de Chace-Watter cuyos propietarios pagaban á Watt y á su socio Bolton una especie de censo por el derecho de servirse del condensador. Habíase fijado la cantidad que este censo representaba en la tercera parte del carbón de piedra economizado. Pues bien, los propietarios de la mina creyeron más ventajoso redimir este derecho mediante el pago anual de 60,000 francos. Así pues, el aditamento de un condensador de Watt producía anualmente en cada máquina una economía de combustible que excedía de 60,000 francos, más de 180,000 en las tres máquinas de la mina en cuestión.

El uso de la expansión que Watt había indicado, pero que no se ha adoptado en grande escala hasta que Woolff inventó las máquinas de dos cilindros, ha aumentado todavía la economía de vapor y por consiguiente la de combustible, ese *desiderátum* de cuantos se afanan en perfeccionar la máquina de vapor. En su origen sólo se conocía la expansión fija; pero es posible variarla gracias á nuevos mecanismos.

Para ser justos, no debemos limitarnos á citar el nombre de Watt al reseñar la historia de los perfeccionamientos de la máquina de vapor. Keane Fitzgerald fué el primero que se sirvió en 1758 del volante para regularizar el movimiento de rotación; Washbrough introdujo en 1778 el uso de las bielas para transformar el movimiento de rotación en el rectilíneo y oscilatorio del vástago del émbolo, y por fin Murray inventó en 1801 la caja de distribución movida por una excéntrica. Por lo demás, al describir las máquinas de vapor marinas, las locomotoras y locomóviles, completaremos en lo posible esta corta historia de los progresos del vapor.

## CAPÍTULO X

### LA NAVEGACIÓN POR VAPOR

#### I

##### LAS MÁQUINAS MARINAS

Ciento dos años transcurren entre Newcomen y Fulton, esto es, entre la primera aplicación verdaderamente industrial de la máquina de vapor y la instalación definitiva del poderoso ingenio á bordo de un barco al que sirve de motor.

Y sin embargo, no había sido por falta de combinaciones ni de tentativas.

También hemos de remontarnos hasta Papín para encontrar claramente formulada la idea madre de esta aplicación, que tan considerable desarrollo debía adquirir un siglo después. En 1695, Papín indica la posibilidad de aplicar la fuerza de vapor á "re-

mar contra el viento,, hace observar "cuán preferible sería esta fuerza á la de los galeotes para ir de prisa por el mar,, se le ocurre sustituir los remos ordinarios "por remos giratorios,, y se ingenia para dar con un mecanismo que le permita obtener el movimiento continuo de rotación.

Más aún; parece que en 1707 Papín puso en ejecución este pensamiento, este proyecto simplemente indicado en un principio, y que hizo construir é instalar en un barco una máquina de vapor destinada á ponerlo en movimiento. Según parece, embarcóse en Cassel, en el río Fulda, y al llegar á Munden (Hanóver) se proponía seguir adelante por el Weser hasta la Gran Bretaña, cuando los barqueros de este río, amotinados contra el grande hombre que en su concepto amenazaba dar al trašte con su industria, hicieron pedazos el barco y la máquina.

En 1737 el inglés J. Hull proponía cambiar los remos por dos ruedas de paletas puestas á la popa de los barcos, y hacer girar su eje común con una máquina de Newcomen. Este proyecto no llegó á su ejecución.

La primera prueba de navegación por vapor después de la de Papín, tuvo lugar en París, en el Sena, frente por frente del Campo de Marte. El buque había sido construído por el conde de Auxirón. Un año después, en 1775, un sabio que llegó á ser miembro de la Academia de Ciencias, Perier, hizo análogos experimentos, pero sin mejor éxito.

Hasta fines del siglo repitieronse éstos, siendo cada vez más felices. En 1778, el marqués de Jouffroy hizo la prueba de un barco de vapor en Baume-les-Dames, en el río Doubs, y tres años después, en Lyon, en el río Saona. En esta última tentativa, sobre la que se emitió un dictamen muy favorable, tratábase de un barco de 46 metros de largo por cuatro y medio de ancho; una máquina de vapor atmosférica ponía primero en movimiento dos especies de postigos que se abrían y cerraban alternativamente, y que fueron en seguida reemplazados por dos ruedas de paletas. El nombre de Jouffroy merece, pues, acompañar al de Fulton en la realización práctica de la navegación por vapor.

Debemos citar también, entre los que han contribuído á realizar la invención y la idea de Papín, á Patrick Miller, que publicó en Edimburgo en 1787 una obra sobre la sustitución de los remos por las ruedas de paletas y sobre la posibilidad de emplear la máquina de vapor para darles movimiento. Miller hizo más adelante la prueba de un barco doble provisto de una rueda en su centro y, según se dice, le hizo navegar por los lagos de Suiza en 1789.

El abate Darnal en Francia (1781), los americanos Rumsay y Fish (1786-88), los ingleses lord Stanhope (1795), Baldwin (1796), Livingstone (1798), Desblancs, Smington, Stevins y Oliverio Evans hicieron asimismo tentativas de navegación por vapor que se multiplicaron cada vez más en Europa y América hasta la época en que el americano Fulton logró por fin un éxito completo.

Fulton había estudiado en Francia en 1803 las condiciones prácticas del problema por resolver, y sido secundado en sus esfuerzos por su compatriota Livingstone, á la sazón embajador de los Estados Unidos. Un barco construído en el Sena había dado por resultado la velocidad de 1<sup>m</sup>,60 por segundo.

Fulton hizo al gobierno de Bonaparte proposiciones que no obtuvieron buena acogida, en vista de lo cual se decidió á regresar á América.

En seguida encargó á Watt y Bolton que le construyeran una máquina, que colocada en agosto de 1807 á bordo del buque *Clermont*, proporcionó por fin la solución práctica y definitiva de la navegación por vapor.