

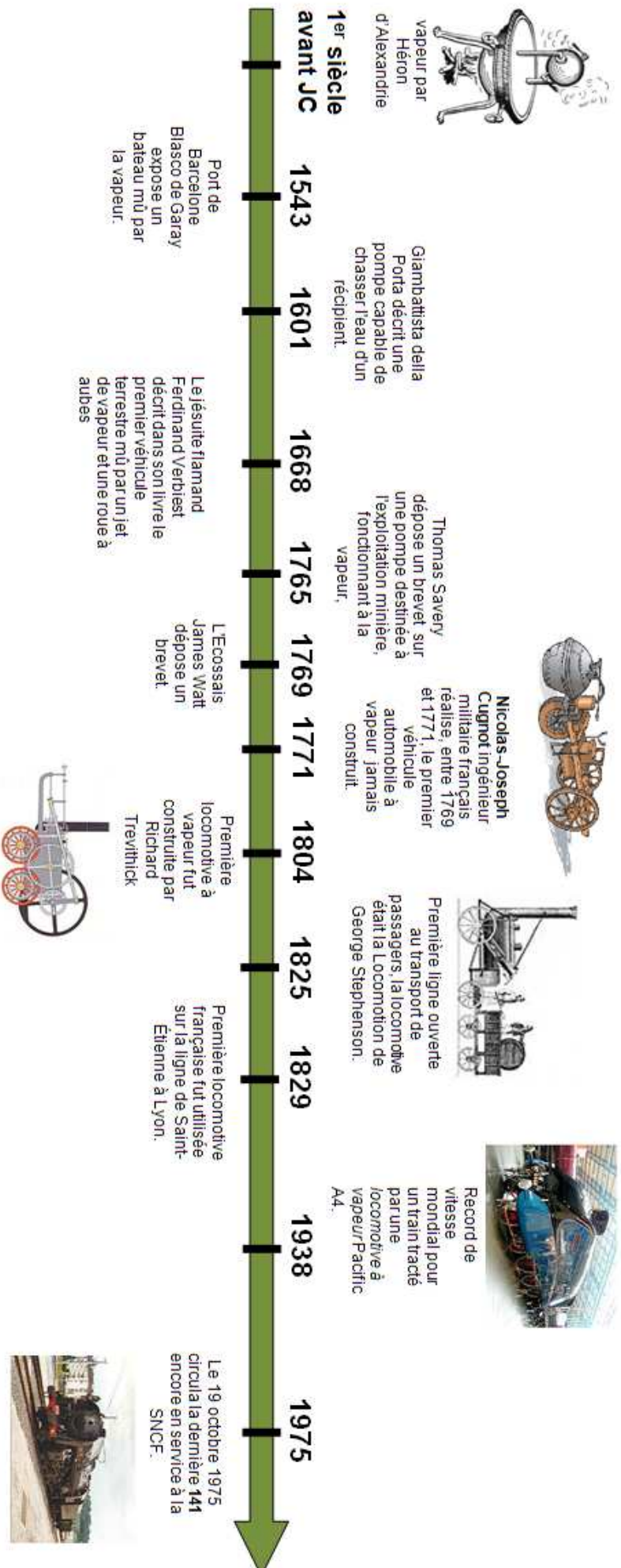


LIVRET MACHINES THERMIQUES

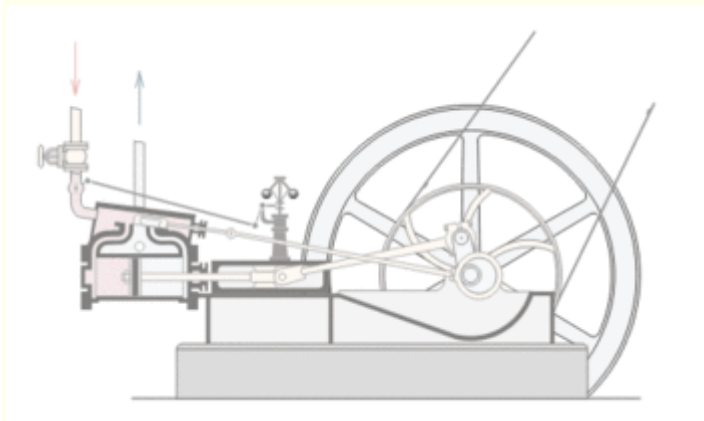


Sommaire :

Historique	Page 3
Généralité sur les machines à vapeur	Page 4
Principe et fonctionnement	Page 6
Technologie et raffinements	Page 7
Expansion multiple	Page 8
Législation relative à la fabrication de chaudière à vapeur	Page 9
Décret du 2 avril 1926	Page 10
FONCTIONNEMENT D'UNE LOCOMOTIVE A VAPEUR	Page 11
Composants d'une locomotive à vapeur	Page 12
Classification des locomotives	Page 13
Régulation	Page 14
Moteur à cylindre oscillant	Page 16
Différents types de machines à vapeur	Page 18
La 231 G 558	
HISTOIRE D'UNE LOCOMOTIVE DE PRESTIGE	Page 19
Liens internet	Page 21
Bibliographie	Page 22



Machine à vapeur



Machine à vapeur. Noter que le mouvement de la bielle qui relie le régulateur centrifuge au papillon d'admission de vapeur est montré ici en mouvement continu. Dans la réalité, la bielle n'est activée que lorsque la machine accélère ou ralentit.

La **machine à vapeur** est une invention, dont les évolutions les plus significatives datent du XVIII^e siècle. C'est un moteur thermique à combustion externe, il transforme l'*énergie thermique* que possède la vapeur d'eau fournie par une ou des chaudières en *énergie mécanique*.

Comme première source d'énergie d'origine mécanique constructible et maîtrisable par l'Homme (contrairement à l'énergie de l'eau, des marées ou du vent, qui nécessitent des sites spéciaux et que l'on ne peut actionner facilement à la demande), elle a eu une importance majeure lors de la Révolution industrielle. Mais au XX^e siècle, elle a été supplantée par la turbine, le moteur électrique et le moteur à explosion.

Histoire

L'Éolipyle d'Héron d'Alexandrie

Les premiers travaux sur la vapeur d'eau et son utilisation remontent à l'Antiquité : Héron d'Alexandrie conçut et construisit au I^{er} siècle AP. J.-C. l'éolipyle qui, bien que considérée comme un jouet du fait de sa faible puissance, n'en était pas moins un moteur à vapeur, à réaction.

Il fallut attendre le XVII^e siècle, pour que l'idée d'utiliser la puissance de la vapeur d'eau réapparaisse. En 1601, Giambattista Della Porta, puis en 1615, Salomon de Caus décrivent une pompe capable de chasser l'eau d'un récipient. Puis en 1629 Giovanni Branca suggère l'idée de moulins mus par la vapeur et l'année d'après David Ramseye obtient un brevet pour une pompe mue



par un moteur à feu. En 1663 Edward Somerset améliore le projet de Caus en équipant la chambre à vapeur d'un refroidisseur, il construit un modèle de grande taille, mais il meurt avant d'avoir pu appliquer pratiquement sa création.

En 1698, Thomas Savery dépose un brevet sur une pompe destinée à l'exploitation minière, fonctionnant à la vapeur, directement inspirée des travaux d'Edward Somerset. Par la suite, il la perfectionne en collaboration avec Thomas Newcomen, grâce entre autres aux travaux du Français Denis Papin. Ce dernier, après avoir inventé un prototype d'autocuiseur, avait eu l'idée du piston, donnant ainsi accès à des puissances insoupçonnées jusqu'alors. Un premier modèle commercial fut utilisé dès 1712 dans les mines de charbon, près de Dudley, dans le centre de l'Angleterre. Ces pompes fonctionnaient en produisant un vide dans une chambre fermée où l'on fait se condenser de la vapeur, grâce à un jet d'eau. Les vannes d'admission et d'échappement, d'abord à commande manuelle, sont automatisées par Henry Beighton, en 1718. Ces pompes deviennent rapidement courantes dans toutes les mines humides de l'Europe. Elles restent cependant très coûteuses à l'emploi car le cylindre doit être réchauffé avant chaque admission de vapeur.

James Watt



L'Écossais James Watt, qui naquit en Ecosse en 1736 et qui mourut en 1819 répara un moteur Newcomen en 1763, cherche alors des idées d'amélioration pour en augmenter l'efficacité. Ses réflexions débouchent en 1765 sur l'idée d'une chambre de condensation pour la vapeur séparée par une valve, idée sur laquelle il dépose un brevet en 1769. Il commence alors à produire des moteurs améliorés avec le financement de Matthew Boulton.



Machine à vapeur de Watt.

Il continue en parallèle à chercher des idées sur et autour de son invention. En 1781 il met au point le système mécanique permettant de créer un mouvement de rotation à partir du mouvement rectiligne du piston, ce qui lui permet ensuite de concevoir le cylindre à **double action** où la vapeur entraîne le piston, lors de sa montée et de sa descente. La puissance de la machine en est fortement augmentée.

Il formalise aussi une utilisation possible en 1784 en déposant un brevet sur une locomotive à vapeur, il invente un indicateur de pression de la vapeur dans le cylindre, et en 1788 une valve de puissance sur laquelle il utilise ensuite l'idée de Bolton d'employer un régulateur centrifuge pour rendre la puissance produite constante indépendamment des variations de la production de vapeur et des sollicitations de puissance en sortie. Il introduit aussi une nouvelle unité de mesure de la puissance, le cheval vapeur.

Certains lui reprochent d'avoir freiné le développement des systèmes à haute pression fonctionnant par l'expansion de la vapeur auxquels il ne croyait pas, mais prônés par d'autres inventeurs comme Jonathan Hornblower qui durent attendre l'expiration des brevets en 1800, après leur prolongation en 1782. Ce dernier a mis au point en 1781, un double cylindre combiné où la vapeur passe d'abord dans un cylindre dans lequel elle pousse le piston avant de passer dans un cylindre fonctionnant selon le principe de la condensation qui équivaut à un système à double action. Mais son invention reste expérimentale sans application possible du fait des brevets de Watt, et il faut alors attendre 1803 et Arthur Woolf pour la voir émerger enfin. Combiné à un nouveau type de condenseur conçu par Edmund Cartwright qui enveloppe le cylindre et l'apparition des chaudières produisant de la vapeur à haute pression, ceci va permettre la fabrication de machines compactes et puissantes, nécessaires à une utilisation mobile.

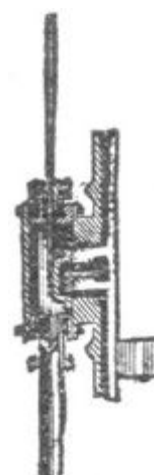
Principe et fonctionnement

Par l'intermédiaire d'un système de tiroir de distribution, ouvrant et fermant des lumières, la vapeur d'eau sous pression est envoyée à une extrémité d'un cylindre, où elle pousse un piston. Ce dernier entraîne la bielle qui est articulée dessus, elle est fixée aussi sur le volant d'inertie en un point excentré de son axe de rotation, son mouvement provoque donc une rotation du volant.

Tiroir à vapeur

Du volant repart une bielle commandant le tiroir d'admission et d'échappement. Quand le piston arrive au bout du cylindre, la bielle repousse le tiroir :

- Dans le cas du cylindre simple effet, le tiroir referme la lumière d'entrée de la vapeur et du même côté ouvre une autre lumière pour laisser s'échapper la vapeur contenue dans le cylindre. Le volant, par l'énergie cinétique accumulée, continue de tourner, repoussant ainsi le piston au point de départ.
- Dans un cylindre à double effet, le tiroir ouvre, en plus, une lumière d'admission pour la vapeur de l'autre côté, elle repousse le piston qui continue sa poussée sur le volant.



Sur ce volant on place une courroie établissant une liaison élastique avec la poulie d'entrée d'une machine transformant ce mouvement en un travail spécifique. Pour être utilisable industriellement, cette énergie doit le plus souvent être régulée afin que la vitesse de rotation ne dépende ni des aléas de la chauffe, ni surtout de la

sollicitation de puissance en sortie. C'est là qu'intervient le régulateur centrifuge mis au point par Watt, qui agit directement sur la vanne par laquelle la vapeur arrive de la chaudière.

Technologie et raffinements

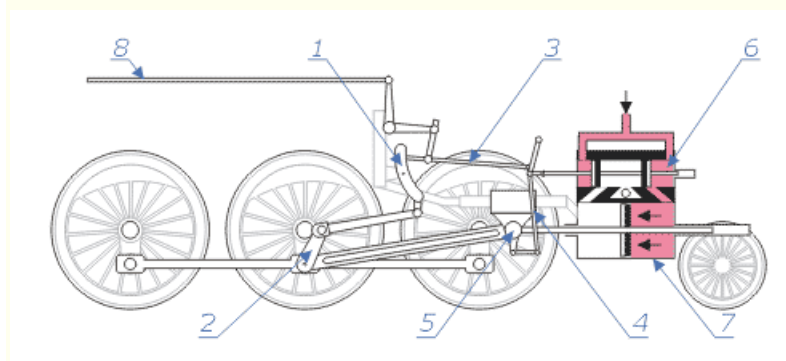
Avec la généralisation de son emploi, la machine à vapeur va connaître toute une série de perfectionnements destinés à améliorer son efficacité et sa puissance, en utilisant les pressions de plus en plus importantes fournies par les chaudières.

Double action

La double action inventée par Watt devient d'emploi général, elle permet un gros gain de puissance en éliminant la phase où le piston se comporte comme un frein, celui-ci est alors moteur à l'aller et au retour. Sur les moteurs fonctionnant par l'expansion de la vapeur, il est poussé alternativement par les deux chambres d'expansion qu'il délimite. Le système d'alimentation à tiroir a alors pour rôle de déclencher soit l'alimentation, soit l'échappement pour les deux chambres.

Description du fonctionnement

L'arrivée et l'échappement de la vapeur des deux côtés du cylindre est réglée par le tiroir de distribution (6). Le piston est relié à la *crosse*, qui par l'intermédiaire de la bielle motrice transforme le mouvement de va-et-vient en mouvement circulaire. Ce mouvement est transmis à toutes les roues motrices grâce aux bielles d'accouplement. Le réglage du tiroir de distribution pour inverser la marche s'effectue au moyen du volant de commande de la vis de changement de marche (8) qui se trouve dans la cabine de conduite. Travail de la distribution (modèle de distribution Walschaert) : C'est par le tiroir (6) que la vapeur est admise dans le cylindre (7) et agit alternativement sur chacune des faces du piston. La tige de piston actionne la bielle couplée au train de roues motrices par l'intermédiaire de la crosse articulée (5). Les roues couplées deviennent toutes motrices.



Par l'intermédiaire de la contre-manivelle (2) calé à 90° de la manivelle motrice, une bielle fait osciller la coulisse (1) de distribution dans laquelle glisse la bielle de commande de tiroir (3). Couplée au levier d'avance (4), le déplacement de la bielle sur la coulisse permet de régler le décalage entre les déplacements du tiroir et ceux du piston. On peut ainsi régler le rapport puissance/vitesse du moteur et également changer de sens.

Expansion multiple

Au cours du **XIX^e** siècle, la pression disponible à la sortie des chaudières augmentant, on finit par utiliser plusieurs cylindres de taille croissante, où la vapeur passe successivement au fur et à mesure de sa détente. On vit ainsi d'abord les machines à double expansion comme les locomotives compound, puis celles à triple expansion comportant respectivement deux et trois cylindres dénommés cylindre à haute, moyenne et basse pression. Les deux ou trois cylindres entraînaient un arbre moteur commun, une variante comportait deux cylindres à basse pression, les quatre cylindres étant alors arrangés dans une configuration en V.

Cette technologie fut particulièrement importante dans les applications navales et ferroviaires, car elle permettait de réutiliser la plupart de l'eau contenue dans la vapeur, évitant d'avoir à emporter de grandes réserves d'eau, comme les réservoirs qui existaient sur des installations fixes.

Législation relative à la fabrication de chaudière à vapeur

Je suis un modéliste amateur

(Lorsque le fabricant utilise lui même son matériel il n'y a pas de mise sur le marché)

<p>J'achète une chaudière neuve à un artisan / constructeur</p>	<p>Je fabrique <u>SANS</u> mise sur le marché J'achète ou on me donne une chaudière d'occasion soumise au décret du 2 avril 1926</p>
<p>Je suis soumis à la directive européenne 97/23/CE, au décret 99-1046 du 13 décembre 1999 et à l'arrêté du 15 mars 2000 pour tout matériel fabriqué après le 29 mai 2002</p>	<p>Je ne suis pas soumis à la directive européenne 97/23/CE, ni au décret 99-1046 du 13 décembre 1999, ni à l'arrêté du 15 mars 2000. Je suis soumis au décret du 2 avril 1926</p>
<p>J'exploite les équipements sous pression portant le marquage CE au titre de la directive 97/23/CE que j'ai acheté à un artisan</p>	<p>J'exploite les équipements que je fabrique ou que j'ai acheté d'occasion suivant le décret du 2 avril 1926</p>
<p style="text-align: center;">Je suis co-responsable Fabricant: conception & réalisation Exploitant : suivi en service</p>	<p style="text-align: center;">Je suis entièrement responsable de mes fabrications et de leur exploitation privée ou publique</p>

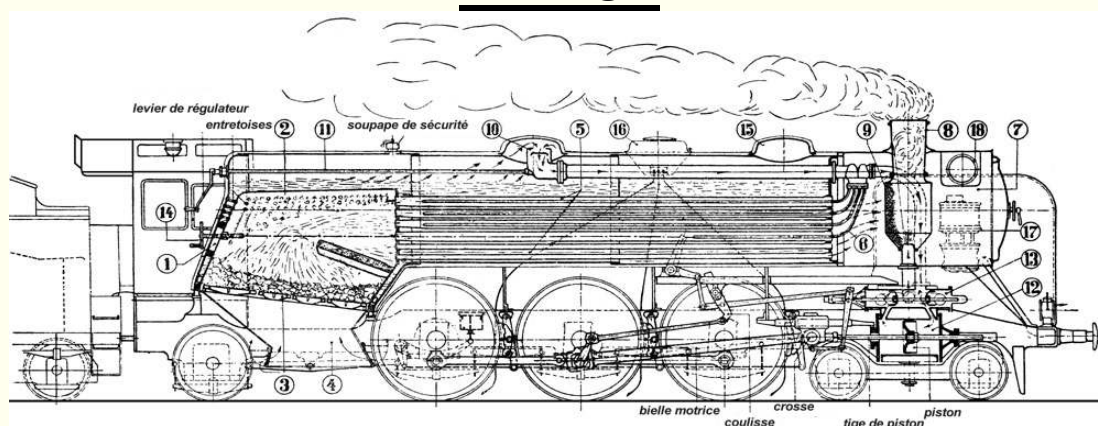
Les accessoires de sécurité sont soumis aux mêmes textes de loi que les appareils sur lesquels ils sont montés

Décret du 2 avril 1926

Modifié par le décret 83-1269 du 19 décembre 1983

Générateur de vapeur de contenance inférieure ou égale à 25 litres ou de contenance supérieure à 25 litres mais d'une pression inférieure à 0,5 bar	Générateur de vapeur de contenance supérieure à 25 litres et d'une pression supérieure à 0,5 bar
Ne rentre pas dans le champ d'application du décret... sauf !	Conception, fabrication, utilisation suivant les différents articles du décret
en cas d'accident grave dû à un générateur de vapeur <u>même de moins de 25 litres</u> une déclaration doit être adressée à la DRIRE	<u>Art 2</u> : Le choix de matériaux, leur mise en oeuvre, les modes d'assemblages, dimensions et épaisseurs sont laissés à l'appréciation du constructeur sous sa responsabilité exception faite de l'utilisation de la fonte et de matériaux non métalliques
	<u>Art 4/6/39</u> : Epreuve dans les locaux du constructeur en présence de la DRIRE ou d'un organisme notifié.
	<u>Art 40</u> : Tenue obligatoire d'un registre d'entretien
	<u>Art 5</u> : Réépreuve décennale à l'initiative de l'utilisateur. <u>Art 39</u> : Visite périodique tous les 18 mois au minimum
 et bien d'autres dispositions trop longues à exposer ici !!!

FONCTIONNEMENT D'UNE LOCOMOTIVE A VAPEUR



La locomotive se compose de 3 parties principales ensemble : la chaudière, qui produit la vapeur nécessaire, le châssis, qui se compose du cadre et des roues et la machine à vapeur, qui transforme la vapeur en force motrice.

La chaudière se compose de la partie postérieure, du corps cylindrique et de la boîte à fumée.

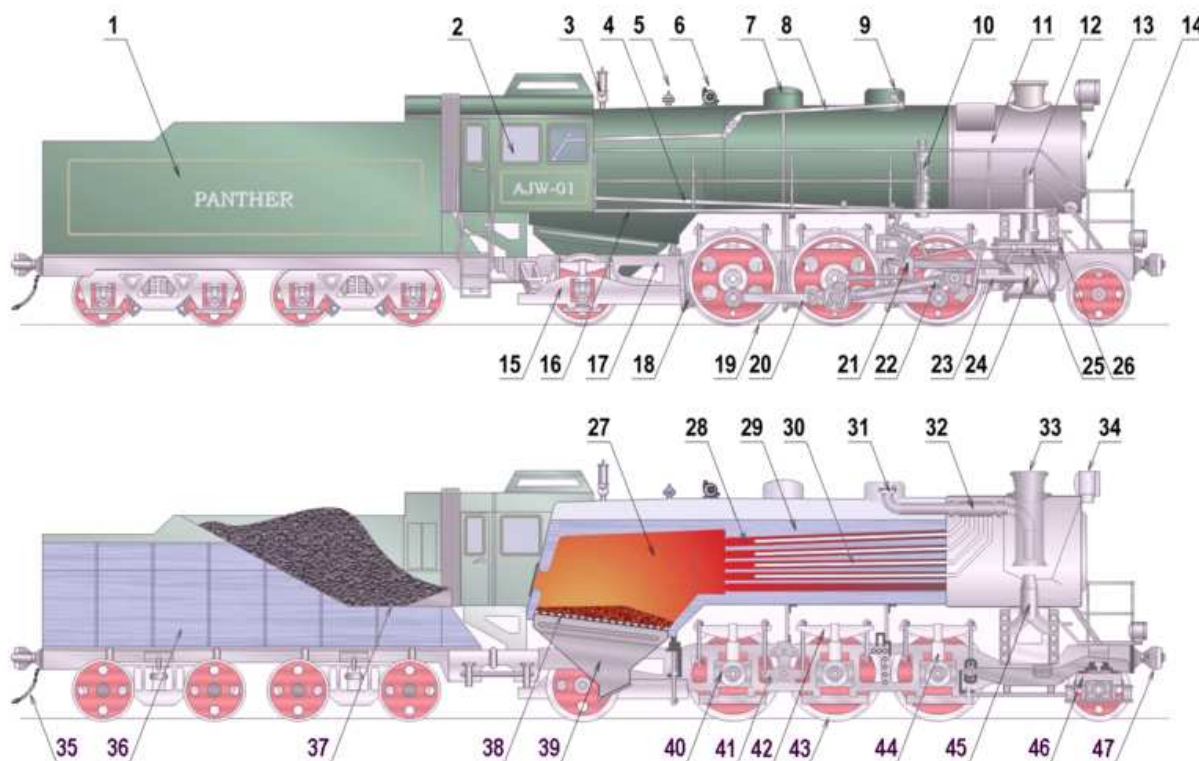
La partie postérieure de la chaudière se compose du foyer et de la boîte à feu, reliés par des entretoises. Le corps cylindrique renferme les tubes bouilleurs et tubes à fumée 5).

Le combustible - charbon, bois ou huile - alimente le feu par l'ouverture 1) du Foyer 2), où il brûle sur la grille 3) au travers des espaces de laquelle les cendres tombent dans le cendrier 4). Le cendrier permet au moyen de clapets à l'air nécessaire à la combustion d'entrer. Les gaz résultant de la combustion passent au travers des tubes bouilleurs et tubes à fumée 5), où ils transmettent leur chaleur à l'eau de la chaudière et arrivent à la boîte à fumée 7), dans laquelle un pare-escarbilles 9) retient les cendres incandescentes, avant d'être expulsés par la cheminée 8).

La vapeur formée par l'eau de la chaudière se concentre dans le dôme de vapeur 10), passe par la soupape du régulateur actionnée depuis la cabine de conduite au moyen du levier de régulateur et de son arbre de commande 11) et atteint d'ici le surchauffeur 6), qui se compose de groupes de tubes fins dans les tubes à fumée. La vapeur atteint ici une température d'environ 350 °C et parvient ensuite comme force motrice aux cylindres 12), où elle pousse alternativement les pistons en avant et en arrière. L'arrivée et l'échappement de la vapeur des deux côtés du cylindres est réglée par le tiroir de distribution 13). Le piston est relié à la crosse, qui par l'intermédiaire de la bielle motrice transforme le mouvement de va-et-vient en mouvement circulaire. Le réglage du tiroir de distribution s'effectue au moyen du volant de commande de la vis de changement de marche 14) qui se trouve dans la cabine de conduite.

























Une pompe d'alimentation 17) alimente la chaudière avec la quantité nécessaire d'eau fraîche par le dôme d'alimentation 15), après qu'elle n'ait été portée à environ 100 °C par le réchauffeur d'eau 18). Pour garantir un coefficient d'adhérence suffisant entre la roue et le rail, également par mauvais temps, on envoie grâce à de l'air comprimé du sable en provenance du dôme à sable 16) devant les roues, pour éviter leur patinage.

Composants d'une locomotive à vapeur



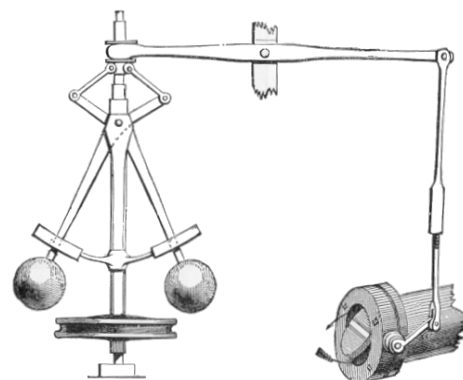
1.	Tender		d'admission	39.	Cendrier
2.	Cabine de conduite	13.	de vapeur	26.	Boites d' essieux
3.	Sifflet		Porte de la		Balancier de suspension
4.	Arbre de changement de marche	14.	boite à fumée	27.	Ressort à lames
5.	Soupape de sécurité	15.	Bogie/bissel arrière	28.	Roue motrice.
6.	Générateur électrique	16.	Passerelle	29.	Pied
7.	Caisse à sable/Dôme de sablière	17.	Cadre du châssis	30.	Échappement
8.	Tige du régulateur	18.	Sabots de	31.	Bogie/bissel avant.
9.	Dôme de vapeur	19.	Tuyau de sable	32.	Crochet
10.	Pompe à air.	20.	Bielle d'accouplement	33.	
11.	Boîte à fumées	21.	Bielles de commande	34.	
12.	Tuyau	22.	Bielle motrice	35.	
		23.	Axe du piston	36.	
		24.	Piston	37.	
		25.	Tiroir de distribution.	38.	
			Boîte à vapeur/boîte de distribution		
			Boîte à feu.		
			Tubes bouilleurs		
			Bouilleur.		
			Tubes du surchauffeur		
			Régulateur.		
			Surchauffeur.		
			Cheminée.		
			Phare avant.		
			Boyaux des freins.		
			Compartment d'eau.		
			Compartment du combustible.		
			Foyer.		

Classification des de Locomotives

<i>ESSIEUX: DISPOSITIONS LES PLUS FRÉQUENTES DEPUIS 1923</i>	
021 0-4-2 B1 	231 4-6-2 2C1 
022 0-4-4 B2 	232 4-6-4 2C2 
120 2-4-0 1B 	040 0-8-0 D 
121 2-4-2 1B1 	140 2-8-0 1D 
4-4-0 220 2B 	141 2-8-2 1D1 
221 4-4-2 2B1 	142 2-8-4 1D2 
222 4-4-4 2B2 	240 4-8-0 2D 
030 0-6-0 C 	241 4-8-2 2D1 
130 2-6-0 1C 	242 4-8-4 2D2 
131 2-6-2 1C1 	250 2-10-0 2E 
132 2-6-4 1C2 	2332 4-6-6-4 2CC2 
230 4-6-0 2C 	231+132 4-6-2 + 2-6-4 2C1+1C2 

Régulateur

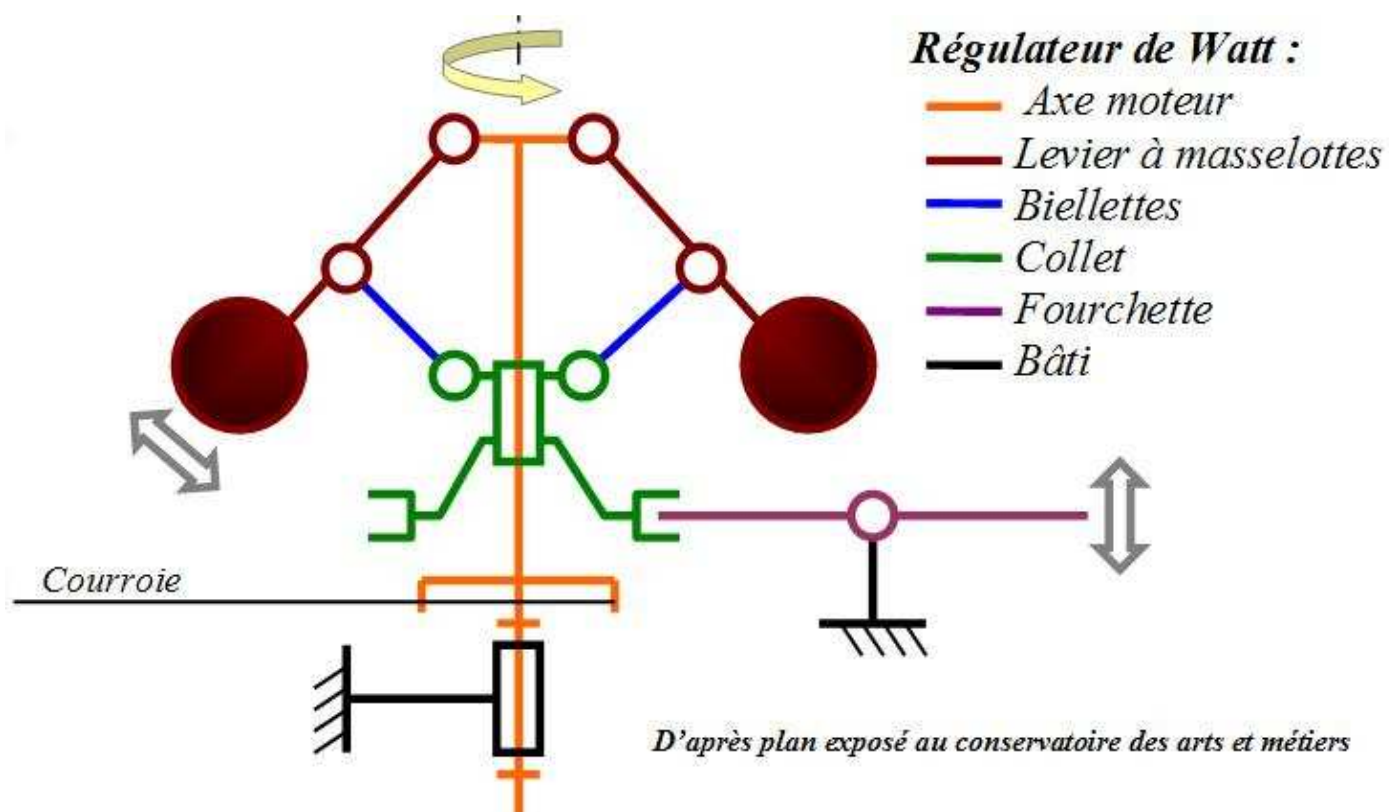
Le régulateur à boules de James Watt est un système permettant de réguler la vitesse de rotation d'une machine à vapeur. Il trouve son origine dans le système bielle-manivelle et le volant d'inertie rapidement associé sur l'axe en rotation pour éviter le blocage lié à l'existence de deux points morts. Dans la même configuration, un dessin du carnet de l'ingénieur siennois Francesco di Giorgio Martini montre clairement une roue en rotation sur laquelle sont fixées plusieurs boules à l'extrémité de cordes et qui agissent donc de façon proportionnelle à la vitesse de rotation, comme c'est précisément le cas pour le régulateur à boules de James Watt.



Le régulateur à boules de James Watt a la réputation d'avoir été l'un des premiers mécanismes de rétroaction, utilisé dans le domaine industriel. Les considérations de ces mécanismes d'un type nouveau donnèrent naissance plus tard à des réflexions comme la cybernétique et à des sciences comme l'automatique.

Le problème

Il est important, pour ne pas détériorer les mécanismes de transmission mécanique, que la vitesse d'une machine à vapeur soit aussi constante que possible. Si quelques écarts sont, à la rigueur, admissibles pour l'entraînement d'une pompe de mine, des différences de vitesse du même ordre peuvent compromettre le fonctionnement d'une filature ou de métiers à tisser, dont la mécanique est délicate.



Comment assurer la régulation ?

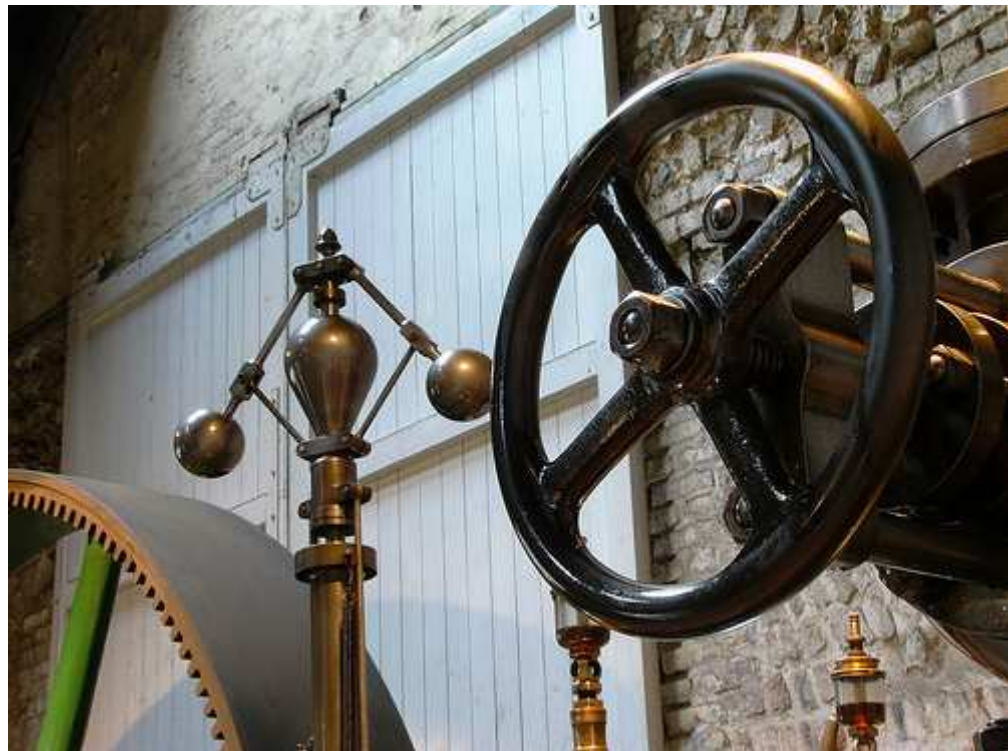
Deux boules situées aux extrémités d'un pantographe, comme le montre le schéma ci-dessus : plus l'axe tournait vite et plus les boules s'écartaient, ce qui avait pour effet de descendre la partie supérieure du pantographe. Celle-ci pouvait alors être utilisée pour commander la vanne d'admission de vapeur.

Si, à la suite d'une combustion plus forte ou d'une moindre utilisation de la puissance fournie, la vitesse de rotation augmente,

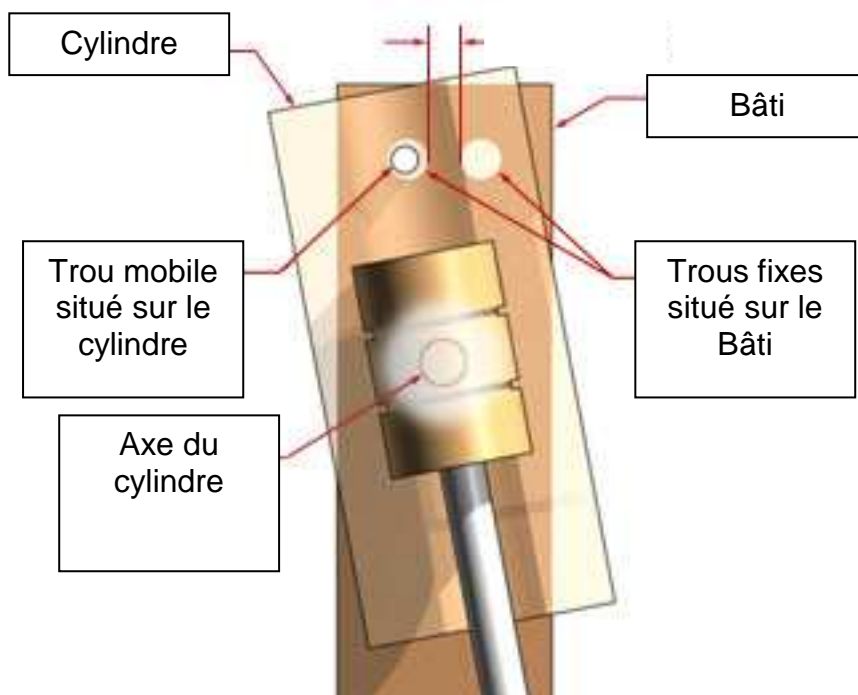
- les boules tournent plus vite
- elles s'écartent davantage de l'axe de rotation par force centrifuge,
- le haut du pantographe descend,
- et l'admission de vapeur est diminuée - tendant donc à réduire cette même vitesse d'autant qu'il le faut pour revenir au point de consigne.

Si, inversement, à la suite d'un ralentissement de la combustion ou d'une charge supérieure de l'atelier cette vitesse diminue,

- les boules tournent moins vite,
- elles se rapprochent en raison de leur poids du fait que la force centrifuge diminue
- le haut du pantographe remonte,
- et l'admission de vapeur est augmentée - tendant donc du même coup à augmenter cette vitesse autant qu'il le faut pour revenir sur le point de consigne.



Moteur à cylindre oscillant



Une machine à vapeur à cylindre oscillant est un mécanisme simple qui ne nécessite pas de tiroirs à vapeur. Au lieu de soupapes, le cylindre oscille, de telle sorte que un ou plusieurs trous dans l'axe du cylindre coïncident avec des trous situés sur le bâti.

Table des matières

1 - Fonctionnement

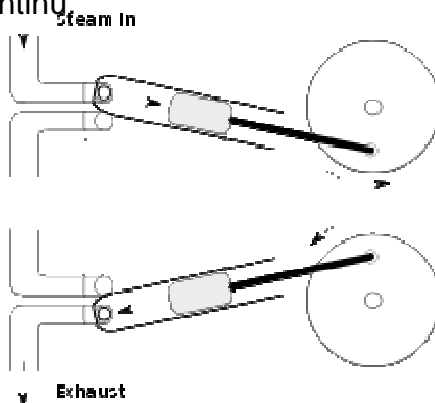
2 - Inverseurs

3 - Utilisation



1 - Fonctionnement d'un moteur à vapeur simple cylindre oscillant

La vapeur doit être introduite à l'extrémité du cylindre afin de pousser le piston. Le piston entraîne en rotation le volant qui fait osciller le cylindre. Le trou d'alimentation se trouve alors en face de l'orifice de sortie et la vapeur s'échappe dans l'atmosphère. Puis le cycle continue.



2 - Inverseur



Un cylindre oscillant réversible

Inversion du moteur peut être obtenue en inversant les connexions à vapeur entre admission et d'échappement.

3 - Utilisation



Oscillant d'un navire à vapeur cylindre, construit 1853.



Un typique petit moteur oscillant cylindre fixe

Oscillant cylindres sont principalement utilisés dans les jouets et modèles, mais ils ont été utilisés dans le l'industrie, principalement sur les navires et les petits moteurs fixes . Ils ont l'avantage de la simplicité et, par conséquent, un coût de fabrication faible. Ils ont également tendance à être plus compact que les autres types de moteur de la même taille, ce qui les rend avantageux pour une utilisation à bord des navires.

Différents types de machines à vapeur



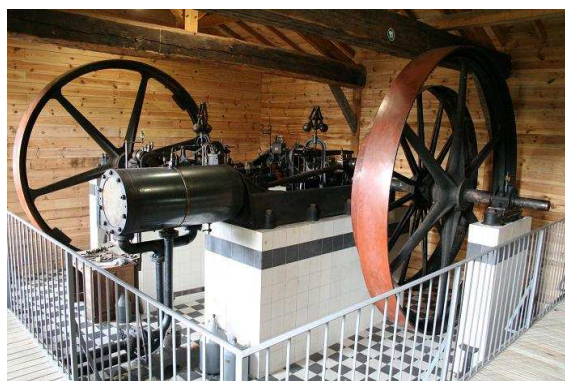
Locomotive



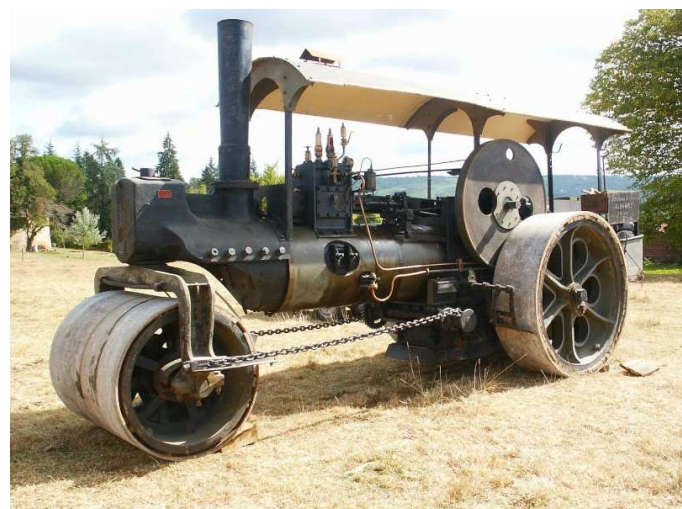
Locomobile



Locomobile tractée par des chevaux



Moteur fixe



Rouleau



Pelleteuse

Grue Ferroviaire



Pompe de bateaux

La 231 G 558

HISTOIRE D'UNE LOCOMOTIVE DE PRESTIGE

De toutes les machines à vapeur de la S.N.C.F. préservées, on dénombre neuf machines de type "Pacific". Une Pacific a la configuration d'essieux suivante: 2 essieux porteurs à l'avant, 3 essieux moteurs et un essieu porteur à l'arrière.

Dans ce lot de prestigieuses machines de vitesse, qui assuraient dans les années "vingt" aux années "soixante" la traction des trains express et rapides, la 231 G 558 est l'une des seules à être en état de marche.

Construite en 1922 à Nantes par la société BATIGNOLLES - CHATILLON, elle fait partie d'une série de 283 unités numérotées sur le réseau de l'ETAT : 231 501 à 783.

En 1936, pour faire face aux problèmes de traction que posait l'arrivée de voitures à voyageurs entièrement métalliques, plus lourdes, le réseau de l'ETAT modifie 31 de ses Pacifics en transformant notamment la distribution. Ces machines sont transformées par les Ateliers de SOTTEVILLE QUATRE-MARES. Elles y sont munies d'une distribution à soupapes sur les cylindres Haute Pression (HP) et Basse Pression (BP), selon les principes appliqués aux locomotives de la Cie de Paris Orléans (PO) par André CHAPELON et mis en œuvre par la société LENZ-DABEG. Elles sont alors répertoriées sous le type D.D (Double Dabeg) qui deviendra le type G à la création de la S.N.C.F. le 1er janvier 1938.

C'est une machine COMPOUND à quatre cylindres, deux HP et deux BP.

Affectée à différents dépôts, (THOUARS, CAEN, LE HAVRE et NANTES-BLOTTEREAU) elle assure dans ses résidences successives des services de vitesse sur PARIS-BORDEAUX par CHARTRES, NIORT et SAINTES, PARIS-CHERBOURG, PARIS-LE HAVRE, et enfin NANTES-LE CROISIC où elle tracte son dernier train le 29 septembre 1968 avant d'être garée à ANGERS. Rallumée en 1969, elle est acheminée à DIEPPE où elle sert pendant quelques mois de chaudière fixe pour le réchauffage du fuel lourd des car-ferries,

La S.N.C.F. tente en vain de la vendre en 1971. A l'initiative d'un chef de traction du dépôt de SOTTEVILLE, elle y revient en 1972 et après de longues tractations, elle est cédée au Franc symbolique à l'Amicale des Chefs de Traction du Réseau de l'Ouest de la S.N.C.F. le 4 novembre 1977. Elle est ensuite présentée froide dans différentes manifestations.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA 231 G 558 ET DE SON TENDER 22 C 367.

Libellé	LOCOMOTIVE	Capacité	TENDER
Poids en ordre de marche en Tonnes	104		60
Longueur en mètres	13,665		8,65
Vitesse en service à la S.N.C.F.	130 Km/h	Charbon	12 tonnes
Vitesse: actuellement limitée	100 Km/h	Eau	22 m3
Consommation de charbon en tonnes au 100 KM	1,5 à 2		
Consommation d'eau en M3 au 100 KM	10 à 15		
Puissance en CV	2500		

PERFORMANCE :

Ces machines ont atteint aisément, aux essais, 155 Km/h et auraient pu les dépasser sans difficulté.

PUISSANCE:

Au crochet de traction : Entre 2000 & 2500 chevaux.

A la jante 3000 chevaux

Puissance de vaporisation de la chaudière: 15 000 litres/Heure.

Consommation de charbon : 1500 à 2000 kg aux 100 Km.

Possibilité de traction :

600 tonnes à 120 km/h en palier

500 tonnes à 130 km/h en palier.

600 tonnes : 13 voitures voyageurs.

500 tonnes : 11 voitures voyageurs.



Liens :

<http://pacificvapeurclub.free.fr/>

<http://www.moteurstirling.com/>

<http://www.wileco.de>

<http://www.opitec.fr/>

http://www.voisin.ch/dlok/index-1_f.html

<http://jpduval.free.fr/>

<http://www.cav-escarbille.com/>

<http://membres.multimania.fr/vapeurlanguedoc/>

<http://jpb-vapeur.wifeo.com/>

<http://www.panyo.com/mso/index.htm>

<http://www.dlm-ag.ch/index.php>

PHOTO DE COUVERTURE

WILLIAM TURNER 1775-1851

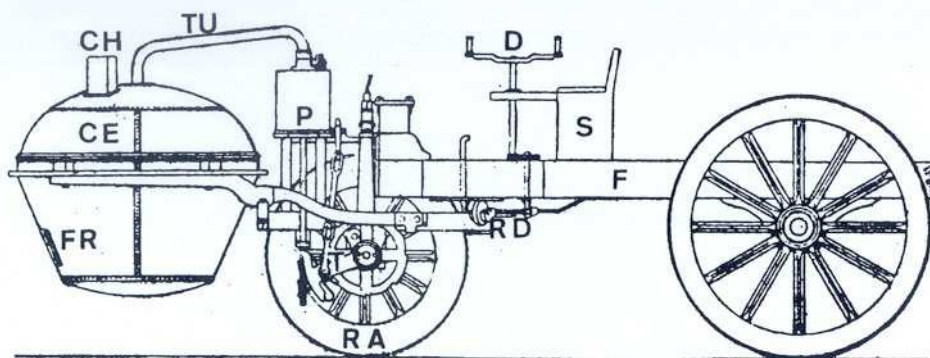
PLUIE, VAPEUR ET VITESSE - LE GRAND CHEMIN DE FER DE L'OUEST 1844

HUILE SUR TOILE 90 CM X 122 CM

NATIONAL GALLERY LONDRES

Bibliographie

- **La Machine Locomotive** E. Sauvage et A. Chapelon, Xe édition, librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1947 réédition des Editions du Layet de 1979
- **"Conducteur de Locomotive"** de Roger Habert, Editions L'Harmattan, 2000
- André Chapelon, **La locomotive à vapeur**, Volume 1, Librairie J.-B. Baillière et fils, éditeurs, 1938
- Jean-Marc Combe, **L'Aventure scientifique et technique de la vapeur**: d'Héron d'Alexandrie à la centrale nucléaire, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1986
- Marcel Chavy, André Lepage et Maurice Maillet, **Les "Pacific" du Paris-Lyon-Méditerranée (P.L.M.)**, Les Editions du Cabri, 1989 (ISBN 2-903310-80-7)
- Bernard Collardey et André Rasserrie, **Les locomotives "Pacific" du PLM**, Editions La Vie du Rail, 2006 (ISBN 2-915034-63-X)
- Maurice Maillet, **Les "Pacific" P.O.-Midi et l'œuvre d'André Chapelon au Réseau d'Orléans**, Les Editions du Cabri, Réédition 1983 (ISBN 2-903310-32-7)
- Maurice Maillet, **L'œuvre d'André Chapelon à la S.N.C.F. et son influence mondiale**, Les Editions du Cabri, 1983 (ISBN 2-903310-27-0)
- Jean Gillot, **Les locomotives à vapeur de la S.N.C.F. Région Est**, Editions Picador, 2ème édition 1985
- Adolphe Spineux, **De la distribution de la vapeur dans les machines. Étude rationnelle des distributeurs, suivie d'une étude des volants et des régulateurs**, Liège/Paris, Librairie polytechnique de J. Baudry, 1869.



Croquis détaillé du fardier et de sa machine à vapeur (archives S.I.A.)

FR : foyer, CE : chaudière, CH : cheminée, TU : tubulure transmettant la vapeur au distributeur, P : pistons, R : roue avant motrice, RD : dispositif réducteur de la direction, D : commande de direction, F : châssis, S : siège.