

# Année universitaire 2021

**Module :** Moteur à Combustion Interne

**Partie I**

## Historique de l'automobile

### Préface

**Ce cours est réalisé en utilisant les informations et illustrations mis à la disposition du grand public sur l'industrie automobile dans les livres et les sites spécialisés supportés par : Google, You tube etc.**

**Mis à part l'organisation et le choix du contexte conformément au module Moteur à Combustion Interne du programme officiel de la filière.**

**L'auteurship des illustrations, des schémas et des démonstrations, revient de droit à leurs auteurs d'origines comme mis à la disposition du grand public.**

### **Note:**

**Certains contenus ne sont peut être pas retracables, vu leur ancienneté, leur retrait par leurs auteurs ou simplement sont dépassés et remplacés par du matériels nouveaux.**

**Contribution du Dr. M. Naoun**

## Introduction

L'histoire de l'automobile peut être retracée à travers les écrits et les documentaires.

Actuellement pour la spécialité construction automobile, un nombre important de documents peut être consulté on line. Il est important de retracer l'histoire de l'automobile pour pouvoir comprendre son évolution, sa place dans le monde et son avenir.

L'utilisation du web peut apporter pas mal d'éclaircissement sur le fonctionnement, la construction des moteurs et la fabrication automobile.

Les informations peuvent être obtenues en utilisant le moteur de recherche Google.

Les mots clés suivants vous mèneront à différentes pages du domaine.

Mots clés : Moteur à vapeur / moteur à explosion / Evolution des moteurs / Fonctionnement des moteurs à combustion interne / Cycles des moteurs.

Depuis les origines :

Des premières machines à vapeur (1712) au huit cylindres en passant par le plus utilisé 4 cylindres.

Les moteurs, tels qu'on les connaît aujourd'hui, sont le résultat d'une longue évolution, qui remonte à (beaucoup) plus de 150 ans.

Les premiers véhicules utilisaient la force animale : le bœuf, puis le cheval, en particulier. Raison pour laquelle, lorsque l'on veut parler de la puissance d'un moteur, on l'exprime encore bien souvent en "chevaux".

En fait, lorsqu'il s'agit de déterminer la "puissance" d'un moteur (on parlait alors plutôt de "force"), il a bien fallu trouver une référence connue : Un cheval soulevant une charge "m" (reliée par une corde) à la vitesse verticale "v", l'accélération de la pesanteur étant "g", on obtient l'équation Puissance = m.g.v.

Même si cette mesure, notée "ch", ne fait pas partie du système officiel d'unités, elle fit longtemps référence. C'est ainsi que le cheval fit office d'étalon. Quoi de plus normal, finalement ?

Au début, était la machine à vapeur :

Le moteur à vapeur, dans son principe, n'est pas très éloigné des moteurs à explosion que nous connaissons.

Il possède également un piston qui coulisse dans un cylindre et une bielle pour transmettre le mouvement.

Dans ces temps, que l'on peut considérer comme "préhistoriques", la bielle actionnait directement la roue motrice. Il en fût de même pour les premiers moteurs à combustion interne.

La plus grosse différence entre les moteurs à vapeur et ceux que l'on connaît de nos jours réside dans le fait que, dans le premier cas, il n'y a pas d'explosion. Ou plutôt, pas de combustion :

Un grand feu, alimenté par du bois ou du charbon ("le foyer") est allumé sous une espèce d'énorme cocotte-minute ("la chaudière") qui est par ailleurs emplie d'eau. Comme dans toute cocotte-minute, lorsque l'eau chauffe, elle fournit de la vapeur qui, en entrant dans le cylindre, augmente la pression. Celle-ci faisant redescendre le piston.

Officiellement, c'est en 1682 que Denis Papin met en évidence la force élastique de la vapeur d'eau, puis construit un petit chariot à vapeur.

Toujours officiellement : en 1769 James Watt dépose le brevet de la machine à vapeur. En 1775, il la construit. Elle servait à pomper l'eau dans les mines.

Un jour, Monsieur Cugnot eut l'idée de placer un moteur à vapeur sur une espèce de chariot, qu'il avait muni d'une direction, réalisant ainsi, en 1769, ce que l'on a longtemps considéré comme la première "auto-mobile" : le Fardier de Cugnot. L'énoncé ci-dessus fait apparaître qu'il n'en est rien.

Les partisans de Cugnot pourront se consoler en considérant qu'il s'agit de la première moto, puisque son véhicule se présentait sous la forme d'un tricycle, à traction avant. Déjà.

On sait qu'il en a existé deux versions. La première a roulé... (Certains prétendent même qu'elle aurait fait l'ascension du Mont Ventoux, mais le Mont Ventoux n'est pas très loin de Marseille ...) et fut détruite contre un mur : On avait simplement oublié de l'équiper de freins !

Quant à la seconde, elle existe toujours, mais on suppose qu'elle n'a jamais roulé.

Didier MAHISTRE, grand chercheur devant l'éternel dans le domaine de la locomotion et auteur de "100 ans de moto en Isère" nous renvoie bien en arrière, Il nous révèle que c'est dès 1615 que Salomon de Caus découvrit le principe de l'expansion et de la condensation de la vapeur et qu'il eût l'idée de faire marcher une voiture équipée d'un moteur fonctionnant sur ces principes. La raison pour laquelle cette découverte resta longtemps méconnue est que l'on fit passer Salomon de Caus pour fou !

Il nous apprend également que la première auto-mobile est en fait l'œuvre de Jacques de Vaucanson, qui la présenta à Louis XV au mois d'août 1748. Bien qu'elle ait été mue par des ressorts, cette première ébauche d'automobile n'en était pas moins capable de se déplacer

sur des distances relativement importantes (pour l'époque) et surtout, elle était dotée de quatre roues motrices, ce qui nécessitait obligatoirement l'emploi d'un différentiel. Par ailleurs, Jacques de Vaucanson utilisait des chaînes pour commander la direction.

### **Quelques dates historiques**

#### **1803**

L'anglais Trevithick parcourt un mile ½ avec un omnibus à vapeur.

Mais plusieurs aléas vont freiner son développement :

- Il faut 20 minutes pour chauffer la chaudière.
- L'engin est très difficile à arrêter.
- Ses roues ont une trop faible adhérence et les cahots de la route disloquent le châssis.

Découragé par ces problèmes multiples de mise au point, il met sa machine sur des rails : C'est l'invention de la locomotive

N'empêche que sa machine était très en avance sur son temps.

Comme chacun sait, on a toujours tort d'avoir raison trop tôt !

#### **1860**

Etienne Lenoir fait breveter le premier moteur à explosion, alimenté au gaz. Il possède déjà une sorte de carburateur, un allumage électrique (le premier du genre), un refroidissement par eau...

400 exemplaires en seront réalisés, qui serviront à faire fonctionner des machines, ainsi qu'un véhicule. Mais un peu plus tard, Lebon apporta un additif à son brevet, suggérant de remplacer le gaz par un carburant liquide dérivé du pétrole.

#### **1862**

Beau de Rochas, ingénieur né à Gap, dans les Alpes de Haute Provence, publie une étude décrivant le fonctionnement du moteur à quatre temps. Etude qui sera appliquée et construite par Otto en 1878, avec un moteur à gaz comprimé

#### **1868**

On considère généralement la Perreaux comme étant la plus ancienne moto du monde. Plusieurs polémiques entourent ce deux roues à vapeur.

Premièrement, on lui associe la plupart du temps le nom de Michaux. Or, Perreaux ayant déposé plusieurs brevets concernant les moteurs à vapeur et étant préalablement fabricant de vélos, on ne voit effectivement pas pourquoi Perreaux aurait fait appel à quelqu'un d'autre.

La deuxième concerne son âge exact : Le brevet n° 83691 qui en a été déposé auprès de la Préfecture de la Seine est daté du 16 Mars 1869 et fait suite à un procès verbal du 26 décembre 1868. Mais rien ne prouve qu'elle ait roulé avant 1871.

Dans tous les cas de figures, la Perreaux est bien la plus ancienne moto du monde.

### **1869**

L'Américain Roper construit en 1868 ou 1869 un deux roues à vapeur dont on sait peu de choses, si ce n'est qu'il semble moins évolué, moins abouti que la Perreaux contemporaine.

De fait la Roper aurait été conçue comme une attraction de foire plus que comme un moyen de locomotion.

Ce qui ne simplifie pas les choses, c'est que la datation de cette moto n'est que l'opinion d'un conservateur de musée américain.

### **1872**

Amédée Bollée fait rouler le premier véhicule à vapeur satisfaisant par sa vitesse et sa maniabilité : c'est l'Obéissante.

Elle est dotée de roues avant à suspensions indépendantes

### **1875**

Invention de la magnéto à basse tension par l'autrichien Sigfried Marcus, par rupteur, piles et bobine de Ruhmkorff.

### **1878**

Nicolaus Otto, fait réaliser par un brillant ingénieur, Gottlieb Daimler (qui créera sa propre marque, qui deviendra par la suite... Mercedes) le premier moteur - à gaz - fonctionnant sur le principe du moteur à quatre temps.

Ce moteur a été pré-établi en 1864 avec De Langen. Il s'agissait d'un moteur longue course à quatre temps, à simple effet.

### **1879**

On retient rarement cette date : l'Italien Murnigotti dépose un brevet d'un moteur à explosion utilisant un mélange gazeux composé d'air et... d'hydrogène. Ce moteur ne fut jamais réalisé.

### **1884**

L'américain Copeland aurait réalisé un bicycle à vapeur qui se caractérise par une énorme roue arrière (en quelque sorte, un grand bi inversé).

Nul ne sait vraiment si ce véhicule a réellement été construit.

### **1884**

Edouard Delamare-Deboutville (France), bien que l'histoire retienne rarement son nom, réalise la première voiture à moteurs (elle est équipée de 2 moteurs) fonctionnant au pétrole, sur le principe du cycle à quatre temps (avec soupapes commandées)... mais il ne la commercialisera pas et abandonnera bien vite le moteur à essence.

### **1885**

G. Daimler (Allemagne) réalise un moteur à pétrole, 4 temps, de 264 cm<sup>3</sup>, qu'il place sur un vélocipède en bois.

Les récentes commémorations ont jeté un trouble dans les esprits : On a plus ou moins sous-entendu qu'il s'agissait de la première moto ayant existé.

Or ce qui précède nous prouve le contraire.

Tout au plus s'agit-il de la première moto dotée d'un moteur à pétrole ... si tant est qu'il s'agisse bien d'une moto, puisqu'elle est équipée de quatre roues.

Il semblerait, en fait que cette "moto" ait été conçue dans le seul but de tester le moteur qui l'équipait : celui-ci aura en effet des descendants.

### **1887**

Le même Daimler réalise un quadricycle à moteur V2, quatre temps, de 565 cm<sup>3</sup>

Comme sur tous les premiers moteurs à quatre temps de cette époque, la soupape d'admission s'ouvre automatiquement et celle d'échappement est commandée mécaniquement.

### **1886**

Karl Benz construit le premier moteur deux temps (de 988 cm<sup>3</sup>), installé sur un tricycle qui parcourra 200 km

### **1887**

Le principal frein au développement de la vapeur pour des véhicules légers réside dans le poids et l'encombrement de sa chaudière.

Bien qu'en 1883 De Dion et Bouton aient réalisé un véhicule (à traction avant) moins encombrant, puisque à chaudière verticale, c'est Léon Serpollet qui réalise un grand progrès en 1887 en inventant la chaudière à vaporisation instantanée, qu'il installe sur un tricycle.

### **1887**

L'Anglais Butler construit un tricycle à moteur deux temps dont l'admission dans le bas carter s'effectue par l'intermédiaire d'une soupape rotative.

### **1887**

Le Français Millet réalise un moteur à 5 cylindres en étoile, fonctionnant au pétrole, qui équipera des tricycles (moteur dans la roue avant) ou des bicyclettes (moteur dans la roue arrière).

Ce moteur était équipé d'un allumage électrique dont l'étincelle est fournie par une pile Bunsen.

### **1889**

A. Peugeot fabrique sa première voiture, en 1894, il propose déjà une gamme de trois véhicules différents

### **1891**

Invention des pneumatiques, par John Boyd Dunlop.

### **1891**

Les constructeurs hésitant toujours entre le pétrole, le charbon et le gaz, Hildebrand construit sa première moto à vapeur, qui aura une suite.

Notons que comme sur une machine à vapeur la bielle attaque directement la roue arrière, configuration que l'on retrouvera sur la moto à pétrole de la même marque, en 1894

### **1894**

Invention du moteur à combustion interne fonctionnant à l'huile lourde, par Rudolf Diesel

### **1894**

Première moto disposant d'un réseau de vente, la Hildebrand et Wolfmuller.

Le dessin ci-joint représente une version peu connue de Hildebrand et Wolfmuller, dotée d'un seul cylindre. La version définitive possédera un bicylindre à quatre temps horizontal de 1490 cm<sup>3</sup> était suspendu sous le cadre et refroidi par eau, dont le réservoir était placé dans le garde-boue arrière.

Elle était également dotée d'un défaut de conception rédhibitoire :

La roue arrière faisant office d'embellage, les bielles étaient d'une longueur excessive. Le couple n'étant pas le même que pour un moteur à vapeur, il ne pouvait tourner régulièrement en dessous de 8 km/h, raison pour laquelle les pistons sont aidés, dans leur phase de compression, par des élastiques en caoutchouc.

Cette moto fut diffusée en France sous le nom de "La Pétrolette".

Le terme est resté dans le langage courant (et mentionné dans les dictionnaires) pour désigner une moto rudimentaire, sans que l'on ne s'en rappelle plus l'origine.

### **1895**

Première 'vraie' course automobile, sur le parcours Paris-Bordeaux-Paris, remportée par Emile Levassor, à 24,20 km/h de moyenne.

### **1896**

Holden (G.B.) réalise un cycle à moteur à pétrole 4 cylindres à 2 bielles (2 cylindres pour chaque bielle), chaque piston est équipé de 3 segments.

Elle est dotée d'une pompe à huile et d'un allumage Delco avec batterie bobine.

### **1897**

Les frères Werner (France) donnent à leur cycle à moteur le nom de "motocyclette".

### **1897**

Pingault (France) construit un tandem à moteur électrique doté d'une transmission secondaire par chaîne

### **1898**

Invention de la magnéto à haute tension par un ouvrier français "du fer blanc" : André Boudeville.

### **1899**

On voit apparaître les premières bougies d'allumage.

Par ailleurs, De Dion et Bouton, dotent leur tricycle d'une avance à l'allumage réglable.

### **1899**

La voiturette Léon Bollée (France) est équipée d'un carburateur Phénix, très proche de ce que l'on connaîtra jusque dans les années '80.

### **1899**

Le fabricant Paris-Singer (France) conçoit un moteur à quatre temps sans soupapes

### **1899**

La voiturette de M. de Riancey (France) est à roues avant directrices et motrices (donc traction avant).

### **1899**

Un dispositif de changement de rapport de transmission est proposé par un fabricant indépendant pour équiper, en option, le tricycle De Dion et Bouton

### **1900**

Humber (G.B.) construit un des premiers moteurs à soupapes d'échappement et d'admission commandées mécaniquement.

### **1901**

Imperial (G.B.) équipe ses machines d'un frein à disque à commande mécanique.

1901, c'est aussi et surtout l'époque à laquelle différentes marques commencent à proliférer. Le terme est quelque peu exagéré. Il n'empêche qu'il y avait plus de marques en

France en 1901 que 100 ans après ! A tel point que l'on voit apparaître dans la presse ce qui est peut-être le premier comparatif de l'histoire. C'était dans la revue "Nature" du 3 août 1901.

Le comparatif en question figure en intégralité dans les deux documents ci-joints qui nous ont été transmis par Marc Boniface.

Ils sont assez "lourds" à charger, mais valent largement le détour !

Au passage, il est assez amusant de constater qu'un tel article ait pu paraître dans une revue intitulée "Nature". Imaginez, aujourd'hui, Voynet ou Mamère faisant l'éloge de la moto dans la revue "Les Verts" (de terre ?). Il semblerait qu'ils n'en aient pas saisi tout l'intérêt.

Patience, le temps que ça arrive au cerveau, il faut du temps ! Tout espoir n'est pas perdu.

### **1902**

Royal utilise une boîte de vitesses à 2 rapports et une transmission finale par chaîne.

### **1902**

Bichrone (France) est la première à équiper ses motos de bicylindres en V à 2 temps.

### **1902**

Herdtle Bruneau (France) : une des premières marques à utiliser des soupapes en tête.

### **1903**

Roessler-Javerning (Autriche) équipe ses motos de suspensions à l'avant et à l'arrière

### **1903**

Princeps (G.B.) équipe ses moteurs d'une boîte de vitesses et surtout d'un embrayage à friction.

### **1903**

F.N. (Belgique) dote ses motos d'un quatre cylindres en ligne longitudinal à soupapes commandées.

La transmission finale s'effectue par arbre.

### **1903**

Fournier réalise une moto à moteur Buchet, bicylindre de 2340 cm<sup>3</sup> (minimum, certaines sources citant 2976 cm<sup>3</sup>) roulant à 120 km/h

### **1903**

Minneapolis (U.S.A.) dote ses motos d'une suspension avant à fourche télescopique.

### **1903**

Curtiss (U.S.A.) un des pionniers de l'aviation, réalise une moto de record à moteur V8.

### **1904**

Roc (G.B.) équipe ses motos d'une boîte de vitesses à 4 rapports.

**1905**

Howard (G.B.) alimente son moteur horizontal par un mécanisme d'injection.

**1905**

Grade (Allemagne) construit des 4 cylindres 2 temps de compétition

**1907**

New Era (G.B.) adopte le changement de vitesses au pied

**1907**

A.S.L. est une moto dotée de suspensions pneumatiques à l'avant et à l'arrière.

**1907**

Norton remporte le premier "Tourist Trophy" avec une moto dotée d'un moteur...

Peugeot, bicylindre en V.

**1909**

A l'époque, le Japon étant loin, la chose passe inaperçue, elle n'est pourtant pas sans importance : Miyapet est une des premières firmes de motos japonaises

**1911**

Les Scott de compétition utilisent un moteur bicylindre 2 temps à refroidissement liquide et à alimentation par distributeurs rotatifs.

**1913**

Peugeot réalise un moteur bicylindre 500 cm<sup>3</sup> à double A.C.T., commandés par cascade de pignons.

Moteur - boîte de vitesses monobloc à 3 rapports.

**1913**

Rova-Kent (Australie) fabrique des moteurs à 4 soupapes par cylindres, culbutés.

**1913**

Bayley-Flyer (U.S.A.) dote sa moto d'une boîte de vitesses à 2 rapports à sélection automatique.

**1913**

Cyclone (U.S.A.) réalise le premier bicylindre en V à distribution par A.C.T.

**1920**

Rudge utilise en compétition un monocylindre à 4 soupapes par cylindre, disposées radialement

**1920**

Superb Four (G.B.) fabrique un quatre cylindres à A.C.T. commandé par courroie

**1921**

S.A.R. (France) réalise un monocylindre refroidi par huile.

**1921**

G.S.D. (G.B.) dote sa moto d'un cadre à double berceau.

**1921**

Une marque inconnue (Espagne) fabrique au moins un exemplaire d'une moto dotée d'un 6 cylindres en ligne à transmission par arbre

**1923**

Matchless (G.B.) construit un monocylindre à simple A.C.T.

**1926**

Mac Evoy (G.B.) réalise un prototype de moteur monocylindre à 2 soupapes d'admission et une d'échappement

**1927**

Freyler (Autriche) remplace les soupapes de son 350 simple A.C.T. par un système de distribution rotative.

**1927**

Schliba (Allemagne) produit des moteurs 2 temps avec une soupape d'échappement.

**1928**

Les Ascott-Pullin (G.B.) sont dotées de freins à commande hydrauliques et de roues à branches

**1931**

Matchless réalise un 4 cylindres à simple A.C.T.

**1936**

Galbusera (Italie) réalise un 500 cm<sup>3</sup> V8

**Evolution générale des moteurs :**

A l'orée de la seconde guerre mondiale, les différents éléments des moteurs et des parties cycles tels que ceux que l'on utilise actuellement sont connus (mais pas toujours utilisés simultanément) :

Cycle à quatre temps

Alimentation par carburateur

Carburant = essence

Refroidissement par eau

Commande des soupapes par arbre à cames

Inflammation du carburant par une bougie commandée électriquement

Mais il reste de grandes améliorations et évolutions à apporter avant d'arriver aux performances connues aujourd'hui.

Les limitations sont alors multiples :

Métallurgiques :

Si l'on utilise couramment l'aluminium pour les carters de boîte et moteur ou pour les pistons, par contre, les culasses et cylindres sont encore en fonte ou en bronze.

Chimiques :

L'essence connue au début du siècle n'a pas le même pouvoir détonant qu'aujourd'hui, limitant par là les taux de compression possibles. Ce point a souvent été contourné, tout au moins en compétition, en ajoutant du méthanol, de l'alcool ou autres additifs à l'essence.

La qualité de l'huile est un frein encore plus important. Pour exemples, le même moteur deux temps de 1970 fonctionnant à 6 % d'huile et réputé fragile devient fiable en 1990 avec 2 % d'huile, sans autre modification que le changement du lubrifiant.

Industriels :

On sait, depuis longtemps, fabriquer des pièces d'une grande précision mécanique, mais à des coûts prohibitifs pour une diffusion à grande échelle : la re-fabrication du seul vilebrequin d'une Bugatti coûte de nos jours pas moins de 300.000 francs.

Seules les machines-outils et les technologies actuelles (le laser, le photo découpage) autorisent la fabrication de pièces d'une extrême précision en quantité importante.

Pour exemple, au début du XX<sup>ème</sup> siècle, Claveau avait conçu et construit une culasse à ouverture variable des soupapes, en fonction du régime, technique utilisée sur les seuls moteurs de Formule Un en 1997. Il n'a jamais pu en terminer la mise au point en raison du manque de précision des pièces la composant.

Technologiques :

Ce ne sont pas tant les composantes du moteur lui-même qui font preuve d'un manque d'imagination dans ce domaine : On connaît depuis longtemps les doubles arbres à cames en-tête, les soupapes desmodromiques, etc.

Par contre, depuis le milieu des années 70, c'est l'électronique qui a fait faire un grand pas à la technique automobile, dans tous les domaines.

Financières :

Indirectement : Par exemple, beaucoup de moteurs, jusqu'aux années 1950, utilisent des soupapes latérales, plutôt que des soupapes en tête. Ces dernières coûtent plus cher à

réaliser, aussi pourquoi en équiper les moteurs, alors que la piètre qualité de l'essence, et la faible résistance des matériaux, ne permettent pas d'en exploiter les avantages qu'apportent des soupapes en tête en matière de compression, et donc de régime moteur ?