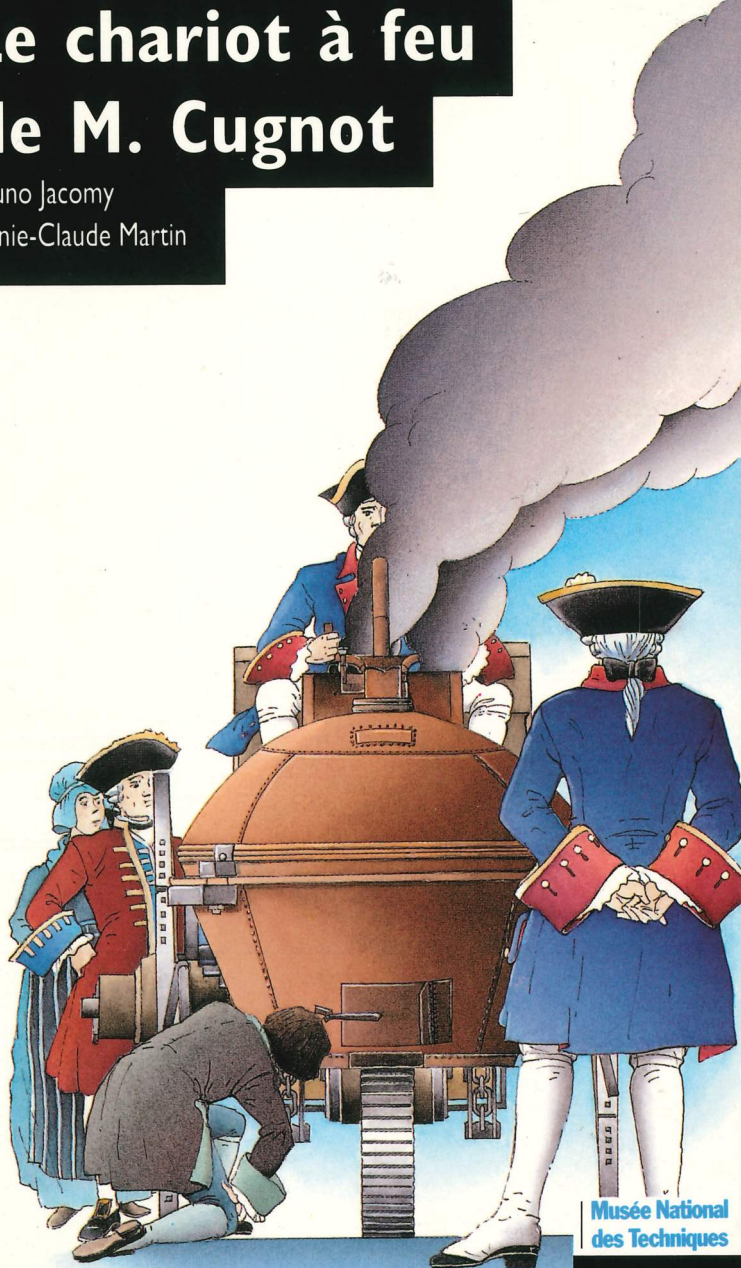


Le chariot à feu de M. Cugnot

Bruno Jacomy

Annie-Claude Martin

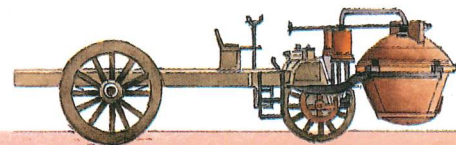
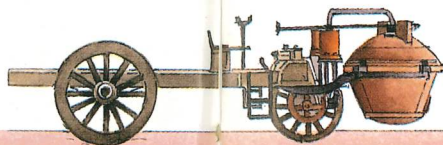
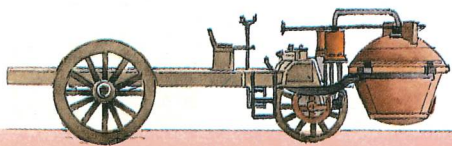


Musée National
des Techniques

NATHAN

MONDE EN POCHE

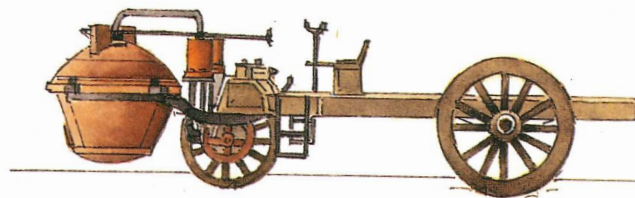
Le chariot à feu de M. Cugnot



Bruno Jacomy

Le chariot à feu de M. Cugnot

Illustrations d'Annie-Claude Martin



Ce livre a été conçu avec
le Musée national des techniques.
Il devrait vous donner envie d'aller,
sur place, découvrir les inventeurs
et leurs créations.

Musée national des techniques (CNAM),
292, rue Saint-Martin – 75003 – Paris
(métro Arts et Métiers)



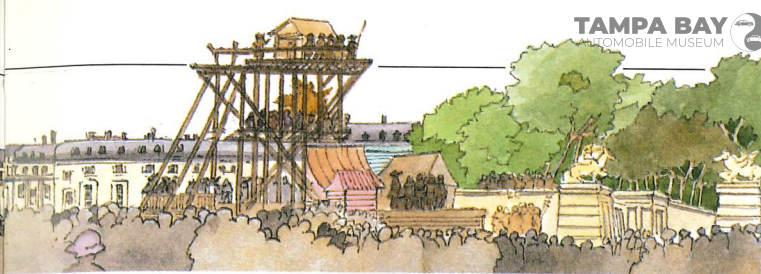
Un ingénieur énigmatique



Il y a bientôt 200 ans que le célèbre fardier de Cugnot, le premier véhicule automobile jamais construit, trône dans la chapelle du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris.

Pour beaucoup d'entre nous, ce gros engin est très familier. Sa silhouette, si caractéristique, figure en bonne place dans tous les livres consacrés à l'histoire des transports terrestres, et dans de nombreux ouvrages, scolaires ou non, qui traitent du 18^e siècle.

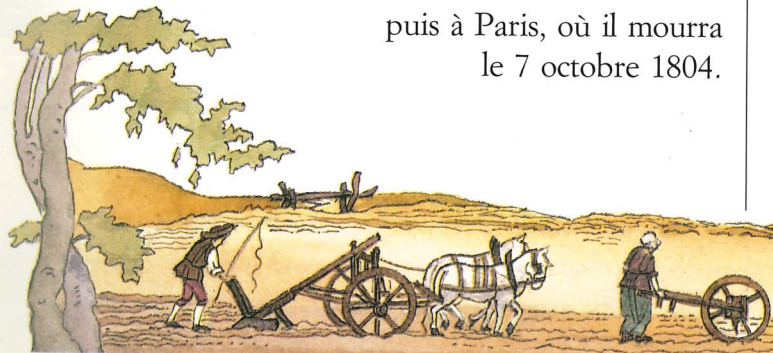
Hélas, on ne peut pas en dire autant de son inventeur. Nous connaissons



en effet très mal la vie de Nicolas-Joseph Cugnot. Nous ne possédons pas même un portrait qui nous permettrait de donner un visage à ce nom !

◆ Un ingénieur militaire

Malgré tout, nous avons quelques pistes... Ainsi, nous savons que Nicolas-Joseph Cugnot est né le 23 février 1725 à Void, dans une famille de cultivateurs. Il quitte sa Lorraine natale – Void est situé dans la Meuse – pour étudier et devenir ingénieur militaire. Au cours de sa carrière, on le retrouve à Bruxelles puis à Paris, où il mourra le 7 octobre 1804.



Une fois ses études terminées, le jeune Cugnot sert comme ingénieur dans l'armée de Marie-Thérèse, l'impératrice d'Autriche. À cette époque, en effet, la Lorraine dépend encore de l'Empire autrichien ; elle ne sera définitivement rattachée au royaume



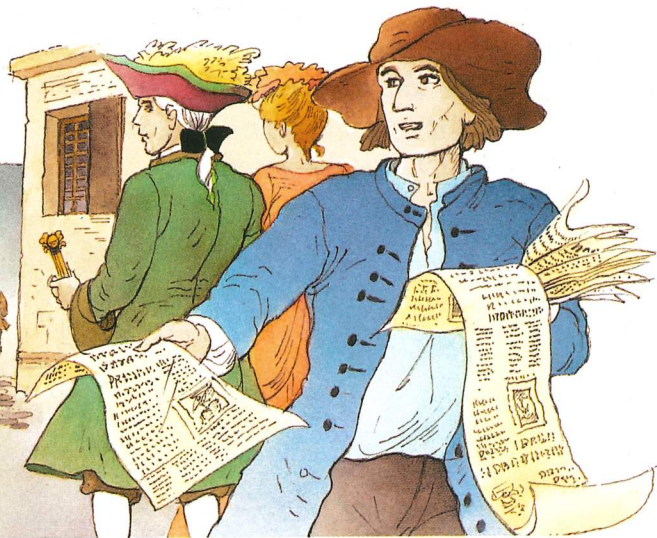
de France
qu'en 1766.

Et quand la guerre de Sept Ans éclate, en 1756, Nicolas-Joseph se trouve sans doute engagé dans ce conflit européen. Mais, peu de temps après la fin des hostilités, en 1763, il quitte l'armée.

◆ Passion pour une énergie nouvelle

Après un bref séjour à Bruxelles, où il se fait quelques amis fidèles, Cugnot, âgé alors de 38 ans, regagne Paris. Il s'intéresse déjà aux divers emplois possibles

de la vapeur dans la construction du matériel de guerre. Un journal a même rapporté qu'il aurait réalisé, à Bruxelles, son premier « cabriot, qui était conduit par le feu et la vapeur ». Rien n'est moins certain.



Pendant les années passées à l'armée, Nicolas-Joseph a eu le temps d'observer, en ingénieur curieux, le fonctionnement de l'artillerie, le déplacement d'une armée en campagne, les techniques de fortifications... Tout cela lui a donné quelques idées, concrétisées par des inventions qui lui attirent rapidement l'estime de plusieurs généraux. C'est ainsi



qu'il met au point un nouveau fusil que le célèbre maréchal de Saxe adoptera pour le régiment français des uhlands – troupe de chasseurs à cheval.

En 1766 et 1769, Nicolas-Joseph publie deux ouvrages de génie militaire : *Éléments de l'art militaire ancien et moderne*, puis la *Fortification de campagne théorique et pratique*.



Ce second livre rencontrera un certain succès. Il sera même traduit en allemand en 1773. Plus tard, en 1778, notre ingénieur publie une *Théorie de la fortification*, suivie de la description d'un nouvel instrument topographique.

Grâce à ses inventions et à ses écrits, Cugnot est désormais bien connu dans les milieux militaires. Les autorités s'intéressent à lui... et à ses idées, notamment à son véhicule fonctionnant à la vapeur.

◆ Le soutien d'un ministre

C'est en 1769 que le hasard va donner à Cugnot l'occasion de mettre enfin en chantier ce fameux projet. Cette année-là, en effet, un officier de la garde suisse, Planta, propose au duc de Choiseul, secrétaire d'État chargé des Affaires étrangères, de la Guerre et de la Marine, plusieurs inventions, dont une voiture à vapeur. Choiseul est un ministre très actif.

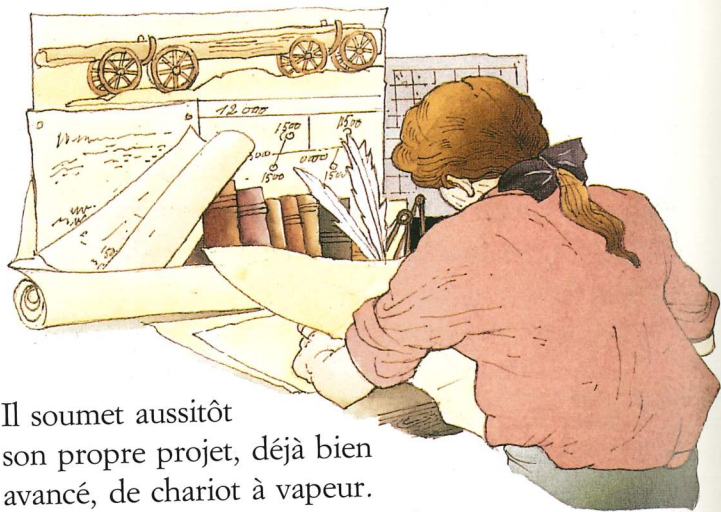


Il tente de réformer l'armée et la marine, et désire tout particulièrement développer l'artillerie.

Le projet de Planta se retrouve donc,

pour étude, sur le bureau du général de Gribeauval, l'ingénieur militaire qui commande l'artillerie française. À son tour, celui-ci cherche un avis. À qui le demander, si ce n'est à Nicolas-Joseph Cugnot ?

Évidemment, celui-ci bondit sur l'occasion.



Il soumet aussitôt son propre projet, déjà bien avancé, de chariot à vapeur. Gribeauval, très intéressé, parvient alors à convaincre Choiseul de faire construire le véhicule de Cugnot « aux frais du roi ».

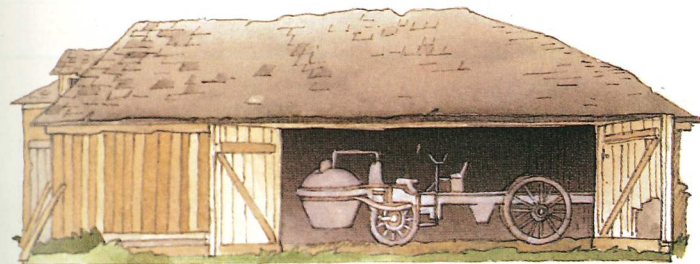
◆ Un grand pari arrêté trop tôt ?

Un premier engin sera réalisé et testé en 1769. La mise en chantier du grand modèle que nous connaissons est décidée aussitôt après, car ces essais ont été jugés concluants.

Mais il ne faut pas oublier qu'à cette époque la machine à vapeur n'en est encore qu'à ses débuts. Avec son « fardier » – nous verrons plus loin ce que signifie très exactement ce mot –, Nicolas-Joseph Cugnot relève un pari audacieux : utiliser pour la première fois la force de la vapeur pour faire avancer un véhicule terrestre...

Le ministre Choiseul, sensible aux innovations techniques, avait accepté de financer cette entreprise hasardeuse. Mais il quitte ses fonctions en 1770 et ses successeurs jugeront, eux, que le projet de Nicolas-Joseph Cugnot est trop coûteux. Le fardier, grandeur nature, va rester à l'état de prototype.

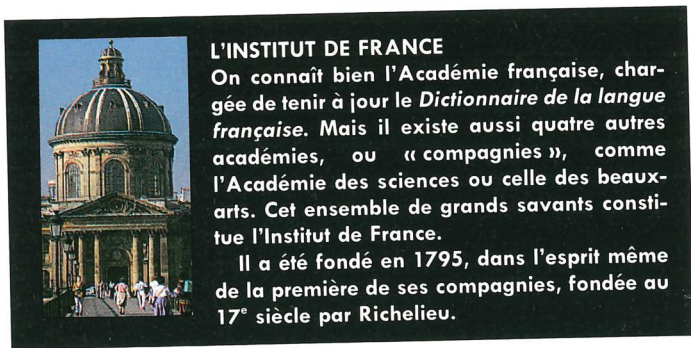
Notre inventeur, en effet, ne peut poursuivre seul ses recherches. Son rêve s'éloigne... À partir de 1779, en guise de compensation pour ses diverses inventions, il touchera une modeste pension de 600 livres par an. Dix ans plus tard, la Révolution embrase la France. Nicolas-Joseph perd ses maigres revenus...





Quand les Parisiens ont pris la Bastille, le 14 juillet 1789.

Il est alors âgé de 64 ans. Son fardier est entreposé à l'Arsenal, où il sombre dans l'oubli.



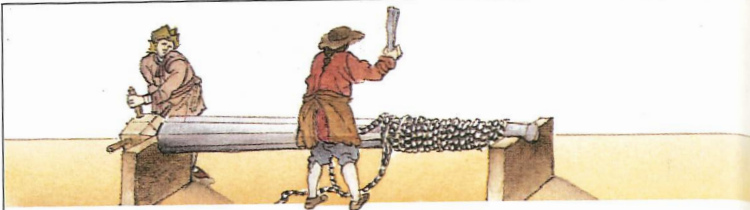
L'INSTITUT DE FRANCE

On connaît bien l'Académie française, chargée de tenir à jour le *Dictionnaire de la langue française*. Mais il existe aussi quatre autres académies, ou « compagnies », comme l'Académie des sciences ou celle des beaux-arts. Cet ensemble de grands savants constitue l'Institut de France.

Il a été fondé en 1795, dans l'esprit même de la première de ses compagnies, fondée au 17^e siècle par Richelieu.

Cugnot aurait sans doute terminé sa carrière dans la misère si une Bruxelloise ne s'était intéressée à lui. Cette bienfaitrice, il l'a probablement connue lors de son séjour à Bruxelles, quand il était jeune. En 1800, grâce à elle, l'astronome Charles Messier intervient auprès de Bonaparte, alors Premier consul, et de l'Institut.

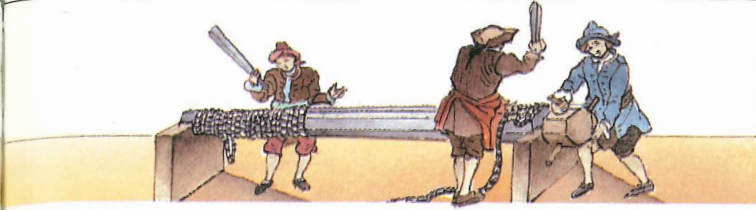
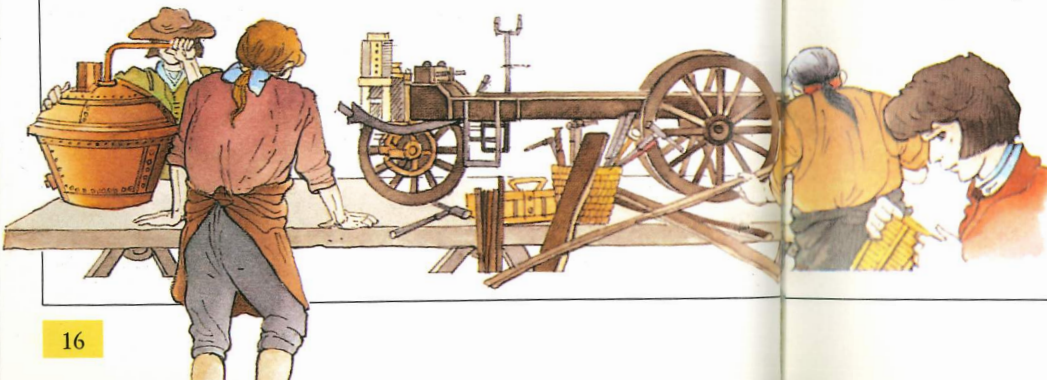
Nicolas-Joseph obtient une nouvelle pension de 1 000 francs ; il n'aura plus de soucis d'argent jusqu'à la fin de sa vie. Quatre ans plus tard, en 1804, il meurt seul, célibataire et sans descendance.



De l'idée au modèle réduit



Retournons en 1769. Cette année-là, Nicolas-Joseph Cugnot, grâce à un heureux concours de circonstances, peut enfin prouver que son projet de chariot à vapeur n'est pas une simple vue de l'esprit. N'oublions pas qu'à cette époque, en plein 18^e siècle, aucune machine à vapeur n'a encore été montée sur un véhicule, que ce soit un chariot ou un



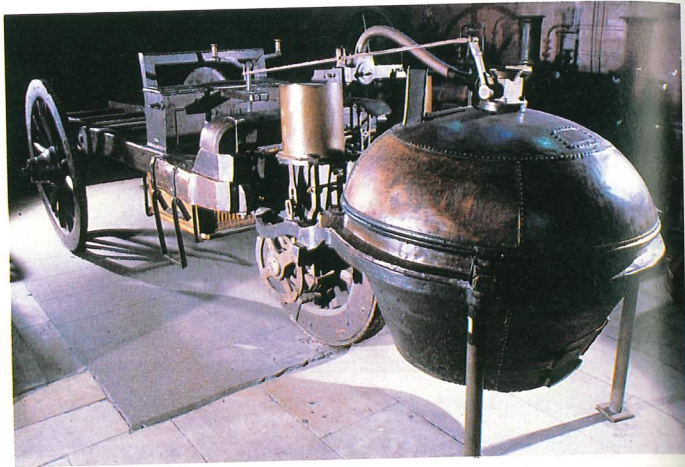
bateau. L'idée de réaliser un « fardier à vapeur » apparaît donc à beaucoup comme tout à fait folle.

◆ D'abord, une maquette

En bon ingénieur qu'il est, Nicolas-Joseph ne s'est pas lancé directement dans la fabrication de son engin, grandeur nature. Tous les projets techniques importants – c'est encore le cas pour les nouvelles voitures, par exemple – sont d'abord réalisés en modèle réduit. Cette maquette permet de tester les différentes solutions répondant aux problèmes techniques, d'analyser la mobilité de la machine, de préciser sa construction générale, etc. Ensuite,

on peut passer au stade du prototype grandeur nature, qui sera essayé dans des conditions réelles. Enfin, si tous les essais sont concluants, les machines définitives seront construites. Les principaux défauts auront été éliminés au cours des étapes précédentes.

Cette démarche, Cugnot la met en application. En 1769, il construit donc un modèle réduit. Nous n'avons plus la trace de cette maquette, mais nous la connaissons grâce à des rapports officiels. Quant au chariot qui est exposé aujourd'hui encore au Musée



Aujourd'hui, deux béquilles soutiennent la chaudière du fardier de Cugnot.

national des techniques, nous pouvons le considérer comme étant le prototype grandeur nature du projet. En effet, vous verrez plus loin que tous les problèmes techniques n'avaient pas encore trouvé leur solution et que cette machine aurait demandé diverses améliorations.

Si, en 1770, M. de Choiseul était resté ministre,

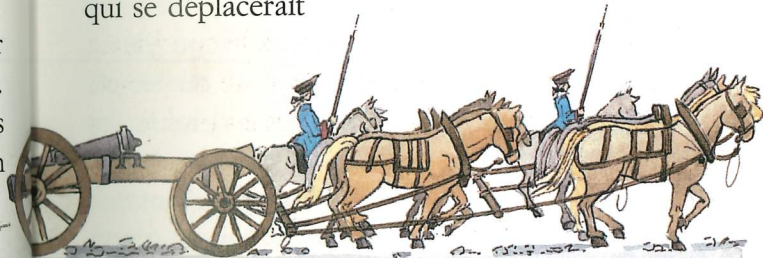
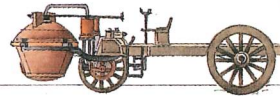
Nicolas-Joseph Cugnot aurait peut-être pu procéder aux essais de son fardier, résoudre notamment les problèmes de freinage et d'alimentation en vapeur, et aboutir à un véhicule vraiment utilisable.

Mais cela, Cugnot ne l'a pas connu...

◆ Aux origines du machinisme industriel

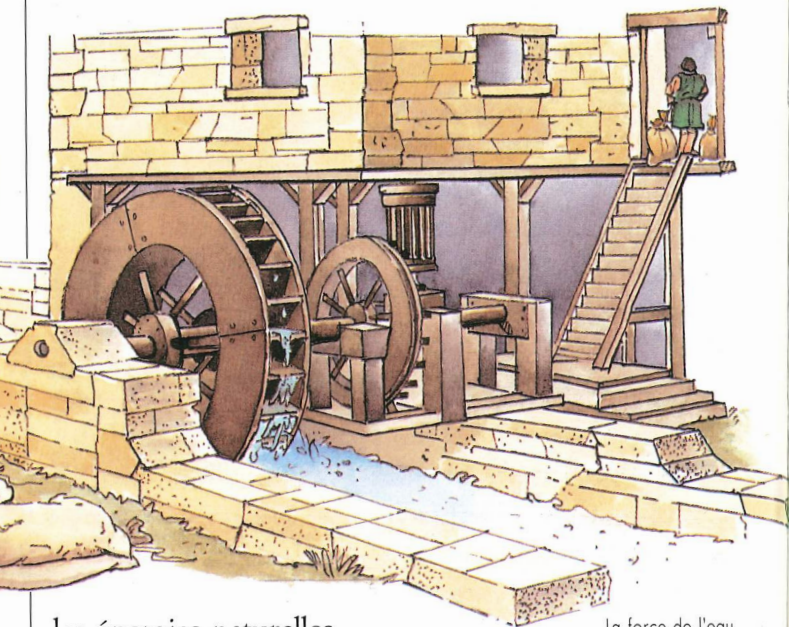
Au fond, nous n'avons pas encore posé la question essentielle : quel est exactement le projet de Nicolas-Joseph Cugnot ? Que veut-il faire précisément avec son « fardier » ?

Vous vous souvenez que notre ingénieur militaire a participé à la guerre de Sept Ans. Il a souvent vu, pendant cette période, de lourds chars tirés par des chevaux et portant des canons. L'idée, un peu folle, de Nicolas-Joseph est tout simplement de réaliser une « voiture à feu » à usage militaire : un chariot sans chevaux ! Un véhicule qui se déplacerait



par ses propres moyens, un engin véritablement « auto-mobile » !..

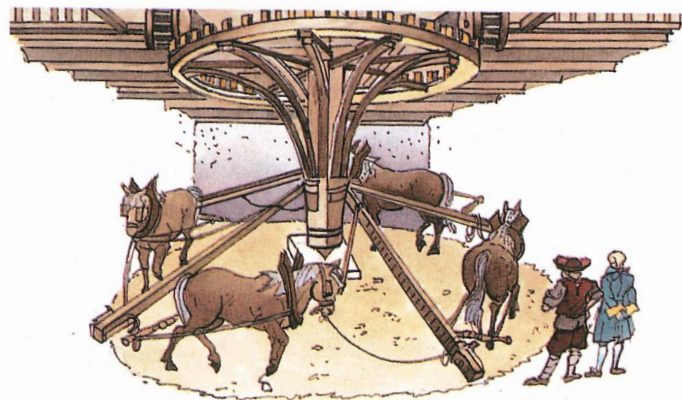
Il faut se souvenir, en effet, que depuis des siècles et des millénaires, les hommes n'emploient, pour travailler et produire, que la force musculaire ou



La force de l'eau

les énergies naturelles.

Or, au 18^e siècle, dans les mines, dans les manufactures ou dans les usines – qui en sont à leur tout début –, certains commencent à remplacer les chevaux et les moulins à eau ou à vent, par des machines à vapeur.



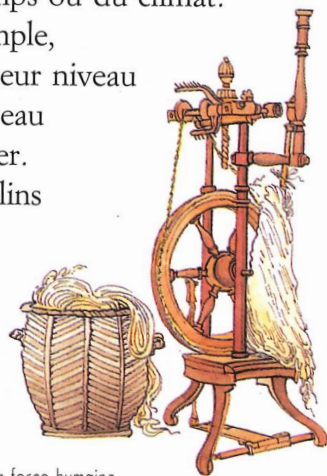
La force des animaux

La vapeur, cette nouvelle source d'énergie, présente de grands avantages. Elle ne dépend plus des variations du temps ou du climat.

À la fin de l'été, par exemple, quand les rivières sont à leur niveau le plus bas, les moulins à eau ne peuvent pas fonctionner.

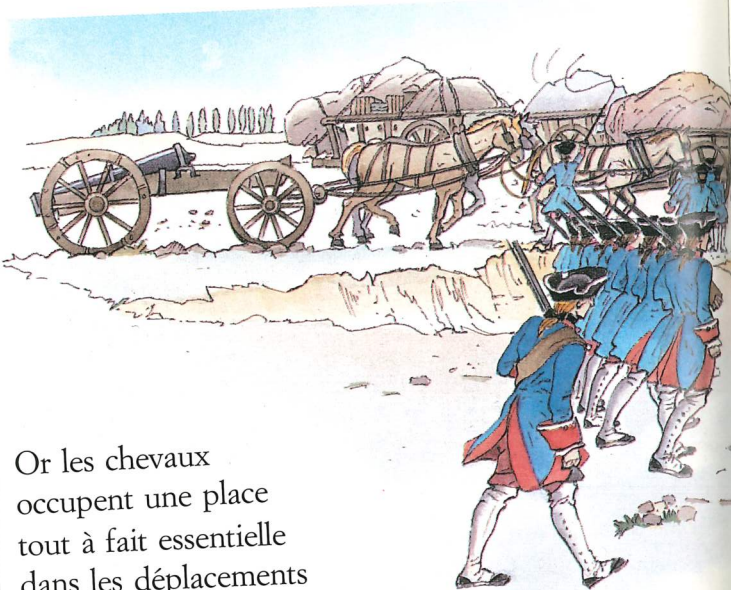
Par temps calme, les moulins à vent ne tournent pas...

De même, la vapeur n'est pas sensible à la fatigue ou à la maladie qui diminuent les forces des hommes et des animaux.



La force humaine

À partir des années 1750-1760, surtout en Angleterre et un peu en France, la vapeur commence à révolutionner l'industrie. Les ingénieurs cherchent à implanter des machines partout où cela est possible. Et l'armée n'échappe pas à ce mouvement.

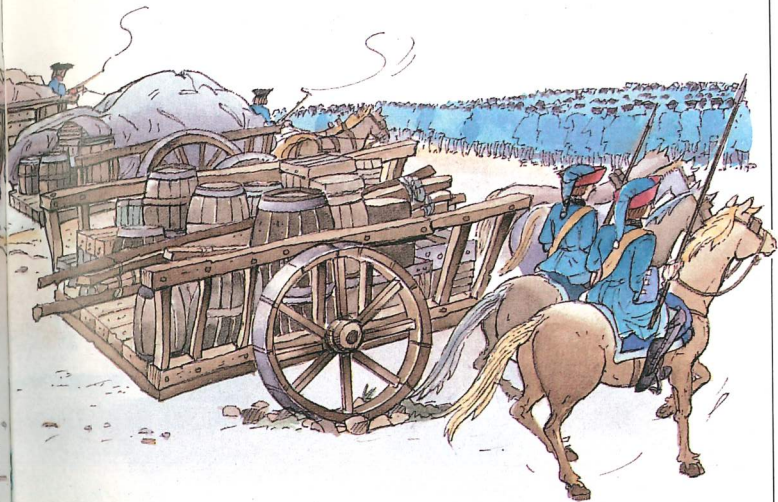


Or les chevaux occupent une place tout à fait essentielle dans les déplacements d'une troupe en campagne.

◆ Quatre kilomètres à l'heure !

À cette même époque, l'artillerie a pris une très grande importance dans la guerre. Gribeauval, qui a servi comme Cugnot dans l'armée de l'impératrice

Marie-Thérèse, est partisan d'une artillerie légère et très mobile. Le projet de Cugnot rejoint totalement son souci : grâce à son fardier, les artilleurs déplaceraient facilement les canons et seraient débarrassés de l'entretien, coûteux et contraignant, des chevaux.



Ce projet paraît à la fois très simple... et très ambitieux. Très simple, car il suffit de remplacer les chevaux – il en fallait au minimum quatre ou six pour tirer les canons – par une machine à vapeur et une chaudière. Très ambitieux, car personne n'a encore réalisé un tel engin. Mais, comme on va le voir, Nicolas-Joseph Cugnot ne manque pas d'idées...



UNE MACHINE VRAIMENT NOUVELLE

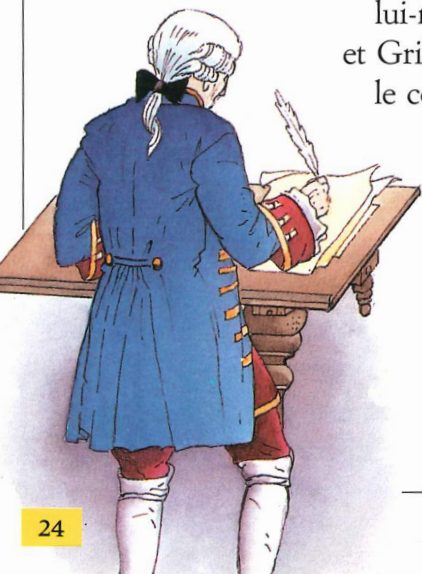
L'idée géniale de Cugnot est d'utiliser une machine à haute pression et non une machine à vapeur atmosphérique, comme c'était alors le cas dans toutes les utilisations fixes de la machine à vapeur (des explications sur « haute pression » et machine « atmosphérique » vous attendent page 36). Ainsi, le moteur pouvait être réduit à une taille compatible avec les dimensions d'un véhicule.

L'imagination de Cugnot et la volonté de Gribeauval font donc bon ménage. La réalisation du modèle réduit du fardier commence en 1769, effectuée par les services de l'artillerie. L'année suivante,

la machine fonctionne. Le ministre lui-même assiste aux essais et Gribeauval nous en donne le compte rendu en 1771 :

« Cette machine a marché l'année dernière en présence de M. de Choiseul.

Elle portait quatre personnes et marchait à raison de 1 800 à 2 000 toises par heure,



mais la grandeur de la chaudière n'étant point proportionnée à celle des pompes, elle ne marchait que pendant douze à quinze minutes et il fallait la laisser reposer autant de temps pour que la vapeur de l'eau reprît sa première force ; le foyer était mal fait et laissait dissiper la chaleur ; la chaudière paraissait aussi trop faible pour soutenir dans tous les cas l'effort de la vapeur. »

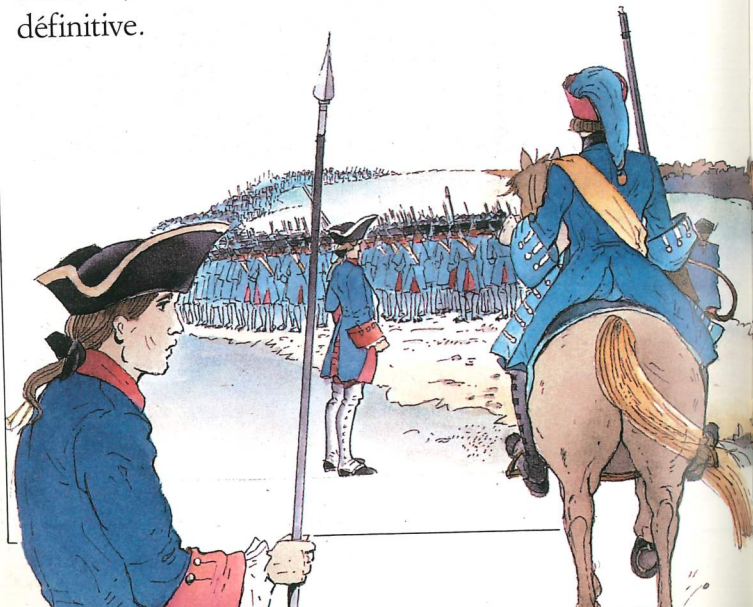
Gribeauval parle ici de « pompe » pour désigner la machine à vapeur. En effet, le principal usage de ces machines était alors de pomper l'eau

qui envahissait les galeries des mines, c'est pourquoi on les appelait couramment des « pompes à feu ».

Une mine avant la vapeur

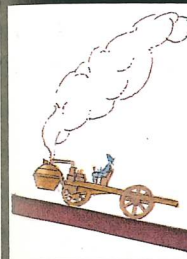
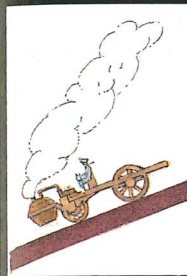


La vitesse du fardier – qui correspond approximativement à 3,5 ou 4 kilomètres à l'heure – ne doit pas nous surprendre. Bien sûr, ce n'est pas rapide, mais il fallait que le véhicule puisse suivre l'allure d'une troupe qui se déplaçait... à pied ! Sa vitesse correspondait donc bien à l'usage que l'on voulait en faire. En revanche, un gros inconvénient apparaît déjà : l'autonomie de l'engin. Un arrêt forcé toutes les douze ou quinze minutes, c'est un lourd handicap. Cependant, il ne s'agit encore que d'un modèle d'essai, et ce modèle fonctionne ! Tous les espoirs sont donc permis. Les autorités décident alors la construction d'une seconde machine, dans sa taille définitive.

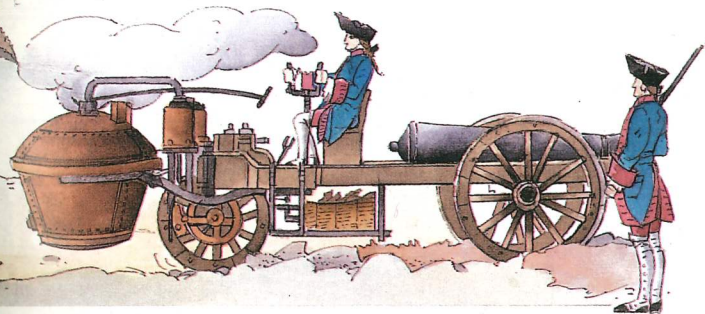


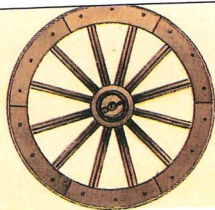
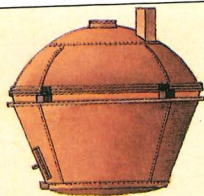
DANS LE « JOURNAL SECRET » DE BACHAUMONT

« ... On a fait ces jours derniers l'épreuve d'une machine singulière qui, adaptée à un chariot, devrait lui faire parcourir l'espace de deux lieues en une heure, sans chevaux. Mais l'événement n'a pas répondu à ce qu'on promettait : elle n'a avancé que d'un quart de lieue en soixante minutes ! Cette expérience s'est faite en présence de M. de Gribeauval, lieutenant général à l'Arsenal... »



« On a parlé il y a quelque temps d'une machine à feu pour le transport des voitures et surtout l'artillerie dont M. de Gribeauval, officier dans cette partie, avait fait faire des expériences. On l'a perfectionnée depuis, au point que mardi dernier la même machine a traîné dans l'Arsenal une masse de 5 milliers (environ 2,5 tonnes) servant de socle à un canon de 48 du même poids à peu près, et a parcouru en une heure cinq quarts de lieue. La même machine doit monter sur les hauteurs les plus escarpées et surmonter tous les obstacles de l'inégalité des terrains ou de leur affaissement... »



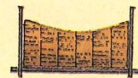
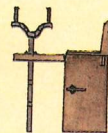
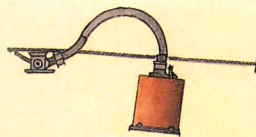


1771 le grand prototype est prêt



Après les essais du modèle réduit, la construction du grand fardier est entreprise à l' Arsenal de Paris, sous la direction du mécanicien Brézin et selon les plans de Cugnot. Dès avril 1770, les cylindres et les pistons sont commandés à la fonderie de Strasbourg. En juin 1771, le véhicule est terminé. Sa fabrication a coûté 20 000 livres, ce qui représente 2 à 3 millions de nos francs – soit plus de vingt fois le prix d'une grosse voiture d'aujourd'hui !

Le grand fardier reprend la disposition du modèle réduit, mais il peut, lui, transporter une charge de 8 à 10 milliers, soit 4 ou 5 tonnes. Il est donc capable de déplacer un canon ou son affût (l'affût est le dispositif qui permet de supporter la pièce

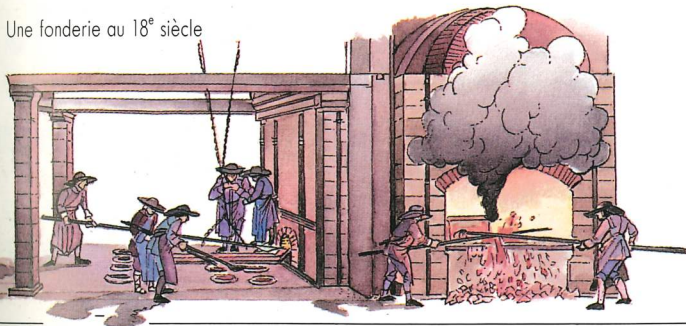


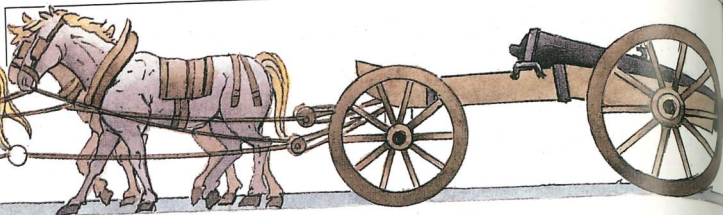
d'artillerie et de régler son orientation avant d'effectuer le tir).

◆ Un formidable engin

Grosso modo, le véhicule se compose de deux parties : un châssis et un moteur. Le châssis, réalisé en bois, correspond tout simplement à celui des gros chariots, appelés communément « fardiens », destinés à transporter de lourdes charges – des « fardeaux » – et tirés par des chevaux. Deux grandes roues disposées à l'arrière supportent un plateau constitué de deux grosses poutres reliées par des pièces en bois plus petites, les traverses.

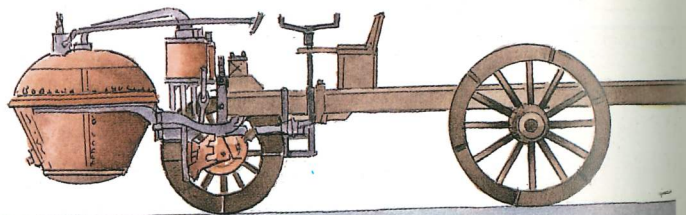
Une fonderie au 18^e siècle





Si la partie arrière ne présente rien d'extraordinaire, l'avant, en revanche, est totalement révolutionnaire. Cugnot a substitué aux chevaux qui sont généralement attelés à ces engins un ensemble mobile comprenant :

- une roue motrice, légèrement moins grande que les roues arrière, mais plus épaisse ;
- une machine à vapeur à deux cylindres disposée au-dessus de la roue ;
- un système de transmission à cliquet entre les pistons et la roue motrice ;
- une chaudière et son foyer, disposés en porte-à-faux à l'avant de l'ensemble.



Cet attelage impressionnant tourne autour d'un axe vertical et permet au conducteur de diriger son véhicule en faisant pivoter tout l'ensemble moteur par l'intermédiaire d'un engrenage.

Il dispose pour cela

d'une sorte

de guidon

à deux

poignées

qu'il manie

comme un volant

pour diriger

l'engin. Le pilote,

tout comme

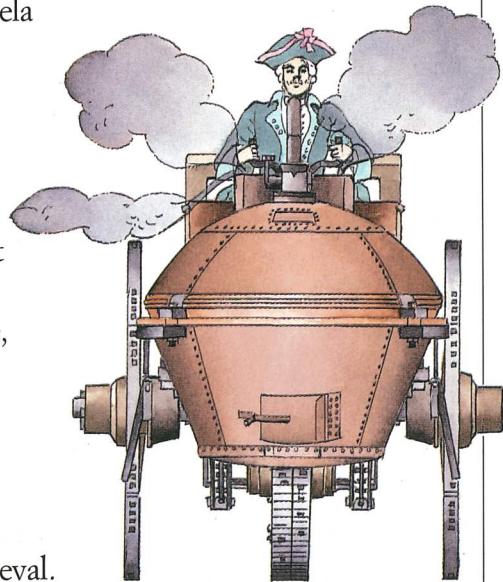
un cocher,

se tient assis

sur un banc

identique à ceux

des chariots à cheval.



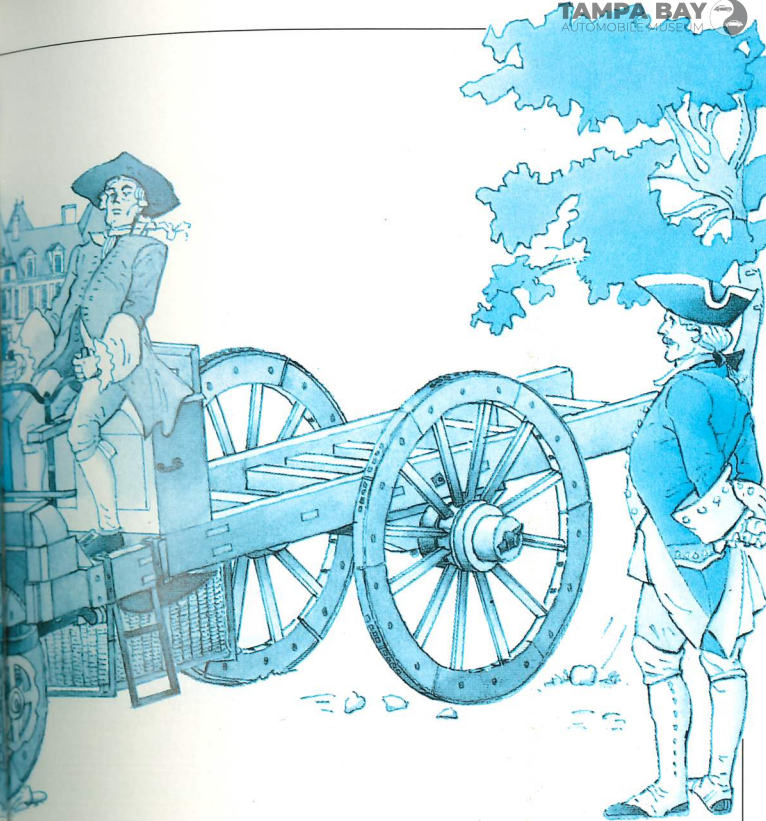
◆ Quand les ministres passent...

On imagine Nicolas-Joseph, fier de sa réalisation et impatient de monter sur ce banc pour effectuer le premier voyage en fardier à vapeur. Tout est prêt. Il est prévu que l'engin fasse ses essais dans le parc du château de Meudon. Le général de Gribeauval demande que soit débloqué l'argent nécessaire



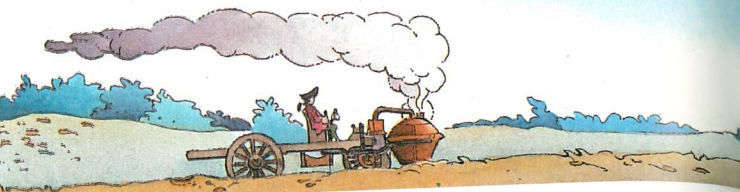
aux différents
frais occasionnés
par ces essais : transport
du véhicule, achat du bois
de chauffage, salaire des ouvriers, etc.

Hélas, l'aventure va s'arrêter plus vite que prévu.
Le duc de Choiseul, qui avait soutenu le projet dès



le début, a quitté ses fonctions de ministre l'année
précédente. Son successeur, lui, ne souhaite pas aller
plus loin. Gribeauval n'obtient pas son argent et le
fardier reste à l'Arsenal...

La machine de Nicolas-Joseph Cugnot, terminée
et en état de marche, se retrouve ainsi abandonnée
sans jamais avoir fonctionné.



Les secrets de la première traction avant

Indiscutablement, le fardier de Cugnot représente bien la première automobile jamais construite. Mais son intérêt va bien au-delà de ce fait historique. En effet, si nous nous penchons plus en détail sur les solutions techniques adoptées par l'inventeur, nous découvrons des innovations importantes, non seulement pour l'histoire à venir des véhicules à moteur, mais aussi pour celle de l'utilisation de la machine à vapeur.

◆ **L'automobile avant le chemin de fer**
Pour bien comprendre toute la nouveauté de cette machine, il faut faire un léger retour en arrière : qu'existe-t-il, à cette époque, comme véhicules et comme moteurs ?



Nous avons déjà parlé des premiers : ce sont des fardiers et toutes sortes d'autres chars et chariots, tirés par des chevaux, par des mulets ou même par des bœufs. Ces véhicules sont pratiquement les mêmes depuis des siècles, à quelques détails près. Cugnot reprend des éléments qui ont déjà fait leurs preuves.

Rappelons aussi que les premières locomotives, elles, n'apparaîtront qu'au tout début du 19^e siècle, en Angleterre. Le chemin de fer n'existe pas encore ! On ne connaît que des rails en bois, parfois en métal, sortes de chemins de roulement utilisés dans les mines pour faire rouler des chariots sur un sol accidenté.



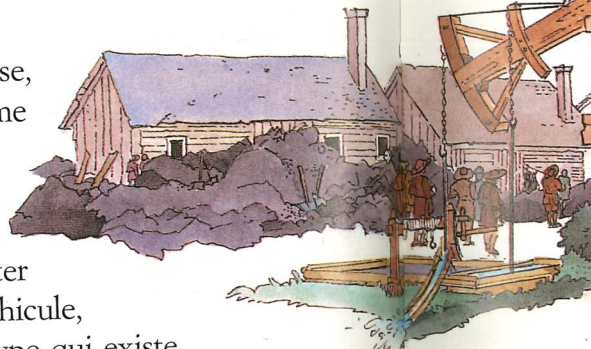
Ce dernier détail a son importance. En effet, si le fardier de Nicolas-Joseph n'a pas fait naître d'autres véhicules automobiles, cela s'explique parce que les chemins du 18^e siècle ne permettent pas de supporter les 7 ou 8 tonnes du chariot à vapeur, chargé de son fardeau, sans s'embourber ou patiner. On s'en rendra compte quelques années plus tard, lorsque la locomotive à vapeur sur rails permettra enfin de résoudre le problème du poids.

Une machine à vapeur, avec son combustible et sa réserve d'eau, représente en effet une charge trop lourde pour des routes tracées pour des gens à pied ou des voitures tirées par des animaux.

◆ La haute pression trouve son emploi

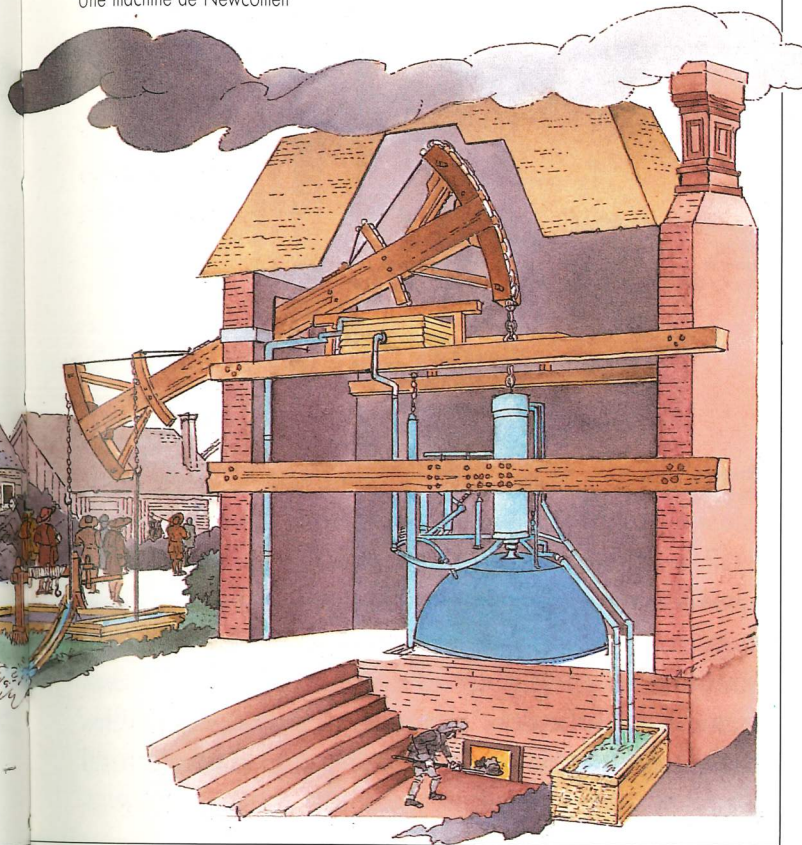
La machine à vapeur pose, pour sa part, un problème épineux : celui de son encombrement.

Si personne n'a encore imaginé de monter un tel moteur sur un véhicule, c'est parce que le seul type qui existe et fonctionne dans ces années 1760 est l'engin appelé « machine atmosphérique à balancier ». Inventée en 1712 par l'ingénieur anglais Thomas

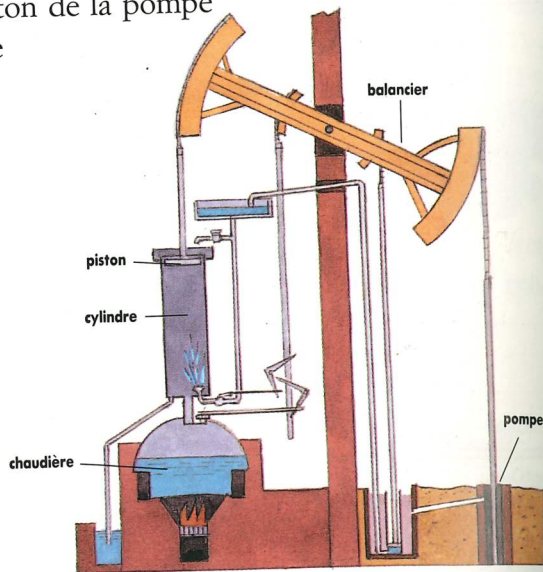


Newcomen, cette machine est de très grande taille : il faut un bâtiment spécial pour l'abriter avec sa chaudière ! Elle est construite sur le principe de la condensation de la vapeur : à chaque oscillation, le cylindre doit être refroidi pour « faire tomber » la

Une machine de Newcomen



vapeur – comme dans l'autocuiseur d'aujourd'hui. C'est seulement ainsi que le vide se fait dans le cylindre, un vide qui permet au bras du balancier de s'abaisser et, par conséquent, du côté opposé, d'élever le piston de la pompe immergée dans la mine.



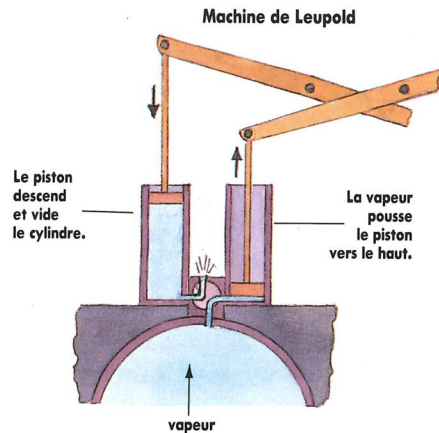
Machine de Newcomen

La machine de Newcomen donnait satisfaction quand on disposait de beaucoup d'eau et de charbon, et qu'on n'avait besoin que de créer un mouvement de simple va-et-vient. On imagine sans peine les difficultés pratiquement insurmontables que Cugnot aurait dû affronter pour adapter un tel engin sur son chariot.

En fait, pour résoudre le problème de l'encombrement de la machine à vapeur, Nicolas-Joseph a délibérément abandonné le modèle de Newcomen. Il a repris un principe qui n'avait pas encore trouvé son application : la machine à haute pression, imaginée par l'Allemand Jacob Leupold dans son *Théâtre des machines*, paru en 1727.

Quand on parle de haute pression, cela signifie simplement que la pression à l'intérieur du cylindre est supérieure à la pression atmosphérique – c'est-à-dire, à la pression de l'air

qui nous environne. La vapeur, introduite directement dans le cylindre à la sortie de la chaudière, pousse le piston et provoque de cette façon une force motrice. Cette solution est fort simple – encore fallait-il l'imaginer ! Elle évite de devoir refroidir le cylindre à chaque coup de piston. Le dispositif d'ensemble s'en trouve considérablement allégé et le système devient beaucoup moins encombrant.



◆ Une invention à l'état pur

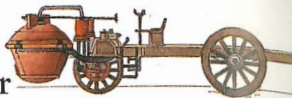
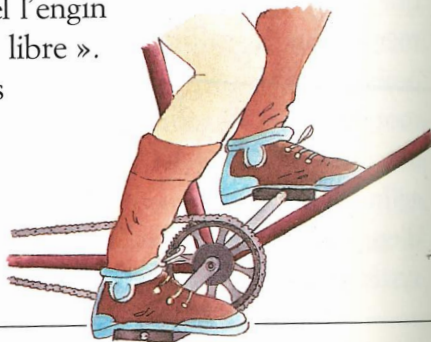
L'autre problème que devait surmonter Nicolas-Joseph est celui de la transmission : comment transformer un « mouvement linéaire alternatif » en un « mouvement rotatif continu » ? Autrement dit, comment passer du piston qui fait un simple va-et-vient à une roue qui tourne ?

Notre inventeur trouve une solution tout à fait originale en imaginant un système de « roue libre » qui n'a encore jamais été employé.

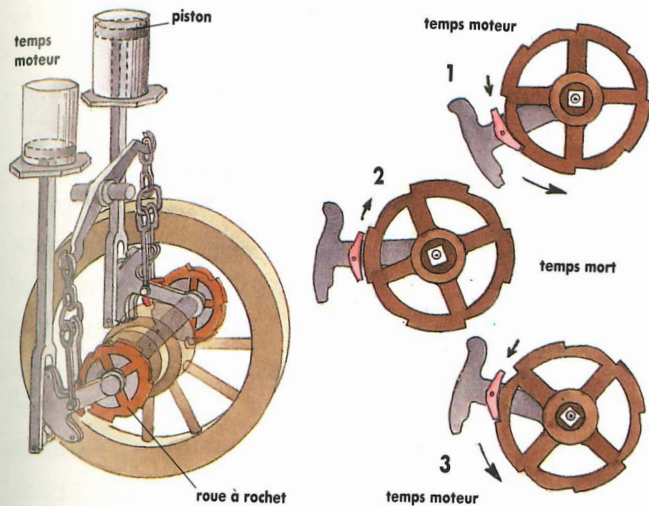
Pour comprendre le fonctionnement de cette transmission, on peut penser à une bicyclette qu'on ferait avancer en n'appuyant sur la pédale qu'en avant, et en remontant la jambe immédiatement après chaque poussée. C'est ainsi que le piston de la machine de Cugnot pousse sur la « roue à rochet », à chaque temps moteur, et permet au véhicule d'avancer.

Il y a donc, à chaque recul du piston, un temps mort pendant lequel l'engin se trouve en « roue libre ».

Et, tous les cyclistes le savent, si l'on a une roue libre... il faut avoir de bons freins !

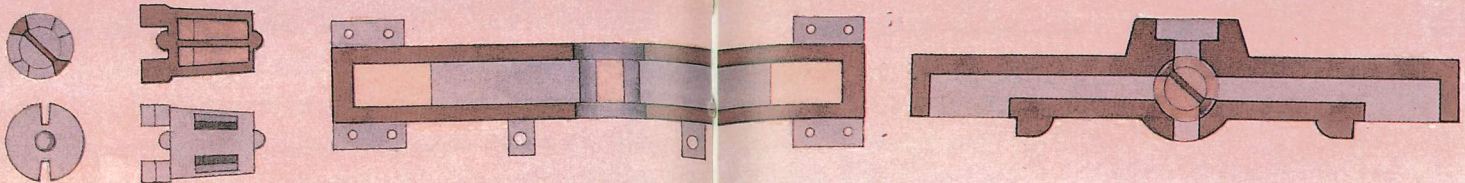


Nicolas-Joseph, nous en reparlerons, a peut-être négligé ce problème, ou bien il n'a pas eu le temps de le résoudre. L'absence d'un système de freinage efficace peut engendrer, comme on l'imagine, bien des déboires...



Pour éviter que le fardier avance par à-coups, Cugnot a disposé un cylindre de chaque côté de la roue. Grâce à ce dispositif, les pistons se relaient pour faire avancer la roue d'un quart de tour à chaque fois, sans s'arrêter.

Sans aucun doute, le fardier est prêt cette fois à fonctionner...



Le fardier sous la loupe

Nous venons de voir quels sont les « principes » adoptés par Nicolas-Joseph Cugnot pour réaliser son véhicule à vapeur. Vous imaginez facilement qu'il avait sans doute, au cours des années précédentes, étudié sur le papier les différents problèmes auxquels il se trouvait confronté. Mais il lui restait encore à résoudre les questions pratiques, à commencer par la construction de l'engin.

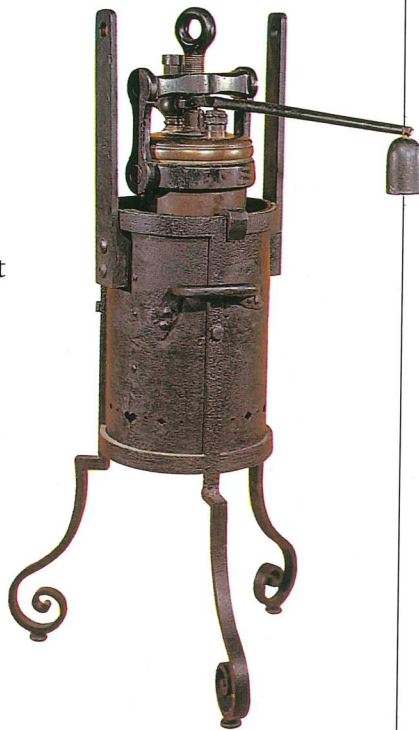
Examinons en détail les différentes parties de la machine, et son fonctionnement.

◆ Une marmite et ses faiblesses

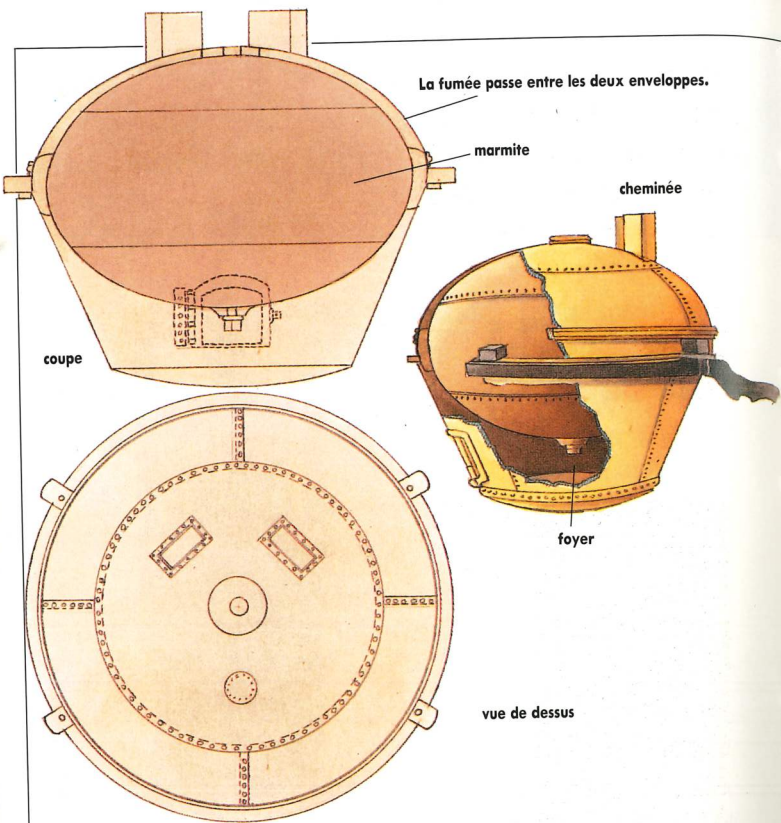
Pour fonctionner, un moteur à vapeur a besoin de... vapeur ! Il faut donc en produire, et en quantité suffisante. Cugnot a réglé cette question en utilisant une sorte de grosse marmite, solution technique

courante sur les machines à vapeur fixes.

Cependant, Nicolas-Joseph a construit son « générateur » de vapeur entièrement en cuivre, abandonnant évidemment le revêtement en brique des chaudières géantes de Newcomen. Ce gros chaudron que l'on peut voir à l'avant du fardier comprend en fait deux éléments distincts.



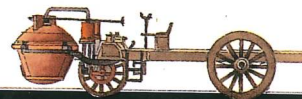
Dès la fin du 17^e siècle, avec sa marmite, Denis Papin présentait les usages possibles de la vapeur d'eau.



La partie extérieure visible constitue une grande enveloppe de cuivre contenant le foyer. À l'intérieur, une grosse marmite en forme de sphère aplatie est chauffée par le feu de bois situé au-dessous. On remplit cette marmite d'eau et on allume le feu. Les fumées passent entre les deux enveloppes pour s'évacuer ensuite par deux cheminées de section

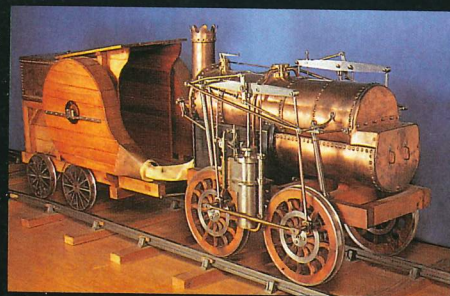
rectangulaire. Une petite porte disposée à l'avant permet d'introduire les bûches dans le foyer. Comme dans un autocuiseur, l'eau de la chaudière se met à bouillir et produit de la vapeur, qui s'échappe par le tuyau situé en haut.

Au départ de ce tuyau, un robinet à deux voies, relié par une longue tige métallique au poste de conduite, permet de laisser passer la vapeur vers les cylindres, ou de la laisser s'échapper à l'air libre.



UN ANCÊTRE D'UNE GRANDE SIMPLICITÉ

Modèle réduit
de la locomotive
de Marc Seguin



Le générateur de vapeur du fardier de Cugnot, finalement très simple, est identique à tous ceux que l'on trouvera sur les machines à vapeur avant l'invention de la chaudière tubulaire par le Français Marc Seguin. Mais cette nouvelle technique, mise au point pour les locomotives, ne verra le jour qu'en 1830, soit soixante ans après les essais de Cugnot.

La « marmite » du fardier n'a pas encore un rendement très élevé, mais les techniques de métallurgie et de chaudronnerie ne permettent pas, à la fin du 18^e siècle, de réaliser des chaudières plus performantes.

Grâce à ce dispositif, le chauffeur peut commander le démarrage ou l'arrêt du véhicule.

Le plus gros défaut du fardier vient sûrement de l'utilisation de sa marmite. En effet, celle-ci consomme beaucoup d'eau et aucun dispositif de remplissage n'a été prévu. Pour faire du fardier un véhicule vraiment utilisable, il aurait fallu ajouter une réserve d'eau permettant de rétablir le niveau à l'intérieur de la chaudière en cours de marche.

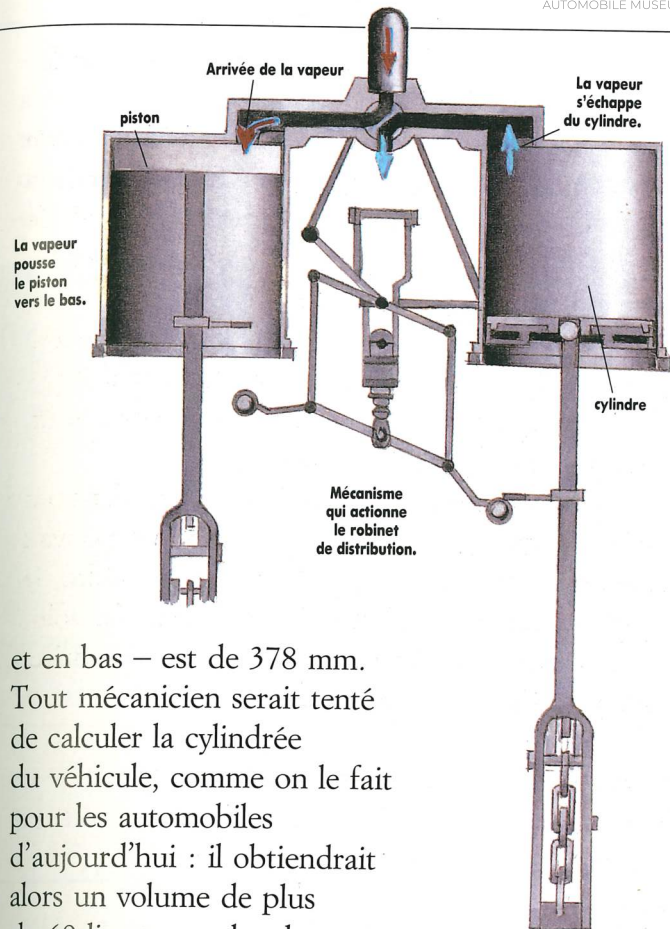
Ce problème n'a certainement pas échappé à un ingénieur comme Cugnot. Alors ?

Alors, il faut supposer qu'il a voulu, dans un premier temps, s'assurer que son appareil pouvait fonctionner tel qu'il était, avant de résoudre la délicate question de l'alimentation en eau. La solution ne verra le jour, d'ailleurs, qu'avec la locomotive, plusieurs dizaines d'années plus tard.

◆ Le moteur, sous l'action de la vapeur

Maintenant que nous disposons de la force motrice, la vapeur, allons faire un tour dans le moteur lui-même.

Celui-ci se compose de deux gros cylindres en laiton, d'un diamètre intérieur de 325 mm, à l'intérieur desquels se déplacent des pistons, eux-mêmes en laiton. La course de chaque piston – c'est-à-dire la distance séparant ses positions extrêmes, en haut



et en bas – est de 378 mm. Tout mécanicien serait tenté de calculer la cylindrée du véhicule, comme on le fait pour les automobiles d'aujourd'hui : il obtiendrait alors un volume de plus de 60 litres pour les deux cylindres, ce qui représente un chiffre considérable, gigantesque, si on le compare à la cylindrée des moteurs de nos voitures modernes !

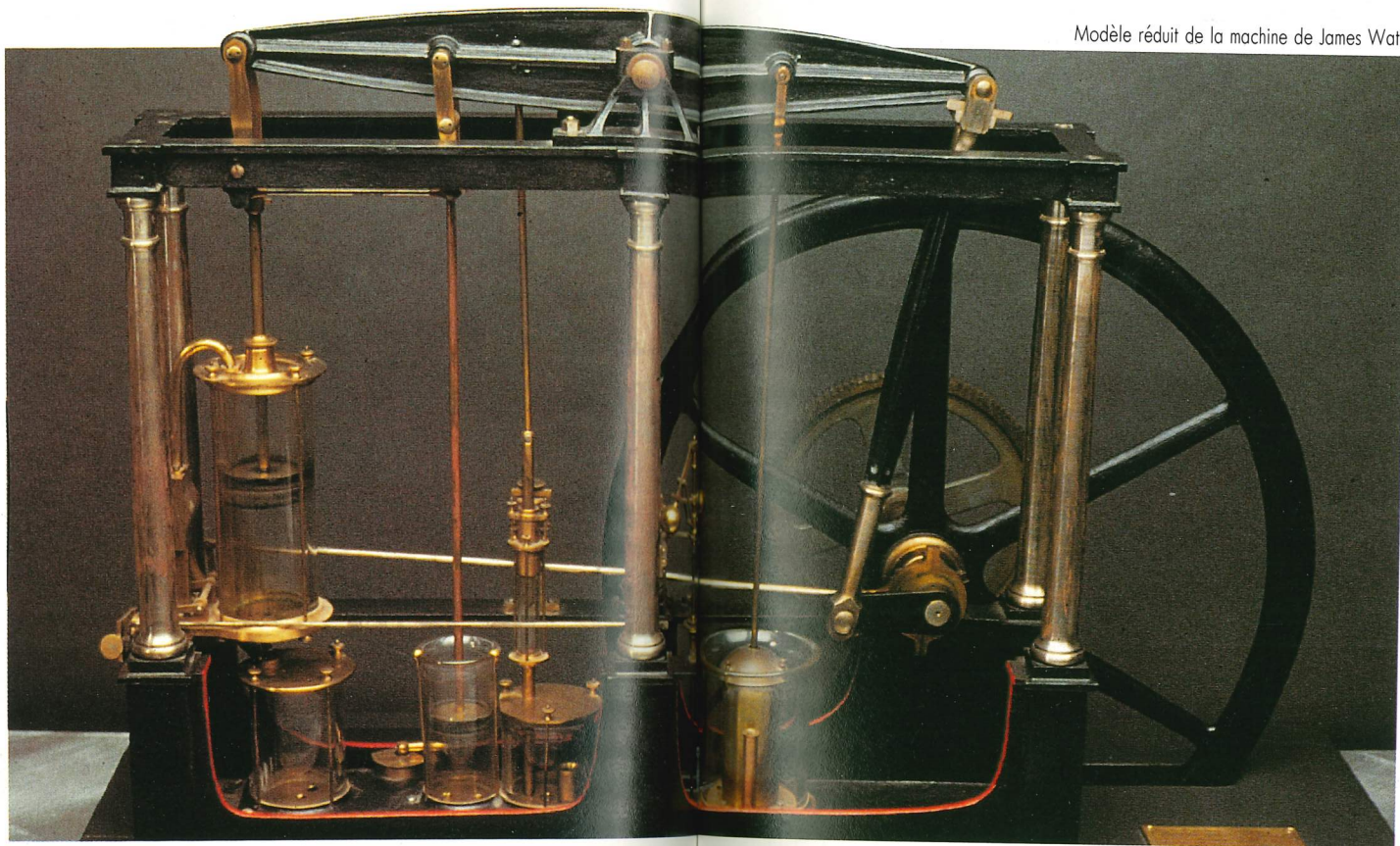
Mais gardons-nous bien de comparer de trop près

moteur à vapeur et moteur à explosion. Leur structure, c'est-à-dire leur construction dans son ensemble, se ressemble. Cependant, la vapeur se comporte d'une manière particulière, qui n'a rien à voir avec l'explosion du mélange air et carburant.

Sur le fardier de Cugnot, les cylindres sont ouverts à leur partie inférieure. C'est ce qu'on appelle une machine « à simple effet ».

L'étanchéité est assurée par un joint en cuir bouilli disposé sur le pourtour de chaque piston, comme

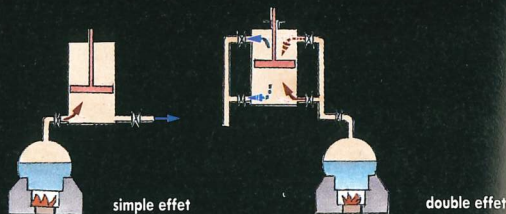
Modèle réduit de la machine de James Watt



SIMPLE ET DOUBLE EFFET

Dans une machine à simple effet, la vapeur n'exerce sa force que sur une seule face du piston.

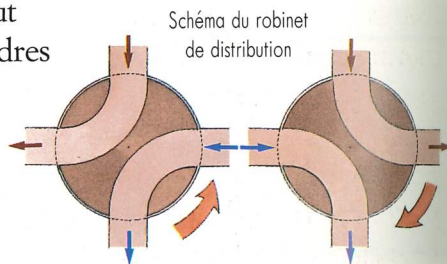
Lorsque le dispositif permet que la vapeur repousse le piston alternativement sur chaque face, on parle alors de machine « à double effet ».



Mais n'oublions pas que nous sommes en 1769. À cette date, le grand mécanicien James Watt, l'inventeur du « double effet », n'en est, lui aussi, qu'aux essais de la machine à vapeur à haut rendement qui le rendra célèbre.

cela se pratique couramment à l'époque. Ce dispositif évite à la précieuse vapeur de s'échapper entre le piston et la paroi intérieure du cylindre.

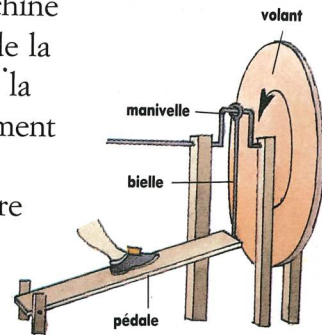
Nous avons vu comment la vapeur sortant de la marmite peut atteindre les cylindres par le gros tuyau de cuivre qui les relie. Mais encore faut-il orienter



cette vapeur vers le bon cylindre, et au bon moment ! Cette fonction, que l'on appelle la « distribution », est assurée par un robinet à quatre voies qui peut prendre deux positions différentes. Dans la première, il met en circulation le tuyau venant de la chaudière avec le premier cylindre, tandis que l'autre partie du robinet assure l'évacuation de la vapeur provenant du second cylindre vers l'air libre. La seconde position est symétrique, et permet l'alimentation du second cylindre en vapeur. Le fonctionnement de ce robinet est entièrement automatique : une chaîne, reliée aux tiges des pistons, commande sa rotation au moment voulu (dessin p. 47).

◆ La transmission à roue libre

Jusqu'à présent, Cugnot a donc très bien su mettre en application des solutions techniques qui existaient déjà, qu'il s'agisse de la chaudière, de la machine à vapeur de Leupold ou de la distribution. En revanche, la transformation du mouvement rectiligne des pistons en un mouvement circulaire permettant de faire tourner la roue du fardier nécessite un mécanisme



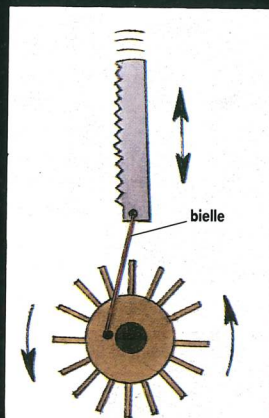
original que personne n'a encore mis au point.

Bien sûr, on connaît depuis longtemps le système « bielle-manivelle », ce dispositif qui permet, par exemple, de faire marcher une scie à partir d'une roue de moulin. C'est toujours le même mécanisme

COMMENT TRANSFORMER UN MOUVEMENT RECTILIGNE EN MOUVEMENT ROTATIF ?

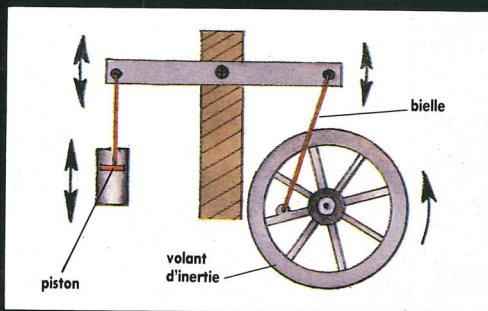
- Le système bielle-manivelle utilisé depuis le Moyen Âge

La roue qui tourne sous l'action de l'eau transmet le mouvement à la lame de scie par l'intermédiaire de la bielle. Guidée par des planches de bois, la scie « oscille » de bas en haut et de haut en bas.



- Le système bielle-manivelle avec volant d'inertie

À l'inverse du premier système, c'est le piston, ici, qui transmet son mouvement alternatif à la grande roue. Cette roue doit être

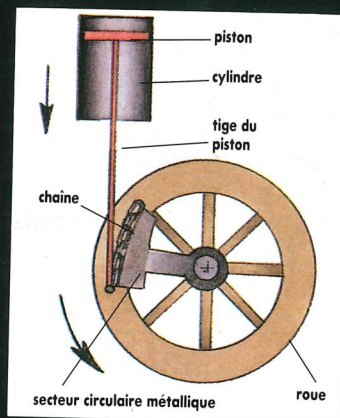


que l'on voit, par exemple, sur les vieilles machines à coudre, actionnées par une pédale. Mais ce système ne peut pas s'appliquer au fardier, car celui-ci s'arrêterait chaque fois que le piston arriverait en bout de course. James Watt l'utilisera plus tard sur

très lourde et tourner assez vite pour ne pas s'arrêter en chemin – comme la roue des voitures à friction. On l'appelle le « volant d'inertie ».

- Le dispositif adopté par Cugnot

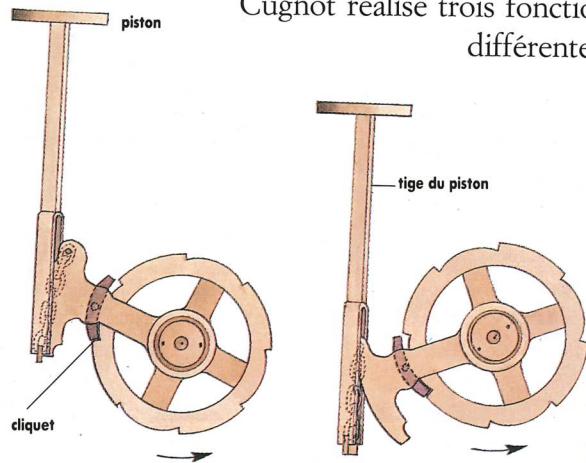
Quand le piston descend sous l'action de la vapeur, l'extrémité de la tige entraîne une chaîne qui tire sur un secteur circulaire – une portion de roue. La « roue libre » permet au piston de remonter sans entraîner la roue du fardier en sens inverse, comme le pédalier d'un vélo.



Pour que le piston soit toujours bien droit à l'intérieur du cylindre, il importe que sa tige soit guidée à l'autre extrémité. Ce guidage est réalisé par un secteur circulaire métallique tournant autour de l'axe de la roue.

des machines à vapeur fixes, mais ce ne sera possible que grâce à une vitesse de rotation élevée et à l'utilisation d'un « volant d'inertie ».

Nicolas-Joseph doit donc imaginer un système de transmission totalement nouveau. Notre inventeur va s'inspirer du dispositif à secteur et chaîne utilisé dans les machines à balancier, tout en le repensant entièrement. Grâce à ce dispositif fort ingénieux et inédit, Cugnot réalise trois fonctions différentes :

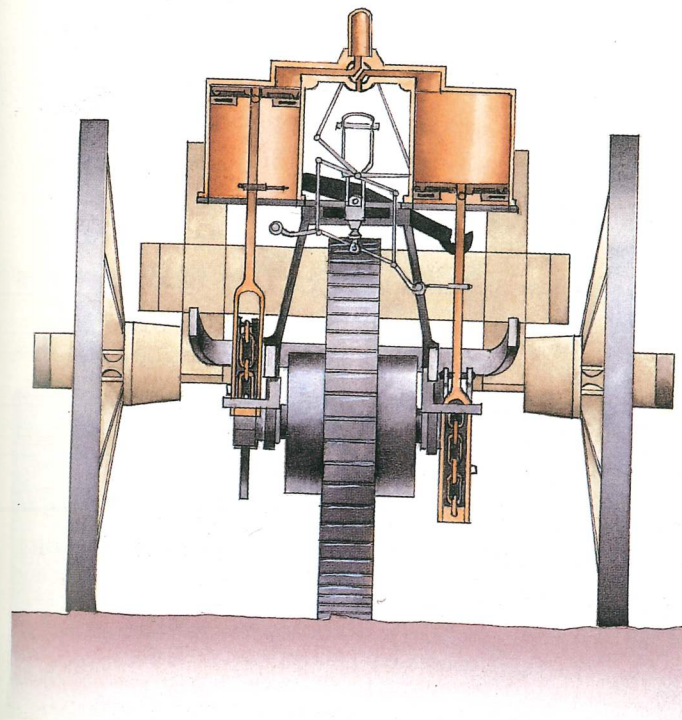


- il transmet la force motrice des pistons à la roue ;
- il réalise une démultiplication, ce qui donne plus de puissance au véhicule ;
- il crée la possibilité d'une marche arrière par basculement du cliquet à deux positions.

Il va de soi que le système de transmission qui

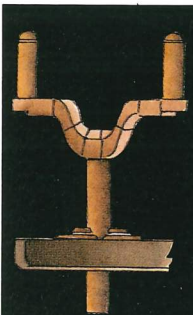
vient d'être décrit est double, chaque piston disposant du même dispositif. La voiture peut ainsi avancer sans à-coups, sa roue motrice étant alternativement entraînée par le piston de droite et par celui de gauche.

Coupe du fardier de Cugnot au niveau des cylindres
(d'après un dessin du 19^e siècle).



◆ Une direction d'un type nouveau

Encore une fois, Cugnot va devoir inventer quelque chose d'entièrement nouveau. Les chariots existants, tirés par des chevaux, possédaient bien un essieu tournant à l'avant, mais sa rotation est commandée par l'attelage. Dans le cas du fardier, cette rotation doit pouvoir être effectuée par le conducteur de l'engin. Et le système qu'imagine Cugnot est finalement très proche des directions à crémaillère en usage



LA DIRECTION

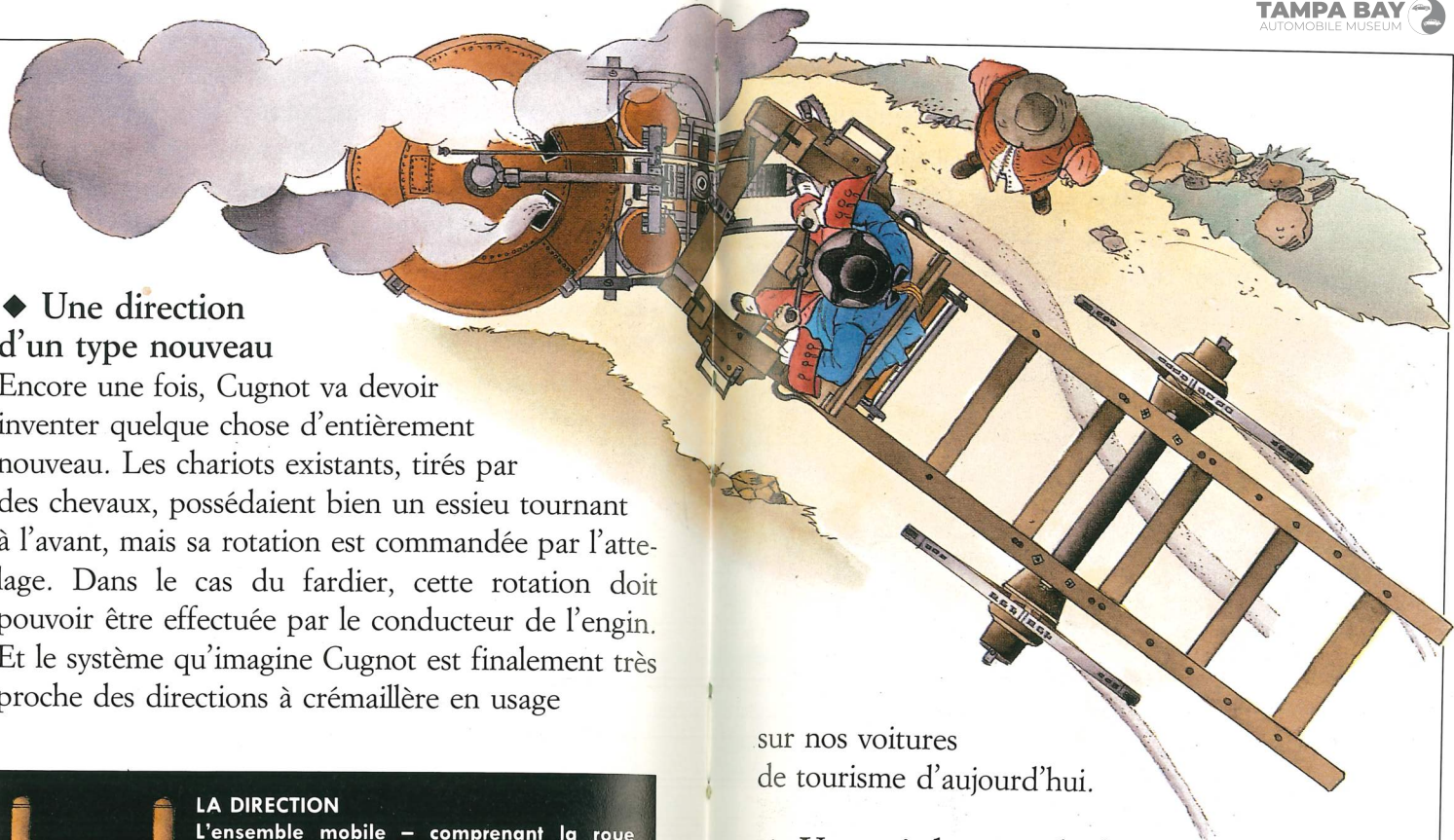
L'ensemble mobile – comprenant la roue motrice, le moteur à vapeur et la chaudière – est articulé autour d'un axe et il est supporté par deux roulettes en fer qui s'appuient sur la face inférieure du châssis. Le conducteur peut orienter le véhicule grâce à deux poignées faisant tourner un axe vertical relié à un petit pignon. Ce pignon engrène sur un secteur denté fixé à l'ensemble mobile et permet de le faire tourner sans effort.

sur nos voitures de tourisme d'aujourd'hui.

◆ Un vrai danger : le freinage

Voici, avec l'alimentation en eau, l'un des problèmes que Cugnot n'a pas résolus et qui font que son fardier ne pouvait être utilisé dans le cadre d'une armée en campagne.

Le seul frein dont soit muni le chariot consiste en une robuste pédale en fer sur laquelle le conducteur



peut appuyer avec ses pieds et qui vient se coincer dans les crans disposés sur le pourtour métallique de la roue motrice. C'est un système encore très proche – mais bien moins efficace ! – de ceux qui sont employés sur les chariots à cheval. Et ce frein rudimentaire aurait bien

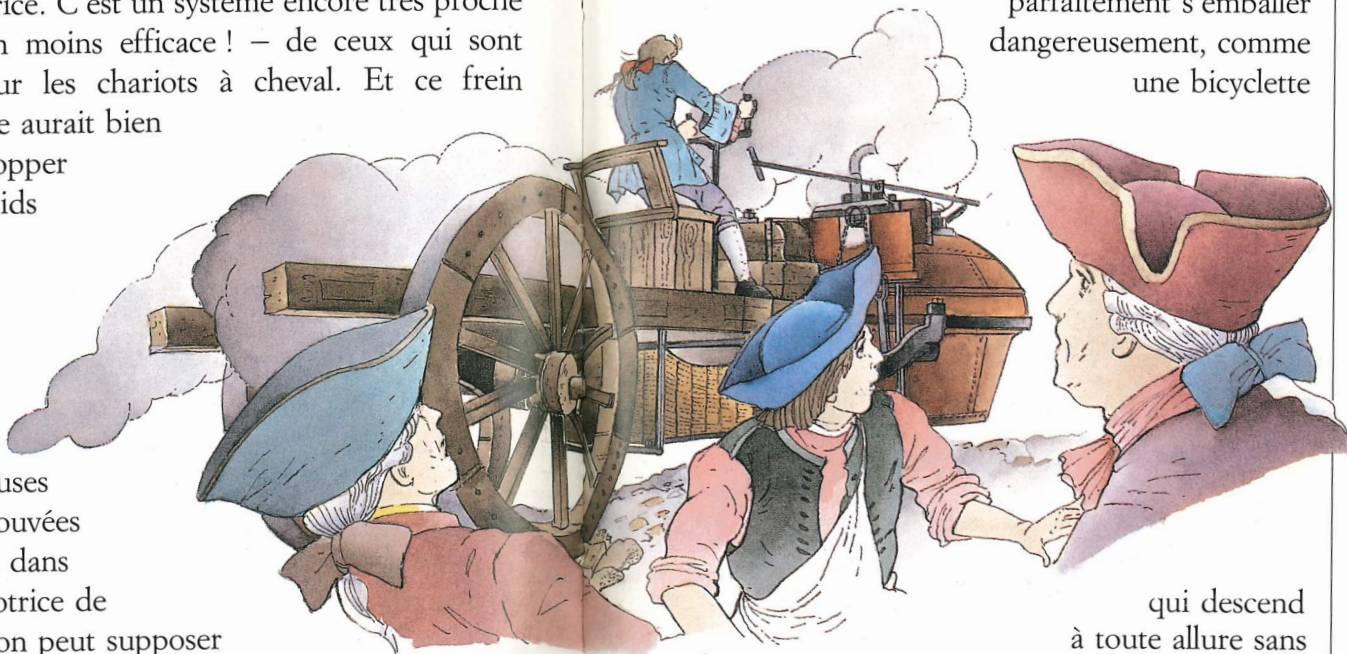
du mal à stopper l'énorme poids du fardier lors d'une descente un peu rapide.

Au vu des ingénieuses solutions trouvées par Cugnot dans la partie motrice de son engin, on peut supposer qu'il n'avait pas encore eu le temps de se pencher sérieusement sur la question.

Si encore le fait d'arrêter le débit de vapeur vers les cylindres avait pu ralentir le véhicule, comme le fait le frein moteur sur nos automobiles, ce frein de fortune aurait peut-être suffi. Mais la transmission à roue libre imaginée par Cugnot ne le permettait pas.

Imaginons alors notre fardier sur une route. En

côte, aucun problème : le véhicule gravit la pente à la force de la vapeur. Mais en descente, il peut parfaitement s'emballer dangereusement, comme une bicyclette

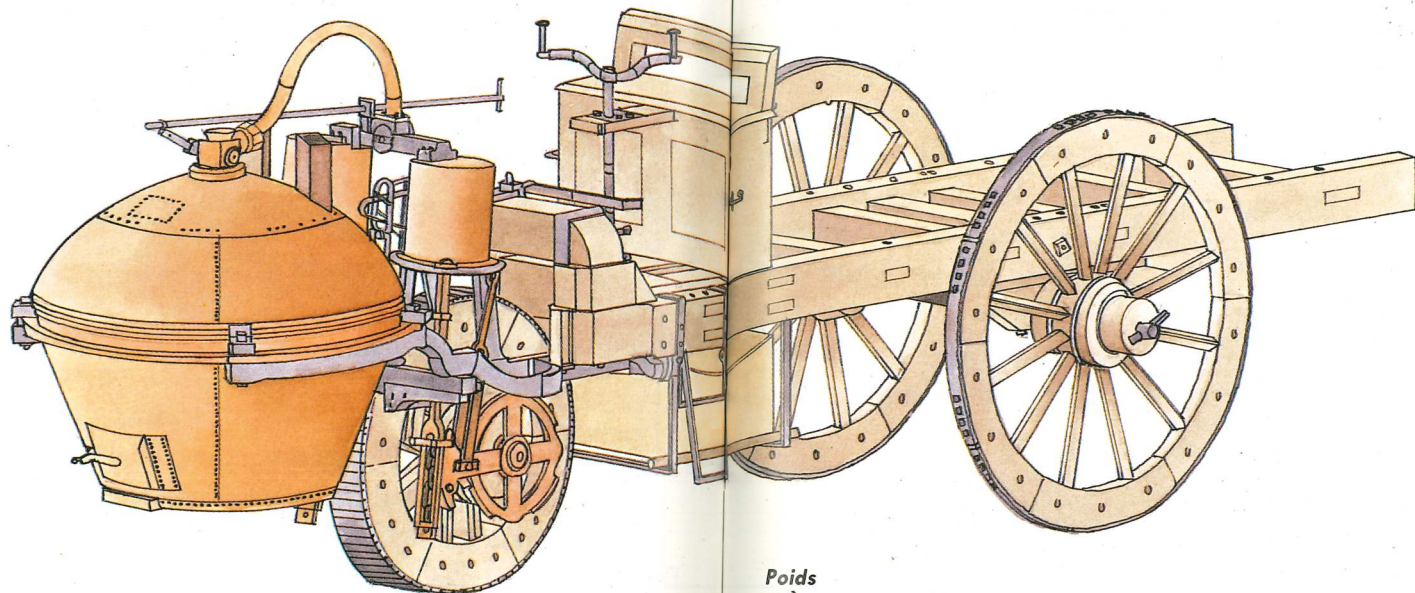


qui descend à toute allure sans qu'on actionne les pédales.

Une légende a longtemps rapporté qu'un premier fardier aurait terminé sa carrière dans un mur, la chaudière ayant explosé sous le choc. Aucun document historique n'a jamais pu prouver la réalité de cette histoire. Cela n'empêche pas que son système de freinage créait toutes les conditions d'un tel accident.

FICHE TECHNIQUE

Moteur	2 cylindres en ligne haute pression à simple effet
Alésage	325 mm
Course	378 mm
Cylindrée	62,72 litres
Combustible	Bois



Transmission	Roue avant par chaîne et roue à rochet
Direction	Marches avant et arrière Pignon et secteur denté

Freins Pédale sur roue avant

Dimensions	
Longueur	7,25 m
Largeur	2,19 m
Empattement	3,08 m
Diamètre roue motrice	1,23 m

Poids	
À vide	2,8 tonnes
En charge	8 tonnes environ

Carrosserie	
Châssis	Plateau en chêne
Roues	En chêne, à rayons, cerclées de fer

Vitesse	3,5 à 4 km/h
----------------	--------------

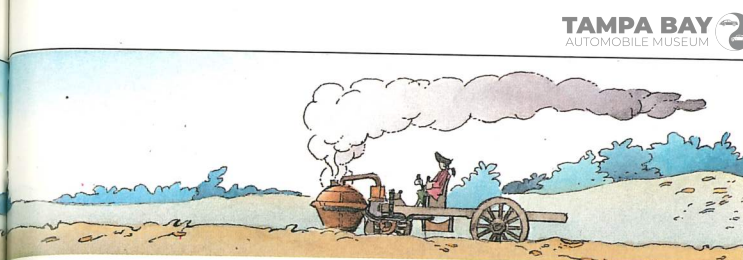


Un petit voyage en fardier



n ne démarre pas le chariot de Cugnot comme une automobile moderne ou comme un poids lourd, d'un simple tour de clé. Il faut en effet disposer de beaucoup de vapeur avant de pouvoir faire avancer le véhicule et, par conséquent, il est indispensable de commencer par faire bouillir l'eau de la grosse marmite.

Première étape donc : remplissons d'eau la chaudière, après avoir vérifié que le robinet de vapeur est bien fermé. Une fois le plein fait de ses quelque cinquante litres d'eau, chargeons le bois et allumons le feu dans le foyer. En disposant celui-ci à l'avant, en porte-à-faux, Nicolas-Joseph Cugnot a sûrement pensé à cet indispensable temps de chauffage de la marmite. Le bois étant placé à l'intérieur du foyer, par la petite porte, on peut aussi accélérer le chauf-



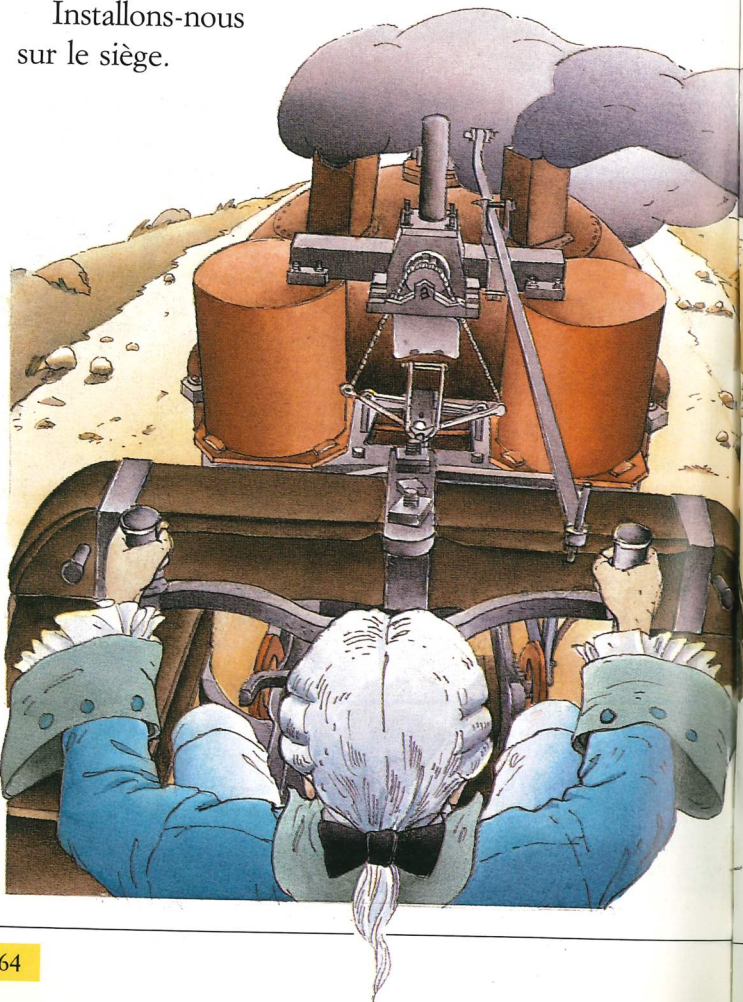
fage de l'eau en allumant un autre feu, très vif, sous la chaudière, à même le sol. Quand la vapeur sera disponible et que le véhicule sera parti, le petit foyer intérieur suffira à entretenir le débit de vapeur.



◆ L'eau commence à bouillir...

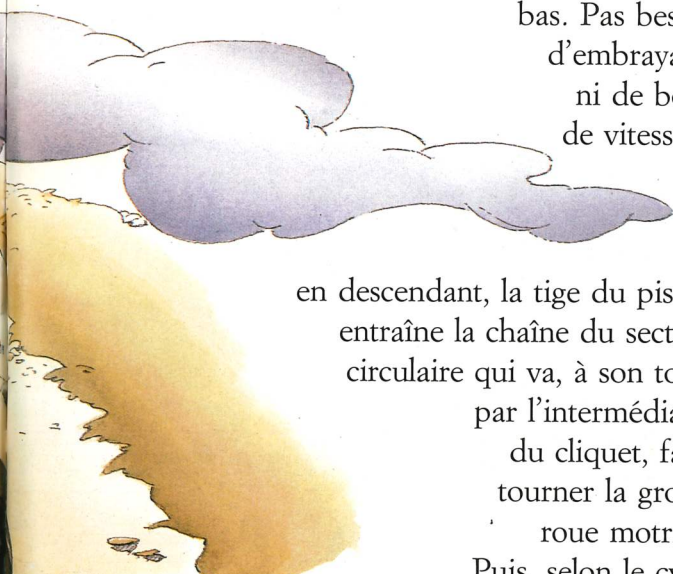
Maintenant, la vapeur se met à jaillir, comme de la soupape d'un autocuiseur. Tout est prêt pour le démarrage !

Installons-nous sur le siège.



Nous actionnons le levier qui va permettre l'arrivée de la vapeur dans le premier cylindre, celui dont le piston est en position haute...

La vapeur pénètre dans le cylindre et pousse le piston, qui entreprend lentement sa course vers le bas. Pas besoin d'embrayage, ni de boîte de vitesses :



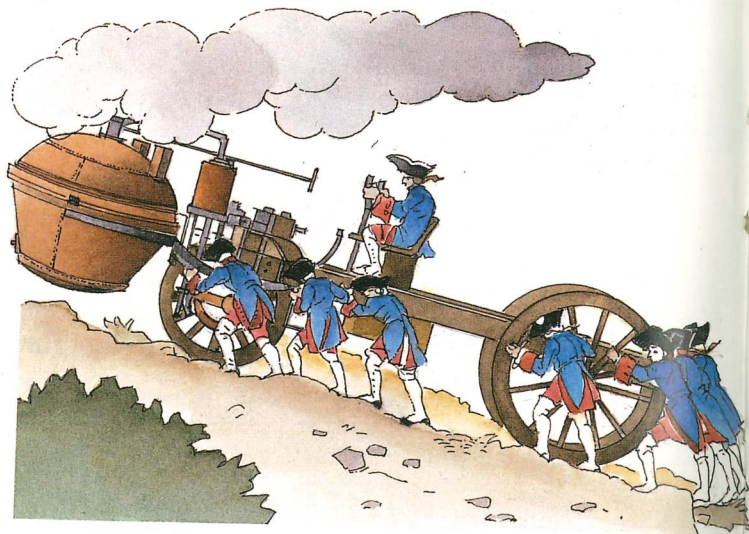
en descendant, la tige du piston entraîne la chaîne du secteur circulaire qui va, à son tour, par l'intermédiaire du cliquet, faire tourner la grosse roue motrice.

Puis, selon le cycle mis au point par Cugnot, la vapeur sera automatiquement orientée vers le second cylindre lorsque le piston sera arrivé au plus bas de sa course.

◆ En route !

Rapidement, le fardier atteint sa vitesse de croisière, celle d'un homme qui marche au pas. Une fois en

route, la conduite du véhicule est beaucoup moins compliquée que celle d'une voiture d'aujourd'hui. Le conducteur – qu'on peut bien appeler ici le « chauffeur » – dispose de trois commandes seulement (et d'aucun instrument !) :

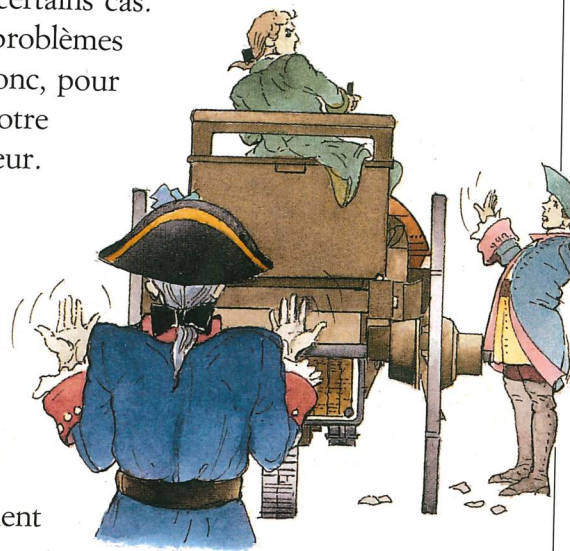


- la tringle qui actionne le robinet de vapeur ; c'est en quelque sorte l'accélérateur du fardier ;
- les poignées de direction, qui fonctionnent comme un volant, mais n'en ont pas encore la forme ;
- le frein à pied qui, vu sa simplicité, paraît tout à fait inadapté aux dimensions d'un tel poids lourd.

À ces commandes, on peut ajouter les deux

cliquets transmettant aux roues le mouvement des pistons. En effet, ces cliquets peuvent pivoter sur leur axe et, selon leur position, faire avancer ou reculer le véhicule. Bien sûr, le changement de sens doit se faire à l'arrêt, mais une marche arrière peut s'avérer fort utile dans certains cas.

Pas de problèmes majeurs, donc, pour conduire notre char à vapeur.

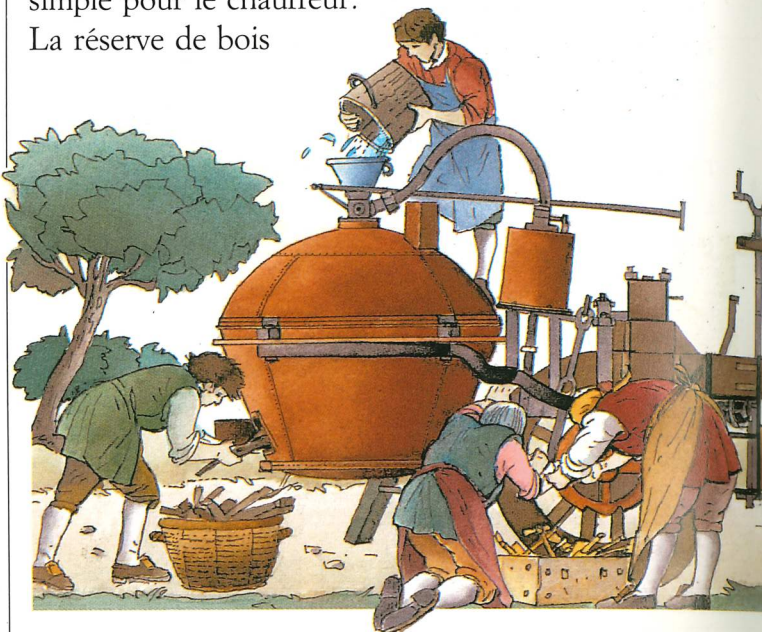


Il faut essentiellement bien suivre sa route en tournant les poignées de direction, et surtout veiller aux descentes, le fardier, répétons-le, ne disposant pas d'un dispositif de freinage à ses mesures.

Il faut aussi éviter de prendre un virage trop serré lorsque le fardier roule à vide, car alors la lourde masse de la chaudière le ferait basculer sur le côté !

Ensuite, comme sur tout véhicule, il faut alimenter le moteur en combustible. Et reconnaissons que, de ce côté, Cugnot n'a pas choisi la solution la plus simple pour le chauffeur.

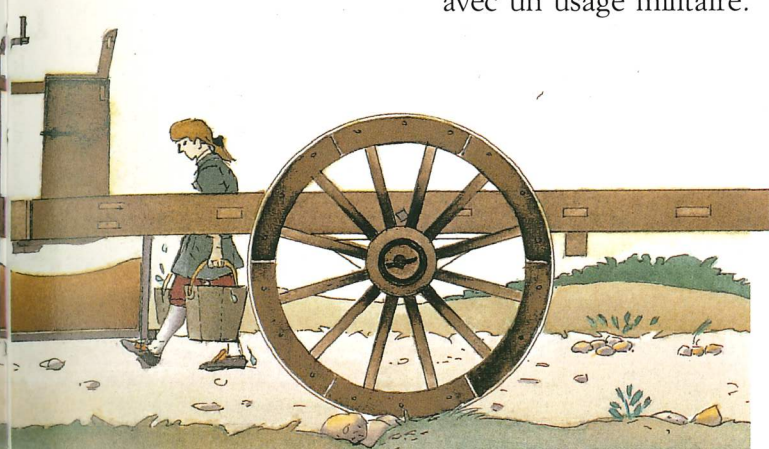
La réserve de bois



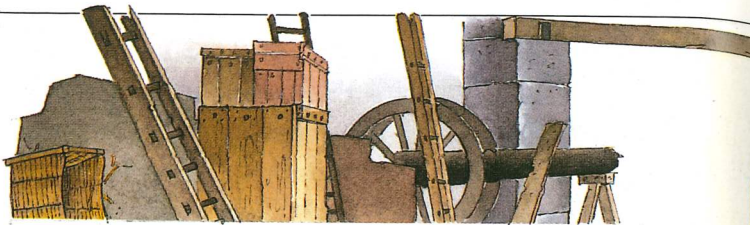
se trouve placée sous le plateau, dans un panier d'osier, et le foyer n'est accessible que par l'avant. Il faut donc, de temps en temps, s'arrêter pour remettre quelques bûches dans le feu, et reprendre ensuite sa route...

Enfin, vient le moment où la chaudière a consommé toute son eau. Cugnot ne semble pas

s'être beaucoup intéressé à ce problème. Sur le premier prototype, la chaudière ne produisait pas de vapeur pendant plus d'un quart d'heure. En supposant que le grand fardier tienne six fois plus longtemps, cela imposait un ravitaillement en eau au minimum tous les dix kilomètres, ce qui n'était guère compatible avec un usage militaire.



Néanmoins, si une fontaine ou une mare d'eau sont suffisamment proches pour « faire le plein », le fardier peut reprendre sa route à son rythme tranquille, dans le halètement régulier de ses pistons. Au loin, imaginons un instant qu'un cheval et son cavalier regardent passer avec étonnement ce curieux « cheval-vapeur »...



Quand le fardier faillit tomber dans l'oubli

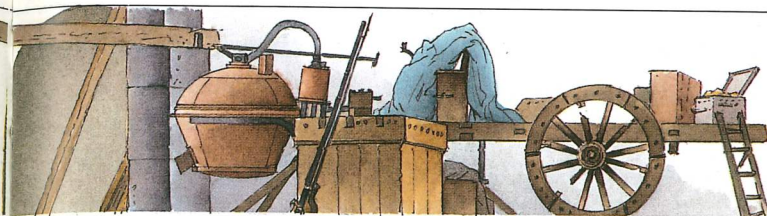


Il s'en est fallu de peu que le fardier ne disparaisse à tout jamais, après l'abandon malheureux des essais, en 1771. L'argent n'ayant pas été mis à la disposition de Cugnot pour continuer l'aventure, le fardier a été abandonné à l'Arsenal. Plus personne ne s'est soucié de l'engin pendant trente ans.

Liberté.

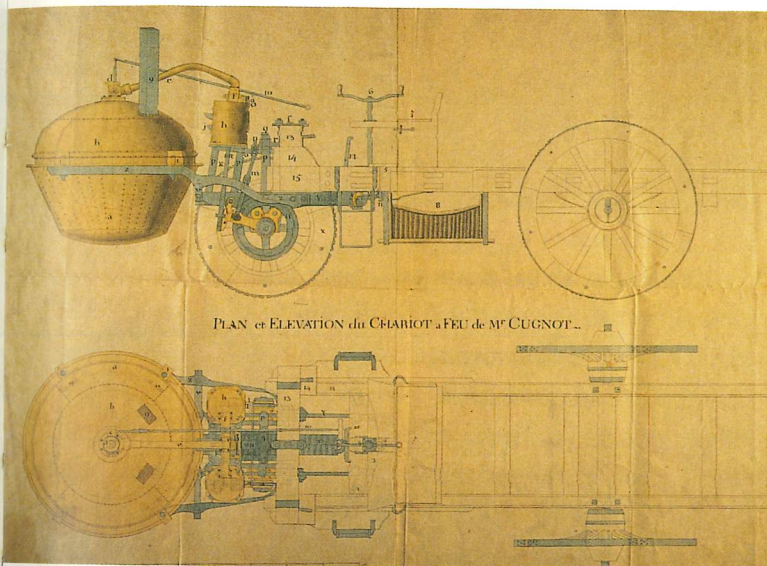
Egalité.

Rolland
Au Président Du Louvoir Exécutif



Le premier qui attire l'attention sur la voiture se nomme Rolland. Il est commissaire général de l'artillerie et signale l'existence de l'engin à Bonaparte, en 1798. Résumant l'histoire de l'invention et soulignant

Le grand plan original du « chariot à feu » de M. Cugnot (détail).

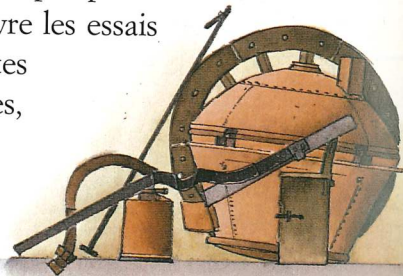


l'intérêt qu'elle peut représenter pour l'armée, il demande qu'un essai soit effectué au bois de Vincennes.

L'Académie est chargée de faire un rapport et de demander à Cugnot sa participation. Mais à ce moment-là, la campagne d'Égypte appelle Bonaparte vers d'autres horizons et le fardier retombe dans l'oubli.

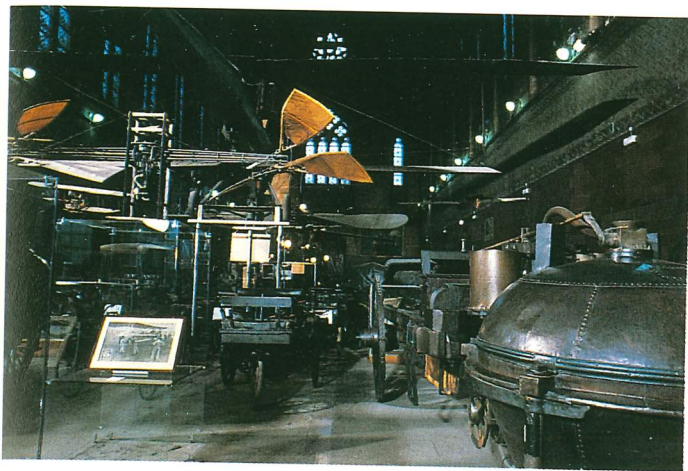
Convaincu de l'intérêt historique et technique de l'engin, le directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, C.P. Molard, demande au ministre de la Guerre, l'année suivante, que le fardier soit déposé dans son établissement, tout récemment transféré dans l'abbaye Saint-Martin-des-Champs, où il se trouve toujours aujourd'hui. Le ministre accepte la proposition, appuyé par les responsables de l' Arsenal qui voient là un moyen de se débarrasser à bon compte d'un engin fort encombrant. En janvier 1800, on commence à le démonter...

Rolland n'abandonne pas pour autant son projet de poursuivre les essais de Cugnot. Il fait toutes les démarches possibles, avant que le fardier entre définitivement dans la chapelle du Conservatoire.



Peine perdue : le déménagement est effectué, du 15 au 17 février 1800.

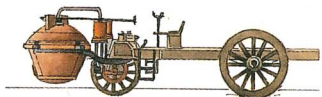
On peut aujourd'hui regretter que ces essais n'aient pas eu lieu à l'époque, apportant ainsi la preuve du génie de Cugnot. Mais le risque était tout



Le fardier dans la chapelle du Musée national des techniques.

de même important. Et si ces essais avaient détruit le fardier ? Si une explosion avait eu lieu ? Ce témoin essentiel de l'histoire des techniques et des transports aurait peut-être irrémédiablement disparu, alors que chacun peut, de nos jours encore, rêver devant l'étonnante machine imaginée, il y a plus de deux siècles, par Nicolas-Joseph Cugnot.

Index



Académie, 14, 72
 Accélérateur, 66
 Alimentation en eau, 46, 57, 69 -
 en vapeur, 19, 50
 Angleterre, 35
 Arsenal, 14, 27, 28, 33, 70, 72
 Artillerie, 11, 12, 22, 23, 24, 29
 Automobile, 34, 36, 57, 58, 62, 64

 Bachaumont, 27
 Bicyclette, 40, 59
 Bielle, 51, 52
 Bonaparte (Napoléon), 15, 70, 72
 Bruxelles, 7, 8, 9, 15

 Carrosserie, 61
 Châssis, 29
 Chaudière, 23, 25, 30, 45, 56, 57,
 59, 62, 63, 65, 69
 Chauffage, 62, 63
 Chemin de fer, 34, 35
 Choiseul (Étienne François, duc
 de), 11, 12, 13, 18, 24, 32
 Combustible, 62, 68
 Commandes, 66
 Condensation, 37
 Conservatoire des Arts et Métiers,
 6, 72
 Cylindre, 28, 41, 45, 46, 49, 50,
 58, 60, 65, 67

 Cylindrée, 47, 60

 Démultiplication, 54
 Dimensions, 61
 Direction, 31, 56, 60, 66
 Distribution, 50, 51

 Effet (simple et double), 48, 49
 Énergie musculaire, 20, 21

 Fiche technique, 60, 61
 Foyer, 44, 45, 62, 63, 68
 Freinage, 19, 40, 41, 57 à 59, 61,
 66, 67
 Fusil, 10

 Gribeauval (Jean-Baptiste
 Vaquette de), 12, 22, 24, 25, 27,
 31, 33
 Guerre de Sept Ans, 8, 19

 Institut de France, 14
 Invention, 9, 11, 13, 34, 40, 56

 Leupold (Jacob), 39, 51
 Locomotive, 35, 36, 46
 Lorraine, 7, 8

 Machine atmosphérique, 24 - à
 balancier, 36, 54
 Machine à haute pression, 24, 39

Machine à vapeur, 13, 16, 20, 23,
 30, 34, 36, 39
 Manivelle, 51, 52
 Marche arrière, 54, 67
 Marie-Thérèse d'Autriche, 8, 23
 Marmite, 42, 44, 46, 50, 62
 Messier (Charles), 15
 Meudon, 31
 Mines, 25, 35, 38
 Modèle réduit, 17, 18, 24, 28
 Molard (C. P.), 72
 Moteur, 29, 34, 46, 48, 56, 60 - à
 explosion, 46
 Moulin, 20, 21, 51
 Musée national des techniques, 18,
 73

 Newcomen (Thomas), 36, 37, 38,
 39, 43

 Papin (Denis), 43
 Paris, 7, 8, 28
 Piston, 28, 40, 41, 46, 48 à 53, 55,
 65, 67
 Planta, 11
 Poids, 61
 Pompe, 25, 38
 Pompe à feu, 25

 Prototype, 13, 17, 18, 28

 Révolution française, 13
 Richelieu (cardinal de), 14
 Rolland, 70, 72
 Roue, 29, 30
 Roue - libre, 40, 53, 58 - à rochet,
 40, 41, 60
 Roue motrice, 55, 56, 58, 61, 65

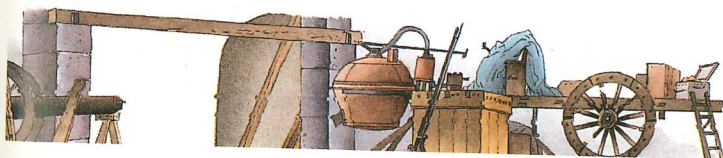
 Saxe (maréchal de), 10
 Seguin (Marc), 45
 Strasbourg, 28

 Traction avant, 34
 Transformation du mouvement,
 40, 52, 53
 Transmission, 30, 40, 51, 54, 58,
 60

 Uhlands (régiment des), 10

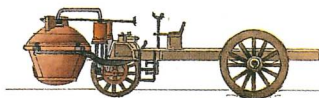
 Véhicule, 34, 35
 Vincennes, 72
 Vitesse, 26, 27, 61, 65
 Void, 7
 Volant d'inertie, 51, 52, 53

 Watt (James), 48, 51



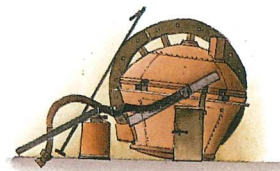
L'histoire de la première automobile

Un ingénieur énigmatique	6
De l'idée au modèle réduit	16
1771 : le grand prototype est prêt	28
Les secrets de la première traction avant	34
Le fardier sous la loupe	42
Un petit voyage en fardier	62
Quand le fardier faillit tomber dans l'oubli	70
Index	74



L'auteur

Ingénieur, adjoint au directeur du Musée national des techniques, Bruno Jacomy est actuellement chargé de la rénovation de ce grand musée. Il vient de publier aux éditions du Seuil *Une histoire des techniques*. Il signe ici son premier ouvrage destiné aux jeunes lecteurs.



CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Nathan (Poupard) : 14/15 ; Rapho (De Sazo) : 14 bas ; Musée national des techniques (CNAM) : 18 (J.-C. Wetzel), 43, 45 (J.-C. Wetzel), 49, 71, 73.

Conception de la couverture
Malte Martin

Achévé d'imprimer en février 1992
par les Imprimeries Maury S.A.
Z.I. Saint-Georges-de-Luzençon - 12100 Millau
Numéro d'imprimeur : B92/16974 M
Numéro d'éditeur : 10005349
Dépôt légal : mars 1992
Loi n° 49-956 du 16 juillet 1949
sur les publications destinées à la jeunesse.
ISBN : 2-09-204538-5

Imprimé en France

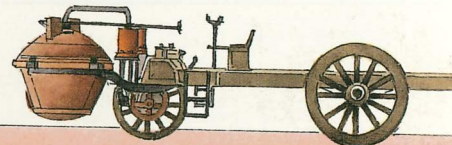
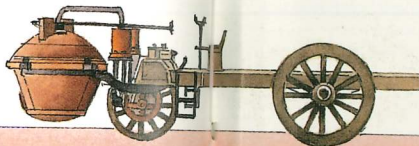
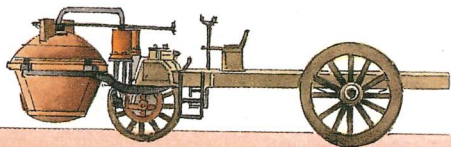
Dans la même collection

Pyramides et pharaons
Les dieux de la Grèce
Dans un village gaulois
Alexandre le Grand
Châteaux forts et chevaliers
Christophe Colomb
À Versailles avec Louis XIV
Les grandes dates de l'histoire de France

Le monde des abeilles
L'évolution de la vie
Le langage des animaux
La vie des gorilles et des chimpanzés
Les origines de la vie

À la conquête de l'espace
À bord des avions d'aujourd'hui
L'océan à la voile
Un Soleil et neuf planètes
La météo, le temps et les saisons
Le chariot à feu de M. Cugnot
Les avions de C. Ader

Les droits des enfants
Tous pareils et tous différents
Les Touaregs du Hoggar
Aujourd'hui en France
À la découverte de l'Europe
Un orchestre et ses instruments



**Les idées neuves d'un ingénieur
bien peu connu. Le fardier,
du modèle réduit au prototype.**

TAMPA BAY
AUTOMOBILE MUSEUM

**Les essais et les secrets
de la première traction
avant. Chaudière,
moteur, transmission...
et freinage : l'ancêtre
des automobiles sous la loupe.
Un petit voyage en fardier...**

À partir de 9 ans



NATHAN

9 782092 045381