

## MÉCANIQUE.

## I

## Le moteur à gaz.

On a appris pour la première fois, au mois de juin 1860, l'existence d'un appareil tout nouveau, présenté par l'inventeur comme devant se substituer à la force motrice de la vapeur. C'est là l'événement de science appliquée le plus important de l'année 1860; aussi apporterons-nous un soin tout particulier à l'examen de cette machine nouvelle.

Et, d'abord, en quoi consiste la *machine* ou le *moteur à gaz*? sur quel principe repose sa construction? Il sera nécessaire, pour bien établir ce principe, de remonter un peu en arrière dans l'histoire de la science.

Vers 1660, c'est-à-dire il y a deux siècles, l'illustre mécanicien hollandais Christian Huygens s'était rendu en France sur les instances de Colbert. Huygens, l'inventeur du balancier et du ressort en spirale pour l'horlogerie, ne pouvait manquer de s'attaquer au problème qui préoccupait tous les physiciens du dix-septième siècle. Il s'agissait de créer ce qui avait jusque-là manqué à l'industrie, c'est-à-dire un moteur puissant et d'un emploi universel. Huygens crut avoir trouvé ce moteur dans la poudre à canon, qui, enflammée, accomplit de prodigieux effets mécaniques. Ce terrible agent, qui n'avait servi jusque-là qu'à la destruction de l'homme, à la ruine de ses œuvres et de ses travaux, le savant hollandais méditait d'en faire

un agent de travail et de richesse universelle. C'était une belle pensée; malheureusement, la science de cette époque ne fournissait pas les moyens de la réaliser. Dans un cylindre parcouru par un piston, Huygens enfermait une certaine quantité de poudre à canon, qu'il enflammait au moyen d'une mèche d'amadou allumée. Comme la poudre en brûlant donne huit mille fois son volume de gaz, il y avait, dans cette subite transformation d'un corps solide en produits aériformes, de quoi produire une action mécanique d'une prodigieuse intensité: c'était l'effet de la mine ou de la pièce d'artillerie heureusement transporté dans le domaine de la mécanique industrielle. L'idée du cylindre parcouru par un piston mobile était à elle seule un trait de génie. Elle ne devait pas périr: l'invention de Huygens est encore aujourd'hui le moyen pratique fondamental de nos machines à vapeur. Malheureusement, rien dans la science rudimentaire de cette époque ne permettait de mettre à profit l'expansion subite des gaz pour obtenir une action motrice. Comment enflammer la poudre à canon dans ce cylindre sans communication avec l'extérieur? A cette époque, l'électricité était à peine connue de nom. Il fallut donc renoncer à ce système.

Notre immortel Denis Papin, l'ami et le collaborateur de Huygens, qui avait vécu quelques années près de lui, lorsque l'illustre Hollandais logeait à la Bibliothèque royale, avait été extrêmement frappé des effets de cet appareil. Il s'appliqua longtemps, mais sans aucun succès, à le perfectionner. C'est alors que, par un autre trait de génie qui valait celui de Huygens, Denis Papin, tout en conservant le cylindre de Huygens et son piston mobile, remplaça la poudre à canon par la vapeur d'eau. Et c'est ainsi que fut créée, vers 1690, la première machine à vapeur.

Il est bien intéressant de remarquer que le nouveau moteur qui vient de faire son entrée dans la science n'est autre chose que la restauration, faite à deux siècles d'in-

tervalle, de l'idée primitive de Huygens. Le physicien hollandais enfermait dans un cylindre de la poudre à canon, qu'il enflammait, et les produits de cette combustion, dilatés par la chaleur, constituaient l'agent moteur. Aujourd'hui, on enferme dans le même cylindre une autre espèce de poudre à canon, une autre espèce de combustible : le gaz de l'éclairage. Car le gaz n'est autre chose qu'un corps combustible ; c'est de la poudre à canon assouplie par la science, rendue essentiellement mobile et transportable, et se prêtant merveilleusement, par sa forme physique, aux emplois que Huygens avait rêvés pour son agent moteur. Au lieu d'enflammer ce combustible par une simple mèche d'amadou, moyen grossier, procédé qui garde le cachet de la science rudimentaire de cette époque, on fait usage, dans l'appareil moderne, du plus subtil des artifices imaginés par les physiciens de nos jours. Un mince fil de platine est disposé à l'intérieur du mélange explosif ; on ménage une faible distance entre ses deux extrémités, et, grâce à l'électricité soudainement envoyée dans ce fil métallique par la machine de Ruhmkorff, une étincelle jaillissant entre les deux extrémités disjointes du fil, enflamme le mélange gazeux.

Sauf le progrès des temps et les perfectionnements introduits par les ressources infinies de la science moderne, il nous semble donc vrai de dire que, par sa belle invention, M. Lenoir n'a fait que revenir, sans le savoir, à la pensée primitive de Huygens, à l'idée qui se fit jour au début de notre période industrielle, et que l'imperfection des moyens scientifiques empêcha de réaliser au dix-septième siècle. Il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que d'un simple rapprochement historique, et que nous ne songeons guère à diminuer en cela le mérite de M. Lenoir, l'inventeur de la machine à gaz dont nous avons à parler et dont nous allons d'abord donner la description.

Au premier aspect, le *moteur à gaz* de M. Lenoir offre

une entière ressemblance avec une machine à vapeur. Un cylindre tout à fait pareil à celui des machines à vapeur est couché horizontalement sur un massif de maçonnerie. Une bielle à coulisse fait tourner la manivelle d'un arbre moteur ; un volant circulaire accumule la force produite. Tout cela rappelle, par l'apparence extérieure, une machine à vapeur horizontale ; mais l'analogie s'arrête là.

Le cylindre du *moteur à gaz* est pourvu de deux tiroirs : l'un est destiné à recevoir le mélange d'air et de gaz d'éclairage, l'autre sert à donner issue aux produits de la combustion de ce gaz. Quand le mélange, qui consiste en 95 parties d'air pour 5 parties de gaz, a pénétré dans le cylindre, le tiroir se ferme et arrête toute communication avec l'extérieur. Aussitôt une étincelle électrique éclate à l'intérieur du cylindre, elle provient d'une machine d'induction de Ruhmkorff mise en action au moment voulu, et grâce au mouvement calculé de la machine elle-même. Cette étincelle enflamme le mélange détonant ; une énorme dilatation, résultant de la chaleur dégagée par cette combustion, s'opère dans les gaz qui remplissent ce cylindre, et la subite expansion de ces gaz lance en avant le piston, dont la tige vient imprimer un mouvement à l'arbre moteur. Quand le piston est arrivé à l'extrémité de sa course, les produits de la combustion s'échappent au dehors par le second tiroir. Bientôt un nouveau mélange de gaz et d'air s'étant introduit dans le cylindre, une nouvelle étincelle électrique l'enflamme, et par la continuité de ces mêmes effets, un mouvement continu se trouve imprimé à l'arbre moteur de la machine<sup>1</sup>.

Il est important de faire remarquer qu'aucun mélange

1. La figure placée au frontispice de cet ouvrage, représente ce nouvel appareil. Les particularités de cette figure peuvent se passer de toute explication ; nous dirons seulement que les deux petits cylindres verticaux renferment les *tiroirs* servant à l'introduction alternative du gaz aux deux extrémités du corps de pompe.

intime n'est préparé d'avance entre l'air et le gaz, de manière à constituer un *mélange détonant* dans le sens que les chimistes attachent à ce mot. On fait arriver dans le cylindre plein d'air, des veines de gaz, qui brûlent simultanément dès leur entrée dans le cylindre, en produisant une série de petites explosions successives, tellement multipliées et d'une si faible amplitude, que l'oreille ne peut les saisir. La force mécanique engendrée par cette combustion n'est donc pas instantanée, brutale pour ainsi dire; c'est une série de petites impulsions qui s'ajoutent sans trop de secousses. Ce n'est pas sans doute l'action douce, graduelle et docile de la vapeur, mais ce n'est pas non plus l'action brusque et violente d'une force brisante, produite instantanément, comme celle qui résulterait de l'inflammation d'un amas de poudre.

Par suite de la chaleur que développe la combustion du gaz à l'intérieur du cylindre, les parois de ce cylindre finiraient par atteindre une température élevée qui altérerait le métal, *gripperait* et déformerait le cylindre et le piston. Pour éviter cet inconvénient, le cylindre est enveloppé d'un manchon de fonte que l'on fait parcourir par un courant d'eau suffisant pour le refroidir. Dans les machines que construit actuellement M. Marinoni, ce courant d'eau froide est fort ingénieusement disposé. Un réservoir d'assez médiocres dimensions dirige, au moyen d'un tube, l'eau froide dans le manchon entourant le cylindre; l'eau échauffée, et rendue ainsi plus légère, retourne au réservoir par sa seule différence de densité. C'est donc la même eau qui, par une circulation continue, sert à refroidir le cylindre.

La consommation du nouveau moteur est d'un mètre cube de gaz pour produire, pendant une heure, la force d'un cheval. Or, un mètre cube de gaz d'éclairage vaut 30 centimes. C'est donc 30 centimes seulement, que cette machine dépenserait par heure et par force de cheval. Trois francs

par journée de dix heures de travail, telle serait la dépense d'une machine de cette force. D'après ce chiffre, il y aurait une certaine économie réalisée sur la machine à vapeur; une machine à vapeur de construction médiocre consomme, en effet, 5 à 6 kilogrammes de houille par heure et par force de cheval.

Telles sont les dispositions principales du *moteur à gaz* de M. Lenoir. Ce qui nous a particulièrement frappé, tout d'abord, c'est que cette machine vient résoudre, par un certain côté, le problème des *machines à air chaud* tant cherché, tant tourné et retourné depuis dix ans, et dont la *machine calorique Ericsson* a fourni la solution la moins imparfaite jusqu'ici.

Depuis une dizaine d'années, par l'esprit de perfectionnement et de progrès propre à notre époque, on a fini par considérer la machine à vapeur, si parfaite qu'elle soit, comme un peu au-dessous de nos besoins économiques, et, de tous les côtés, c'est une émulation générale pour réformer ou détrôner entièrement, si on le peut, le moteur qui a fait tant de prodiges et excité une si juste admiration depuis le commencement de notre siècle. On a trouvé que perdre la vapeur quand elle a produit son action, la rejeter dans l'air, comme dans les machines *sans condenseur*, ou liquéfier cette vapeur, pour jeter à la rivière l'eau chaude résultant de sa condensation, était un contre-sens physique, et l'on s'est mis à chercher un succédané à ce classique et héroïque moteur. Un moment l'électricité a paru devoir prendre la place de la vapeur; mais on n'a pas tardé à reconnaître le peu de fondement d'un tel espoir, en voyant l'insignifiance des effets mécaniques développés par l'électro-magnétisme. On a songé à utiliser l'explosion de la subite conversion de certains liquides en gaz, comme l'acide carbonique et le chlorure de carbone, ou la combustion de la poudre-coton sous un cylindre, selon le

principe de Huygens. Puis, sont venues les *machines à vapeur combinées*, dans lesquelles, au lieu de perdre, en la rejetant dans l'air, la vapeur sortant du cylindre, on emploie cette vapeur, encore chaude, à volatiliser de l'éther, dont la vapeur produit une action mécanique, qui vient s'ajouter à l'effet de la vapeur d'eau. Toutes ces tentatives n'ont laissé, en définitive, rien de sérieux dans la pratique. Après quelques essais, plus ou moins heureux, les machines reposant sur ces principes ont été abandonnées. Seules, les *machines à air chaud* ont été plus heureuses. Grâce à la persévérance de l'ingénieur américain Ericsson, la machine à air chaud a surnagé dans ce déluge d'inventions qui sont apparues avec la prétention de se substituer à la machine à vapeur. En France, divers essais de machines à air chaud ont été poursuivis et le sont encore tous les jours. Nous pourrions citer les noms de vingt mécaniciens qui se sont consacrés à la solution de ce problème et qui s'en occupent encore avec ardeur.

La *machine à gaz* de M. Lenoir vient, nous le répétons, résoudre le problème des machines à air chaud, et cela par un artifice et un détour bien inattendus et en même temps singulièrement heureux. Dans les machines à air chaud d'Ericsson et d'autres ingénieurs français, l'air est dilaté dans un cylindre muni d'un piston, au moyen d'un foyer qui chauffe ce cylindre à l'extérieur. Ici, l'air est chauffé directement à l'intérieur du cylindre, par l'inflammation d'un gaz combustible. C'est là, d'ailleurs, un avantage immense. Le vice capital des machines à air chaud c'était l'action directe du foyer sur le cylindre à vapeur. Le feu appliqué à nu sur un cylindre métallique, voilà une disposition désastreuse; le métal est oxydé, déformé, *grippé* par le feu, et bientôt l'appareil est hors d'état d'agir. C'est par là qu'ont échoué toutes les machines à air chaud. Or, dans le *moteur à gaz*, l'altération du cylindre par le feu n'est plus à craindre. En effet, la température du gaz qui

brûle à l'intérieur du cylindre n'est jamais considérable, et le courant d'eau qui le parcourt à l'extérieur, s'empare à chaque instant de cet excès de calorique. Il nous fut montré, au mois de juillet dernier, chez M. Levêque, un cylindre de cette machine qui, après avoir fonctionné deux mois, était aussi intact que s'il sortait du tour d'alesage.

Ainsi le *moteur à gaz* nous paraît une solution aussi heureuse qu'inattendue du problème, tant poursuivi, des machines à air chaud. Mais quels sont les avantages particuliers, la destination propre de ce nouveau moteur; que faut-il attendre de ses services pour l'avenir de l'industrie? C'est ce qu'il convient maintenant d'examiner.

L'avantage essentiel du *moteur à gaz* réside dans la suppression de tout foyer. Nous ne sommes point édifié sur l'économie qui devra résulter du service journalier de la machine Lenoir, mais nous sommes fortement frappé des nombreux avantages pratiques qui doivent résulter de la suppression de la chaudière et du foyer, moyens qui ont paru jusqu'ici indissolublement liés à l'emploi d'un moteur. Supprimer la chaudière à vapeur dans une usine, c'est simplifier dans une mesure extraordinaire tout ce qui concerne le service mécanique de cette usine. Nous ne dirons pas, avec plusieurs de nos confrères qui ont écrit sur le *moteur à gaz*, qu'avec cette nouvelle machine motrice les explosions ne seront plus à craindre. Il ne nous est pas démontré que l'introduction, en proportions convenables, de l'air et du gaz inflammable, soit toujours assez rigoureusement assurée, pour qu'il ne se forme pas accidentellement, à l'intérieur du cylindre, un mélange détonant qui fasse sauter l'appareil. Mais nous ferons remarquer que les malheurs résultant de l'explosion possible d'un *moteur à gaz* seraient hors de proportion avec les désastres qu'occasionne toujours la rupture d'une chaudière à vapeur. Quand un générateur à vapeur éclate, on voit se produire des phénomènes de projection mécanique d'une

violence effroyable, et dont on peut se faire une idée en considérant la prodigieuse quantité de vapeur qui doit s'élaner en un instant de l'énorme volume d'eau accumulé dans la chaudière. Dans l'explosion d'un *moteur à gaz*, tout se réduirait à la fracture du cylindre, ce qui n'occasionnerait qu'un désastre local. Il y aurait ici la différence qui existe entre les effets comparés de l'explosion d'une mine et d'un canon : la mine emporte tout, le canon ne tue que l'artilleur servant la pièce.

Un avantage certain de l'adoption du nouveau moteur, c'est le peu d'espace que demande son installation. On n'a plus à se préoccuper de l'emplacement considérable qu'exige l'établissement de vastes foyers et de cheminées, aussi bien que de l'emmagasinement du combustible. Si la considération de l'emplacement est quelquefois d'une importance secondaire pour les ateliers et les usines, elle est fort sérieuse au contraire quand il s'agit des bateaux à vapeur, dans lesquels l'emplacement exigé pour les chaudières et la provision de houille absorbe quelquefois les deux tiers du navire, et diminue dans une très-grande proportion les bénéfices du fret.

Une autre conséquence de la suppression de la chaudière et du foyer, c'est la disparition de la fumée, cet ennemi tant poursuivi, surtout dans les usines installées au milieu des villes. Depuis vingt ans, on s'occupe de la question des *foyers fumivores*, et de tous les moyens proposés, tant en Angleterre qu'en France, aucun n'a été définitivement admis dans la pratique; si bien que les règlements d'administration qui, à Paris et à Londres, enjoignent aux usines de brûler leur fumée, n'ont pu recevoir leur application en l'absence constatée de moyens propres à atteindre économiquement ce but. Voilà le problème de la fumivoricité résolu de la plus singulière façon : on supprime la fumée des combustibles, puisqu'on supprime la cheminée et le foyer. Ce ne sera pas là la conséquence la

moins originale, la moins importante, de la découverte de M. Lenoir.

La prodigieuse simplicité de ce nouveau moteur est peut-être sa qualité principale. Pour distribuer la force dans un atelier mécanique, pour mettre en action sur l'heure les machines et les outils, que faut-il faire? Tourner un robinet, le robinet du gaz d'éclairage qui traverse la rue. On n'a pas à s'inquiéter de cet agent moteur, il circule sous le pavé, il est à notre porte, il entre ou s'arrête à notre commandement; il agit ou s'interrompt comme on allume ou comme on éteint une bougie. Bien plus, au moyen du compteur, il se mesure lui-même; le volume dépensé est enregistré tout aussitôt. Ajoutons que cet agent moteur si commode, si peu embarrassant pour la mise en train du travail, n'est pas plus gênant une fois le travail accompli. Après avoir exercé son action mécanique, il disparaît sans laisser de traces, sans occasionner d'encombrement ou d'embarras : de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, voilà tous les résidus que laisse cet agent moteur, qui, entré dans l'atelier à l'état de gaz, en sort sous la même forme. Il est vraiment impossible d'imaginer une force motrice plus commode dans son emploi, plus simple dans la pratique; c'est l'idéal du moteur qui entre dans l'usine pour y accomplir un travail, et qui s'en échappe sans laisser sur son passage d'autres traces que l'impulsion dont il a animé l'atelier. Nous insistons sur ces particularités, car c'est là à nos yeux ce qui domine parmi les avantages du *moteur à gaz*.

En résumé, avec le moteur à gaz, aucune chaudière, aucun foyer, aucun approvisionnement de combustible à faire, pas une minute à perdre pour la mise en train, aucun temps d'arrêt, et, avantage bien rare, aucune dépense pendant l'inaction de l'appareil.

Dans l'énumération des qualités de la machine Lenoir,

il a été émis un aperçu inexact, que nous nous permettrons de rectifier en passant. On a dit que cette machine supprimerait le combustible. *Plus de charbon, plus de combustible!* s'est-on écrié à ce propos; et l'on n'a pas manqué de faire remarquer quelle influence heureuse cette circonstance devait exercer sur l'industrie moderne en assurant la conservation de nos houillères, ce grand réservoir de notre activité manufacturière, cette mine précieuse dont on redoute l'appauvrissement. On oubliait, dans cette naïve considération, que le combustible n'est point, tant s'en faut, supprimé par la machine Lenoir. C'est avec la houille qu'est obtenu le gaz de l'éclairage, et, ce qui est pire, avec de la houille employée tout à la fois et comme combustible et comme source du gaz. La conservation de nos houillères n'est donc pas un argument à invoquer en faveur de cette machine. Si quelque chose, au contraire, doit hâter l'épuisement de nos gisements houillers, c'est certainement la nouvelle machine, en la supposant adoptée dans les deux mondes. Le *moteur à gaz* se recommande par des avantages assez réels pour qu'on n'aille pas invoquer en sa faveur des considérations erronées. Ce qu'il fallait dire, ce qui est seul vrai, c'est que le point de consommation de la houille sera déplacé. Au lieu de brûler du charbon dans le foyer d'une chaudière à vapeur, on en brûlera à peu près la même quantité sous les cornues servant à la préparation du gaz. Le propriétaire du moteur n'aura pas, il est vrai, à s'embarasser de brûler du charbon; c'est l'usine à gaz qui se chargera de cet office; mais, pour être déplacée quant au lieu de l'opération, la consommation de la houille ne diminuera pas pour cela; elle augmentera, au contraire, puisqu'il faudra consacrer à la préparation du gaz hydrogène bi-carbonné de prodigieuses quantités de charbon de terre, si jamais le *moteur à gaz* se substitue partout à la machine à vapeur. L'axiome *ex nihilo nihil* est aussi vrai pour les sciences physiques que pour la philosophie.

C'est là une considération qu'il est peut-être superflu de rappeler à beaucoup de nos lecteurs; mais l'esprit public prend si aisément le change en de telles questions, que l'on nous excusera de rappeler des principes élémentaires.

Dans tous les articles que nos journaux ou revues ont consacrés en 1860 au *moteur à gaz*, on a beaucoup dit que cet appareil vient fournir la solution du problème, depuis longtemps poursuivi, de la distribution des petites forces à domicile. C'est une observation fort juste. Aujourd'hui, la petite industrie est très-mal partagée quant à la main-d'œuvre. La machine à vapeur, qui rend tant de services dans les grandes usines, ne peut seconder le travail du petit industriel, de l'ouvrier à domicile. C'est en vain que l'on a essayé de mettre à la disposition des petites industries et des ateliers d'un très-faible personnel, un agent moteur susceptible d'être fractionné. On a espéré un moment que l'électricité, c'est-à-dire les machines électro-magnétiques, permettraient d'envoyer à domicile ces fractions de force, qui suppléeraient avec avantage à l'insuffisance ou aux embarras du travail manuel. On a également songé à utiliser, dans le même but, la force mécanique résidant dans l'air comprimé. Tout le long du faubourg Saint-Antoine, par exemple, on aurait établi un long canal métallique rempli d'air comprimé; des prises faites, au moyen d'un tuyau, sur le conduit principal, auraient introduit chez chaque fabricant, et aux divers étages de chaque maison, un certain volume d'air comprimé, représentant la quantité de force réclamée pour le travail à accomplir. Ce projet était séduisant, mais on a reculé devant la difficulté d'une canalisation toute spéciale. Il a encore été question, dans les grandes villes où le mode de distribution des eaux potables permet de les élever au plus haut des maisons, de consacrer la pression de ces colonnes d'eau à créer de petites forces, que l'on mettrait à la disposition des ateliers. Mais ici encore il s'agirait d'une canalisation parti-

culière, assez difficile d'ailleurs, car en raison de la différence des niveaux, on ne pourrait alimenter tous les lieux sous une même pression.

Ce défaut de canalisation, qui a empêché l'exécution des projets intéressants que nous venons de rappeler, ne peut plus arrêter dès qu'il s'agit du *moteur à gaz*. Cette canalisation, qui était un empêchement décisif quand il s'agissait de l'air comprimé ou de la pression de l'eau, est toute faite grâce à l'immense et multiple réseau qui, sous le pavé des rues, distribue le gaz dans tous les points et à toutes les hauteurs des villes.

Il est donc certain, grâce à la machine Lenoir et grâce à la canalisation qui est depuis longtemps établie dans l'intérieur des villes pour le transport du gaz, que le problème de la distribution de la force à domicile est désormais résolu. Toutes les industries qui, à Paris ou dans les grandes villes, se trouveraient bien de remplacer par un petit moteur le travail manuel, de substituer aux quatre ou cinq ouvriers servant de manœuvres une force mécanique; d'autre part, tous les établissements qui ont besoin d'un moteur d'une certaine puissance; mais qui ne l'emploient que pendant un court intervalle ou à certains moments déterminés, et qui ne peuvent dès lors recourir à l'emploi trop dispendieux de la vapeur; enfin beaucoup d'industries spéciales qui n'ont point aujourd'hui recours aux machines à vapeur, en raison des prescriptions sévères auxquelles les règlements d'administration soumettent ces appareils; dans tous ces cas, le *moteur à gaz* aura son application toute trouvée.

Voilà ce que nos confrères de la presse scientifique ont dit à propos du *moteur à gaz*, et nous le répétons après eux, en opinant du bonnet. Toutefois, en répétant cette assertion, une réflexion nous vient à l'esprit. Comment se fait-il qu'en présence d'un nouveau moteur satisfaisant aussi bien aux conditions du travail mécanique, fonctionnant avec

autant de simplicité, et même avec plus de simplicité que la vapeur, comment se fait-il que cette opinion ait pris uniformément racine auprès de nos ingénieurs ou écrivains scientifiques, à savoir, que le moteur à gaz ne serait guère propre qu'au travail des petites forces, et qu'il perdrait tous ses avantages quand on essaierait de construire sur le même principe des appareils plus puissants? Tout le monde a dit que le *moteur à gaz*, qui fonctionne à merveille pour des forces de quatre à cinq chevaux, ne pourra servir à construire, avec un bénéfice mécanique suffisant, des machines de vingt à trente chevaux. Nous ignorons sur quels éléments se fonde une telle appréciation; nous ne connaissons aucun fait permettant d'avancer que la force de cette machine ne s'accroîtrait pas proportionnellement aux dimensions données à ses organes. Il nous semble donc que c'est bien gratuitement que l'on a rendu un pareil arrêt, que c'est d'une manière fort arbitraire qu'on a dit au *moteur à gaz*: « Tu n'iras pas plus loin. » C'est peut-être tout simplement parce que les machines construites jusqu'ici n'ont pas dépassé la force de sept à huit chevaux, que nos Aristarques ont prononcé ce jugement bizarre. C'est là d'ailleurs l'histoire de toutes les inventions. Par un esprit invétéré de routine, sorte de rouille intellectuelle dont les meilleurs esprits ont de la peine à se délivrer, on est toujours porté à contenir dans ses limites présentes toute découverte scientifique qui vient à se produire inopinément; on est involontairement disposé à enchaîner sous sa forme actuelle l'invention qui vient à frapper les yeux pour la première fois. Quand le capitaine Delvigne inventa, il y a quelque trente ans, la carabine rayée, les gens habiles prononcèrent que cette invention, pleine d'intérêt d'ailleurs, resterait forcément bornée aux limites où la présentait l'inventeur. Ces grands connaisseurs déclarèrent que l'invention des balles coniques et de la rayure du tube à feu s'appliquait à merveille à la carabine, mais qu'elle n'irait jamais

jusqu'au canon. Voilà ce qui se passe pour l'appréciation de presque toutes les découvertes à leur début, et nous avons bien peur que les savants qui prétendent borner la machine Lenoir à la production des petites forces, ne nous donnent une nouvelle édition de l'histoire du canon rayé. Quant à nous, comme nous ne connaissons aucun fait autorisant une telle conclusion, nous attendrons les résultats ultérieurs de l'expérience pour décider ce point, en supposant que cela soit nécessaire.

La philosophie de ce qui précède, c'est qu'il ne faut pas se hâter de conclure en ce qui touche l'avenir du *moteur à gaz*. Constatons l'état actuel de cette remarquable machine, et attendons les faits pour prononcer sur son extension future.

Les considérations que nous venons de faire valoir contre l'opinion des ingénieurs qui veulent borner aux petites forces le rôle de la machine Lenoir, nous les invoquerons également contre ceux qui prétendent voir, dès aujourd'hui, dans la même machine, un moteur universel; qui parlent de l'appliquer, sans plus attendre, à la navigation, aux chemins de fer, aux locomobiles, voire même à la navigation aérienne<sup>1</sup>. Voici à peu près comment on entend procéder dans ces diverses applications :

Pour remplacer la vapeur dans les machines de navigation, on préparerait, à bord, le gaz inflammable destiné à

1. Nous avons reçu d'un de nos lecteurs, M. E. Abadie, une lettre où cette question est soulevée :

« Dans l'application de la machine à gaz, écrit M. Abadie, on n'aurait plus, comme dans la machine de MM. Giffard, David et Sciana, à emporter des appareils d'un poids considérable. La provision de gaz combustible produirait, en se consumant, une perte de force ascensionnelle qui serait compensée par du lest, et la réduction en vapeur de la petite quantité d'eau qui entoure le cylindre; enfin, plus de crainte au sujet de l'inflammation de l'aérostaf.

« L'emploi de cet appareil, joint à celui de pièces très-légères, aujourd'hui en acier, plus tard en aluminium, permettrait, à égalité de force motrice, de réduire de beaucoup les dimensions de l'aérostaf, et par suite d'augmenter la vitesse, de façon à pouvoir effectuer

animer le moteur. On prendrait, dans ce cas, le gaz hydrogène pur, qui développe, en brûlant, une quantité de chaleur bien supérieure à celle qui résulte de la combustion du gaz de l'éclairage, et qu'il est d'ailleurs très-facile d'obtenir sur le pont d'un navire, sans autres matières premières que de l'acide sulfurique et de la ferraille, sans autres appareils que deux ou trois tonneaux défoncés pour la production et le lavage du gaz. Quant aux locomotives, c'est autre chose. On ne préparerait pas le gaz pendant la marche; on se servirait du gaz de l'éclairage, comprimé à 12 ou 15 atmosphères. On a même conçu l'espoir de rendre inutile l'énorme poids des locomotives, qui est aujourd'hui indispensable pour assurer l'adhérence du convoi sur les rails et la progression des roues. On croit qu'en distribuant cinq ou six appareils moteurs sur toute l'étendue du convoi, afin de répartir uniformément la charge, on obtiendrait une adhérence suffisante pour éviter la rotation des roues sur place et assurer leur progression. En ce qui concerne les locomobiles, les idées sont un peu plus précises, et elles nous semblent plus rationnelles; il est vrai que c'est là le plus-petit côté de l'emploi général de la vapeur. On fait remarquer que la difficulté de manier une chaudière à vapeur, l'appréhension des incendies, l'obligation de débarrasser les chaudières des incrustations ter-

toutes les manœuvres nécessaires pour atteindre la couche d'air où règne un vent favorable. Enfin, en essayant de retrouver la composition du vernis de Fortin, pour enduire le taffetas de façon à le rendre presque complètement imperméable, on arrivera, je crois, à faire faire un grand pas à cette belle question, qui, reléguée parmi les chimères par quelques savants et beaucoup trop discréditée par les essais infructueux d'un grand nombre d'inventeurs qui ignorent souvent les premiers principes de physique et de mécanique, arrivera probablement à une solution complète par l'emploi de moteurs plus puissants que ceux que nous connaissons aujourd'hui.»

L'application à la navigation aérienne d'une machine relativement légère, et qui fonctionne sans aucun foyer, est une idée toute naturelle, et qui, pour ainsi dire, va de soi. Avis aux aéronautes.



reuses résultant de l'évaporation de l'eau, enfin la difficulté de transporter, à travers les sentiers et les chemins vicinaux, cette machine nécessairement lourde quand elle est puissante, ont trop souvent jusqu'ici empêché les cultivateurs d'avoir recours à la locomobile. Toutes ces difficultés disparaissent évidemment avec le *moteur à gaz*, et si l'on objecte qu'il est malaisé de se procurer, en pleine campagne, du gaz d'éclairage, on répond qu'il ne serait pas difficile de faire, à la ville prochaine, un approvisionnement de gaz comprimé. M. Lenoir ajoute que l'on pourrait, dans ce cas, remplacer le gaz par des huiles volatiles ou des carbures d'hydrogène liquides, aujourd'hui à très-bas prix dans le commerce, et qui, réduits en vapeur, rempliraient l'office du gaz. Une fois la machine en train, la chaleur en excès que développe la combustion, et que l'on est obligé de soustraire par un courant d'eau froide, suffirait à volatiliser ces carbures d'hydrogène liquides pour envoyer leur vapeur se brûler dans le cylindre. D'après M. Lenoir, l'appareil servant à alimenter de vapeur inflammable une machine de la force de quatre chevaux, tiendrait dans un chapeau d'homme.

A tous ces projets séduisants, à toutes ces belles perspectives, il n'y a rien à répondre, sinon que ce sont là des vues prématurées. Ce magnifique programme sera-t-il jamais réalisé? le sera-t-il en partie? C'est ce qu'il est impossible de dire aujourd'hui. En fait d'invention et d'industrie, il faut éviter l'office de prophète; c'est un rôle tout à la fois imprudent et inutile. En ce qui concerne le *moteur à gaz*, contentons-nous d'enregistrer les faits présentement établis; ils sont assez importants pour que, même limitée à son état actuel, la découverte de M. Lenoir doive figurer au rang des plus belles créations pratiques de notre siècle. Il est constant que nous possédons aujourd'hui une machine qui a résolu le problème d'exécuter un travail mécanique en supprimant la chaudière et le foyer des ma-

chines à vapeur; que son emploi paraît économique et qu'il est surtout d'une simplicité et d'une facilité surpassant toute imagination. Quant à son effet mécanique, il est certain que l'on a déjà construit une machine de la force de huit chevaux. Enregistrons ces faits, et quant aux applications à venir, évitons de jeter dans le public un espoir ou une défaveur qui seraient également mal fondés.

Il y a dans la machine à gaz plusieurs résultats embarrassants pour la théorie. Les physiiciens et mathématiciens, qui ont été surpris, en 1859, par la découverte si originale de l'*injecteur* de M. Giffard, destiné à l'alimentation continue des machines à vapeur, ont été également pris au dépourvu par l'apparition du *moteur à gaz*, et ils ont quelque violence à se faire pour accepter, en ce qui concerne cette dernière découverte, les résultats de l'expérience. Ce qui nous plaît en M. Marinoni, le très-habile mécanicien-constructeur qui s'est chargé de l'exécution des machines Lenoir, c'est qu'il ne tient pas grand compte de ces hésitations de la théorie. Il y répond comme répondait le philosophe grec; il observe de ses propres yeux les défauts de cette machine; il y remédie par tâtonnements, et il marche, c'est-à-dire il construit.

## 2

Locomotives permettant l'emploi des courbes à petit rayon;  
essais faits au chemin de fer d'Orléans.

On annonce qu'une modification importante aurait été introduite dans la construction des locomotives, pour leur permettre de tourner dans des courbes d'un très-petit rayon. L'importance des courbes à petit rayon, dans le tracé des chemins de fer, est facile à comprendre. Si, au lieu d'être assujetties à une direction constamment recti-

ligne, les voies ferrées pouvaient comporter certaines sinuosités, on réaliserait dans leur exécution une économie considérable. Ce problème, bien des fois étudié, a été résolu en partie par M. Arnoux, grâce au système dit à *trains articulés*, qui a été adopté, comme tout le monde le sait, pour le chemin de fer de Paris à Sceaux. La solution du problème n'a pourtant pas été complète, car avec le système à *trains articulés* qui fonctionne sur le chemin de fer de Sceaux, on ne peut dépasser certaines limites de poids pour le convoi, et cette circonstance a seule empêché le système de M. Arnoux de se généraliser dans les chemins de fer qui ont été construits depuis une dizaine d'années. Celui qui a été essayé, en 1860, sur le chemin de fer d'Orléans, échappera-t-il à cet inconvénient? C'est ce que nous ne sommes pas en mesure de décider.

Dans le système des *trains articulés* établi au chemin de fer de Sceaux, ce sont les wagons qui se trouvent munis d'une articulation leur permettant de suivre les sinuosités de la voie; M. Roy, l'inventeur du système nouveau dont il s'agit, a surtout perfectionné la locomotive au même point de vue.

N'ayant pu assister nous-même aux essais de la nouvelle locomotive, nous empruntons sa description au recueil scientifique populaire *la Science pour tous*, qui décrit en ces termes la nouvelle invention :

« La locomotive est portée par quatre paires de roues qui sont toutes motrices, et par conséquent le poids total de la machine est employé à produire l'adhérence qui donne le point d'appui nécessaire à la traction.

« Des quatre essieux de la machine, les deux intérieurs roulent dans des coussinets fixes, et leurs roues sont couplées à la manière ordinaire; les deux essieux extrêmes roulent au contraire dans des coussinets qui, au lieu d'être fixés invariablement comme les précédents, sont ajustés dans des glissières obliquement dirigées par rapport aux essieux et à l'axe de la machine. La conséquence de cette disposition est la suivante :

« Dans une machine à huit roues ordinaires, les quatre roues de chaque côté sont comprises dans un même plan vertical. Lorsque cette machine s'engage sur une courbe, le plan vertical des quatre roues d'un même côté coupe la courbe suivant une corde, et il faut nécessairement ou que les roues intérieures prennent un excès de saillie sur la voie du côté de la concavité de sa courbure, ou que les roues des extrémités en prennent un correspondant du côté de la convexité de la même courbure. Ce dernier effet est surtout sensible sur la roue d'avant et devient l'une des causes les plus actives de déraillement. A cela vient s'ajouter le parallélisme permanent des essieux agissant dans le même sens et donnant lieu en outre à des frottements de glissement qui fatiguent rapidement le matériel et augmentent dans une forte proportion les frais de traction.

« Dans le système Roy, au contraire, les coussinets des roues extrêmes étant mobiles transversalement, ces roues n'éprouvent de déplacement latéral, relativement aux rails, que la quantité nécessaire pour gagner par la conicité des roues l'excédant de longueur que présente le rail externe sur le rail interne. De plus, la glissière des coussinets étant oblique, l'essieu, déplacé dans le sens de sa longueur, est en même temps légèrement dévié de sa direction primitive pour converger à peu près vers le centre de courbure de la voie.

« Une disposition analogue a été adoptée pour les wagons. Chaque wagon est monté sur trois essieux. L'essieu central est à coussinets fixes, mais il est brisé; ses deux moitiés, réunies par un fort manchon, peuvent tourner l'une sur l'autre, afin de racheter, par l'indépendance des roues qu'il porte, l'inégalité des deux rails. Les essieux extrêmes sont à coussinets mobiles.

« L'essai de ce système, auquel nous avons assisté, a été fait sur une voie spéciale en forme de 8, obtenue par le raccordement croisé de deux cercles de quatre-vingts mètres de rayon. Sous la charge ordinaire d'un train de voyageurs, la vitesse obtenue s'est élevée à quarante-cinq kilomètres par heure. Les wagons simplement retenus par les chaînes d'attache, sans serrage des tampons, à cause de la grande inclinaison que ces wagons prenaient les uns sur les autres, n'ont donné lieu qu'à un lacet peu sensible. L'expérience a donc réussi. »