Description

DES

LOCOMOTIVES

STEPHENSON,

Circulant sur les chemins de fer en Angleterre et en France, et sur celui de Bruxelles à Malines.
Précédée d'un aperçu historique sur les chemins, les rails, la vapeur et les machines à vapeur.

AVEC SIX PLANCHES.

Les chemins de fer sont la *condensation* de l'espace et du temps.

JOBART.

BRUXELLES,
IMPRIMERIE DE J.-B. CHAMPON,
Rue Pierre Plate, n° 11.

1835.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Description

DES

LOCOMOTIVES

STEPHENSON,

Circulant sur les chemins de fer en Angleterre et en France, et sur celui de Bruxelles à Malines.
Précédée d'un aperçu historique sur les chemins, les rails, la vapeur et les machines à vapeur.

AVEC SIX PLANCHES.

L'emploi de la vapeur est la *condensation* de l'espace du temps.

JOBART.

BRUXELLES,
IMPRIMERIE DE J.-B. CHAMPON,
Rue Pierre Plate, n° 11,

1835.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

GEGRÜNDET VON J.F. BENZENBERG 1846. ZÄHLEN ENTSCHEIDEN
STERNWARTE DER STADT DÜSSELDORF

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

APERÇU HISTORIQUE.

L'élément le plus certain de la puissance industrielle et commerciale d'une nation, c'est, sans contredit, l'établissement d'un bon système de communications intérieures, qui puisse faciliter les relations et le transport des objets de toute nature, depuis le lieu de production jusqu'à celui où ils se vendent. Ce système, bien compris et largement appliqué sur tous les points du globe, rapprocherait les limites des nations et des communes, et ferait éclore la liberté illimitée du commerce, objets des vœux de l'époque.

Le besoin a, de tous temps et dans toutes les contrées, dirigé les premiers efforts des peuples vers le perfectionnement de la navigation des rivières, le creusement des canaux et l'établissement des routes. On y attachait une si grande importance, que ce n'étaient pas seulement les grands corps d'état et les personnages les plus élevés en dignité ou en science, qui présidaient à ces travaux, c'étaient encore des génies tutélaires, des dieux auxquels on décernait un culte superstitieux.

Les nations les plus anciennement constituées n'ont rien négligé pour rendre leurs grandes routes belles et commodes. En Chine, elles forment ordinairement de magnifiques promenades bordées d'arbres et de murs pour empêcher les voyageurs

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

de passer à cheval dans les terres ; on y laisse des ouvertures qui conduisent aux villages. Des lieux de plaisir et de repos, des temples et des couvens y offrent, de distance en distance, une retraite aux voyageurs. Une garde veille dans des tours carrées élevées de demi-lieue en demi-lieue pour observer ce qui se passe aux environs et prévenir les désordres. Ce peuple a des itinéraires imprimés de ses douze cents routes : l'ordre des postes et la distance des lieux y sont soigneusement indiqués. La bibliothèque du Musée de Bruxelles possède une de ces belles cartes.

Au Mexique, de Cusco à Quito (500 lieues environ), on parcourait une grande route pavée, soutenue aussi des deux côtés par des murs à hauteur d'appui. Deux ruisseaux coulaient au pied de ces murs, et des arbres plantés sur leurs bords formaient une avenue immense.

La commerçante Carthage fit aussi paver ses voies publiques. La poétique Grèce négligea la solidité et l'embellissement de ses chemins. Rome imita Carthage ; mais elle destinait ses mille voies à la conquête et au ravage du monde, et la Providence les fit servir au bien-être et à la civilisation des peuples.

Telle était la correspondance des routes en-deçà et en-delà du détroit de Constantinople, qu'on pouvait aller de Rome à Milan, à Aquilée ; sortir de l'Italie ; traverser l'Esclavonie ; arriver à Constantinople ; parcourir la Natolie, la Gallicie, la Souri; passer à Antioche, dans la Phénicie, dans la Palestine, dans l'Égypte, à Alexandrie ; aller chercher Carthage à Clysenos ; s'arrêter à la mer rouge, après avoir fait un trajet que l'on peut évaluer à 2380 lieues de France.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Les voies romaines qui traversaient la Gaule, la Belgique et la Grande-Bretagne, n'étaient pas moins remarquables sous le rapport de leur construction, de leur nombre et de leur étendue.

Ces grands ouvrages furent négligés et en partie détruits par les invasions des conquérans venus du Nord et de l'Asie. Charlemagne est le premier des rois de France qui s'appliqua à relever les anciennes voies militaires ; mais ses successeurs, et même Philippe-Auguste, firent d'inutiles efforts pour continuer ces travaux avec succès : sous Charle VI, en 1380, il n'existait plus que des communications difficiles entre les provinces françaises. Les seigneurs et les moines, qui jouissaient presque tous des droits de péage, recevaient sans faire aucune réparation. Cependant, sous Henri IV, l'administration des routes commença à se régulariser ; mais ce n'est réellement que sous l'Empire qu'elle fut fortement constituée.

En Angleterre et en Belgique, les communications n'étaient pas plus commodes qu'en France. De là, surtout, cette démarcation si profonde encore dans le caractère et les habitudes de chaque localité.

Le prince Georges de Danemarck, ayant fait un voyage en Angleterre, dans l'année 1703, raconte qu'il lui a fallu 14 heures pour faire le trajet de Windsor à Londres, 25 milles : « Nous ne quittions, dit-il, nos voitures, que lorsqu'elles versaient, ou que, fixées dans la boue, elles ne pouvaient plus cheminer. A chaque instant, il fallait appuyer les carrosses, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Des hommes et des enfans agiles se tenaient sur la route, et accouraient à chaque instant pour nous porter secours. »

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

En 1783 on établit la première voiture publique d'Édimbourg à Londres : il fallait 12 à 16 jours pour faire la route ; aussi, regardait-on ce voyage comme une entreprise douteuse, extraordinaire, et l'on s'y préparait en fesant d'abord son testament. Aujourd'hui cette distance se parcourt en 42 heures dans toute saison, sans inconvéniens et sans danger.

Cependant l'attention publique se fixait sur la construction des chemins à *rails* de fer. C'étaient d'abord deux rangées continues de madriers de bois destinées à supporter les roues, madriers auxquels on ajouta des bandes de fer plat ; ce furent ensuite des rails ou barres en fonte assujettis sur des blocs de pierre. Enfin, en 1767, on modifia la forme de ces rails et l'on interposa des coussinets en fonte entre eux et la pierre qui les supportait ; puis, on substitua des roues en fonte aux roues en bois, et en 1805, on remplaça les rails de fonte par des rails en fer forgé.

Déjà l'on voyait dans plusieurs villes de l'Italie des rues pavées de deux rangées de dalles en marbre ; déjà dans les carrières de pierre et dans les mines de sel de la Pologne on employait des rouleaux portés sur des madriers pour faire sortir plus facilement les gros blocs du lieu de leur extraction ; déjà Coulomb avait fait des expériences sur le frottement des cylindres métalliques roulant sur des surfaces de même nature.

Long-temps, en Angleterre, en France et en Belgique, on n'avait utilisé les chemins de fer qu'à l'exploitation des forges, des houillères et d'autres mines. Ce sont les Anglais qui les premiers ont mis en pratique des idées qu'on regardait ailleurs comme devant toujours rester dans le domaine de la théorie.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Alors on vit se développer, en Angleterre, plusieurs chemins de fer, sur lesquels se mouvaient une série de wagons pesamment chargés et traînés par un seul cheval.

Pendant que les chemins de fer étaient poussés à ce haut degré de perfectionnement, on appliquait la force expansive de la vapeur d'eau comme moteur, sans songer encore que ces chemins serviraient un jour d'assises réactives aux voitures à vapeur.

Cette force a dû être remarquée dès que l'on eut fait chauffer de l'eau dans un vase clos. Elle est mentionnée dans les ouvrages d'Hiéron d'Alexandrie, qui vivait plus d'un siècle avant l'Ère chrétienne. Il paraît même qu'Anthème de Tralles l'avait employée à la destruction d'une maison.

Le dieu Teuton Busterich était adoré sur les bords du Weser : on remplissait d'eau sa statue, et cette eau, mise en ébullition, fesait sauter les coins qui fermaient l'ouverture de ses yeux et de sa bouche.

On présume aussi que les armes de jet des indigènes de la Nouvelle Guinée étaient mues par la vapeur.

D'autres circonstances historiques permettent également de croire que le ressort de la vapeur avait été remarqué et appliqué à quelques systèmes mécaniques dans la Chine, dans l'Inde et la Perse; mais il paraît que ce n'est réellement qu'en Europe, et de nos jours, que l'on commença à l'apprécier et à l'employer dans les grandes exploitations industrielles et dans les services publics.

Nous croyons utile de rappeler ici l'appréciation qui a été faite de la force élastique de la vapeur.

Dans un vase découvert, l'eau ne s'échauffe que jusqu'à 100°, sous la pression ordinaire de l'atmos-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

phère qui équivaut à $0^m,76$ de mercure : dès cette température, toute la chaleur est employée à faire passer l'eau à l'état de vapeur et devient latente ; cette quantité de chaleur latente absorbée par l'eau pour devenir gazeuse est 5 1/2 fois plus considérable que celle qui a pu élever l'eau de 0 à 100° ; ainsi, un kilogramme de vapeur à la température de l'eau bouillante contient 650° de chaleur, dont 550 ne manifestent pas d'action sur le thermomètre, mais pourraient redevenir sensibles dans le retour de la vapeur à l'état d'eau. C'est ainsi qu'avec 1 kil. de vapeur à 100° on peut porter à l'ébullition 5 kil 1/2 d'eau à 0° par le mélange de ces substances.

Le volume libre de la vapeur d'eau est 1700 fois plus grand que celui d'un même poids d'eau. La force avec laquelle elle se dilate est 2 1/5 plus grande que celle de la poudre à canon.

En général, l'élasticité de la vapeur est toujours en raison inverse du volume qu'elle occupe. Ainsi, la quantité de vapeur qui soutient la pression ordinaire de l'atmosphère en soutiendra une double, si l'espace qu'elle occupe est réduit à la moitié, une triple si au tiers, une quadruple si au quart, etc.

La tension de la vapeur augmente avec sa température. C'est sous ce point de vue qu'on a, par des expériences aussi ingénieuses que souvent répétées, cherché à l'évaluer. Les résultats de ces expériences ont été résumés en formules :

De 1 à 4 atmosphères : MM. Arago et Dulong ont fait usage de la formule de Tredgold, qui est : $t = 85 \sqrt[6]{f} - 75$; t est la température en degrés centésimaux à partir de 0°, et f l'élasticité en centimètres de mercure. Au-delà de 4 atmosphères la formule

adoptée est $t = \frac{\sqrt[5]{f} - 1}{0,7153}$; t est la température en degrés centésimaux à partir de 100 degrés en prenant pour unité l'intervalle de 0 à 100°, et f l'élasticité en atmosphères de $0^m,76$. MM. Arago et Dulong croient que les résultats donnés par cette formule ne seraient pas en erreur d'un degré à 50 atmosphères.

Quant à l'emploi de cette force expansive de la vapeur d'eau, on l'appliqua immédiatement comme simple ressort; puis, en 1698, Savery condensa la vapeur par le refroidissement pour opérer le vide sans piston et sans balancier. En 1707, Newcomen employa le piston à pression atmosphérique; enfin, Watt, en 1763, se servit de la vapeur comme puissance active, d'abord à simple effet et ensuite à double effet, c'est-à-dire par pression alternative de cette force au-dessus et au-dessous du piston, avec condensation de la vapeur en dehors du cylindre pour former un vide qui facilite le mouvement alternatif du piston.

Depuis cette époque, beaucoup de perfectionnemens ont été apportés à plusieurs organes, au fourneau, à la chaudière, à la forme et à l'ensemble du système. M. Edwards imagina les pistons composés de plusieurs segmens de cercle de cuivre, pressés de dedans en dehors par des ressorts à boudin contre les parois intérieures des cylindres à vapeur. M. de Vezzy inventa la machine à rotation immédiate. M. Gilain, de Tirlemont, perfectionna la soupape tournante et d'autres organes; il construit les machines à vapeur avec un haut degré de précision, de beauté et de solidité. MM. Cockrill, Cochaux, Tassin, Poncelet, Favechamps et autres mécaniciens belges se distinguent aussi dans la construction de ces machines. En général,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

le système de Watt est aujourd'hui abandonné pour la haute pression qui est infiniment plus avantageuse et moins dangereuse.

Ce sont aujourd'hui ces machines qui donnent la force motrice nécessaire à l'exploitation de nos mines, au travail du fer, du bois, à la mouture, à la filature, au tissage des étoffes, au creusement des ports, au desséchement des marais et des lacs, etc., et qui, étendues à la navigation et aux transports sur terre, ont commencé une immense révolution dans le monde moderne.

Dès l'an 1695, Papin avait conçu l'application de la vapeur à la navigation; Jonathan Hull publia en 1736 la description d'un bateau à vapeur; Perrier en exécuta un sur la Seine en 1775; mais c'est Fulton qui le premier remplit les conditions exigées pour la vitesse de ces bateaux. Il échoua sur la Seine, mais en 1807, il réussit aux États-Unis. L'Angleterre eut ses bateaux à vapeur en 1812 et la France en 1816.

Lorsque, pour la première fois, les bateaux à vapeur remontèrent le cours du Mississipi, les indigènes crurent voir des génies malfesans et lancèrent sur le bateau une grêle de flèches, comme si c'était un caïman ou un alligator qui se fût approché pour les dévorer. Aujourd'hui ils saluent par des acclamations de joie la venue des *navires à feu*.

Depuis peu on a imaginé un bateau à vapeur *amphibie*, destiné à voguer sur les mers ou les canaux et sur les routes, selon le besoin.

Déjà Watt, en 1769, avait indiqué un moyen d'employer la vapeur à faire marcher les voitures. L'ingénieur Cugnot avait exécuté, en 1770, à l'arsenal de Paris, une voiture à vapeur qui, lors des essais aux-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

quels elle fut soumise, renversa un pan de mur. Il n'avait pu trouver les moyens de bien diriger les mouvemens de cette machine, que l'on voit encore dans les collections du Conservatoire.

Bientôt Richard Trevithick imagina de supprimer l'espace du vide ou la condensation de la vapeur par l'eau froide, en basant l'effet de la machine sur l'excès de la force élastique de la vapeur sur la pression atmosphérique. Le but de l'inventeur était aussi de faire marcher une voiture sur les routes ordinaires; mais les essais en ayant été infructueux, on crut à l'impossibilité d'une telle entreprise; cependant, M. Griffith en 1822 fit mouvoir avec quelque succès une voiture à vapeur sur les routes ordinaires en Angleterre et à Vienne. D'autres mécaniciens tentèrent aussi les mêmes épreuves. On se rappèle que M. Dietz, fit, il y a quelques mois à Paris, un heureux essai de son remorqueur. M. Dietz, père, va également faire mouvoir une voiture à vapeur sur la route de Bruxelles à Anvers. On espère que l'application des voitures à vapeur sur les routes ordinaires triomphera enfin des obstacles que l'on n'a pu vaincre encore complètement.

Cependant, MM. Vivian et Trevithick, songeant à profiter des chemins à rails de fer, construisirent, dès l'an 1804, une machine à vapeur qui fut mise en mouvement sur le chemin de fer de Merthyr-Tydwill, remorquant plusieurs wagons assez pesamment chargés.

Mais, il y avait dans la construction des machines locomotives un point essentiel sur lequel on s'était formé *a priori* une idée fausse qui compromit pendant long-temps leur succès, même sur les chemins de fer : on était persuadé que l'adhésion des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

roues sur les rails ne pouvait offrir une résistance suffisante pour empêcher les roues de glisser et par conséquent de tourner sur place, sans avancer, lorsqu'elles auraient à la remorque une charge un peu forte. On s'attachait donc, avant tout, à remédier à cet inconvénient présumé, et l'on compliquait le mécanisme d'une foule de pièces qui rendaient le service des machines irrégulier et excessivement dispendieux.

Les machines locomotives imaginées par M. Blenkinsop en 1811, par MM. W. et L. Chapman en 1812, et par M. Brunton en 1813, ont visiblement été conçues et exécutées sous l'influence de cette fausse idée. -- La machine de Blenkinsop porte, de chaque côté, des roues dentées, et elle est faite pour rouler à engrenage sur des rails taillés en crémaillères : elle a été long-temps en usage pour apporter à Leed les houilles de Middleton. --- MM. Chapman établissaient l'adhésion au moyen d'une chaîne étendue entre les deux lignes de rails sur toute la longueur de la route et fixée à ses deux extrémités ; une poulie, mue par la machine, était embrassée par cette chaîne, et formait ainsi une espèce de remorque à point fixe : cette machine, établie sur le chemin de fer de Heaton, près de Newcastle, fut promptement abandonnée. — M. Brunton avait essayé d'adapter à l'arrière de sa machine deux longues tringles articulées, représentant des jambes et des pieds, qui s'appuyaient sur le sol et qui poussaient la machine comme l'auraient pu faire des hommes : dans plusieurs épreuves, cette invention parut donner d'assez bons résultats, mais je ne sache pas qu'elle ait été réellement employée.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

On aurait pu, sans doute, varier encore ces essais de mille autres manières et toujours sans succès, si M. Blackett n'avait eu l'heureuse idée de faire des expériences directes pour constater quelle pouvait être l'adhésion des roues sur les rails. Ces expériences furent pleinement satisfaisantes, et, dès le commencement de 1814, M. G. Stephenson avait établi, sur le chemin de fer de Killingworth, une machine construite d'après ce principe : seulement, un reste de défiance sur l'efficacité de l'adhésion des roues sur les rails l'avait conduit à faire frotter aussi les rebords des roues et à adapter encore une chaîne sans fin entre la machine et le fourgon pour profiter aussi de l'adhésion des roues du fourgon. L'expérience démontra bientôt l'inutilité de cette double précaution, et il fut enfin constaté que l'adhésion seule des roues sur les rails est suffisante pour remorquer des charges considérables.

C'est ainsi que les mécaniciens furent lentement amenés dans la véritable voie des perfectionnemens : il n'y avait rien encore de bien établi sur la disposition générale des machines locomotives, ni sur les moyens de recevoir la puissance de la vapeur et de la transmettre aux roues; mais. toute l'attention des constructeurs étant dès lors concentrée sur ce point, on ne pouvait manquer d'obtenir rapidement de grands résultats.

De 1814 à 1829, la construction de ces machines fit en effet des progrès remarquables : on reconnut la nécessité d'employer deux pistons pour donner plus de régularité au mouvement ; les chaudières furent perfectionnées; les engrenages en grande partie supprimés, et le poids du corps de la machine distri-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bué sur les essieux d'une manière infiniment plus avantageuse.

Enfin, en 1829, les machines locomotives furent portées à un degré de perfection qui dépassa toutes les espérances. C'est à cette époque que s'ouvrit, sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester, ce mémorable concours où l'on vit, pour la première fois, des machines locomotives parcourant 10 ou 12 lieues à l'heure avec une incroyable facilité, et restant, malgré cette prodigieuse vitesse, aussi docile sous la main du conducteur que pourrait l'être une voiture à deux chevaux sous la main du cocher.

Les machines présentées à ce concours étaient au nombre de cinq :

La *Fusée*, de M. Robert Stephenson, pesant en tonnes anglaises *5t*,5; — la *Nouveauté*, de MM. Braithwaite et Ericson, *3t*,01; — la *Sans-pareille*, de M. Hackworth, *4t*,15; — la *Persévérance*, de M. Burstall, *2t*,17; — la *Cyclope*, de M. Brandreth, *3t*.

Toutes ces machines étaient d'une construction plus ou moins remarquable; mais la *Fusée* de M. Robert Stephenson sortit seule triomphante de toutes les épreuves de concours et remporta le prix. M. Stephenson fut donc chargé de construire, d'après ce système, toutes les machines locomotives qui devaient rouler sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester : leur nombre est annuellement très-considérable, et l'on conçoit qu'une telle fabrication ne pouvait rester stationnaire entre les mains d'un constructeur aussi habile que M. Stephenson; aussi, tout en conservant le principe de sa première machine, il y a fait d'importans perfectionnemens qui ont été justifiés par l'expérience.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

MM. Mellet et Henri ont fait venir en 1831, une machine Stephenson destinée à leur chemin de fer d'Andrezieux à Roanne. La fonderie de Chaillot a pareillement fait venir une de ces machines en 1833, comme modèle de construction.

Le Gouvernement Belge, emploie aussi les locomotives Stephenson pour le chemin de fer de Bruxelles à Malines. Aujourd'hui, l'on en construit sur ces modèles dans presque tous les grands ateliers de France et de Belgique.

Comme toutes ces machines Stephenson sont construites sur le même système que celle de Chaillot, avec de simples modifications dans quelques organes ou dans la forme, et que ces modifications peuvent être poussées à l'infini sans rien changer au système primitif, nous avons cru que, dans l'intérêt de la science et de l'art, il est indispensable de donner d'abord les plans de celle de Chaillot (*Portefeuille industriel*), et d'indiquer ensuite les changemens qu'elle a subis dans son application en Belgique.

En Mécanique comme en politique une idée, une machine est déjà vieille dès qu'elle a circulé dans le domaine public. Aussi, voulez-vous la prospérité des arts mécaniques dans un pays : importez-y, tant que vous le pourrez, des machines étrangères, faites des lois pour leur facile importation : elles sont déjà vieilles quand elles arrivent; il y a déjà du mieux ailleurs, et vous ne soutiendrez plus la concurrence dans les produits qu'elles doivent fabriquer. C'est la science qu'il faut importer, ce sont les études mécaniques qu'il faut impatrier, encourager par tous les moyens possibles ; qu'il faut surtout introduire, non pas seulement parmi les classes ouvriè-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

res qui, le lendemain, n'ont ordinairement que l'idée de la veille, celle de pourvoir à leur subsistance par leur travail manuel, mais dans les habitudes studieuses des fils de familles aisées, qui, par leur position et par leurs études mathématiques, physiques et chimiques, sont plus capables de se livrer aux hautes conceptions industrielles, et de les réaliser. L'Angleterre et la France en donnent tous les jours des preuves invincibles. L'Ecole de Commerce et d'Industrie, de Bruxelles, est destinée à rendre aussi sous ce rapport le plus éminent service à la Belgique Les Ateliers de construction et le Laboratoire de cet institut, sont en activité et s'appuient sur de fortes études scientifiques et graphiques.

Ne croyons donc pas que les voitures Stephenson remplissent, au plus haut degré possible, la meilleure application de la vapeur aux locomotives : chaque jour on parvient à concentrer, à l'aide de la haute pression (pression au delà de 2 atmosphères) une puissance immense dans des espaces de plus en plus restreints. Récemment sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester, une voiture locomotive de MM. Sharp et Roberts parcourut un mille en 57 secondes, une lieue en 2 minutes 22 secondes et 25 lieues à l'heure. Déjà même on dit qu'en Amérique, on a essayé d'utiliser la vapeur de mercure au lieu de la vapeur d'eau ; mais quelle puissance n'obtiendrait-on pas si l'on fesait usage d'un gaz infiniment plus élastique que la vapeur d'eau ou de mercure, par exemple du gaz carbonique ? Déjà M. le docteur Ritchie s'est occupé, à Londres, d'utiliser dans l'industrie les forces, électro-chimiques, tandis que M. le professeur Guillery essaie à Bruxelles une machine mue aussi par la force du galvanisme.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nous terminerons cette introduction par un aperçu des chemins de fer qui existent déjà ou qui sont actuellement en construction ou en projet.

Chemins de fer en Angleterre.

Du Pont de Londres à Greenwich.
De Liverpool à Manchester.
De Dublin à King's-Town.
De Londres à Birmingham (*en const.*)
De Birmingham à Liverpool (*proj.*)
De Londres à Douvres (*proj.*)
De Londres à Southampton et Portsmouth (*proj.*)

Ce dernier doit ouvrir une communication facile avec les îles de la Manche et avec les ports de St-Malo, du Havre et de Cherbourg.

En France.

De St.-Étienne à la Loire.
De St.-Étienne à Lyon.
D'Andrezieux à Roanne.
D'Alais à Beaucaire (*en const.*)
D'Épinai au canal de Bourgogne (id.)
De Paris à Calais (*projet.*)
Id. au Havre (id.)
Id. à Amiens (id.)
Id. à Dieppe (id.)
Id. à Bordeaux (id.)
Du Havre à Marseille (id.)

En Allemagne.

De Mathausen à Budweis
De Minden à Cologne (*en const.*)
De Dresde à Leipzig (*projet.*)
De Manheim à Bale (id.)
De Emuden à Linz (id.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

De Vienne à Lemberg en Gallicie (id.)
De Francfort à Mayence (id.)

En Grèce.

D'Athènes à plusieurs autres villes grecques.

En Belgique.

Le système de chemins de fer, décrété par la loi du 1er mai 1834, sous le ministre Rogier, aura son centre à Malines. Il se dirigera de là sur Verviers par Louvain, Tirlemont et Liége; sur la frontière de France par Bruxelles et le Hainaut; sur Anvers, et sur Ostende par Termonde, Gand et Bruges.

La ligne sur Verviers rejoindra le chemin de fer, projeté par des actionnaires prussiens, de Verviers à Cologne, en passant par Dalhem, Eupen, Aix-la-Chapelle, Escheweiter, Stolbery et Düren.

La partie de Bruxelles à Malines a été ouverte à la circulation le 6 mai dernier. Les travaux se continuent de Malines sur Verviers. Il y aura 5 passages souterrains, l'un à Bautersem de 500 mètres, l'autre à Cumptich de 600 mètres, le troisième sous la chaussée de Louvain à Tirlemont, et les deux autres sous des chemins communaux; sept autres passages seront voutés sous les grands remblais de la section de Warenne à la Meuse.

L'impulsion étant donnée, espérons que des chemins de fer rapprocheront bientôt toutes les villes et même tous les villages de la Belgique. Quatre bonnes parallèles de rails seraient moins dispendieuses à établir que ne le sont la plupart de nos chemins vicinaux à entretenir dans l'espace de quelques années; et puis un seul homme, un seul cheval traînerait là-dessus autant que 10 à 12 sur les routes or-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dinaires. Un simple rebord mobile aux jantes serait peut-être la seule modification à apporter aux chars de nos fermiers. On garderait d'ailleurs un des chemins actuels entre chaque commune, afin de ne point gêner les transports par les moyens ordinaires. La vente des chemins vicinaux devenus inutiles, et il y en a beaucoup, paierait les rails ; notre armée ferait le reste. Il serait beau que la Belgique prît aussi l'initiative à cet égard.

Ainsi, tandis que les paquebots à vapeur lient l'Inde à l'Égypte, l'Égypte à l'Angleterre, à l'Autriche et à la France, et l'Ancien au Nouveau-Monde ; tandis que de nouvelles communications semblables s'organisent sur toutes les mers ; bientôt mille lignes de chemins de fer lieront aussi tous les États de l'Europe et de l'Amérique. Déjà l'Inde Anglaise en possède quelques-uns. La Russie ne tardera pas à en dérouler dans toute l'étendue de son vaste empire. Et peut-être l'époque n'est pas éloignée où le Kamschadale, le Japonais et le Chinois viendront en locomotives sur nos marchés, en aussi peu de temps que nous en mettons actuellement, nous autres Belges, pour aller à Paris avec les voitures Van Gend et Ce.

En un mot, les chemins de fer et la vapeur paraissent destinés à former la grande chaîne qui unira toutes les nations, et en fera comme une seule nation, assez homogène pour qu'elle tende, par des efforts instinctifs, à ce haut degré de civilisation et de bien-être que nous croyons réservé à l'humanité.

C'est donc au peuple que les chemins de fer et la vapeur doivent être le plus utiles, et cependant le peuple semble repousser ce bienfait ; c'est aux puissans de la terre que ces communications seront le

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

moins utiles, car elles finiront par détruire l'esprit et les préjugés nationaux au profit de l'humanité, et cependant ce sont les puissans de la terre qui concourent le plus activement à ces grands établissemens. Malgré les hommes et les choses, et par eux, la Providence accomplit les destinées de l'humanité.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

§ 1er.

DISPOSITION GÉNÉRALE

DE LA

LOCOMOTIVE DE CHAILLOT.

Cette machine est à quatre roues, comme une voiture ordinaire, mais les roues portent des rebords intérieurs assez saillans qui servent à les maintenir sur la ligne des rails et à empêcher toute déviation latérale, même par les plus grandes vitesses. Les essieux sont fixés dans les roues et tournent nécessairement avec elles : l'un d'eux est droit (pl. 5) et donne à ses deux roues le mouvement qu'il reçoit des manivelles S' et des bielles S''; l'autre est un essieu à deux coudes perpendiculaires entre eux, qui donne aussi à ses roues le mouvement qu'il reçoit, et qui le donne en même temps aux manivelles S' et aux bielles S'' pour qu'elles le transmettent à l'avant-train; cet essieu moteur reçoit lui-même le mouvement des pistons au moyen des bielles *r'*, qui sont articulées d'une part aux deux coudes, et de l'autre aux deux tiges des pistons. La puissance de la vapeur agit sans intermittence pour faire tourner les roues, car, les coudes étant dans des plans perpendiculaires entre eux, l'un des pistons est au bout de sa course quand l'autre est au milieu.

Pour concevoir comment la Machine peut se mettre en mouvement par sa seule puissance, sans autre point d'appui que les quatre points de contact de ses roues avec les rails, il suffit maintenant de concevoir comment les essieux, tout en tournant, peuvent porter en même temps les cylindres dans lesquels se meuvent les pistons, la vapeur qui vient presser ces pistons alternativement dans un sens et

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dans l'autre, l'eau qui engendre la vapeur, la chaudière qui contient l'eau et le combustible qui la chauffe. Tout ce système d'appareil est, comme nous allons le voir, rattaché directement ou indirectement au grand cadre N, qui porte absolument tout, excepté les roues, les essieux et les autres pièces mobiles de transmission de mouvement dont nous avons parlé tout-à-l'heure. Ce cadre rectangulaire, fait en bois, solidement assemblé et revêtu de lames de fer boulonnées, se pose sur les quatre extrémités des essieux par quatre grandes fourchettes correspondantes, dont deux sont vues en N' (planche 1); mais, pour donner en même temps de l'élasticité aux secousses que peut recevoir la charge et pour adoucir le frottement, le cadre porte au-dessus de chaque fourchette un ressort traversé par une forte tige dont l'extrémité s'engage dans un coussinet en cuivre qui embrasse la moitié supérieure de l'essieu. Ainsi, ce sont ces coussinets qui frottent sur les essieux, et c'est par les extrémités des quatre tiges que le poids du cadre et de tout ce qu'il porte se trouve réparti sur les quatre extrémités des essieux. Les coussinets sont à coulisse dans leur fourchette; des boulons et des tringles de consolidation *q''* servent à lier la charge par-dessous les essieux, pour qu'elle ne puisse être soulevée trop haut et jetée de côté. Le cadre porte lui-même la chaudière au moyen des fortes pattes Q, qui sont au nombre de trois de chaque côté; et la chaudière, à son tour, porte le foyer, la cheminée, l'eau, la vapeur, les robinets, les boîtes de distribution, les cylindres, les pistons et tout le reste du mécanisme.

La chaudière, dans son ensemble, a trois compartimens : le premier, celui du bout de l'*avant*, porte les cylindres et la cheminée; le second, celui du bout de l'*arrière*, porte le foyer; et le troisième, celui du *milieu*, porte la plus grande partie de l'eau et une centaine de tubes horizontaux destinés à recueillir la chaleur et à donner issue aux produits de la combustion. La disposition des deux cylindres est indiquée dans la figure 7, où l'on voit le bout; leur forme est représentée dans les figures 10 et 11, où l'un d'eux est coupé verticalement dans le sens de la longueur; la même coupe fait voir encore le piston au milieu de sa course, la tige du piston, la bielle à laquelle elle est articulée, et le coude de l'essieu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

placé en-dessus dans sa vraie position et tiré en avant jusqu'à ce que le piston soit au bas de sa course; dans cet instant l'autre piston, que l'on ne voit pas, est tout-à-fait au bas de sa course, et commence à remonter, tandis que l'autre coude, placé horizontalement du côté de l'avant, va passer *en dessous* pour être repoussé du côté de l'arrière par la bielle et la tige du piston auxquelles il se trouve articulé.

La vapeur qui a produit son effet s'échappe dans la cheminée par le tube K', et détermine un grand tirage dans le foyer; la vapeur qui vient produire son effet arrive par les tubes *g'* (fig. 7) dans les boîtes de distribution, d'où elle est conduite au-dessus des pistons, comme on le voit par les flèches qui indiquent le sens du mouvement. La prise de vapeur se fait dans le dôme E'' de la chaudière; le robinet H sert à régler la quantité plus ou moins grande qu'il en faut laisser passer à chaque instant dans le tube G' et dans les boîtes de distribution, suivant que l'on veut accélérer ou ralentir le mouvement.

L'eau est, comme nous venons de l'indiquer, contenue principalement dans le compartiment cylindrique du milieu de la chaudière, mais il s'en trouve aussi dans le compartiment de l'arrière tout au tour du foyer; son niveau est à peu près maintenu à la hauteur qui est indiquée dans la figure 8.

Le foyer est représenté en coupe transversale dans la figure 8, et en coupe longitudinale dans la figure 10; la grille est en *a;* l'air entre par l'ouvertnre *a''*; le combustible se jette par la porte *b*; la flamme, après avoir chauffé vivement tout l'intérieur du foyer, s'élance dans les cent tubes dont on voit les ouvertures en *b'* (fig. 8), et va se rendre dans le compartiment de l'avant, où il n'y a pas d'eau, pour s'échapper ensuite par la cheminée avec une vitesse d'autant plus grande que la vapeur en sortant détermine une plus forte aspiration.

Le conducteur se place à l'arrière de la Machine, sur l'espèce de galerie qui est représentée dans la figure 6; là, se trouvent à sa portée une pédale t U et quatre leviers Z et Z'', au moyen desquels il peut, instantanément et sans effort, rendre à volonté le mouvement plus rapide ou plus lent, l'anéantir même tout-à-fait, ou le produire en sens contraire si le besoin l'exige.

Tel est l'aperçu général de la machine admirable de

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

M. Stephenson. Il nous a semblé nécessaire de présenter cette rapide esquisse d'ensemble pour que l'esprit puisse saisir plus aisément les détails d'ajustement et de construction que nous allons maintenant développer.

---

§ II.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

DE LA

Chaudière, du foyer et de la distribution de vapeur.

CHAUDIÈRE ET FOYER.

Les deux compartimens extrêmes de la chaudière ont à peu près la même apparence et se trouvent symétriquement placés par rapport au compartiment du milieu. On peut prendre une juste idée de leur forme extérieure en jetant les yeux sur la figure 1, qui représente une élévation générale, et sur les fig. 6 et 7, qui représentent, la première, une vue par le bout du côté du foyer, et la seconde, une vue par le bout du côté des cylindres. Le compartiment du milieu a une forme exactement cylindrique, d'un mètre de diamètre sur environ deux mètres de longueur.

La coupe transversale du foyer (fig. 8), et la coupe longitudinale de toute la Machine (fig. 10), achèveront de faire comprendre le système un peu compliqué de la chaudière et du foyer.

Le foyer, proprement dit, est une caisse à peu près rectangulaire, en forte tôle. La grille *a* fait le fond de cette caisse ;

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

au-dessous d'elle est le cendrier *a'*, dans lequel l'air pénètre par le côté *a''*, qui reste tout ouvert; les barreaux de la grille ont la forme ordinaire, seulement ils sont arrondis à un bout et recourbés à angle droit pour s'engager dans des trous où ils peuvent tourner (*voyez* la vue en dessous, fig. 21), ce qui permet de les écarter par l'autre bout pour faire tomber les scories et de les ramener aisément à leur distance. Dans la paroi supérieure du foyer se trouvent des nervures de consolidation qui sont représentées dans la figure 8; dans la paroi antérieure, du côté du conducteur, se trouve la porte *b* par laquelle on jette le combustible sur la grille; et dans la paroi opposée A se trouvent une centaine d'ouvertures *b'* de 4 à 5 centimètres de diamètre (fig. 8 et 10). A l'autre bout de la chaudière, sur la plaque A' (fig. 10) pareillement en forte tôle, se trouvent autant d'ouvertures correspondantes et de même diamètre. Des tubes ouverts aux deux bouts, qui étaient autrefois en cuivre rouge, et que M. Stephenson fait maintenant en laiton avec un grand succès, vont d'une ouverture à l'autre, et, pour les y sceller hermétiquement, d'une manière durable, on fait entrer de force, à chaque extrémité, des viroles en fer *b''* (fig. 9) qui sont ensuite rivées avec soin sur les bords des ouvertures. Dès que le feu est allumé sur la grille, on conçoit que toutes les parois intérieures du foyer sont vivement chauffées, et que la flamme si l'on brûle de la houille, ou les produits de la combustion si l'on brûle du coke, se précipitent dans les cent tubes, dont la section totale est de 10 à 11 décimètres carrés, pour aller sortir à l'autre extrémité, se répandre dans le grand espace du compartiment des cylindres qu'ils trouvent libre, l'échauffer en passant, et s'échapper enfin par la cheminée A''. Une porte *c* (fig. 7) sert à nettoyer les tubes et à enlever la suie, les cendres et les autres dépôts produits par la combustion.

Autour du foyer, à une certaine distance de ses parois, on construit l'enveloppe extérieure de la chaudière destinée à contenir l'eau, car l'eau enveloppe le feu et dans le foyer et dans les tubes. Les figures 6 et 10 font voir la forme et la position des parois extérieures B et A', l'une en avant du foyer du côté du conducteur; l'autre, en arrière, du côté des tubes. Ces deux parois prennent naissance au niveau des extrémités de la grille et s'élèvent parallèlement en se main-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

tenant à 7 ou 8 centimètres du foyer ; de nombreuses traverses empêchent que cet écartement ne soit augmenté par la pression : la paroi latérale B'' prend aussi naissance sur les deux flancs de la grille, comme on le voit figure 8, et complète la fermeture de ce compartiment de la chaudière. Toutes ces parois sont en feuilles de forte tôle, solidement rivées à toutes les jointures. Le côté B est percé d'une ouverture qui se raccorde, au moyen d'une espèce de manchon avec l'ouverture de chargement du foyer, et c'est sur lui qu'est fixé la porte *b*. Le côté B' est percé d'une large ouverture circulaire qui a plus d'un mètre de diamètre, dans laquelle passent les cent tubes. Enfin, le grand cylindre en tôle CC', ouvert par les deux bouts, vient se river à son tour, d'une part, sur les bords de l'ouverture précédente du côté B', et, de l'autre part, sur la plaque A' qui lui sert de fond.

Pour consolider encore tout ce système, il y a 9 grands boulons *c' c'* qui s'étendent de la plaque antérieure B à la plaque A', et qui sont fortement serrés avec des écrous à leurs deux bouts ; on en voit la coupe (fig. 8) au-dessus des nervures du sommet du foyer : ces boulons sont un peu au-dessous du niveau habituel de l'eau. On a coutume de revêtir le cylindre de fortes douves en bois, assemblées et serrées par six cercles en fer *c''* (fig. 1), qui donnent à cette partie de la chaudière toute l'apparence d'un tonneau.

On voit, d'après cela, comment l'eau qui vient dans la chaudière enveloppe d'abord de toute part le foyer à partir du niveau de la grille, puis, en s'élevant davantage, se répand librement dans le grand cylindre CC' jusqu'au fond A' où elle est arrêtée, enveloppe tous les tubes, passe au-dessus du sommet du foyer, et peut circuler sans difficulté dans cet espace tout en se trouvant distribuée sur une immense surface de chauffe.

MOYENS DE REMPLIR, DE VIDER ET DE NETTOYER LA CHAUDIÈRE.

Quand la Voiture est en mouvement, quand elle parcourt cinq, dix, quinze ou vingt lieues à l'heure, il y a une con-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sommation d'eau considérable, qui peut être, comme nous le verrons, d'environ vingt ou trente kilogrammes par minute : ainsi il y a nécessité indispensable de réparer à chaque instant cette consommation, car, sans cela, le niveau de l'eau baisserait rapidement dans la chaudière, il y aurait moins de surface de chauffe, et, ce qui est bien plus à redouter encore, il y aurait danger imminent d'explosion. En effet, les surfaces de chauffe qui seraient à découvert pourraient être promptement portées à une haute température, et, quand une secousse viendrait à projeter l'eau sur ces surfaces trop chaudes, il y aurait vaporisation instantanée et explosion malgré le secours des soupapes de sûreté. Le renouvellement de l'eau dans la chaudière pour la maintenir à peu près à un niveau constant est donc une condition essentielle de sûreté et de succès dans la construction de ces machines. Cette condition est remplie au moyen de deux pompes alimentaires, symétriquement placées de chaque côté du cylindre CC' : l'une de ces pompes est vue en place dans la figure 15, elle est représentée sur une échelle plus grande dans la figure 18, et son piston est mis en jeu comme on le voit dans la figure 19.

Pompe alimentaire. — Le corps de cette pompe est représenté en D, le piston en D'; elle est aspirante et foulante ; *e* (fig. 18) est la soupape d'aspiration, *e'* la soupape de refoulement. Au-dessous de la première est le tuyau d'aspiration (fig. 15) qui peut être ouvert ou fermé au moyen du robinet *d* ; au-dessus de la seconde est latéralement placé le tuyau de refoulement sur lequel se trouve le robinet *d'* : les tiges de ces robinets se prolongent de manière que leurs poignées soient à la portée du conducteur. Le piston est cylindrique et passe dans une boîte à étoupes qui peut être plus ou moins serrée au moyen de l'anneau à bride D'', dont la bride est elle-même serrée par trois écrous contre la bride du corps de pompe. Dans les appareils de cette espèce, le piston et le corps de pompe ne se touchent jamais, c'est la boîte à étoupes qui fait la fermeture.

L'eau se puise dans le *fourgon d'approvisionnement*, qui est lié à la Machine et qui la suit dans sa route pour porter l'eau et le combustible en réserve ainsi que diverses pièces de rechange dont on peut avoir besoin. Le tuyau d'aspi-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ration étant prolongé jusqu'au réservoir du fourgon, le robinet *d* étant ouvert, et le piston D' étant par exemple au bas de sa course, on conçoit que, s'il est graduellement tiré, l'aspiration a lieu, la soupape *e* se lève, et le corps de pompe se remplit jusqu'à ce que le piston soit au sommet de sa conrse; alors, en redescendant, il refoule l'eau, parvient à vaincre la pression de la vapeur de la chaudière qui se transmet sur la soupape *e'*, soulève cette soupape, et lance dans la chaudière la totalité de l'eau qui avait été aspirée. La pompe qui est de l'autre côté de la chaudière produit le même effet. Ce jeu des pompes alimentaires, sans cesse répété, entretient le niveau à la hauteur qu'il doit avoir. On voit sur la figure 18 le petit conduit *d''* par lequel est graissé le piston, et, dans la figure 15, on voit au-dessus de *d''* le petit réservoir qui fournit l'huile destinée à cet usage.

Le piston est mu, comme on le voit (fig. 19), par une pièce *e''* qui établit une liaison entre la tige du piston à vapeur et le piston de la pompe alimentaire, de sorte que, pendant la route, les pompes alimentaires donnent autant de coups que les pistons à vapeur. C'est ainsi que l'alimentation est à peu près proportionnée à la dépense; elle se règle, du reste, par le robinet *d'*.

Niveau. — Le niveau de l'eau dans la chaudière peut, à chaque instant, être vérifié par les deux robinets *f* et *f'* : le premier, qui est le plus élevé, doit toujours donner de la vapeur, sans quoi le niveau serait trop haut et il faudrait ralentir l'introduction; le second, qui est le plus bas, doit toujours donner de l'eau, sans quoi le niveau serait trop abaissé et il faudrait activer l'introduction. Le conducteur peut, d'un instant à l'autre, tourner ces robinets pour s'assurer de l'état de la chaudière.

Il y a aussi quelquefois un tube ordinaire de niveau *f'''* (fig. 6), sur lequel le conducteur peut jeter les yeux pour avoir une indication approximative du niveau.

Vidange. — Au bas du côté B de la chaudière (figure 6), on voit deux robinets *g*, *g* qui sont destinés à vider la chaudière de la totalité de l'eau qu'elle contient; ces robinets sont vus pareillement dans les figures 1, 10, 15 et 21 : ils sont d'un assez grand diamètre pour que l'évacuation soit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

prompte, mais ils ne peuvent être ouverts qu'avec une clé particulière.

Nettoiement. — La chaudière porte deux grandes ouvertures (fig. 10) : l'une supérieure E, qui est le *trou d'homme*; l'autre inférieure et opposée E', par laquelle on peut faire sortir tous les dépôts : elle sont l'une et l'autre fermées par des couvercles boulonnés.

SOUPAPE DE SURETÉ, ET DISTRIBUTION DE LA VAPEUR.

Soupapes de Sûreté. — Les machines locomotives ne pouvant être des machines à condenseur, il y a nécessité de donner à la vapeur une tension plus grande qu'une pression atmosphérique. M. Stephenson construit ses machines pour une tension capable de soulever 50 livres avoir du poids, par pouce carré anglais, lorsqu'elle atteint sa limite, ce qui fait 3*k*,518 par centimètre carré, ou 3*atm*,4 en sus de la pression atmosphérique. La température correspondante à cette tension est de 148°,2 ou environ 148° centigrades. Il y a deux soupapes pour reconnaître et pour limiter cette tension : l'une F (fig. 10); l'autre F', qui est hors de la portée du conducteur et qui se trouve surmontée d'un long tuyau F''.

Dans la première, le levier (figure 1) qui presse sur la soupape vient s'engager, par son extrémité libre, sur une tige taraudée qui est attachée à un ressort; en tournant dans un sens ou dans l'autre l'écrou qui se meut sur la tige, on bande ou l'on débande à volonté le ressort, et l'on augmente ainsi ou l'on diminue à volonté la pression qui s'exerce à l'extrémité du levier. La tige porte un index qui parcourt des divisions tracées sur le tube qui contient le ressort, et, par la position de l'index, on juge du degré de pression. Le conducteur peut donc aisément, si le besoin l'exige, laisser échapper la vapeur lorsqu'elle atteint la pression de 3 atmosphères, ou de 2 atmosphères et demie, ou toute autre valeur, comme aussi il peut tout-à-fait l'empêcher de sortir par cette soupape en donnant au ressort une tension suffisante.

La seconde soupape F' est, à proprement parler, la sou-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

pape de sûreté ; au lieu d'être simplement, comme les soupapes ordinaires, chargée d'un poids proportionné à la section de l'orifice qu'elle couvre, elle est chargée ou pressée de haut en bas par la tension d'un ressort en acier composé de 8 ou 10 lames courbes accouplées deux à deux de manière que leurs concavités se regardent; ces couples sont superposés, et chacune de leurs extrémités, terminée en fourchette, est guidée par une tige; le disque de la soupape ne peut se soulever qu'en faisant fléchir ces ressorts, dont on a d'avance réglé la tension.

Le tuyau F'' sert à élever le brouillard résultant de la condensation de la vapeur, afin que le conducteur ne perde pas de vue sa route.

Conduite de la vapeur de la chaudière jusqu'aux boîtes. — Au-dessus du sommet de la paroi latérale B'' de la chaudière, qui enveloppe le foyer, s'élève un dôme en cuivre E'' (fig. 10) vers le haut duquel se trouve la prise de vapeur au moyen du tube vertical G; la vapeur est ensuite conduite aux boîtes à tiroir au moyen du robinet de distribution H, du tube horizontal G'G'', et des deux tubes descendans *g'* (fig. 7).

Le tube G (fig. 10), qui a environ 15 centimètres de diamètre, s'élève vers la partie supérieure du dôme, afin que les secousses de la Voiture ne puissent jamais projeter l'eau de manière à la faire pénétrer dans son ouverture.

Le robinet H (fig. 10) est représenté en coupe verticale dans la figure 16, et en vue debout dans la figure 17 : cette vue debout est prise, en supposant que le tube G'G'' ait été enlevé, à partir de la bride qui l'unit au robinet.

Dans ces deux dernières figures, dont l'échelle est une fois et demie celle de la figure 10, on voit que le robinet H se compose de l'axe *h'*, de la clé *h*, et d'un tronc de cône creux et sans base portant une ouverture latérale ou une fenêtre *h''*. Le tube qui termine la partie inférieure du tube G, et qui se joint par une bride au tube G'G'', forme lui-même le boisseau du robinet. La longueur de l'ouverture *h''* dans le sens de l'arête du tronc de cône, est presque égale au diamètre du tube G; sa largeur se voit distinctement dans la vue debout, elle occupe environ le quart de la circonférence du cône. Quand la fenêtre *h''* est tournée en-dessus,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

comme dans les figures 16 et 17, la vapeur entre abondamment dans le tronc de cône, sort par le bout tout ouvert qui est du côté de G, traverse le tube G'G", se distribue et descend dans les boîtes par les tubes verticaux g' : si, au contraire, la fenêtre h'' est tournée en-dessous, toute communication est interceptée entre le tube G et le tube G'.

Le conducteur peut donc, en tournant plus ou moins la clé h, qui est à sa portée, ouvrir plus ou moins la fenêtre h'' et régler à volonté la quantité de vapeur qui arrive dans le tube G'G"et, de là, dans les boîtes par les tubes g'. On voit sur la figure comment l'axe h' est ajusté au bout antérieur du boisseau et dans la paroi B de la chaudière, de telle sorte qu'il puisse tourner aisément sans laisser rien passer ni du dehors au dedans du robinet, ni du dedans au dehors de la chaudière.

Passage de la vapeur dans les boîtes à tiroir ou boîtes de distribution. — Chacun des tubes g' aboutit à une boîte à tiroir qui distribue la vapeur dans l'un des cylindres de la Machine : les deux boîtes et les deux cylindres étant exactement pareils, il suffira d'indiquer l'une de ces distributions, et nous choisirons celle qui est représentée en coupe et dans sa véritable position dans la figure 10, planche 3, et qui se trouve encore représentée séparément sur une échelle une fois et demie plus grande dans les figures 11 et 12.

La figure 11 est une coupe longitudinale du cylindre, du piston et de la boîte de distribution.

La figure 12 est une coupe transversale de la boîte, et une vue de bout du cylindre.

On voit, dans la figure 12, que la boîte est divisée en deux compartimens : l'un, I', qui est le compartiment d'entrée, où la vapeur arrive par le conduit latéral H' sur l'orifice duquel aboutit le tube g' (fig. 7) ; l'autre, I", qui est le compartiment de sortie, d'où la vapeur sort par le conduit latéral H" sur l'orifice duquel aboutit le tube K, K' (fig. 7), qui porte la vapeur dans la cheminée lorsqu'elle a produit son action mécanique.

En jetant maintenant les yeux sur la figure 11, on voit :

1° Qu'il y a aux deux extrémités du cylindre deux petits conduits i' qui aboutissent au compartiment I';

2° Qu'il y a aux deux extrémités du compartiment I" deux

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

petits conduits *i*'' qui aboutissent pareillement dans le compartiment I';

3° Qu'il y a dans le compartiment I' deux pièces *i*, *i* liées entre elles et à la tige I, qui ne sont pas représentées dans la figure 12. Ces pièces et celles qui les unissent forment ce qu'on appelle le *tiroir*; elles sont représentées séparément dans les figures 14 et 14 *bis*.

Le tiroir se compose de plusieurs pièces, savoir :

1° Des deux cadres de fer *k*, *k* vus en élévation et en plan dans la figure 14 ;

2° Des tiges taraudées en sens contraire, qui les unissent au moyen de l'écrou *k*';

3° De la tige I ;

4° Des deux boîtes en cuivre qui se placent dans les cadres, dont l'une est représentée en coupe et en plan à gauche de la figure 14 *bis*.

La figure 11 montre distinctement la position relative des cadres et des boîtes ; on voit que les cadres sont posés sur les rebords inférieurs et saillans des boîtes Le tiroir est dans l'une de ses positions extrêmes : en repoussant graduellement la tige I pour la faire glisser dans sa boîte à étoupes, tout le tiroir va glisser de droite à gauche, et il importe de remarquer les dispositions suivantes :

1° A mesure que le tiroir s'avancera dans cette direction, les rebords inférieurs des boîtes en cuivre, qui sont soigneusement dressés et qui joignent très-bien sur la cloison en fonte qui sépare les deux compartimens I' et I'', fermeront de plus en plus les deux petits conduits *i*' et *i*', et ils les fermeront exactement quand le tiroir aura fait juste la moitié du chemin qu'il peut faire; en même temps, les deux conduits *i* » et *i*'' s'ouvriront sous les boîtes.

2° En dépassant la moitié de sa course, le tiroir va découvrir graduellement les deux conduits *i*' et *i*'; mais celui qui est au fond du cylindre, au moment où il sera découvert, se trouvera en communication avec le compartiment d'entrée I' et recevra la vapeur qui arrive, tandis que celui qui est au sommet du cylindre, au moment où il sera découvert par le bord de sa boîte, se trouvera en communication avec cette boîte elle-même, et par con équent avec le conduit *i*'' qui donne dans le compartiment de sortie. Quand le tiroir

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sera à la fin de sa course, ces communications seront complètes et auront lieu par toute la largeur des conduits : puis elles se rétréciront de plus en plus pour se refermer complètement quand le tiroir aura fait, en revenant, la moitié de son chemin. — Ainsi, pendant la dernière moitié du mouvement de droite à gauche et pendant la première moitié du mouvement rétrograde de gauche à droite, la vapeur passera du compartiment d'entrée dans le conduit *i'* du fond pour arriver sous le piston, et, en même temps, la vapeur qui est au-dessus du piston passera par le conduit *i'* du sommet pour se rendre sous la boîte correspondante, ensuite dans le conduit *i''*, puis dans le compartiment I'', et enfin dans le conduit de sortie H'' pour se perdre dans la cheminée par le tube K, K'.

3° Pendant la dernière partie du mouvement rétrograde de gauche à droite, les communications seront ouvertes comme pendant la première moitié du mouvement direct de droite à gauche, c'est-à-dire que la vapeur qui est au-dessous du piston passe par le conduit *i'* du fond sous la boîte correspondante, ensuite dans le conduit *i''* ouvert sous cette boîte, puis dans le compartiment de sortie I'', et enfin dans le conduit de sortie H'' pour se perdre dans la cheminée par le tube K', K', tandis que la vapeur arrive sur le piston par le conduit *i'* du sommet qui communique alors avec le compartiment d'entrée I'.

Il résulte de là que, si les mouvemens de la tige I qui meut le tiroir sont coordonnés d'une manière convenable avec ceux du piston, la vapeur entrera à point nommé quand elle doit entrer, et sortira quand elle doit sortir, pour que le piston accomplisse sa course entière et pour que le mouvement soit entretenu avec la plus parfaite régularité. C'est ce que l'on obtient au moyen des conditions suivantes :

1° En donnant aux rebords inférieurs des boîtes une largeur exactement égale à celle des conduits *i'*, *i'*; en effet, si ces rebords étaient plus étroits, ils laisseraient une communication entre le compartiment d'entrée I' et le dessous des boîtes, et par conséquent entre le compartiment d'entrée et le compartiment de sortie : au contraire, s'ils étaient plus larges, ils intercepteraient l'arrivée de la vapeur d'un côté du piston avant de permettre sa sortie de l'autre côté, ce qui serait un inconvénient ;

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

2° En réglant la distance des boîtes, au moyen de l'écrou *k'*, de telle sorte qu'elles soient exactement à la distance requise ;

3° Enfin, en disposant le mécanisme, comme nous le verrons, pour que ce soit le piston lui-même qui imprime le mouvement à la tige I du tiroir.

On peut remarquer que quand le piston arrive au milieu de sa course en descendant, comme le représente la figure 11, le tiroir est, au contraire, à la fin de sa course dans le même sens ; quand le piston est au bas de sa course, le tiroir est au milieu en remontant ; quand le piston est au milieu en remontant, le tiroir est à la fin dans le même sens ; ainsi de suite, de telle sorte que le piston et le tiroir, tout en marchant ensemble d'un mouvement de va-et-vient qui a exactement la même durée, ne sont pas cependant parfaitement d'accord : le tiroir doit avoir sur le piston une avance d'une demi-pulsation ou d'une demi-course, et marcher avec lui en conservant exactement cette avance.

La boîte à tiroir, composée des deux compartimens I' et I'', fait corps avec le cylindre dans lequel se meut le piston : on peut distinguer sur les figures 11 et 12 les pièces rapportées et celles qui sont venues d'une seule coulée. Quant à la pose des cylindres et à leur fixation d'une manière invariable avec le corps de la chaudière, on peut en prendre une idée par les figures 7 et 10 : on voit (fig. 10) que l'axe des cylindres doit avoir une certaine obliquité, parce qu'il faut, d'une part, que la tige du piston, dans son mouvement, se dirige toujours vers l'axe de l'essieu coudé, et qu'il faut, d'une autre part, qu'elle passe au-dessous de l'essieu droit ; le cylindre porte à sa surface extérieure des brides qui sont disposées et inclinées d'après cette condition : la figure 7 montre distinctement comment les deux bouts du cylindre sont fixés dans les plaques du dernier compartiment de la chaudière au moyen d'anneaux boulonnés qui serrent fortement les bords des ouvertures pratiquées dans les plaques.

Nous avons vu, dans ce qui précède, la construction du foyer et de la chaudière, et la liaison des diverses pièces qui la composent ; nous avons vu comment la chaleur, dégagée par la combustion du coke sur la grille, passe dans l'eau et donne naissance à la vapeur ; nous avons vu enfin comment

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

cette vapeur, prise dans la chaudière, se trouve amenée en juste proportion dans les boîtes à tiroir pour exercer sa puissance de pression tantôt au-dessus tantôt au-dessous du piston, et comment elle s'échappe après avoir fait passer dans cette pièce mobile toute l'action mécanique dont elle est animée : pour comprendre maintenant comment cette force motrice se transmet du piston aux roues, et comment elle imprime à la Machine, qui pèse 5 ou 6 mille kilogrammes, une vitesse de translation de 5, 10, 15 ou 20 lieues à l'heure, tout en remorquant encore des masses considérables, il est nécessaire d'expliquer les moyens qui ont été employés pour donner à toutes les parties du système une liaison assez forte et assez élastique pour résiter à cette prodigieuse vitesse.

§ III.

LIAISON

Des diverses parties de la Machine.

CONSTRUCTION DES ROUES.

Les roues sont composées d'un moyeu en fonte L (fig. 5), de 12 raies en bois *l*, de 6 jantes pareillement en bois, d'un cercle en fer qui déborde un peu les jantes et qui les serre fortement, enfin d'un cercle en fonte L' épais et à rebord qui s'adapte sur le cercle en fer. — La figure 5 représente une roue vue en élévation et en coupe. On voit que le moyeu porte au centre une ouverture cylindrique L' sur les parois de laquelle sont pratiquées longitudinalement quatre rai-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nures *l'* qui s'étendent d'un côté à l'autre de son épaisseur ; la position, la forme et la profondeur de ces rainures sont indiquées sur la coupe, mais on les distingue plus complètement sur l'élévation. Autour de la partie pleine du moyeu sont 12 appendices également distans les uns des autres, creusés en-dedans, comme on le voit dans la coupe, et destinés à recevoir les raies ; ceux-ci y sont chassés avec force, soit au moyen du choc, soit au moyen de l'effort de pression de la presse hydraulique. La partie des raies qui est ainsi encastrée dans le moyeu en fonte comme dans un moyeu en bois ordinaire est très-solidement maintenue de toutes parts, mais l'autre extrémité encastrée dans les jantes n'offrirait peut-être pas assez de résistance contre l'effort qui tendrait à rompre l'adhérence longitudinale des fibres ; c'est pourquoi on la traverse par un boulon *l''*, largement rivé aux deux bouts. Les jantes sont pareillement boulonnées dans leur épaisseur, perpendiculairement au plan de la roue. Enfin, le cercle extérieur en fonte, le cercle en fer et les jantes, sont liés ensemble par des boulons perpendiculaires à la courbure de la roue, dont la tête conique est perdue dans l'épaisseur de la fonte, tandis que leur extrémité taraudée reçoit un écrou qui serre fortement en s'appuyant sur la tranche intérieure des jantes en bois.

FORME DES ESSIEUX.

Les essieux sont en fer forgé : celui de l'avant-train MM (fig. 21) est droit, ayant partout à peu près le même diamètre, si ce n'est qu'auprès de chacune de ses extrémités il porte un épaulement contre lequel vient s'arrêter la roue ; entre cet épaulement et le moyeu l'on peut mettre une rondelle pour amener l'écartement des roues à être exactement ce qu'il doit être.

L'essieu moteur pour M'M' a ses deux épaulemens comme l'essieu droit, mais en outre il porte deux coudes M''M'', dont l'un est vu en plan et l'autre en projection et en-dedans, parce que les plans qui passent par ces coudes et par l'axe de l'essieu sont perpendiculaires entre eux ; enfin,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dans la longueur qui sépare les coudes de cet essieu, et à égale distance de chacun d'eux, sont fixés deux colliers brisés *m*, *m* dont l'un est représenté dans la figure 26; ces colliers s'ouvrent à charnière, se ferment avec dès vis, et se fixent sur l'essieu par des vis de pression: nous en verrons plus tard l'usage important.

LIAISON DES ROUES AVEC LES ESSIEUX.

Quand les roues sont engagées sur les essieux, on chasse, avec force quatre coins en acier dans les quatre rainures *l'* du moyeu, et les pressions qui en résultent fixent assez invariablement les roues sur les essieux pour que la vitesse, le choc, ou d'autres accidens ne puissent la séparer.

LIAISON DU CADRE AVEC LES ESSIEUX.

Le cadre a la forme rectangulaire N, N, N, N, qui est représentée dans la figure 21 : ses deux petits côtés sont simplement de fortes pièces de bois; mais ses grands côtés, qui sont aussi en bois de même force, sont soutenus et consolidés de part et d'autre dans toute leur longueur par des plaques de fer battu *n*, *n*, dont on voit la coupe dans la figure 7. Ces plaques, fortement boulonnées dans toute leur longueur, comme l'indique la figure 1, portent l'une et l'autre deux appendices *n'*, *n'* aux points qui doivent correspondre aux extrémités des essieux; il y a ainsi quatre appendices à l'extrémité de chaque essieu, et leur réunion forme l'une des quatre fourchettes N' du cadre (*voy*. les figures 1 et 7; *voy*. aussi les figures 2 et 3, qui représentent une coupe du ressort du cadre et des pièces contenues dans la fourchette); au-dessus de chaque fourchette, se trouve un ressort très-fort N'' porté sur le cadre par les appuis *n''* (fig. 2); enfin, au milieu de chaque ressort et dans son épaisseur passe une broche en fer P qui traverse le bois du cadre et qui se prolonge encore au-dessous, d'une certaine quantité : cette broche est tellement ajustée qu'elle bande le ressort en le poussant de bas en haut lorsqu'on la soulève elle-même de bas en haut, soit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

qu'on la tire par son extrémité supérieure, soit qu'on la pousse par son extrémité inférieure, et le ressort est assez fort pour que cette dernière extrémité reste toujours saillante au dessous du cadre, même quand elle est repoussée en haut par un effort de 2 à 3 mille kilogrammes. — Pour bien comprendrre l'usage de cette broche, qui est une pièce importante de la Machine, il faut remarquer qu'il y a deux coussinets en cuivre P' et P'' (fig. 4) qui embrassent l'essieu et qui glissent dans la fourchette N' : le coussinet supérieur P' est représenté dans la fig. 4 en coupe transversale, en coupe longitudinale et en plan ; on voit en *p'* (même figure), en plan et en coupe, une petite plaque d'acier qui se met au-dessus du coussinet P' : le coussinet inférieur P'' est représenté seulement en coupe transversale et longitudinale ; on voit enfin dans la figure 4 *bis*, en plan et en coupe, une pièce *p''* dont la largeur est exactement égale à l'épaisseur du bois du cadre, et qui est destinée à servir de guide au coussinet P'. Cette pièce *p''* se glisse entre deux appendices opposés *n'*, où elle est fixée sur chacun par trois vis ; il y a un guide semblable à droite et à gauche de la fourchette : ces deux guides n'affleurent pas les bords droits de la fourchette, mais ils sont un peu rentrés en dedans, comme l'indique la figure 2. En jetant les yeux sur le plan et sur la coupe transversale du coussinet P', on voit à droite et à gauche les côtés qui viennent glisser contre les guides *p''*, et aux quatre angles les quatre rainures qui viennent glisser contre les quatre bords droits des appendices *n'* qui forment la fourchette : ainsi, une fois que le coussinet P' est en place, il peut monter ou descendre dans la fourchette, mais il n'en peut pas sortir latéralement ; en même temps, le trou qui a été ménagé au milieu de la surface supérieure vient se présenter pour recevoir l'extrémité inférieure de la broche P. — On conçoit donc que les quatre coussinets P' étant en place dans leurs fourchettes, si l'on vient poser le cadre sur les essieux, il n'y aura de contact que par ces quatre coussinets, qui porteront toute la charge du cadre et qui la feront peser sur les essieux : alors on pourra, avec la plus grande facilité, mettre la voiture en mouvement, car, d'une part, les deux trains de l'avant et de l'arrière sont liés

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

l'un à l'autre et forcés de conserver leur distance, et, d'une autre part, chaque essieu en tournant avec ses roues, n'aura à vaincre d'autre frottement que celui qu'il éprouve contre les coussinets P', frottement qui est sans cesse adouci par la graisse contenue dans l'espace compris entre la plaque *p'* et le coussinet, d'où elle peut s'écouler par les deux ouvertures représentées dans la coupe longitudinale; de plus, si l'on soulevait un peu le cadre pour le laisser retomber brusquement sur l'essieu, il n'y aurait pas ce choc sec qui détermine souvent la rupture des corps les plus solides, puisque le coup ne pourrait être transmis que par le glissement du coussinet P' dans ses guides et par la flexion que la broche P imprimerait au ressort N".

Cependant la liaison du système n'est pas encore assez complète : le coussinet P' pourrait se séparer de l'essieu, et l'essieu lui-même pourrait sortir de la fourchette. C'est pour remédier à cet inconvenient que l'on adapte, au-dessous du coussinet P', le second coussinet P" et les autres pièces dont nous allons parler.

Le coussinet P" embrasse la moitié inférieure de l'essieu, comme on le voit par sa section transversale (fig. 4); en même temps il est embrassé par les prolongemens latéraux du coussinet P', auxquels il est uni solidement par un boulon.

Enfin, pour compléter cette liaison du cadre avec les essieux, et pour consolider encore les grands côtés du cadre il y a des boulons qui joignent les extrémités inférieures et opposées *n'* (fig. 1), et une longue tringle *q"* qui traverse ces quatre boulons et qui vient se fixer aux deux bouts du côté du cadre.

LIAISON DE LA CHAUDIÈRE AVEC LE CADRE ET LES ESSIEUX.

La chaudière dans son ensemble, et telle que nous l'avons décrite, se trouve liée à chacun des grands côtés du cadre par trois fortes pattes Q, boulonnées d'une part sur le cadre, et de l'autre vers les deux extrémités et vers le milieu de la chaudière; ensuite, la galerie du conducteur et le plancher

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

en fer sur lequel il se tient viennent s'appuyer aussi à la chaudière et sur le petit côté du cadre.

Cette liaison supérieure de la chaudière avec le cadre, quoique extrêmement solide, est insuffisante : en effet, nous venons de voir que le cadre n'est lié à la partie inférieure de l'essieu que par les quatre coussinets P'' et par les boulons qui joignent ces coussinets aux quatre coussinets supérieurs P'; ainsi, dans un choc, ces quatre boulons devraient seuls résister à l'effort qui serait produit pour soulever de bas en haut le cadre et la chaudière, dont le poids peut être de 5000 à 6000 kilogrammes. Il est donc nécessaire de lier encore d'une manière directe la chaudière avec les essieux, avec l'attention toutefois d'établir cette liaison en lui donnant une élasticité suffisante et sans nuire à la précédente : on y parvient au moyen des quatre traverses Q' (fig. 21) qui enveloppent chacun des essieux avec des coussinets et qui viennent aboutir aux deux compartimens extrêmes de la chaudière aux points q et q'; ces quatre traverses étant exactement pareilles par leurs dimensions, par leurs points d'attache et par les coussinets qu'elles portent, il suffira d'en faire comprendre une seule, celle qui se trouve vue en élévation dans la figure 15 : du côté de l'avant-train, elle vient par son extrémité s'articuler à charnière, au point q, à une patte qui est elle-même fixée sur la chaudière; près de cette articulation elle forme un demi-cercle sous lequel s'adapte un coussinet en cuivre qui embrasse la moitié supérieure de l'essieu M; un demi-cercle inférieur, portant un coussinet semblable, vient se fixer par deux boulons au demi-cercle supérieur, en sorte que l'essieu est embrassé à peu près complètement par les deux coussinets, et reçoit une pression plus ou moins forte suivant que les boulons sont plus ou moins serrés; la charnière q doit être exactement placée à une hauteur convenable pour que la traverse Q' en se prolongeant vienne, par l'espèce de fourchette qui la termine, embrasser l'essieu moteur; là se trouvent encore deux coussinets, l'un à droite l'autre à gauche de l'essieu, qui sont plus ou moins serrés au moyen de deux clavettes représentées dans la figure 15; enfin, les deux parties de la fourchette, réunies par un boulon, viennent s'engager dans la coulisse verticale q' fixée à la chaudière, où elles

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

peuvent se mouvoir de haut en bas pendant les secousses, sans jamais pouvoir s'écarter latéralement.

MÉCANISME

ET

Transmission du mouvement.

MOUVEMENT DES PISTONS ET DES BIELLES QUI S'ARTICULENT AUX COUDES DE L'ESSIEU MOTEUR.

Après avoir indiqué comment la vapeur arrive alternativement au-dessous du piston, et comment sont liés entre elles les diverses pièces fixes ou mobiles de la Machine, il nous sera facile de faire voir comment la pression de la vapeur imprime à tout l'appareil un mouvement de translation dont la rapidité prodigieuse n'a d'autre limite que la résistance ou la tenacité des métaux qui sont destinés à recevoir ou à transmettre ce mouvement.

Le piston R (fig. 10, 11 et 15) est composé de trois bagues en cuivre superposées et coupées obliquement ou en sifflet, comme le représente la figure 13, où l'on voit l'une de ces bagues en plan et en élévation; cette disposition donne assez d'élasticité pour qu'il y ait entre le contour du piston et les parois du cylindre un contact métallique exact, offrant peu de frottement et se rétablissant de lui-même entre certaines limites à mesure qu'il tend à s'altérer par l'usure. La tige *r* du piston (fig. 10, 11 et 15) passe, comme à l'ordinaire, dans une boîte à étoupes, et vient par son extrémité s'articuler à la bielle *r'*, qui embrasse le coude M'' de l'essieu au moyen de deux coussinets en cuivre, et qui porte elle-même le vase à l'huile qui doit graisser le contact du cuivre des coussinets avec le fer de l'essieu; mais le mouvement de va-et-vient du piston ne peut se transformer en mouvement de rotation à l'extrémité de la bielle *r'*, que sous la condition

que l'articulation de cette bielle avec la tige se meuve exactement en ligne droite dans toute l'étendue de sa course. Cette condition est remplie par le mécanisme R'', qui est représenté en plan et en élévation dans la figure 20, et qui n'a pu être indiqué que d'une manière incomplète dans les figures 10 et 15 : ce mécanisme est encore vu en-dessous dans la figure 21. On voit (fig. 20) comment l'extrémité de la tige *r* est disposée pour recevoir la bielle *r'* qui forme le mâle de la charnière ou articulation, et qui est supprimée dans cette figure ; on voit en même temps que le boulon horizontal de la charnière se prolonge de part et d'autre pour aller se fixer dans les pièces glissantes *r''*, dont la forme se fait mieux sentir dans l'élévation qui se trouve au-dessous du plan (fig. 20) ; chacune de ces pièces glissantes est maintenue entre deux coulisses parallèles qui se trouvent elles-mêmes fixées sur les traverses Q' (fig. 21) : il est inutile d'expliquer par quel moyen les coulisses sont elles-mêmes ajustées bien parallèlement à l'axe du cylindre et à la tige du piston, afin que celle-ci n'ait pas d'effort oblique à faire pour passer par sa boite à étoupes.

C'est ainsi que le mouvement de va-et-vient du piston se trouve exactement transformé en mouvement de rotation sur l'essieu : les deux coudes sont à angle droit, afin que l'un des pistons soit au milieu de sa course quand l'autre est à la fin ou au commencement de la sienne, et par conséquent afin que l'une des bielles exerce son *maximum* d'action quand l'autre passe, pendant un instant insaisissable, par la position mathématique où elle ne peut plus agir pour faire tourner l'essieu ; au reste, la vitesse de translation acquise par la Machine fait fonction de volant pour régulariser le mouvement.

MOUVEMENT DES TIROIRS.

Entre les deux collets *m*, *m* (figure 21), qui sont fixés sur l'essieu et dont nous avons déjà parlé, se trouve un manchon mobile T (figures 21 et 27) auquel est attribué un rôle si important qu'il nous a semblé nécessaire de le représenter à part et en détail dans la figure 28 ; ici l'on peut distinguer : 1° les deux moitiés qui le composent, vues par le bout ; 2° l'une de ces moitiés, vue en *dehors* et en élévation lon-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gitudinale; 3° l'autre moitié, vue en *dedans* et aussi en élévation longitudinale. Ce manchon est en deux parties parce qu'il doit embrasser l'essieu et qu'il serait impossible, à cause des coudes, de le faire arriver à la place qu'il doit occuper; sa longueur est un peu moindre que l'intervalle qui sépare les deux collets *m*, *m*; l'ouverture cylindrique qui le traverse a un diamètre un peu plus grand que le diamètre de l'essieu, mais très peu plus grand, seulement assez pour qu'étant une fois mis en place il puisse glisser de l'un des collets à l'autre, et pour que, dans la position intermédiaire entre ces collets, il ne soit pas entraîné par le mouvement de rotation de l'essieu. Vers chacune de ses extrémités il porte un excentrique circulaire, et au milieu une gorge carrée concentrique à l'essieu; les excentriques ne sont pas opposés l'un à l'autre, mais ils diffèrent seulement d'un quart de révolution, c'est-à-dire que, s'ils avaient été placés de manière à avoir tous deux leur plus grande saillie du même côté de l'essieu, il suffirait de faire tourner l'un d'un quart de circonférence pour les mettre dans la position relative qu'ils doivent avoir et qui est rendue plus frappante dans la figure 28, surtout dans la vue de bout. A chaque extrémité du manchon se fixe, par des vis, un disque en acier *t* (fig. 25), concentrique à l'essieu et portant un trou carré qui peut venir s'engager dans la tête latérale et saillante *u* de l'un des collets *m*, *m*. Ainsi, en poussant le manchon contre l'un de ces collets, la tête *u*, qui tourne avec l'essieu, arrive bientôt vis-à-vis l'ouverture du disque *t*, y pénètre, et dès cet instant le manchon est embrayé dans l'essieu et forcé de tourner avec lui: en poussant le manchon du côté opposé, le disque d'acier qui se trouve de ce côté présente à son tour son ouverture carrée vis-à-vis la tête saillante de l'autre collet, et le manchon se trouve de nouveau embrayé avec l'essieu. Mais, ces deux modes d'embrayage présentent une différence essentielle: dans l'un des cas, la partie saillante de chaque excentrique est en retard d'un quart de révolution sur le coude M'' qui lui correspond; dans l'autre cas, au contraire, elle est en avance d'un quart de révolution. Cette différence servira, comme nous allons le voir, à faire rouler la voiture en avant ou à la faire reculer, parce que ce sont les excentriques qui donnent le mouvement aux tiroirs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Cependant, avant de démontrer les effets de cette disposition, nous devons indiquer encore le mécanisme ingénieux par lequel le conducteur peut à volonté embrayer le manchon T sur le collet de droite ou sur celui de gauche. Les figures 22, 23, 27, et aussi la figure 6, en donnent une idée. On voit (figuree 23 et 27) la fourchette *t'*, qui s'engage dans la gorge carrée du manchon; elle tient à la pièce T', qui peut glisser d'une quantité suffisante dans les deux collets qui la soutiennent; cette pièce T' est engagée par son extrémité dans la fourchette *t''* formant l'un des bras du levier T'', qui tourne sur ses collets et qui porte un autre bras U (fig. 27); enfin un pédale U, liée au bras U' et poussée en haut par un ressort *u'*, sert à donner le mouvement à tout ce mécanisme, c'est-à-dire à embrayer d'un côté ou de l'autre le manchon avec les colliers, ou à désembrayer tout-à-fait, de manière que l'essieu tourne dans le manchon sans l'entraîner dans son mouvement. En effet, quand la pédale est dans sa position naturelle d'équilibre, le manchon est embrayé dans la position que représentent les figures 10 et 15, c'est-à-dire que chaque excentrique est en retard d'un quart de révolution sur le coude correspondant de l'essieu: quand le conducteur exerce avec le pied une pression convenable sur la pédale U, il fait un peu tourner le bras U' autour de l'axe T'''; le bras *t''*, entraîné au-dehors, tire la tringle T' et la fourchette *t'*, qui entraîne le manchon jusqu'au collier opposé, le fait embrayer avec le collier, change la distribution de la vapeur, et détermine un mouvement rétrogade dans la machine. Cette conséquence va devenir évidente, en faisant voir comment les excentriques mettent en mouvement les tiroirs.

Sur chacun des excentriques s'articule une longue bielle V' au moyen de deux coussinets en cuivre V (fig. 24); cette bielle passe par son autre extrémité dans une espèce de fourchette *x''* (fig. 7 et 10) terminée en bas par un boulon sur lequel s'applique l'encoche *v'* (fig. 24 et fig. 10); la fourchette *x''* est l'un des bras du levier X des tiroirs (fig. 7), qui porte encore deux autres bras, celui du milieu *x* qui s'articule à la tige I du tiroir correspondant, et celui de l'autre extrémité *x'* qui s'articule à une longue tige X' (fig. 1 et fig 15): l'autre bielle vient faire mouvoir un levier, pareil au levier X, placé sur son prolongement (fig. 7); ces deux leviers sont

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

indépendans, mais, à raison de leur identité, il suffit d'en décrire un seul et d'examiner comment il reçoit le mouvement pour le communiquer à son tiroir.

C'est ce que nous pouvons voir aisément sur la figure 10. Ici, le piston est au milieu de sa course descendante, et le tiroir est à la fin de la sienne dans le même sens; le coude M'' est en haut prêt à passer en avant, et l'excentrique, qui est en retard d'un quart de révolution, se trouve tout-à-fait en arrière, comme il doit être, pour tirer en dehors autant que possible la tige I du tiroir : quand le piston arrivera au bas de la course, le coude sera tout-à-fait en avant, et l'excentrique aura repoussé le bras x'' de la moitié de l'espace qu'il peut parcourir, et celui-ci, en tournant, aura fait marcher le bras x, qui aura à son tour enfoncé la tige I du tiroir de la moitié de sa course; ainsi, la vapeur cesse d'arriver en-dessus du piston et de s'échapper en-dessous, comme cela doit être, puisqu'il est au bas de sa course; dans l'instant suivant, le coude passe en-dessous par l'effet de l'autre piston et le repousse tandis que la vapeur qui est au-dessus, et qui a servi, s'échappe par le conduit i' du sommet du cylindre, parce qu'elle peut alors passer sous le tiroir pour gagner le conduit i''; ce mouvement se continuera dans ce sens tant que les excentriques auront la même position par rapport aux coudes de l'essieu moteur : mais si, en reprenant les choses dans l'état où elles se trouvent représentées sur la figure 10, on suppose que l'excentrique fasse une demi-révolution et se trouve tout à coup porté d'un quart de révolution en avance sur le coude, alors la tige I du tiroir sera complètement enfoncée, la vapeur arrivera *sous* le piston, forcé de remonter vers le sommet du cylindre, repoussera le coude en arrière et déterminera par conséquent un mouvement rétrograde dans la Machine; ainsi, d'un coup de pied, le conducteur fait reculer la voiture avec une vitesse égale à sa vitesse directe.

Il ne suffit pas que le conducteur puisse intervertir l'action de l'essieu moteur sur les tiroirs, ou suspendre tout-à-fait cette action; il faut encore qu'il ait un moyen d'agir lui-même directement sur les tiroirs, soit pour mettre la Machine en mouvement, soit pour en tempérer la vitesse dans diverses circonstances. Ce but est rempli au moyen de deux

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mécanismes dont il nous reste à faire connaître la disposition : --- Le premier se compose, pour chaque tiroir, de la tringle v'' (fig. 7), du levier V'' (fig. 1, 7, 10 et 15), de la longue tringle z'', et enfin du levier Z'' (fig. 6). La tringle v'' s'articule par une de ses extrémités à l'une des bielles V' (fig. 24), et par l'autre au bras horizontal du levier V''; la tringle z'' s'articule au bras vertical du levier V'' et au levier Z''. En mettant la main sur ce dernier levier, dont on voit la poignée fig. 6, et en tirant à lui, le conducteur fait tourner le levier V'', soulève la tringle v'' et dégage l'encoche v' du boulon qui termine le bras x'' sur lequel elle reposait; l'autre levier Z'' produit le même effet sur la tringle v'', de l'autre tiroir : alors les bielles V' sont suspendues, et, soit que le manchon soit en repos ou en mouvement, il ne peut plus agir sur les leviers X des tiroirs, qui restent parfaitement indépendans. --- Le second mécanisme se compose des deux tringles X', des deux leviers X'' (fig. 6) qui sont sur la même ligne mais indépendans, et des deux bras ou poignées Z dont chacune sert à imprimer le mouvement à l'un des leviers X''.

§ V.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

SUR

La dépense et le produit.

L'effet mécanique que peut produire une machine locomotive et le *maximum* de vitesse qu'elle peut atteindre à raison de la charge qu'elle entraîne sur un chemin de niveau, dépendent surtout de la quantité de vapeur qui peut être formée à chaque instant dans le générateur. Ainsi, avant de calculer le degré de vitesse auquel peut arriver la machine que nous avons décrite, nous rapporterons ici, comme point de comparaison, une expérience directe faite par M. Robert Stephenson, et les résultats qui ont été fournis par la pratique sur deux machines différentes, savoir : la

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fusée, de M. Stephenson, qui remporta le prix en 1829 au concours du chemin de fer de Liverpool à Manchester; et la *Flèche*, du même constructeur, qui fait régulièrement 15 milles à l'heure ou environ 5 lieues sur le même chemin. Ces résultats sont empruntés à la seconde édition publiée en 1832 du *Traité pratique de M. Wood sur les Chemins de Fer*, ouvrage remarquable où l'on trouve une foule d'excellentes observations, mais où l'on regrette de trouver aussi quelques principes théoriques peu rigoureux, des formules confuses et beaucoup de nombres inexacts.

EXPÉRIENCE DE M. ROBERT STEPHENSON.

M. R. Stephenson fit bouillir de l'eau pendant 38 minutes dans une petite chaudière semblable à celle de la Machine locomotive : l'eau qui environnait le foyer ne communiquait pas avec l'eau qui environnait les tubes, et la vapeur formée dans chacun de ces compartimens pouvait s'échapper librement par des ouvertures pratiquées à leur partie supérieure; la surface du foyer exposée à la chaleur rayonnante était de 6 pieds carrés, la surface des tubes exposés à la flamme et aux produits de la combustion était de 24 pieds et demi carrés. L'eau vaporisée dans le premier compartiment fut de 6 gallons, et dans le second de 8 gallons. — Ainsi, 1 pied de surface de chauffe par rayonnement vaporise en 1 heure 10/6 de gallons, tandis que 1 pied de surface de chauffe par contact ne vaporise dans le même temps que 3/6 de gallons; le pouvoir vaporisant de la chauffe par contact est donc seulement les 3/10 du pouvoir vaporisant de la chauffe par rayonnement.

Ces mesures, converties en mètres et en kilogrammes, donnent pour résultat 1 k,35 d'eau vaporisée en 1 minute sur 1 mètre carré de surface exposée au rayonnement, et 0k,4 d'eau vaporisée en 1 minute sur 1 mètre carré de surface exposée au contact de la flamme.

M. Wood ajoute que, dans cette expérience, le feu n'avait qu'une très faible intensité, et qu'en l'activant comme il l'est habituellement dans les machines locomotives on obtient aisément un résultat double du précédent, c'est-à-dire 2k,70 d'eau vaporisée en 1 minute sur 1 mètre carré de chauffe par rayonnement.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

QUANTITÉS DE VAPEUR DONNÉES PAR DEUX MACHINES DIFFÉRENTES, LA FUSÉE ET LA FLÈCHE.

Dans la *Fusée*, la surface de chauffe par rayonnement est dans le foyer de 20 pieds carrés; la surface de chauffe par contact, dans les 25 tubes de 3 pouces de la chaudière, est de 117,8 pieds carrés; la quantité de coke brûlée par heure est de 325 livres, avoir du poids, et la quantité d'eau vaporisée de 185 gallons. En prenant, d'après l'expérience précédente, les 3/10 de la surface des tubes pour l'assimuler à la surface du foyer, on peut considérer la surface totale de chauffe comme étant de $20+117,8\times0,3=55,3$ pieds carrés.

Dans la *Flèche*, la surface de chauffe par rayonnement est, dans le foyer, de 20 pieds carrés; la surface de chauffe par contact, dans les 92 tubes de 2 pouces de la chaudière, est de 282,7 pieds carrés; la quantité de coke brûlée par heure est de 450 livres, et la quantité d'eau vaporisée de 275 gallons; la surface totale de chauffe, réduite comme précédemment, est ici de $20+282,7\times0,3=104,8$ pieds carrés.

Ces résultats, convertis en mesures françaises, donnent :

Machines.	Coke consommé en 1 heure.	Eau vaporisée.		Surface de chauffe réduite.	Eau vaporisée en 1 m. s 1 mèt. car.	Eau vaporisée par 1 kilogr. de coke.
		en 1 h.	en 1 m.			
La *Fusée*..	147*k*,52	840*k*,5	14*k*.	2*m*,14	2*k*,72	5*k*,68
La *Flèche*.	204 ,26	1249 ,4	20,8	9 ,74	2 ,14	6 ,12

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dans les autres machines de Stephenson 1 kilogramme de coke donne aussi en général de 5 à 6 kilogrammes de vapeur d'eau, mais, la surface de chauffe n'étant point indiquée, on ne peut pas vérifier si elles produisent moyennement, comme la *Flèche* et la *Fusée*, environ 2 *kilogrammes et demi* de vapeur *par mètre carré* de chauffe et *par minute*, la surface de chauffe qui n'est pas exposée au rayonnement étant réduite d'après l'expérience de M. R. Stephenson.

Ces résultats vont nous servir à estimer le *maximum* de vitesse que peut prendre la machine que nous avons décrite, mais nous allons donner d'abord les diverses dimensions des pièces au moyen desquelles la puissance mécanique de la vapeur exerce son action.

DIMENSIONS EN LONGUEUR.

Diamètre du piston.	0m,30
Course du piston égale au double de la manivelle.	0 ,44
Diamètre des roues au point où elles touchent le rail.	1 ,34
Circonférence des roues.	4 ,21
Diamètre *intérieur* des cents tubes . .	0 ,035
Id. *extérieur* id. . . .	0 ,044
Longueur id. . . .	2 ,15
Hauteur des plaques *latérales* du foyer. .	1 ,»»
Largeur id. *id.* id. .	0 ,50
Hauteur des plaques *antérieures et postérieures*.	1 ,»»
Largeur id. *id.* id. .	1 ,»»

SURFACES.

Section des pistons	0m,07068
Surface de la grille.	0 ,45
Section *intérieure* des 112 tubes. . . .	0 ,1077
Surface de chauffe au foyer.	3 ,1
face de chauffe des 112 tubes. . . .	28 ,»

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VOLUMES.

Capacité de chaque cylindre.	31 lit ,10
4 fois cette capacité.	124 ,40
Volume de l'eau contenue dans la chaudière quand elle est au niveau marqué sur la figure 8.	1200 ,»»

POIDS.

La Machine elle-même pèse, en tonneaux métriques.	6 t,5
La Machine en activité avec l'eau de la chaudière et le charbon qui est sur la grille.	8 , »
Le fourgon d'approvisionnement. . . .	4 , »

PRIX.

La Machine coûte.	15,000 fr.
Le fourgon d'approvisionnement. . . .	

CALCUL DE LA VITESSE :

En supposant que la vapeur atteigne la limite de sa tension, 50 livres avoir du poids par pouce carré anglais, ou 4at ,4.

Température.	148° ,2
Tension de la vapeur.	4 at,4
Poids de 1 litre de vapeur.	0k ,002292
Pour remplir 2 fois les deux cylindres afin d'obtenir un coup double de piston, il faut 1 volume de vapeur de.	124 lit.4
ou un poids de 124,4 × 0,0023 . .	0k ,286
Avec ce poids on fait un tour de roue, ou.	4m,21
Ainsi, avec un kilogramme de vapeur, on fait.	14m,72

La surface de chauffe-réduite est de

3 m, 1 + 28 m × 0,3 = 11 m,5.

En admettant 2 k,5 de vapeur par mètre en 1 minute, le

poids de vapeur formé serait par minute de

$$11\,k,5 \times 2,5 = 28\,k,75.$$

Puisque avec 1 kilogramme on parcourt 14,72, avec les 28*k*,75, on parcourra,

en 1 minute, 14m,72 × 28,75 = 423m,2;

et, en 1 heure, 25392 mètres, ou environ 6 lieues;

En même temps, pour chaque coup double de piston, on dépense 0,286; ainsi, pour dépenser les 28 *k*,75 en 1 minute, on voit qu'il faudrait donner 100 coups doubles de piston en 1 minute.

Telle est la vitesse *maximum* à laquelle on pourrait atteindre, si la vapeur devait avoir toute sa puissance et travailler avec *4atm*,4.

CALCUL DE LA VITESSE :

en supposant que la vapeur agisse avec une tension de 3atm,4.

Température.	138°,8
Tension de la vapeur.	3*at*,4
Poids de 1 litre de vapeur.	0 ,0018
Pour remplir 2 fois les 2 cylindres, afin dobtenir un coup double de piston, il faut un volume de vapeur de.	124*lit*,4
ou un poids de 124,4 × 0,0018 = . . .	0*k*,224
Avec ce poids on fait un tour de roue, ou.	4*m*,21
Ainsi, avec 1 kilogramme de vapeur, on fait	18 ,79
Le *maximum* de vapeur que l'on puisse former étant par minute.	28*k*.75
on pourrait donc faire 28,75 × 18,79, ou	540*m*,2
ou, en 1 heure.	32414*m*

c'est environ 8 lieues à l'heure;

En même temps, il faudrait donner 129 coups doubles de piston par minute.

CALCUL DE LA VITESSE :

En supposant que la vapeur agisse seulement avec une tension de 2 *atmosphères.*

Température . . . . . , . .	121°,4

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tension de la vapeur.	2at.»
Poids de 1 litre de vapeur	0k,0011
Pour remplir 2 fois les deux cylindres, afin d'obtenir un coup double de piston, il faut un volume de vapeur de	124,4
ou un poids de 124,4×0,0011 . . .	0k.137
Avec ce poids on fait un tour de roue. .	4m,21
Ainsi, avec 1 kilogramme de vapeur, on fait	30m
Le *maximum* de vapeur que l'on puisse former étant par minute, de. . . .	28k,75
on pourrait faire par minute	862m, 5
ou, en 1 heure	51750m.

c'est environ 13 lieues ;

En même temps, il faudrait donner plus de 200 coups doubles par minute.

Ces cas particuliers serviront à faire comprendre plus aisément la formule générale que nous allons maintenant développer.

CALCUL GÉNÉRAL DE LA VITESSE DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Soit R le rayon du cylindre, exprimé en mètres ;
C la course du piston, exprimé en mètres ;
A la capacité du cylindre $= \pi R^2 C$;
r le diamètre de la roue, en mètres ;
F la tension de la vapeur en atmosphères ;
V le volume de la vapeur formé en 1 minute, exprimé en mètres cubes ;
K le poids de le vapeur formée en 1 minute, exprimé en kilogrammes.
S la surface totale de chauffe, évaluée et réduite comme nous l'avons dit précédemment ;
N le nombre des coups de piston en 1 minute ;
M le nombre des mètres que la Machine parcourt en minute.

Pour faire nn tour de roue ou pour parcourir $2\pi r$, il faut remplir deux fois les deux cylindres ou dépenser un volume de vapeur égal à quatre fois la capacité du cylindre, c'est-à-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dire 4A : ainsi, avec un volume 1, on peut parcourir un espace $\frac{2\pi r}{4A}$, et avec le volume V, qui se forme à chaque minute dans la chaudière, on peut parcourir un espace

$$\frac{2\pi r V}{4A};$$

on a donc

$$M = \frac{2,\pi r V}{4A} \text{ ou } M = \frac{rV}{2R^2C}.$$

Le nombre des coups doubles de piston qui se donnent par minute dans chaque cylindre est évidemment exprimé par $\frac{V}{4A}$: ainsi,

$$n = \frac{V}{4A} \text{ ou } n = \frac{V}{4\pi R^2 C}.$$

La surface de chauffe étant de S mètres carrés, et chaque mètre carré vaporisant 2k.5 par minute, le nombre K des kilogrammes d'eau vaporisée en 1 minute est $S \times 2,5$: ainsi,

$$K = 2,5\,S.$$

Enfin, par les relations qui existent entre la tension de la vapeur, sa température et sa densité, on a

$$V = K\left(\frac{1,0495 + 0,6467\sqrt[5]{F}}{F}\right),$$

ou

$$V = 2,5.S\left(\frac{1,0495 + 0,6467\sqrt[5]{F}}{F}\right).$$

S et F étant donnés, on pourra facilement dans chaque cas particulier avoir le nombre qui exprime V, et, en la substituant dans les valeurs de M et n, on aura le nombre des mètres parcourus en 1 minute et le nombre des coups de piston donnés dans le même temps.

Dans les trois exemples que nous avons précédemment choisis, l'on a pour les quantités constantes :

$$R = 0,15,$$
$$C = 0,44,$$
$$r = 0,67,$$
$$S = 11,5;$$

5.

et, pour la quantité variable F, nous avons pris successivement :

$$4at,4 ; \quad 3at,4 ; \quad 2at.$$

Il n'est pas seulement nécessaire de connaître la vitesse que peut prendre la Machine suivant le degré de tension que l'on donne à la vapeur, mais il importe encore de pouvoir prendre une idée de l'effet mécanique qu'elle peut produire dans les différens cas, et, pour cela, nous allons indiquer comment on peut calculer, en *chevaux théoriques* et en *chevaux pratiques*, la force de la Machine dans les différentes circonstances dans lesquelles elle est mise en activité.

CALCUL GÉNÉRAL DE LA FORCE DE LA MACHINE.

En conservant les désignations précédentes et en appelant f la pression moyenne que supporte le piston du côté où il se trouve en communication avec l'air atmosphérique, il est facile de trouver le nombre des *chevaux théoriques* de la Machine, c'est-à-dire le nombre des chevaux qui exprimeraient sa puissance s'il n'y avait ni force perdue, ni résistance, ni frottement, etc., etc.

En désignant par N ce nombre de *chevaux théoriques*, on a

$$N = 2,289\ (F - f)\ V.$$

En effet la pression effective qui s'exerce sur le piston étant un nombre d'atmosphères exprimé par $F - f$, et la surface du piston étant πR^2 en mètres carrés, le poids totale que le piston peut peut soulever est en kilogrammes de $10300\ (F - f)\ \pi R^2$,
car le poids d'une atmosphère sur un mètre carré est de 10300 kilogr.

Ainsi, le poids soulevé par les deux pistons est de

$$10300\ (F - f).\ 2\pi R^2.$$

Mais, chaque piston ayant une course C, l'espace parcouru par un coup double est 2 C, et, le nombre des coups doubles en 1 minute étant n, l'espace parcouru par chacun d'eux en 1 seconde est de

$$\frac{2Cn}{60}.$$

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Or, la puissance théorique d'une Machine étant exprimée par le nombre de kilogrammes qu'elle soulève, multiplié par la hauteur en mètres à laquelle elle le porte en 1 seconde, on a ici pour ce produit :

$$10300\ (F-f)\,2\pi R^2 \cdot \frac{2\,C\,n}{60.}$$

Comme la puissance d'un cheval est de 75 kilogrammes élevés à 1 m en 1'', on voit qu'il suffit de diviser le produit précédent par 75 pour avoir le nombre des *chevaux théoriques* qui exprime la puissance de la Machine. On a donc

$$N = \frac{10300}{75}(F-f)\,2\pi R^2 .)\frac{2\,C\,n}{60.}$$

On a d'ailleurs, comme nous l'avons vu précédemment,

$$n = \frac{V}{4\,A,} \text{ ou } n = \frac{V}{4.\,\pi\,R^2\,C};$$

d'où

$$4\pi R\,C\,n = V;$$

et par conséquent

$$N = \frac{10300}{75 \times 60}\,(F-f)\,V,$$

ou enfin $$N = 2{,}289\,(F-f)\,V.$$

Telle est l'expression générale du nombre des *chevaux théoriques* en fonction du volume de vapeur formé en 1' et des pressions qui s'exercent de chaque côté du piston. Il suffit, pour chaque cas particulier, d'y substituer les valeurs de F et f qui sont données directement, et la valeur de V qui est donnée par la relation

$$V = K\left(\frac{1{,}0495 + 0{,}6467\sqrt[5]{F}}{F}\right).$$

Si nous voulons maintenant appliquer cette formule aux trois hypothèses pour lesquelles nous avons précédemment calculé la vitesse, nous aurons

$$K = 28\,k{,}75,$$

et successivement

$$F = 4at{,}4,$$
$$F = 3at,\ 4,$$
$$F = 2;$$

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

et si nous admettons que la résistance moyenne qui reste de l'autre côté du piston soit d'une atmosphère et quatre dixièmes, ce qui n'est sans doute pas très loin de la vérité, puisqu'il faut que la vapeur s'échappe avec une grande vitesse pour déterminer un tirage suffisant dans la cheminée, nous aurons

$$f = 1,4,$$

et successivement

$$F - f = 3,$$
$$F - f = 2,$$
$$F - f = 0,6.$$

Les calculs étant effectués, nous aurons les résultats numériques contenus dans le tableau suivant :

Surface de chauffe réduite.	Poids de vapeur donné par 1 mètre en 1 minute	Poids total vaporisé en 1 minute en mètre cube.	Tensions absolues ou valeurs de F.	Tensions effectives ou valeurs de F-f.	Volumes de vapeur en 1 minute, en mètre cube.	Nombre de chevaux théoriques.
11,5	2,5	28k,75	4at,4	3	12,544	86
11,5	2,5	28k,75	3 ,4	2	15,854	72
11,5	2,6	28k,75	2	0,6	25,772	35

Si le nombre des *chevaux théoriques* est facile à calculer, il n'en est pas de même du nombre de *chevaux pratiques* qui expriment la puissance réelle de la Machine.

On ne possède encore pour les machines de cette espèce que trop peu d'observations exactes pour apprécier avec une approximation suffisante la proportion de la puissance mécanique de la vapeur, qui est, d'une part, perdue par les fuites et par la différence de tension qui doit nécessairement exister entre la vapeur de la chaudière et celle des cy-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lindres, et qui doit être, d'une autre part, consommée sans utilité productive à vaincre les frottemens qui s'exercent entre les pistons et les cylindres, les tiroirs et leurs coulisses, la charge et les essieux, etc., etc.

Il paraît cependant, d'après les expériences rapportées par M. Wood, que l'on ne s'écarte pas beaucoup de la vérité en estimant que le nombre des chevaux pratiques est *le tiers* du nombre des chevaux théoriques. En admettant cette donnée, on voit que le nombre N' des *chevaux pratiques* sera exprimé par la formule suivante,

$$N' = 0{,}763\,(F - f)\,V,$$

et qu'il sera de

29 pour	$F = 4at{,}4$ et	$F - f = 3$,
24	$F = 3at{,}4$	$F - f = 2$,
12	$F = 2$.	$F - f = 0{,}6$.

Cette hypothèse une fois admise, on peut calculer aisément le poids que la Machine peut entraîner sur un chemin de niveau, en vertu de sa puissance mécanique.

CALCUL DU NOMBRE DE TONNEAUX MÉTRIQUES QU'UNE MACHINE PEUT CONDUIRE.

On sait que sur les chemins de fer la résistance ordinaire des wagons est égale à $\frac{1}{200}$ de leur poids : ainsi, en désignant par T le poids en *tonneaux métriques* des wagons et de leur charge composant le convoi que la Machine peut conduire, il est évident que la résistance à vaincre sera $\frac{T}{200}$, c'est-à-dire qu'il faudrait un poids égal à $\frac{T}{200}$ pour mettre en mouvement le convoi T; par conséquent, pour lui imprimer une vitesse de M mètres en 1 minute, ou de $\frac{M}{60}$ en 1 seconde, il faudra un nombre de chevaux exprimé par

$$\frac{T}{200} \times \frac{M}{60} \times 1000 \times \frac{1}{75}, \text{ ou par } \frac{T.M}{900},$$

qui est le produit du poids en kilogrammes par l'espace en mètres parcouru en 1 seconde divisée par 75, poids qu'un *cheval de vapeur* peut élever à la hauteur de 1 mètre en 1 seconde.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ce nombre doit être égal au nombre des chevaux qui expriment la force de la machine locomotive; on a donc

$$\frac{T.M}{900} = 0,763\,(F - f)\,V.$$

Nous avons vu d'ailleurs (page 53), que $M = \frac{rV}{2R^2C}$.

Ainsi,

$$T = 686,7\,(F - f)\frac{2R^2C}{r}:$$

Or, pour la machine que nous avons décrite (page 53), on a :

$$R = 0m,15,$$
$$C = 0\ ,44,$$
$$r = 0\ ,67;$$

et par conséquent

$$\frac{2R^2C}{r} = 0,029;$$

d'où il résulte :

$$T = 19,9\,(F - f),$$

ou approximativement

$$T = 20\,(F - f).$$

Ainsi, pour les trois tensions de *4at.*4, de *3at.*4, et de 2 atmosphères, avec $f = 1,4$, le nombre de *tonneaux métriques* composant le convoi que la Machine peut mener est respectivement de

60 tonn. métr.; 40 tonn. métr.; 12 tonn. métr.

Ces exemples montrent d'une manière assez frappante combien la charge du convoi doit diminuer à mesure que la vitesse augmente, puisque la même Machine, en faisant la même dépense de combustible et de vapeur, ne peut entraîner que 12 tonnes à raison de 13 lieues à l'heure, tandis qu'elle entraîne 60 tonnes à raison de 6 lieues à l'heure.

Ainsi, le poids de la machine et de son fourgon étant de 12 tonnes environ, on voit qu'avec la vitesse de 13 lieues à l'heure ou de 14 à 15 mètres par seconde, elle ne peut prendre qu'une charge insignifiante.

La charge qu'une machine locomotive peut entraîner sur un chemin de fer ne dépend pas seulement de la puissance mécanique dont cette machine est animée, elle dépend aussi de l'adhésion des roues sur les rails; car si, en vertu de cette adhésion, une machine ne pouvait entraîner par

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

exemple que 30 ou 40 tonnes, il serait tout-à-fait inutile de lui donner une puissance capable d'en entraîner 50 ou 60. M. Wood a fait sur ce point des expériences remarquables, desquelles il résulte que la plus grande adhésion a lieu quand les rails sont tout-à-fait secs ou tout-à-fait mouillés, et que la moindre adhésion a lieu au contraire quand les rails sont seulement humides, couverts de givre ou de boue; dans ce cas le plus défavorable, M. Wood estime que l'adhésion est encore égale au vingtième du poids total de la Machine lorsque les quatre roues sont liées entre elles, et qu'elle est égale au quinzième du poids de la Machine lorsqu'on ne fait agir que les deux roues motrices, mais avec l'attention de distribuer la charge de manière qu'elles en supportent les 3/5.

Il est facile, d'après cette donnée: de calculer en *tonneaux métriques* la limite de la charge que peut prendre une machine locomotive en vertu de l'adhésion de ses roues, soit sur des chemins de niveau, soit sur des chemins diversement inclinés.

t, nombre des tonneaux qui exprime le poids de la Machine.
T, nombre des tonneaux qui exprime le poids du convoi,
i, inclinaison du plan.

En supposant que les deux roues motrices travaillent seules et qu'elles soient chargées des 3/5 du poids, l'adhésion est:

$$\frac{1}{15} \cdot \frac{3}{5} \cdot t, \text{ ou } 0{,}04 . t.$$

La résistance à vaincre se compose:

1°. Du frottement des wagons, qui est $\frac{T}{200}$;

2°. De la composante du poids des wagons, qui est T. sin i;

3°. De la composante de la Machine elle-même, qui est t. sin i.

On a donc

$$\frac{T}{200} + T . \sin i + t . \sin i = 0{,}04 . t;$$

d'où l'on tire:

$$T = 2t \left(\frac{400 - H}{100 + 2H}\right);$$

en remarquant que sin i est égal à la hauteur du plan divisée

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

par sa longueur, et en désignant par H la hauteur correspondante à une longueur 10000, en sorte que H = 1 signifie que la pente est 1 mètre sur 10000 mètres de longueur, etc., etc., etc.

Pour la machine que nous avons décrite $t = 8$; aussi, sur un chemin de niveau pour lequel H = 0, on a

$$T = 64,$$

c'est-à-dire que, par les plus mauvais temps, la Machine peut, par son adhésion, traîner jusqu'à 64 tonnes sans que les roues glissent en tournant sur la place.

Le tableau suivant contient les diverses charges qu'elle peut prendre suivant l'inclinaison du plan.

Pente du chemin.	Tonneaux métriques que la Machine peut conduire, y compris le fourgon.	Tonneaux métriques que la Machine peut conduire, outre son poids et celui de son fourgon.	Pente du chemin.	Tonneaux métriques que la Machine peut conduire, y compris le fourgon.	Tonneaux métriques que la Machine peut conduire, outre son poids et celui de son fourgon.
0.....	64	60	32 s10000	35,90	31,90
2s10000	61,23	57,23	34.....	34,86	30,86
4.....	58,67	54,67	36.....	33,86	29,86
6.....	56,28	52,28	38.....	32,92	28,92
8.....	54,07	50,07	40.....	32,00	28,00
10.....	52,00	48,00	42.....	31,13	27,13
12.....	50,06	46,06	44.....	30,30	26,30
14.....	48,25	44,25	46.....	29,50	25,50
16.....	46,54	42,54	48.....	28,73	24,73
18.....	44,94	40,94	50.....	28,00	24,00
20.....	43,43	39,43	60.....	24,73	20,73
22.....	42,00	38,00	70.....	22,00	18,00
24.....	40,65	36,65	80.....	19,69	15,69
26.....	39,37	35,37	90.....	17,71	13,71
28.....	38,15	34,15	100.....	16	12
30.....	37,00	33,00	.....	.....	.....

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

La première colonne contient les pentes de 2 dix-milliièmes jusqu'à 50, puis ensuite de 10 dix-millièmes en 10 dix-millièmes jusqu'à 100 dix-millièmes, qui correspondent à une pente de 1 centième ou de 1 mètre sur 100;

La deuxième colonne contient les valeurs correspondantes de T, etc.;

La troisième colonne contient ces valeurs diminuées de 4, c'est-à-dire du poids du fourgon d'approvisionnement, qui doit essentiellement suivre la Machine.

Tous les calculs précédens sur la vitesse de la Machine, sur sa force en chevaux, et sur la charge qu'elle peut conduire, reposent sur quelques hypothèses fondamentales qu'il est bon de rappeler.

Nous avons admis :

1°. Qu'un mètre carré de surface de chauffe-réduite, vaporise 2*k*,5 d'eau en 1 minute;

2°. Que la moyenne pression qui reste sur le piston, du côté où il communique avec la pression atmosphérique, est d'une atmosphère et quatre dixièmes;

3°. Que le nombre des chevaux pratiques est seulement le tiers du nombre des chevaux théoriques;

4°. Que la résistance du convoi est égale à 1/200 de son poids;

5° Que l'adhésion des deux roues motrices est égale à 1/15 du poids de la Machine, lorsque ces roues portent les 2/5 du poids total.

Ces hypothèses ne doivent être considérés que comme des résultats moyens de la pratique habituelle. Ainsi, dans les circonstances les plus favorables et pendant un temps qui ne serait pas très long, il serait sans doute possible de vaporiser plus de 2*k*,5 d'eau par minute sur chaque mètre carré de surface de chauffe-réduite : mais, dans les circonstances les plus défavorables, on n'atteindrait pas ce résultat. De même, les Machines dont toutes les parties sont en très bon état donnent sans doute un nombre de chevaux pratiques plus grand que le tiers du nombre de chevaux théoriques, et alors, par leur puissance mécanique, elles peuvent entraîner des charges plus considérables : la résistance des wagons est souvent plus petite que 1/200 de leur poids, elle peut n'être que 1/250; enfin, l'adhésiou des roues motrices n'est 1/15 du

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

poids de la Machine que quand les rails sont dans le plus mauvais état possible.

Si l'on tient compte aussi de la vitesse acquise par la Machine et le convoi, et des pentes descendantes que le chemin peut présenter, on verra que les consommations de vapeur peuvent en être notablement diminuées pendant un temps plus ou moins long, et qu'alors, au lieu de marcher à raison de 13 lieues à l'heure, la Machine peut atteindre jusqu'à 18 ou 20 lieues.

Toutefois, le tableau des charges relatives que la Machine peut entraîner suivant les diverses inclinaisons du chemin, fait voir combien les pentes variées offrent de désavantage, puisque alors on est obligé ou de limiter la charge pour les plus grandes pentes, ou d'y placer des machines auxiliaires qui aident à les franchir.

§ VI.

LOCOMOTIVES DE BRUXELLES.

Plusieurs locomotives, semblables dans leur construction, circulent sur la section du chemin de fer de Malines à Bruxelles.

La planche 6 représente :

Fig. 1re. Une élévation générale de l'une de ces machines;

Fig. 2e. Une vue prise par le bout du côté du foyer;

Fig. 3e. Une élévation générale du fourgon d'approvisionnement;

Fig. 4e Une vue prise par le bout du fourgon du côté par lequel il s'attache à la locomotive.

En comparant la locomotive de Chaillot avec celles de Bruxelles, on remarque dans la disposition générale de ces dernières plusieurs améliorations importantes : le dôme dans lequel se fait la prise de vapeur a été rapproché de la

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

cheminée par laquelle s'échappe la vapeur qui a fonctionné; le trou d'homme a pris la place du dôme; au lieu de quatre roues, ces machines en ont six, deux grandes, sans rebord extérieur, dont le mouvement est aussi déterminé par les tiges articulées des pistons, et quatre petites qui supportent la plus grande partie de la charge, les grandes ne fesant guères que frotter sur les rails.

Ces changemens ont nécessité des modifications dans la liaison des diverses parties de la machine; mais en général, la chaudière, le foyer, la distribution de la vapeur, les moyens de remplir, de vider et de nettoyer la chaudière, les soupapes de sureté, le mécanisme et la transmission du mouvement sont restés les mêmes que dans la locomotive de Chaillot.

Les détails relatifs au fourgon d'approvisionnement (fig. 3 et 4) se trouvent à la page 27, un coup d'œil jeté sur ces figures achèvera de donner de la construction de ce fourgon une idée claire et complète.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

§ VII.

LÉGENDE DES PLANCHES 1, 2, 3, 4 et 5.

A, Fig. 8 et 10. Plaque du fond du foyer; elle est percée d'une centaine de trous *b'* destinés à recevoir autant de tubes : ici il y en a 112.

A', Fig. 10. Plaque qui forme le fond du cylindre de la chaudière; elle sépare l'eau du compartiment de la cheminée; elle est percée de trous qui correspondent exactement à ceux de la plaque précédente.

A'', cheminée.

a, Fig. 10 et 21. Grille du foyer.

a', cendrier.

a'', côté du cendrier qui reste tout ouvert, et par lequel l'air arrive à la grille.

B, fig. 6 et 10. Plaque formant l'extrémité de la chaudière du côté du conducteur; elle est de 7 ou 8 centimètres en avant du foyer.

B', plaque de même forme que la précédente; elle est de 7 ou 8 centimètres en arrière du foyer.

B'', Fig. 8. Plaque latérale qui réunit les deux précédentes.

b' Fig. 6 et 10. Porte du foyer.

b', Fig. 8 et 112 ouvertures de 0*m*,04 de diamètre, destinées à recevoir des tubes en laiton de même diamètre, et d'un diamètre intérieur de 0,035.

b'', Eig. 9. Viroles en fer ajustées dans l'intérieur des tubes, rabattues et rivées sur leurs bords et sur les bords des ouvertures *b'*.

CC', Fig. 10. Cylindre en tôle enveloppant les 112 tubes, et destiné à contenir la plus grande partie

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

de l'eau : c'est ce que nous appelons le *compartiment du milieu de la chaudière*.

c, Fig. 7 et 10. Porte pour nettoyer le compartiment de la cheminée.

c', *c'*, Fig. 8 et 10. Neuf boulons servant à lier les plaques A' et B.

c'', Fig. 1 et 15. Cercles en fer consolidant l'espèce de tonneau en bois qui enveloppe le cylindre de la chaudière.

D, fig. 15, 18 et 19. Pompe alimentaire ; il y en a une autre symétriquement placée de l'autre côté.

D', piston de la pompe.

D'', anneau à bride pressé par des écrous, servant à serrer les étoupes contre le piston.

d, robinet qui sert à ouvrir ou fermer le tuyau d'aspiration.

d', robinet placé sur le tube de refoulement de la pompe.

d'', ouverture de l'anneau D'', par laquelle la graisse arrive au piston D'.

E, trou d'homme de la chaudière.

E'. Fig. 10. Ouverture correspondant au trou d'homme pour le nettoiement.

E'', dôme en cuivre qui s'élève au-dessus de la paroi latérale B'', pour la prise de vapeur.

e, Fig. 18. Soupape d'aspiration de la pompe alimentaire.

e', soupape de refoulement.

e'', Fig. 15. et 19. Lien par lequel la tige du piston à vapeur donne le mouvement au piston de la pompe alimentaire.

F, Fig. 10 et 15. Soupape de sûreté à ressort.

F', Fig. 10 et 15. Soupape de sûreté à ressort.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

F", Tuyau qui surmonte la soupape F' pour l'émission de la vapeur.

f, Fig. 1. Robinet pour l'épreuve du niveau : quand on l'ouvre, il doit toujours donner de la vapeur.

f', robinet pour l'épreuve du niveau : quand on l'ouvre, il doit toujours donner de l'eau.

f", tube de niveau.

G, Fig. 10, 15. Tube vertical par lequel se fait la prise de vapeur dans le dôme E".

G'G", Fig. 10 et 7. Tube horizontal pour la conduite de la vapeur aux boîtes de distribution.

g, Fig. 6 et 10. Deux robinets servant à vider la chaudière.

g', deux tubes par lesquels la vapeur vient des tubes G'G" aux boîtes de distribution par les ouvertures H'.

H, Fig. 10, 15 et 17. Robinet de distribution de la vapeur ; il est placé à la rencontre des deux tuyaux G et G'G".

h, Fig. 6, 10 et 16. Levier ou clé au moyen de laquelle le conducteur peut tourner le robinet H.

h', tige ou axe de ce robinet.

h", Fig. 16 et 17. Ouverture latérale ou fenêtre pratiquée sur le côté du cône creux qui constitue le robinet.

H', Fig. 12. Ouverture par laquelle la vapeur arrive des tubes *g'* dans les boîtes de distribution.

H", ouverture par laquelle la vapeur qui a produit son effet mécanique, sort des boîtes pour aller s'échapper dans la cheminée par les tubes K, K'.

I, Fig. 11 et 14. Tige passant dans une boîte à étoupes, par laquelle les châssis *k*, *k*, et leurs tiroirs *i*, *i* reçoivent le mouvement de va-et-vient.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

I', Fig. 1 et 12. Compartiment supérieur, ou d'arrivée de la vapeur dans la boîte de distribution.

I'', compartiment inférieur ou de sortie de la vapeur dans la boîte de distribution.

i, *i*, tiroirs.

i', *i'*, deux conduits; l'un au sommet, l'autre à la base du cylindre, et par chacun desquels le cylindre communique tantôt avec le compartiment d'arrivée I', tantôt avec le compartiment de sortie I''.

i'', *i''*, deux conduits qui servent à mettre les conduits *i'* en communication avec le compartiment de sortie I'' : aussitôt que l'un de ces conduits *i''* établit une communication, l'autre n'en établit pas; ainsi, ils agissent tour à tour et jamais ensemble.

K, K', tubes qui conduisent dans la cheminée la vapeur qui sort des boîtes.

k,*k*, Fig. 14. Châssis en fer qui s'adaptent sur les tiroirs en cuivre et à rebords, pour régler leur distance, les maintenir, et leur imprimer le mouvement de va-et-vient.

k', écrou servant à réunir et à rapprocher plus ou moins les tiges taraudées en sens contraire, qui sont adaptées à chacun des châssis *k*,*k*.

L, Fig. 5. Moyeu en fonte des roues de la Machine; il est vu en élévation et en coupe transversale.

L', ouverture cylindrique percée au centre du moyeu, et destinée à recevoir l'essieu.

L'', cercle en fonte et à rebord sur lequel la roue repose sur le rail.

l, rais de la roue; ils sont au nombre de 12.

l, quatre rainures destinées à recevoir les coins en acier qui fixent par leur pression la roue sur l'essieu.

l'', boulons rivés aux deux bouts.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

MM, Fig. 21. Essieu droit ou essieu de l'avant-train.

M',M', Essieu coudé ou essieu moteur.

M",M", les deux coudes de l'essieu moteur : les plans qui passent par les coudes et par l'axe de l'essieu sont perpendiculaires entre eux ; aussi, l'un étant vu en plan, l'autre est vu en projection.

m m, Fig 21 et 26. Deux colliers brisés à la charnière, dont on voit les deux parties séparées dans la figure 26 : ces colliers, qui doivent être parfaitement fixes sur l'essieu, sont d'abord serrés par une vis qui réunit les deux extrémités libres opposés à la charnière, et ensuite il y a encore une vis de pression qui les traverse et qui appuie sur l'essieu. On doit remarquer sur les tranches intérieures de ces colliers une petite tête saillante *u* ; cette tête est leur partie agissante, c'est par elle qu'ils peuvent tour à tour servir à embrayer.

N,N,N,N, Fig. 21. Cadre en bois dont les grands côtés sont renforcés par des lames de fer *n*, *n* en dedans et en dehors.

n,*n*, Fig. 1, 3 et 7. Lames de fer boulonnées en dedans et en dehors sur les grands côtés du cadre N, N, N, N.

N', Fig. 1 et 2. Fourchette formée par les prolongemens inférieurs *n'*, *n'* des lames de fer *n*, *n* ; les quatre prolongemens correspondans composent une fourchette, et il y a une fourchette pareille à chaque extrémité des essieux.

n', *n'*, Fig. 1, 2 et 3. Appendices ou prolongemens inférieurs des lames *n*,*n* ; les quatre prolongemens correspondans composent une fourchette N'.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

N", Fig. 1, 2 et 3. Ressorts établis au-dessus de chacune des fourchettes N'.

n", supports par lesquels les ressorts N" sont liés au cadre.

P, broche qui traverse le ressort N"; elle est serrée en haut avec un écrou; elle porte en bas une embase qui s'appuie sur la partie inférieure du ressort, et elle se prolonge de manière à rester toujours saillante au-dessous du bois dans la fourchette N'.

P', Fig. 2, 3 et 4. Coussinet supérieur qui embrasse la moitié de l'essieu, et qui est creusé au milieu de sa surface supérieure pour recevoir l'extrémité inférieure de la broche P.

P", coussinet inférieur; il entre dans les prolongemens latéraux du coussinet supérieur et se trouve boulonné avec eux.

p, cavité ménagée au milieu de la surface supérieure d'un coussinet P', pour recevoir la broche P.

p', plaque en acier percée du trou pour laisser passer la broche P; elle s'applique sur le coussinet supérieur comme un couvercle, pour enfermer la graisse qui se trouve au-dessus du coussinet.

p", Fig. 4 *bis*. L'une des deux pièces qui se placent entre les appendices opposés *n'n* du dedans et du dehors, pour faire une coulisse au coussinet P'.

Q, Fig. 1. Trois fortes pattes qui unissent la chaudière au cadre; il y en a trois pareilles de l'autre côté.

Q', Fig. 15 et 21. Quatre grandes pièces de fer articulées à charnière, au point *q*, à des pattes fixées à la chaudière, et venant par leur extrémité, qui est aussi à la fourchette, s'engager dans les coulisses *q*', pareillement fixées à la chaudière: chacune de ces quatre grandes pièces enveloppe les deux essieux par des coussinets en cuivre.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

q, charnière des pièces Q'.

q', coulisses dans lesquelles les fourchettes des pièces Q' peuvent prendre verticalement le mouvement qui résulte de leur élasticité.

q''. Fig. 1, longue tringle fixée aux extrémités des grands côtés du cadre N, et passant dans les boulons qui réunissent les appendices opposés *n'*.

R, Fig. 10, 13, et 15. Piston du cylindre à vapeur ; le frottement a lieu sur trois bagues coupées en sifflet, figure 13.

R'', Fig. 20. Guide de l'articulation formé par l'extrémité de la tige de la piston et celle de la bielle *r'*.

r, Fig. 10 et 15. Tige du piston.

r', *Id.* Bielle qui transmet à l'essieu le mouvement du piston.

r'', *Id.* Pièces glissantes dans les guides R''.

S, Fig. 1 et 21. Manivelle fixée à l'extrémité de l'essieu droit ; un manneton pour s'articuler à la bielle S''.

S', manivelle semblable à la précédente, fixée à l'essieu moteur ; elle s'articule à rotule.

S'', bielle qui s'articule aux deux manivelles précédentes.

T, Fig. 21, 27 et 28. Manchon qui est fixe ou mobile sur l'essieu, suivant qu'il est embrayé ou non avec l'un ou l'autre des colliers *m*, *m* : les deux parties de ce manchon sont vues séparément dans la fig. 28 ; on voit qu'il porte en son milieu une gorge carrée concentrique à l'essieu, et vers ses extrémités, deux excentriques V, V.

T', Tringle qui peut glisser dans ses collets.

T'', Fig. 22, 23 et 27. Levier portant un bras vertical *t''* et un bras horizontal U'.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

t, Fig. 25 et 27. Disques d'acier qui s'adaptent aux deux bouts du manchon T.

t', Fig. 28. Fourchette fixée à la pièce T' et qui embrasse la gorge carrée du manchon T.

t'', Fig. 23 et 27. Bras vertical du levier T''.

U, Fig. 7, 10, 22 et 27. Pédale au moyen de laquelle le conducteur embraie à volonté le manchon T, avec l'un ou l'autre des colliers *m,m*, ou désembraie tout-à-fait en maintenant ce manchon au milieu de l'espace qui sépare les colliers.

U', Fig. 22 et 27. Bras horizontal du levier T''.

u', Fig. 7 et 22. Ressort qui sert à soulever la pédale U.

u, Fig. 26. Tête saillante des colliers *m,m*.

V, Fig. 24. Coussinets formant la tête des bielles des tiroirs V' et embrassant les excentriques du manchon T : ces coussinets sont composés de deux parties demi-circulaires qui se réunissent par des vis ; l'une de ces parties est vue en plan, suivant le joint en *v*, l'autre est vue au-dessous en coupe.

V', Fig. 21 et 24. Bielles des tiroirs articulées sur les excentriques.

V'', Fig. 1, 7, 10 et 15. Levier au moyen duquel le conducteur empêche le mouvement de l'essieu et des bielles V' de se communiquer aux tiroirs.

v, Fig. 24. L'un des coussinets V, vu suivant le joint.

v', Fig. 24. Encoche des bielles V'.

v'', Fig. 1, 7, 10 et 15. Tringles articulées aux bielles V' et aux leviers V''.

X, Fig. 7. L'un des deux leviers des tiroirs ; il porte trois bras, savoir : le bras *x''*, dans lequel passe la bielle V' ; le bras *x*, qui s'articule à la tige I du ti-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

roir ; et le bras *x'*, qui s'articule à la longue tringle X', figure 1 et figure 15.

X', Fig. 1 et 15. Longue tringle qui s'articule au bras *x'* du levier X, et au bras du levier X" fig. 6.

X", Fig. 1 et 6. L'un des deux leviers au moyen desquels le conducteur peut gouverner les tiroirs à la main par les deux manches Z.

x, Fig. 7. Bras du levier X, qui s'articule à la tige I du tiroir.

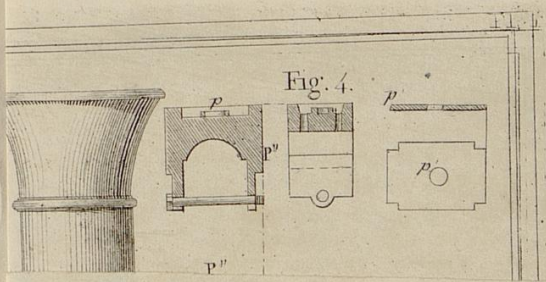
x', bras du levier X qui s'articule à la tringle X'.

x", bras du levier X qui s'articule à la bielle V' au moyen de l'encoche *v'*.

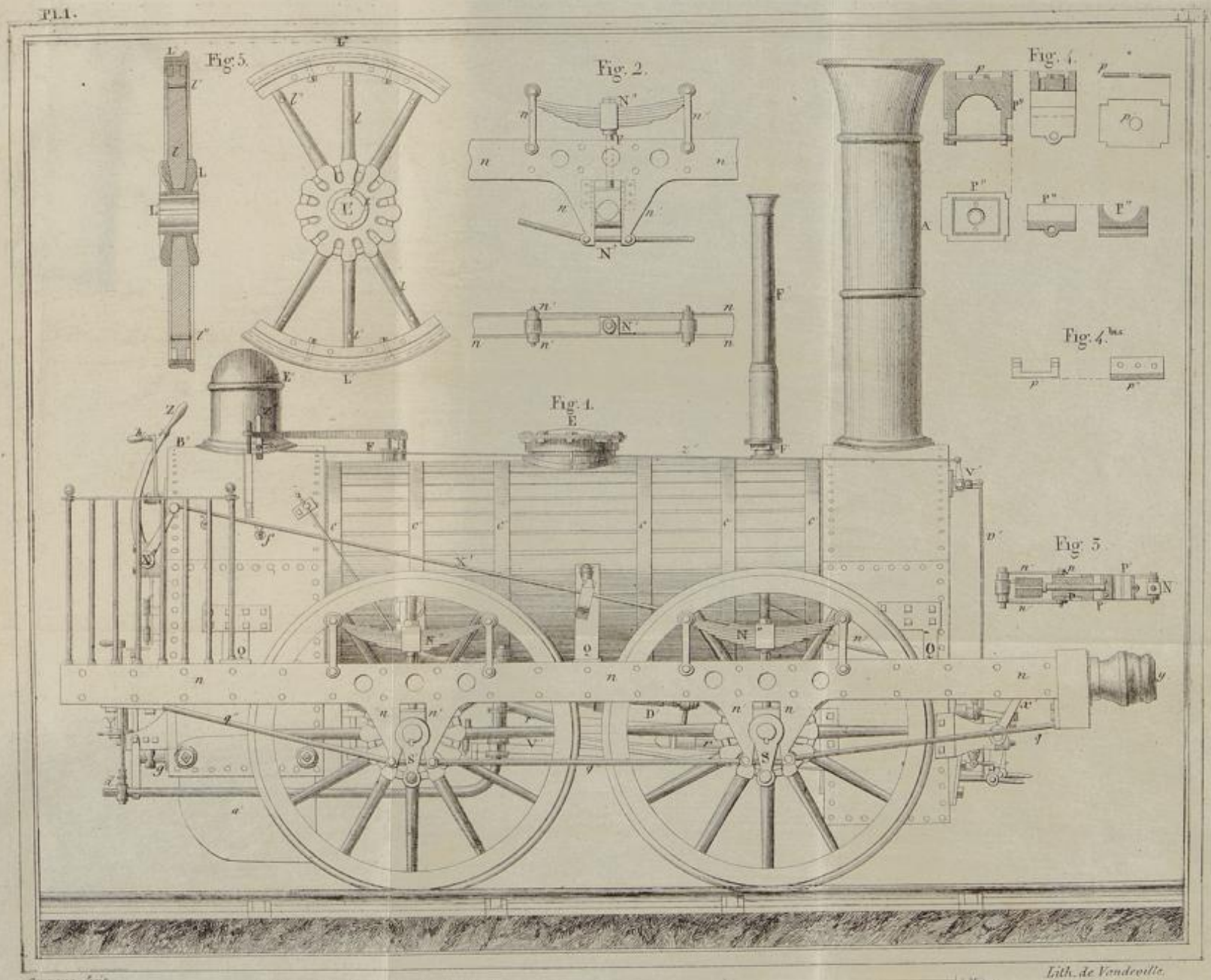
Y, Fig. 1 et 10. Cheville ouvrière.

y, *Idem*. Tampons pour amortir le choc.

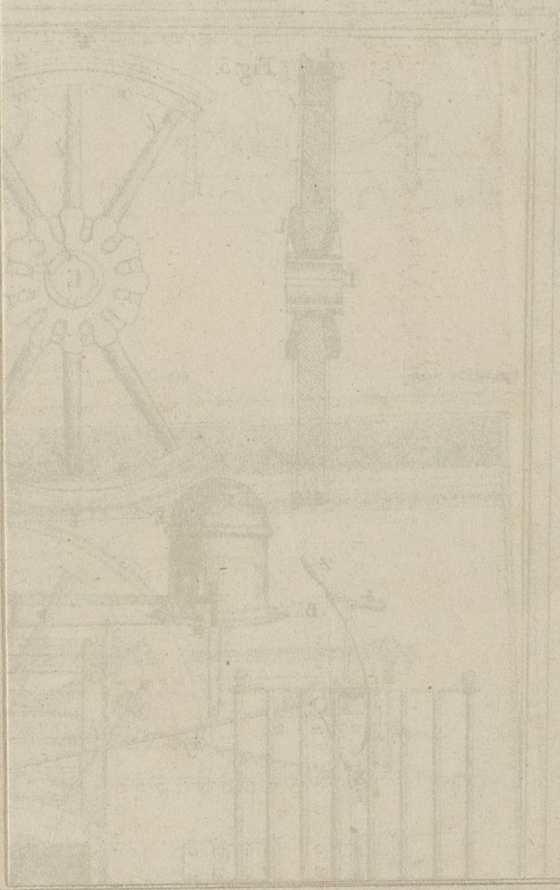
Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pl 2.

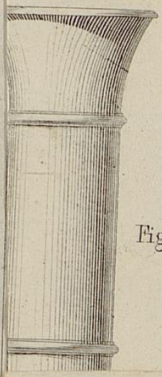
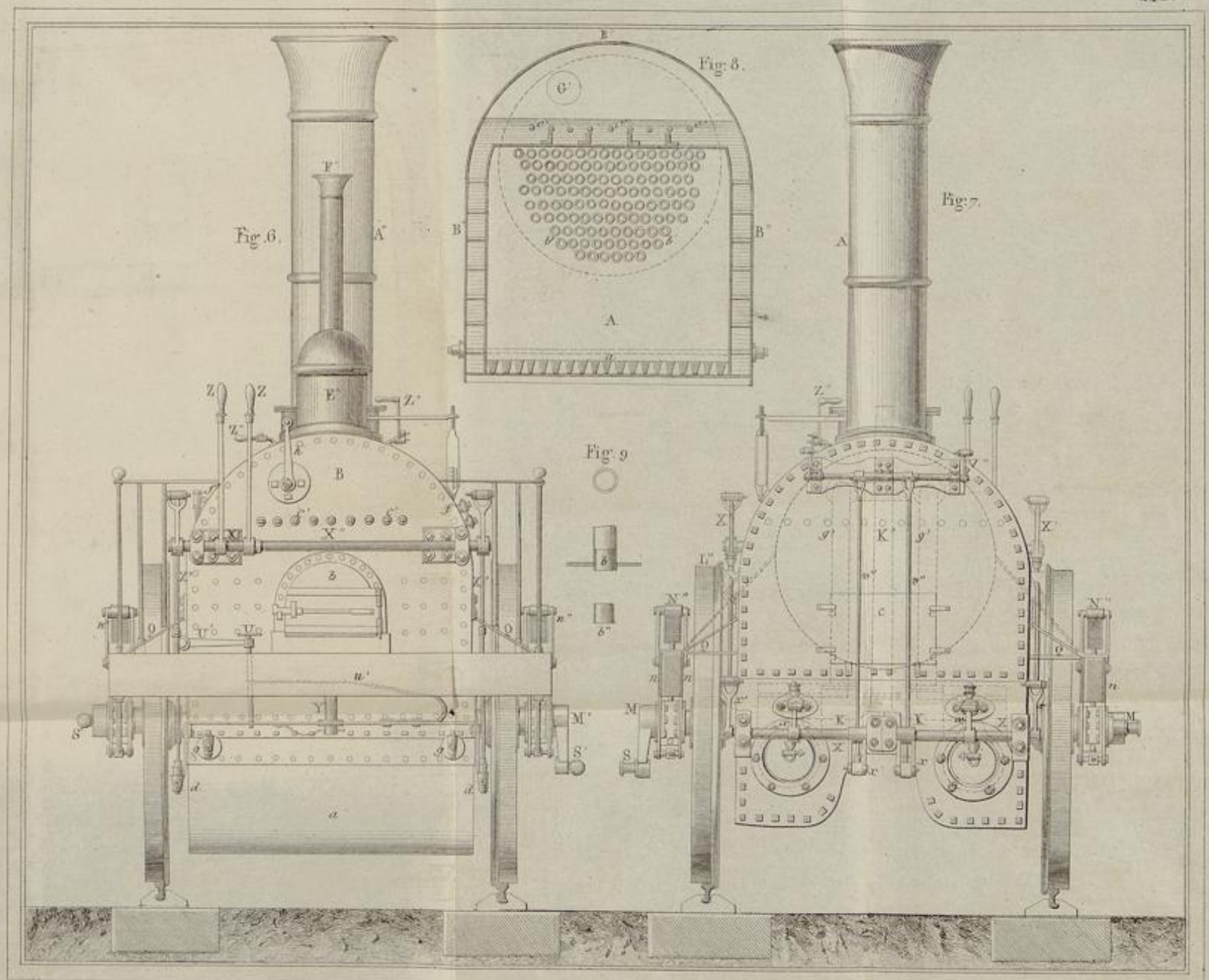


Fig: 7.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Coppens, fecit.

Lith. de Vandeville.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

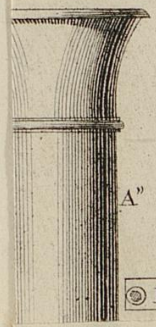
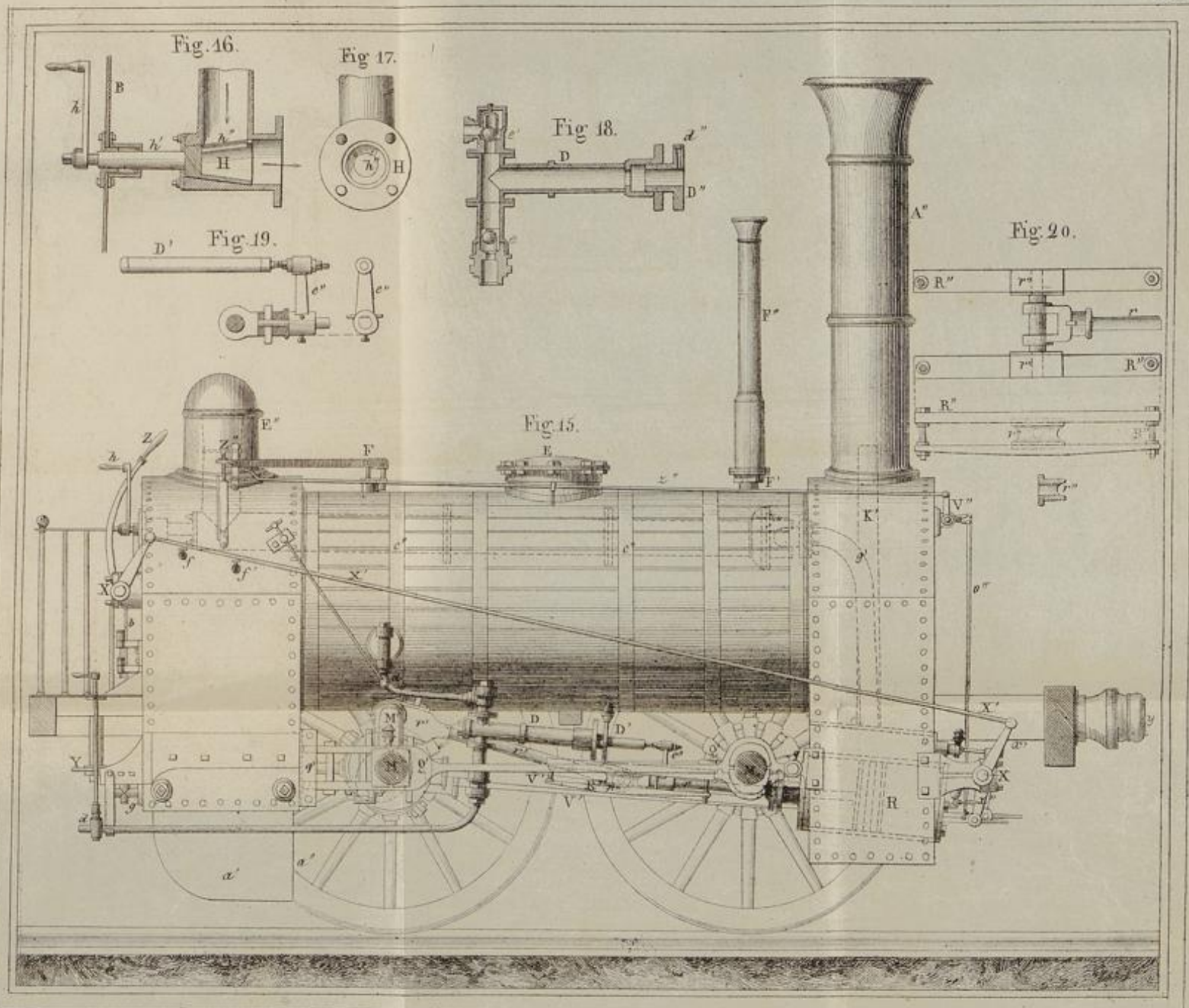


Fig: 20.

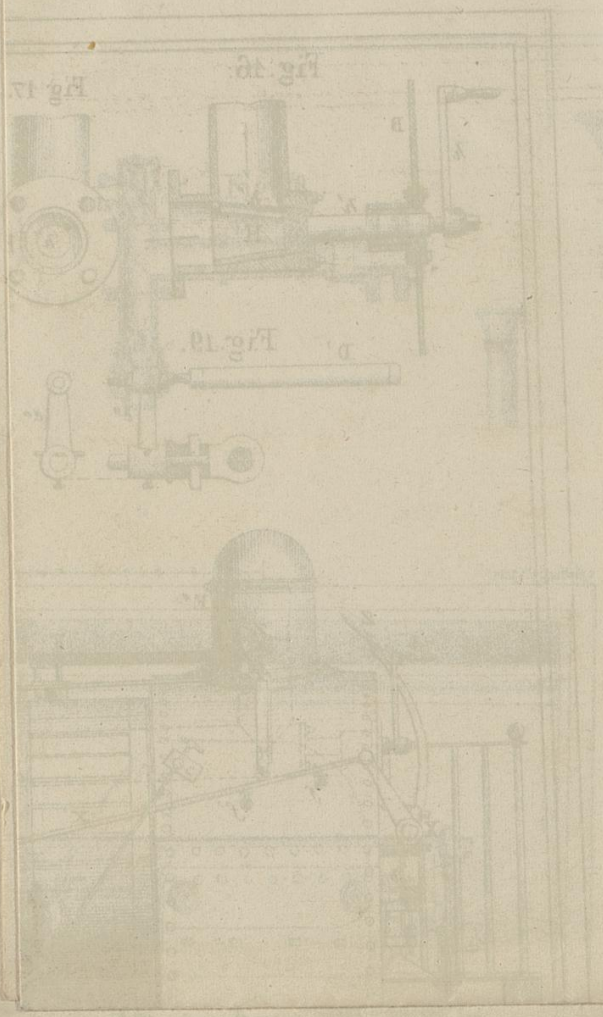
Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Coppens fecit.

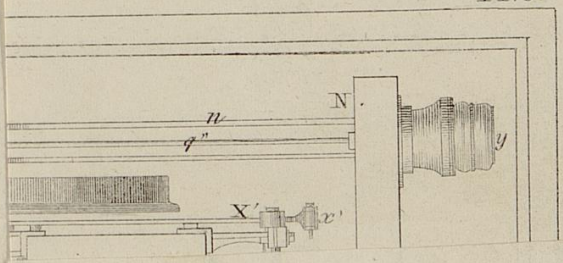
Lith. de Vandepille

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

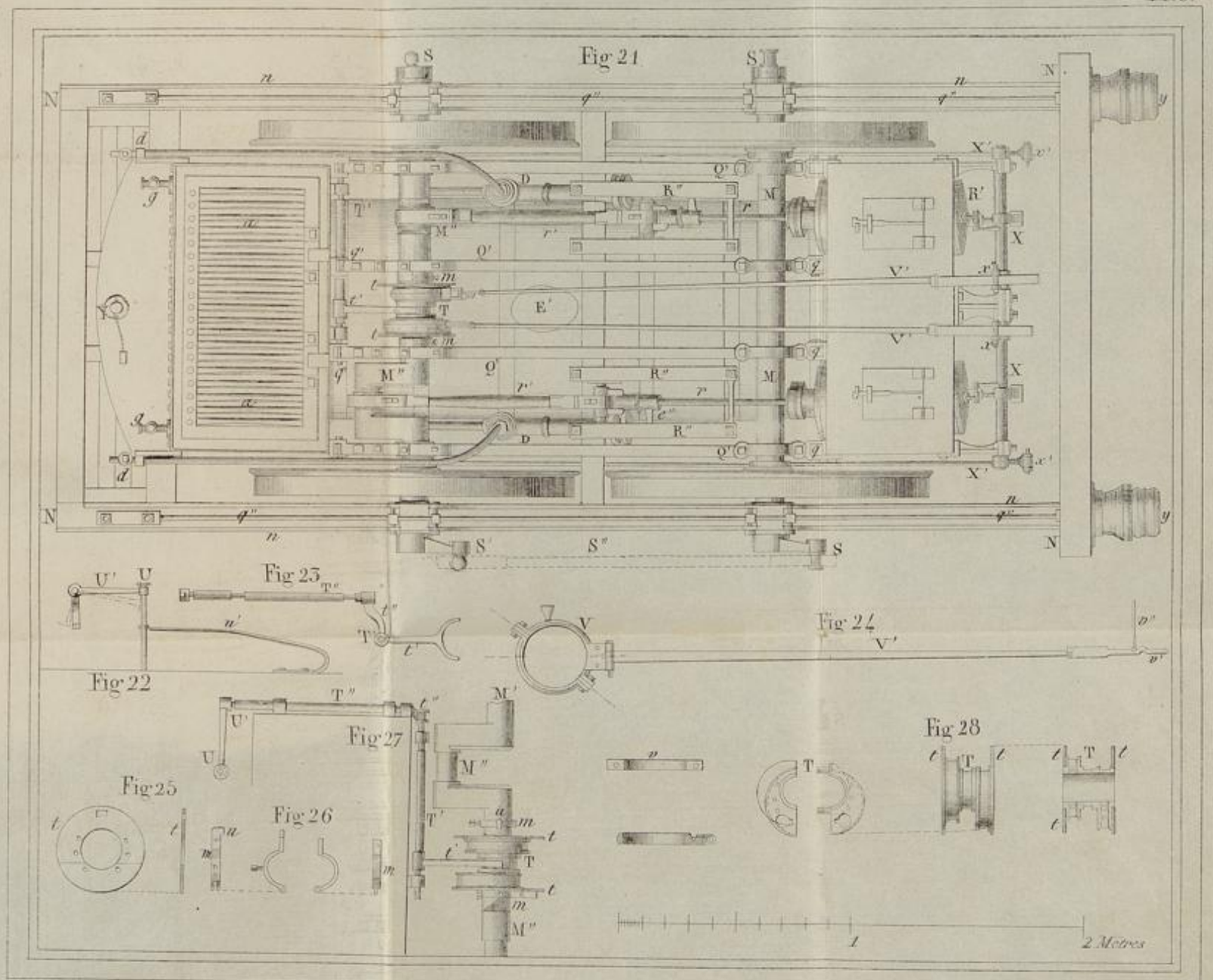


Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pl. 5.



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



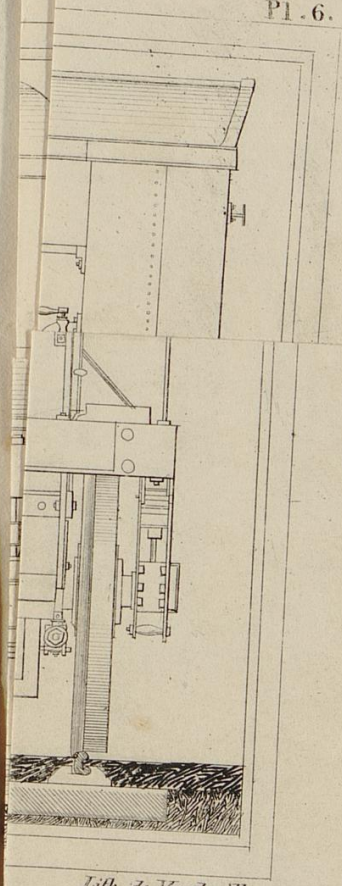
Coppens fecit.

Lith. de Vandeville.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

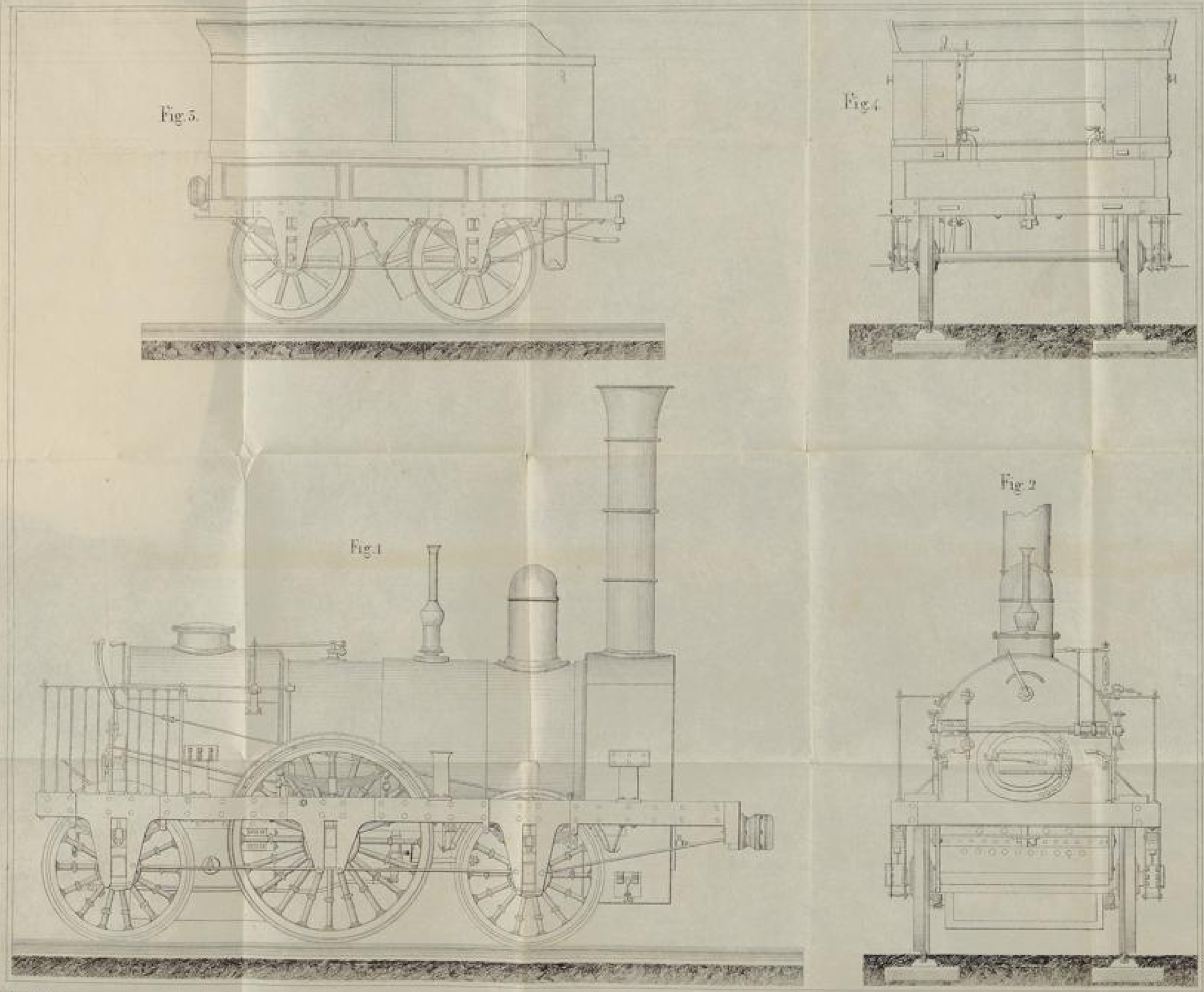
Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pl. 6.



Lith. de Vandeville.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Inches 1 2 3 4 5 6 7 8

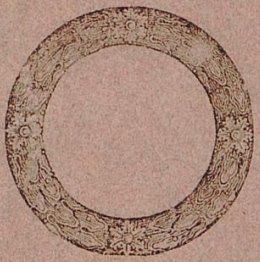
Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

TIFFEN® Color Control Patches

© The Tiffen Company, 2007

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf