

Nous avons cru nécessaire de consigner ici l'observation de M. Fortier-Beaulieu pour mettre en garde les chefs d'atelier et le public en général contre des accidents dont la science fournit l'explication, mais que la prudence humaine ne saurait toujours prévenir.

IV

ART DES CONSTRUCTIONS.

I

Le canal maritime de Suez. — Parallèle des voies de communication qui peuvent être mises en concurrence avec celle du canal de Suez : le chemin de fer d'Alexandrie à la mer Rouge, le chemin de fer de l'Euphrate, la navigation par le cap de Bonne-Espérance. — Vœux unanimes des nations maritimes pour le percement de l'isthme de Suez. — Vœux des conseils généraux et des chambres de commerce, en France, en faveur de ce projet. — Opinion du commerce anglais opposée à celle de la diplomatie britannique.

M. Ferdinand de Lesseps ayant adressé à l'Académie des sciences de Paris les divers mémoires qui ont été successivement publiés par lui, depuis deux ans, sur les travaux relatifs au percement de l'isthme de Suez, une commission a été nommée, au sein de l'Institut, pour faire un rapport sur l'ensemble de ces documents. Au mois de mars 1857, M. Charles Dupin a présenté à l'Académie le rapport de cette commission qui conclut en ces termes :

« La conception et les moyens d'exécution du canal maritime de Suez sont les dignes apprêts d'une entreprise utile à l'ensemble du genre humain. »

Dans ce rapport, M. Charles Dupin passe en revue tout ce qui concerne les travaux du futur canal maritime. Nos lecteurs sont suffisamment renseignés sur l'ensemble de ces faits pour qu'il soit inutile de revenir sur un exposé que nous avons présenté avec tous les détails nécessaires

dans le volume précédent de *l'Année scientifique*. Mais le rapport de M. Dupin renferme une partie intéressante et neuve sur les nouvelles voies de communication que l'on a eu l'idée d'opposer au canal de Suez. C'est cette partie du travail de M. Dupin dont il nous paraît utile de donner ici connaissance.

Craignant, à tort ou à raison, que les intérêts britanniques ne soient compromis un jour par l'ouverture du canal de Suez, quelques hommes d'État de la Grande-Bretagne n'ont pas hésité à proclamer, du haut de la tribune parlementaire, leur hostilité décidée contre cette entreprise généreuse. N'hésitant point dès lors à enrayer à leur profit l'exécution d'une œuvre qui serait utile au monde entier, ils ont mis en avant, comme devant faire une concurrence sérieuse au futur canal de Suez, les trois voies de communication suivantes :

1° Le chemin de fer, déjà presque terminé, d'Alexandrie au Caire, et qui doit être continué jusqu'à Suez ;

2° Le chemin de fer conçu par les ingénieurs anglais, autorisé par la Porte-Ottomane, et déjà en cours d'exécution, qui doit traverser la Syrie, aboutir à l'Euphrate, et, grâce à la communication de cette rivière avec le Tigre, qui se jette dans le golfe Persique, établir ainsi une voie de communication, à la fois terrestre et fluviale, entre l'Europe et les Indes ;

3° La navigation ordinaire par le cap de Bonne-Espérance.

Nous allons examiner, avec M. Charles Dupin, les diverses voies de transport qui sont mises en concurrence avec le futur canal de Suez, et nous n'aurons pas de peine à établir qu'elles n'offriraient aucune sorte d'avantages sur le canal projeté entre la Méditerranée et la mer Rouge.

Le chemin de fer d'Alexandrie au Caire, que l'on tra-

vaille en ce moment avec activité à pousser jusqu'à Suez, pourrait-il constituer un moyen commode de transport pour l'immense quantité de marchandises qui doivent franchir la distance de la Méditerranée aux grandes Indes ?

On ne peut nier que le transport des marchandises par une voie ferrée, traversant l'Égypte du nord au sud, ne doive se faire avec un peu plus de rapidité que par le canal de Suez. Transportées par le chemin de fer, les marchandises pourraient franchir l'Égypte en six heures, tandis qu'il en faudrait trente environ pour la traversée des bâtiments qui suivront le futur canal maritime pour aboutir à Suez. Mais une différence de quelques heures sur le parcours total entre l'Europe et les Indes n'est qu'une bien faible considération en présence des difficultés et des inconvénients nombreux auxquels donnerait lieu la voie ferrée.

Le transport des marchandises sur un canal servant à relier deux mers offre cet avantage capital de n'exiger aucun débarquement, aucun transbordement de la cargaison. Un seul et même navire prend la marchandise au port d'expédition et la délivre au port de destination, sans aucun arrêt pendant le voyage, sans qu'il soit nécessaire de faire de débarquements ni d'embarquements intermédiaires. Il ne saurait en être ainsi avec le chemin de fer d'Alexandrie à Suez. Supposons qu'un navire de mille tonneaux, par exemple, arrivant d'Europe, entre dans le port d'Alexandrie. Il faut commencer par débarquer avec soin et avec ordre le million de kilogrammes de marchandises qui forment sa cargaison ; il faut qu'on les charge sur un long train du chemin de fer, c'est-à-dire sur plus de cent wagons. Le train parvenu à Suez, il faut reprendre ce million de kilogrammes, et le charger sur un nouveau navire qui doit se trouver tout préparé dans la rade de Suez, et qui soit en mesure de partir. On comprend aisément la perte de temps considérable que doit entraîner cette multiplicité d'opérations

Mais le temps perdu n'est pas le seul inconvénient à signaler dans ce cas. Si les marchandises à transporter sont fragiles, si elles ne doivent être ni mouillées, ni déchirées, ni tachées, ces embarquements et débarquements successifs multiplient évidemment les chances de les endommager. C'est ce que l'on constate tous les jours, quand on fait transporter, par un chemin de fer, des meubles ou des marchandises délicates, même lorsqu'on les fait charger et décharger sous ses yeux. Lorsqu'il fallut adresser à l'Exposition universelle de Londres des statues, des bas-reliefs, les beaux produits de la manufacture de porcelaine de Sèvres, etc., la nécessité d'un chargement à Paris sur le chemin de fer du Nord et d'un débarquement intermédiaire à Dunkerque, suffit pour amener des accidents déplorables, pour briser les objets d'art les plus précieux.

Ajoutons une autre considération. Quand les marchandises sont transportées sans changer de main, le capitaine du navire répond personnellement de la conservation et du bon état des objets; mais quand ils n'arrivent que par une deuxième, une troisième main, après deux voyages de mer entrecoupés par un transport sur une voie ferrée, on ne sait plus à qui s'en prendre du mauvais état des objets transportés. Lorsque trois personnes isolées sont responsables d'un même dommage, sans qu'on puisse l'attribuer à l'une plutôt qu'à l'autre, en réalité personne n'est plus responsable.

Le canal maritime de Suez, qui permettra à un navire unique de franchir, sans débarquements ni embarquements intermédiaires, la distance entre la Méditerranée et la mer Rouge, sera donc toujours préféré par les expéditeurs de marchandises. En réalité, et dans la pratique, cette route sera beaucoup plus courte que celle de la voie ferrée la mieux desservie. Pour la célérité finale, pour l'économie du transport, pour la responsabilité du capitaine, pour la

garantie des assurances, le commerce choisira nécessairement le transport par la voie maritime.

Quant aux voyageurs, est-il besoin de dire qu'ils adopteront tous cette voie, qui les laissera dans leur même logement à bord et ne dérangera rien à leur installation?

On ne saurait donc voir sérieusement, dans le chemin de fer entre Alexandrie, le Caire et Suez, un moyen commode de passage d'une mer à l'autre pour les marchandises ni pour les voyageurs. Cette voie ferrée restera limitée à l'objet en vue duquel elle a été conçue; elle sera une voie locale pour l'Égypte, un moyen de circulation intérieure, destiné à transporter les produits de la vallée du Nil à la Méditerranée ou à la mer Rouge.

Nous arrivons au chemin de fer syrien, qui, partant de la côte orientale de la Méditerranée, traverse l'Asie Mineure pour aboutir au golfe Persique, dans la mer des Indes. C'est le projet auquel paraissent tenir le plus les hommes d'état de l'Angleterre, dans le but de créer une concurrence sérieuse au canal de Suez, et peut-être dans l'espoir d'amener l'abandon de la grande voie maritime projetée à travers l'Égypte.

Ce chemin de fer partira de l'ancienne Séleucie, sur le rivage de la Syrie; il circulera entre le Liban et l'Anti-Liban, et viendra aboutir sur la rive droite de l'Euphrate, à Byr. La longueur de cette ligne ferrée excédera soixante lieues. Les travaux nécessaires, et qui seront d'ailleurs d'un accomplissement très-difficile, seront exécutés dans le lit de l'Euphrate et du Tigre, pour les rendre navigables depuis le chemin de fer jusqu'au fond du golfe Persique.

Les détails dans lesquels nous sommes entré plus haut, au sujet du chemin de fer égyptien, vont nous servir à montrer plus brièvement que les transports des marchandises par le chemin de fer de l'Euphrate seront encore plus

compliqués, plus difficiles, plus onéreux que par le chemin de fer d'Alexandrie à Suez.

Un navire de mille tonneaux, par exemple, parti de l'Europe, et arrivant à la côte de Syrie, il faut commencer par débarquer le million de kilogrammes qui forment son tonnage. Il faut ensuite les charger, wagon par wagon, sur le chemin de fer, les décharger au bord de l'Euphrate, et les embarquer de nouveau sur de légers navires à vapeur, tels que pourra les recevoir l'Euphrate, encore bien loin de son embouchure. Si l'on prend Bassora comme terme de la navigation fluviale, on devra transporter les marchandises d'un bateau de rivière dans un navire approprié pour la haute mer, appareiller de nouveau pour franchir le golfe Persique, et déboucher dans l'Océan oriental. On trouve donc ici un embarquement et un débarquement de plus que sur la voie d'Egypte; on a besoin de trois navires au lieu de deux, sans compter le train des wagons sur un chemin de fer. Il y aura quatre mains par lesquelles devra passer chaque produit. Tout cela, sans aucun doute, ne se fera pas sans frais ni perte de temps. Ces divers transbordements exposeront les marchandises à des avaries inévitables. En admettant que le chemin de fer de l'Euphrate fût plus court, au moins pour aller à Bombay, que le canal de Suez, cet avantage serait compensé par les inconvénients et les frais des transbordements multipliés que nous venons d'indiquer.

Les difficultés considérables que l'on doit rencontrer pour rendre l'Euphrate navigable paraissent devoir modifier le plan primitif que nous venons d'exposer. On semble disposé à remplacer cette voie fluviale par un chemin de fer construit le long des rives de l'Euphrate et du Tigre, jusqu'au golfe Persique. Mais alors l'étendue de la voie ferrée serait telle qu'il faudrait payer plus cher cette partie du voyage que pour aller de l'Europe dans l'Inde en doublant le cap de Bonne-Espérance.

Ainsi, pas plus que celui d'Alexandrie à Suez, le chemin de fer de l'Euphrate ne pourra soutenir la comparaison avec le canal maritime de Suez, qui conduira sans transbordement, de l'Europe aux Indes, les marchandises et les voyageurs.

Il ne faudrait pas conclure des considérations dans lesquelles nous venons d'entrer, à propos du chemin de fer de l'Euphrate comparé au canal maritime de Suez, que le chemin de fer projeté à travers l'Asie Mineure soit dépourvu de toute utilité, et que l'on doive s'abstenir d'entreprendre cette grande voie de circulation en Asie. Cette ligne aurait, en effet, une importance propre et tout à fait caractéristique : ce serait une voie militaire et stratégique. Elle permettra de transporter avec rapidité des voyageurs, des corps de troupes, des munitions de guerre, etc. Elle servira de moyen de communication intérieure à des contrées qui furent autrefois opulentes et industrieuses, et auxquelles l'avenir promet sans doute des destinées plus brillantes que celles qui leur appartiennent aujourd'hui.

Le gouvernement britannique a décidé le Sultan à accorder, sur son trésor, une forte garantie d'intérêt aux capitalistes qui voudront concourir à l'exécution de la voie ferrée asiatique. Ainsi, l'Angleterre a obtenu de la Porte-Ottomane la certitude de l'exécution d'un projet éminemment utile à ses vues politiques et commerciales, et cela sans qu'il lui en coûte rien. « C'est un plaisir considérable que la Turquie procure à la Grande-Bretagne, » dit M. Charles Dupin dans son rapport. Nous n'avons rien à objecter à cet arrangement. Seulement, il est permis d'espérer qu'en retour, et comme compensation, l'Angleterre se décidera à lever le *veto* qu'elle continue d'opposer à l'exécution du canal maritime de Suez, qui serait si utile à l'empire Ottoman, comme au monde entier.

Pour terminer cet examen comparatif des voies de com-

munication que l'on oppose au futur canal égyptien, il nous reste à parler de la navigation par le cap de Bonne-Espérance. Ici, nous serons bref, car nous aurons à citer des chiffres pleins d'éloquence.

M. Gressier, hydrographe de la marine impériale française, a dressé le tableau comparatif des distances entre les principaux ports de l'Europe : 1° par le cap de Bonne-Espérance; 2° par Suez, en prenant pour unité le mille marin de 60 au degré, qui a, comme on le sait, 1852 mètres de longueur. Voici le tableau dressé par ce savant hydrographe :

DESIGNATION DES PORTS.	DISTANCES EN MILLES GÉO.		RACCOURCISSEMENT par la voie du canal de Suez.
	Par le Cap de Bonne-Espérance.	Par le canal de Suez.	
Saint-Petersbourg.....	15 660	8 630	45 p. 100
Stockholm.....	15 330	8 290	46 »
Hambourg.....	14 650	7 610	48 »
Amsterdam.....	14 450	7 420	49 »
Londres.....	14 340	7 300	49 »
Le Havre.....	14 130	7 090	50 »
Lisbonne.....	13 500	6 190	54 »
Barcelone.....	14 330	5 500	61 »
Marseille.....	14 500	5 490	62 »
Gènes.....	14 690	5 440	63 »
Trieste et Venise.....	15 480	5 220	65 »
Constantinople.....	15 630	4 700	70 »
Odessa.....	15 960	5 080	68 »

Les énormes économies de parcours maritime qui résultent de ce tableau, montrent suffisamment, et sans qu'il soit nécessaire de s'y appesantir, tous les avantages que trouvera la marine à voile ou à vapeur à suivre, pour le voyage des Indes, la voie directe du canal de Suez, au lieu de la navigation si détournée par le cap de Bonne-Espérance.

Que les honorables et courageux auteurs de la grande entreprise du percement de l'isthme de Suez poursuivent donc l'accomplissement de cette œuvre civilisatrice, dont l'exécution importe aux intérêts du commerce des deux mondes. Triomphant des obstacles que la nature leur opposait, ils n'ont rencontré jusqu'ici de difficultés que dans la diplomatie anglaise. Cette résistance sera vaincue tôt ou tard par la puissance de l'opinion publique.

Pour mettre dans tout son jour la remarquable unanimité des vœux et des désirs par lesquels tous les peuples maritimes appellent l'exécution de cette grande voie, il nous suffira de montrer ces divers peuples, à la seule annonce d'une voie navigable et libre entre l'Europe et l'Inde, se préparant avec ardeur à parcourir la carrière nouvelle ouverte à leur activité. Dans ce moment, il n'est pas une nation maritime qui ne fasse ses calculs, consulte son expérience, mesure l'étendue de la route promise, et ne se prépare à la lutte sur le nouveau théâtre offert à sa légitime ambition; chacun se dispose à recueillir les avantages et les bienfaits qui seront le prix de ses efforts.

A la simple annonce de l'ouverture probable du canal de Suez, l'Italie, voyant renverser l'obstacle qui déterminait, il y a quatre siècles, la ruine de son commerce maritime, espère voir renaître pour elle les beaux jours de sa prospérité au moyen âge. Une commission d'enquête a été établie à Venise, avec mission de retrouver les traditions de la navigation du Levant par la voie d'Égypte, et de rechercher les moyens d'en reproduire la grandeur. L'institut scientifique de l'État vénitien a proposé un prix à celui qui montrera le mieux quelles seront les conséquences probables du canal maritime de Suez, et quel ensemble de voies territoriales de communication pourra, de nouveau, rendre Venise le centre commercial correspondant à cette route de l'Inde.

La Sardaigne perce les Alpes et les Apennins pour ou-

vrir un passage aux produits de la Suisse, du Piémont et de la Savoie, et les conduire à Gènes. Elle vote une loi pour élargir ce port et le mettre ainsi en état de suffire au grand nombre de navires que le canal de Suez pourra faire affluer à Gènes, à ce port aux grands souvenirs, qui fut le berceau de Christophe Colomb et d'André Doria.

L'État romain lui-même, dans la prévision de l'ouverture prochaine du canal maritime de Suez, trouve ses ports insuffisants; il cherche au delà du Tibre, du côté de l'orient, une baie permettant de recevoir les grands navires et de former un vaste port marchand. Ce port serait rattaché à la longue ligne ferrée qui, traversant la France pour aboutir à Rome, transportera, sans solution de continuité, les marchandises et les voyageurs de Calais jusqu'à Naples, en traversant Paris, Florence et Rome, voie nouvelle qui conduirait plus directement de Londres aux Grandes-Indes.

Dans la même prévision, l'Autriche prolonge le réseau ferré de la Lombardie jusqu'à Venise, et le réseau de l'Allemagne depuis le Weser, l'Elbe et le Danube jusqu'à Trieste. Elle ouvre ainsi à l'Allemagne et aux provinces cisalpines une voie nouvelle pour conduire, grâce à l'Adriatique et au canal de Suez, jusqu'aux trésors de l'Orient qui alimentent son commerce.

L'Espagne crée des chemins de fer qui partent de Madrid pour aboutir à Barcelone, à Carthagène et à Cadix. Pour rendre la prospérité et la vie aux îles Philippines, précieuses possessions dans la mer des Indes, l'ouverture du canal de Suez lui ouvrira un moyen facile et inespéré.

Le même mouvement se propage jusqu'aux confins de la mer du Nord. Le roi de Hollande a prescrit à une commission spéciale d'étudier les conséquences qu'aura l'ouverture du canal égyptien sur la navigation et le négoce d'un État qui possède encore dans l'Océanie les îles de la Sonde et les Moluques. On parle déjà, dans la Hollande, d'un

mouvement commercial annuel de *trois cents millions* à faire passer par l'Égypte.

Les villes hanséatiques s'apprentent à profiter des lumières recueillies par la Hollande.

L'Australie, qui a vu tripler en dix ans sa population, et quadrupler en quatre ans son commerce avec l'Europe, appelle avec ardeur le moment où sera réduite, dans une forte proportion, la distance des six mille lieues de route détournée qui la séparent de l'ancien monde. En 1856, elle a passé un contrat pour transporter par l'Égypte ses voyageurs, sa correspondance et son or, en attendant que ses marchandises communes puissent suivre cette voie, devenue complètement maritime par l'ouverture du canal de Suez.

Tels sont les grands travaux publics en cours d'exécution, et ceux que l'on prépare chez les nations maritimes de l'Europe, à la seule annonce de l'établissement probable du canal égyptien. La France n'est pas restée en arrière de ce mouvement général des esprits, réclamant unanimement l'exécution de cette grande entreprise. En 1857, les conseils généraux de nos départements, auxquels M. Ferdinand de Lesseps a donné communication des travaux et des vues de la commission internationale relativement à l'exécution du canal de Suez, ont répondu en appuyant de leurs vœux la réalisation de ce beau projet. Les chambres de commerce de toute la France ont suivi cet exemple.

En Angleterre même, la population manufacturière et industrielle, qui a trop de bon sens et de raison pour épouser les mesquines rancunes, les étroites jalousies de nationalité qui dictent l'opposition condamnable faite à ce projet par lord Palmerston et quelques-uns de ses collègues, a manifesté hautement ses vœux et ses desirs pour l'accomplissement de l'œuvre projetée par le vice-roi d'Égypte. Divers meetings ont été tenus dans toutes villes

manufacturières de l'Angleterre, à Manchester, à Londres, à Birmingham, etc., pour recommander ce grand projet au gouvernement de la reine. Enfin, les chambres de commerce ont appuyé très-énergiquement les mêmes vues, de telle sorte que l'on peut dire qu'en mettant son *veto* sur l'entreprise qui nous occupe, la politique anglaise contraire manifestement les désirs unanimes du pays.

Ce grand élan de tant de peuples éclairés n'a rien d'ailleurs qui surprenne, quand on considère que le canal de Suez sera la seule route maritime pour faire communiquer entre elles, sans détours immenses et sans solution de continuité, l'Europe, l'Afrique septentrionale et les vastes contrées des Indes-Orientales. Il ouvrira la voie la plus économique entre notre Europe et ces pays si favorisés de la nature qui donnent : en Australie l'or et la laine ; en Arabie, les aromates ; en Océanie, les épices ; en Chine, le thé et la porcelaine ; dans les Indes, la soie et le coton. Il réunira, enfin, trois cents millions d'Occidentaux qui possèdent la science et l'industrie, aux six cents millions d'Orientaux, qui attendent de leurs frères éloignés les bienfaits du savoir et de la civilisation.

2

Le percement des Alpes pour l'exécution du chemin de fer Victor-Emmanuel. — Cérémonie de l'inauguration des travaux faite le 1^{er} septembre 1857, en présence du roi de Sardaigne et du prince Napoléon. — Exposé des moyens pratiques adoptés pour l'ouverture d'un tunnel sous le mont Cenis. — Travaux de MM. Médail, Mauss, Colladon, Bartlett, etc. — La machine hydraulique et à air comprimé de MM. Grandis, Grattone et Sommeiller, destinée aux travaux du tunnel du Mont-Cenis.

Après le percement de l'isthme de Suez, l'ouvrage le plus colossal dont l'exécution ait été décidée de nos jours, c'est sans nul doute le tunnel qu'il s'agit de percer à travers les Alpes, au-dessous du mont Cenis. Ce tunnel aura

12 kilomètres de longueur, et en raison de sa profondeur excessive, aucun puits d'aérage ne pourra y être creusé. L'établissement de cet immense tunnel abaissera de huit cents mètres la hauteur à franchir entre les vallées de la Savoie et les plaines du Piémont, procurera une économie de 30 francs par chaque tonne sur le transport des marchandises, ouvrira enfin, entre Londres, Paris, Genève, Turin, Milan, Gênes et l'Italie, la route la plus agréable et la plus courte.

Le 1^{er} septembre 1857 a eu lieu la cérémonie de l'ouverture des travaux pour le percement du mont Cenis. Elle s'est faite avec une pompe et un solennité dignes de son importance. Le roi du Piémont Victor-Emmanuel et le prince Napoléon, M. de Cavour, M. Paleocapa, M. Negri, et d'autres personnages de la plus haute distinction, étaient présents. Un appareil électrique placé à Modane, au pied du mont Cenis, étant mis en communication par deux fils de 800 mètres, aux mèches des mines, qui devaient faire sauter la première pierre du gigantesque tunnel, le roi Victor-Emmanuel et le prince Napoléon ont mis chacun le feu à l'un des deux fils électriques, et la première brèche a été ouverte par l'explosion de cette mine.

Les travaux, inaugurés avec cet éclat royal, ont été commencés peu de jours après.

Au moment où l'attention publique va être portée sur une question qui intéresse à un si haut degré le commerce d'une partie de l'Europe, il ne sera pas sans intérêt de faire connaître ici ce grand projet, avec quelques détails ; d'indiquer les moyens qui ont été adoptés pour l'exécution de l'œuvre gigantesque du percement des Alpes ; enfin, de citer les noms des savants et des ingénieurs habiles qui se sont dévoués à cette œuvre remarquable.

Cette tâche nous est rendue facile par la publication qui a été faite à Turin, du travail de la commission chargée par le gouvernement piémontais de soumettre à des expé-

riences les divers moyens proposés pour les opérations qu'exige cette audacieuse entreprise. Composée d'hommes éminents dans les sciences mécaniques et économiques, cette commission avait été instituée surtout pour étudier un système de machines mises en expérience près de Gênes, et décider si elles pourraient être utilisées pour le percement du tunnel des Alpes. Agrandissant son mandat, la commission a voulu signaler tous les travaux faits dans cette direction, et rendre justice aux savants qui s'étaient antérieurement occupés de cette œuvre. Les indications contenues dans ce rapport, qui a été distribué par le gouvernement piémontais à la Chambre des députés, vont nous permettre de rendre ici justice à chacun¹.

L'homme à qui revient l'honneur d'avoir le premier indiqué le point le plus favorable pour le percement de la chaîne des Alpes, est un modeste habitant de ces montagnes, nullement ingénieur, mais homme intelligent et persévérant, M. Médail, mort il y a peu d'années. M. H. Mauss, ingénieur belge, que le gouvernement sarde avait mis à la tête des travaux de la voie ferrée entre Turin et Gênes, se dévoua activement à l'étude de ce projet. Aidé du savant géologue A. Sismonda, il parcourut toutes les vallées accessibles, et reconnut l'exactitude des indications de M. Médail. Il fit étudier les tracés, les niveaux, rédigea un projet complet avec toutes les pièces à l'appui, et démontra qu'on pouvait franchir les Alpes par un tunnel de 12 kilomètres creusé à 800 mètres au-dessous du sommet du mont Cenis. Ce tunnel, en ligne droite, incliné de 0^m,019

1. Documenti annessi al progetto di legge per riforma del capitolato di concessione della ferrovia Vittorio Emanuele.

Relazioni tecniche intorno al perforamento delle Alpi, par MM. Des Ambrois, Giulio, Menabrea, Riva et Sella.

C'est-à-dire : Documents annexés au projet de loi pour la réforme du cahier des charges de la concession du chemin de fer Victor-Emmanuel.

Exposé technique sur le percement des Alpes.

au maximum, aboutit d'un côté à Modane, dans la vallée de l'Arc, et de l'autre à Bardonnèche. Dans la vallée de la Doire, qui conduit actuellement à Turin, il faudra faire environ 36 kilomètres d'une route ferrée très-coûteuse à établir. Les devis calculés par M. Mauss portaient la dépense totale à 35 ou 40 millions, dont environ la moitié était affectée à la construction du tunnel.

Les procédés imaginés par M. Mauss, et en partie essayés par lui, pour le percement du tunnel, se composaient de deux parties : d'un système d'instruments perforateurs propres à percer le rocher, et d'un procédé de transmission de la force motrice au moyen de poulies et de câbles se mouvant avec une grande vitesse. Les instruments perforateurs avaient été essayés, et les résultats des épreuves étaient assez satisfaisants. Mais ce système laissait beaucoup à désirer pour le mode de transmission de la force et pour les moyens destinés à aérer les galeries.

Peu de temps après, un ingénieur suisse, bien connu des savants par ses travaux en physique, et particulièrement par ses recherches sur la vitesse de transmission du son dans les liquides, M. Daniel Colladon, se rendit à Turin, et fit connaître un ensemble de moyens qu'il proposait d'appliquer aux futurs travaux du percement des Alpes. Ce système se composait de moyens nouveaux pour la plupart et qui comprenaient la transmission de la force, l'accélération des travaux, la régularisation de la température et l'aération dans l'intérieur du tunnel. D'après les conclusions de la commission, le système de M. Colladon serait plus économique et plus sûr que celui que proposait M. Mauss, et il paraîtrait applicable surtout au percement des très-longs tunnels.

MM. Grandis, Grattone et Sommeiller, ingénieurs piémontais, sont inventeurs d'un nouveau système de forage des roches, dans lequel on fait usage de la force résultant d'une chute d'eau pour comprimer de l'air. Cet air com-