

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 7 (1881)
Heft: 2

Artikel: L'asphalte, son origine géologique, sa préparation, ses applications
Autor: Malo, Léon
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-8670>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'ASPHALTE

SON ORIGINE GÉOLOGIQUE, SA PRÉPARATION
SES APPLICATIONS

par M. LÉON MALO, ingénieur civil.

Il existe, dans la nature, un produit minéralogique accidentel, qui se rencontre dans les conditions les plus diverses et souvent les plus inexplicables. Ce produit, connu et utilisé dès les temps bibliques, a reçu des anciens le nom de *bitume*, que la science moderne lui a conservé.

Ce *bitume* se trouve tantôt à l'état natif, tantôt mélangé à des argiles, tantôt agglutinant des sables ou des poudingues, tantôt imprégnant des calcaires. C'est à ce dernier produit que l'usage a donné le nom d'*asphalte*.

Le bitume se présente sous différentes formes : bitume natif ; argile bitumineuse provenant des Antilles, île de la Trinité ; molasse bitumineuse de Seyssel et d'Auvergne ; enfin, calcaire bitumineux ou *asphalte*.

Si, par des procédés chimiques, on isole le bitume contenu dans l'un quelconque de ces corps, on retrouve partout, à très peu près, la même substance, ayant la même composition, la même consistance, des apparences semblables ; l'odeur empyreumatique qui la caractérise varie seule quelquefois et prend un parfum alliacé dans les variétés existant au voisinage des contrées volcaniques. Les analyses qui en ont été faites s'accordent à lui reconnaître à peu près la composition suivante :

Je prends pour exemple celle de M. Boussingault : Carbone, 87 p. 100 ; hydrogène, 11,20 p. 100 ; oxygène, 1,80 p. 100. Le bitume pur est une substance d'un beau noir, à reflets rougeâtres, solide à basse température, ductile lorsqu'on l'échauffe entre les doigts, liquide vers 50 ou 60°, très fixe, puisque chauffé à 250° il perd à peine 1 p. 100 de son poids. Sa densité s'éloigne peu de celle de l'eau.

C'est ce bitume qui, pénétrant dans les pores de certains bancs de carbonate de chaux, a donné naissance à l'*asphalte*.

L'*asphalte* est sans contredit la plus considérable et la plus précieuse des manifestations du bitume ; il est devenu la matière première d'une industrie florissante, bien qu'elle date de trente ans à peine, et désormais indispensable aux travaux publics ainsi qu'à l'embellissement des villes.

C'est un calcaire tendre, imprégné naturellement et intimement de bitume. Si l'on examine, en effet, au microscope un échantillon de roche asphaltique, on remarque que chacun de ses grains est enduit d'une petite pellicule de bitume pur, par le moyen de laquelle il se trouve collé aux grains environnants. En sorte que la roche d'*asphalte* n'est en réalité qu'une espèce de conglomérat, à grain très fin, cimenté par du bitume.

Si nous prenons un morceau de cette roche et si nous la chauffons à une température de 80 à 100°, la pellicule de bitume se ramollit, se fond et la cohésion de l'*asphalte* disparaît. Chaque grain calcaire se trouvant mécaniquement séparé des autres, la matière tombe en poussière. Prenons cette poussière encore chaude, ou bien réchauffons-la après qu'elle s'est refroidie, puis comprimons-la de façon à rapprocher et à presser énergiquement ses molécules les unes contre les autres, celles-ci se recollent et, lorsque la matière est redevenue froide, la roche

se trouve reconstituée exactement comme elle l'était dans son état primitif, avec la même consistance et le même aspect. C'est sur cette singulière propriété qu'on a fondé l'industrie des chaussées en *asphalte* comprimé.

L'*asphalte* ou calcaire bitumineux existe généralement, à l'état de couches régulières, dans le terrain jurassique, à l'étage que les géologues nomment l'*Purgonien*. Ces couches se présentent presque toujours sous forme de lentilles coupées en deux par un cours d'eau. Parfois la couche est unique, ailleurs elle est multiple : on compte dans certains gisements jusqu'à sept couches superposées et séparées par des bancs de calcaire blanc très nettement distincts d'elles.

Les rares savants qui se sont, jusqu'à cette heure, occupés de l'*asphalte*, ont disputé naturellement sur son origine et sur les circonstances de sa formation. Les uns ont voulu que l'apparition du bitume fût contemporaine de la sédimentation du calcaire et que le dépôt s'en soit fait de toutes pièces, les molécules de calcaire se déposant dans une mer bitumineuse. D'autres ont admis le dépôt, la putréfaction, puis la transformation en matière bitumineuse de la partie organique des coquilles qui ont fourni les matériaux du terrain oolithique. D'autres hypothèses encore plus hasardées ont été mises en avant. Une observation attentive des terrains asphaltiques m'a conduit à en adopter une qui, jusqu'à preuve contraire, me paraît la plus plausible.

Il est permis de supposer, d'après les indices révélés par l'étude des régions bitumineuses, qu'à des époques géologiques encore mal déterminées des amas de matières organiques, enfouies sous les énormes massifs du calcaire jurassique et chauffées par le feu central, se sont mis en vapeur et, à cet état, ont cherché une issue à travers l'écorce terrestre (fig. 1). Un jour, un craquement se produit dans cette écorce, une fissure se manifeste ; les vapeurs bitumineuses, comprimées par des pressions incalculables, s'y précipitent par le chemin qui leur est ouvert. Ces vapeurs franchissent ainsi les couches trop compactes pour se laisser pénétrer ; mais, arrivées au terrain oolithique, elles rencontrent, à droite et à gauche de la fissure, des couches de calcaire tendre qu'elles imprègnent (fig. 2). Tant que la pression persiste, le bitume chemine à travers les pores du calcaire et en remplit les cavités infinitésimales ; puis, peu à peu, cette pression diminue, l'imprégnation se ralentit et finit par cesser tout à fait.

L'exploitation des mines d'*asphalte* se fait d'ordinaire par piliers et galeries, à la poudre (aucun gaz explosif n'y étant à craindre) et, la plupart du temps, les trous de mine peuvent s'y percer au moyen de simples tarières.

En effet, le minerai asphaltique est une matière relativement tendre ; toutefois, sa compacité étant en raison de l'abaissement de température, il a, dans l'intérieur des mines (où, au contraire des mines de houille, il fait ordinairement très frais) une dureté qui s'augmente au dehors pendant l'hiver et diminue pendant les chaleurs de l'été, à tel point qu'une simple exposition de quelques jours au soleil le fait tomber en poussière.

C'est même cette propriété bizarre qui a amené la découverte du système des chaussées en *asphalte* comprimé. Dans l'origine de son exploitation, les voitures qui transportaient le minerai du gisement du Val-de-Travers en laissaient tomber, çà et là, sur la route, des morceaux qui, broyés et comprimés par les

roues, avaient fini par former une véritable chaussée en asphalte.

Un ingénieur suisse, M. Mérian, eut l'idée d'utiliser cette invention du hasard. Il asphalta de cette façon une partie de la route de Travers à Pontarlier. L'application en fut très grossière, mais le procédé était trouvé.

Ceci se passait en 1849. En 1850, M. Darcy, inspecteur général des ponts et chaussées, dans un rapport au ministre des travaux publics, sur la voirie de Paris, déclarait que l'avenir de la viabilité des villes appartenait à l'asphalte. Il proposait en même temps d'en faire l'application sur une partie des boulevards. Néanmoins ce ne fut qu'en 1854 qu'un premier essai fut fait rue Bergère. Tout le monde sait quelle fut, depuis, la carrière de l'asphalte comprimé.

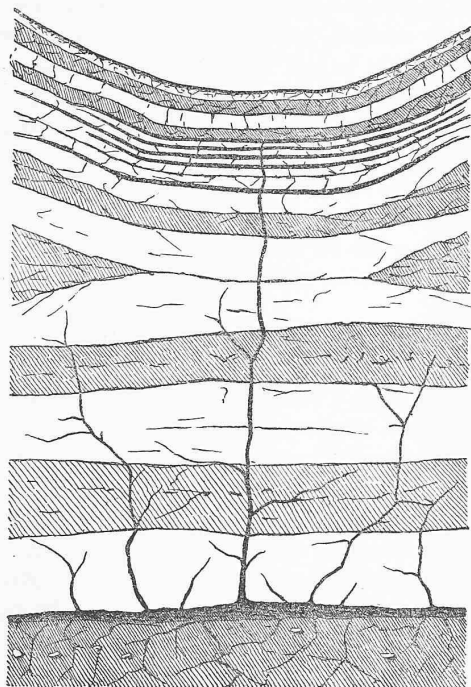


Fig. 1.

L'asphalte se présente dans l'industrie sous une autre forme plus utile encore peut-être et, à coup sûr, plus répandue : je veux parler de ce qu'on appelle le *mastic d'asphalte*.

Si nous prenons le minéral asphaltique, ou calcaire bitumineux, si nous le pulvérisons, soit en le désagrégeant par la chaleur, soit en le broyant à froid par des procédés mécaniques ; si nous jetons cette poudre par petites doses dans un bain de bitume fondu, équivalant 7 ou 8 pour 100 du poids de la poudre employée ; si nous faisons cuire ce mélange pendant cinq ou six heures en le malaxant continuellement au moyen d'agitateurs rotatifs, nous obtiendrons une sorte de pâte, qui, coulée dans des moules, donne ce qu'on appelle le *mastic d'asphalte*.

Que se passe-t-il dans cette opération de la cuisson ? Il est assez difficile de le préciser. Ce qui est certain, c'est qu'elle a produit un corps chimiquement semblable à l'autre, mais physiquement ce corps est tout à fait différent.

Analysez ce mastic et analysez cette roche, vous trouverez, sinon en quantité, du moins en qualité, exactement la même

chose : du carbonate de chaux et du bitume. Mais essayez de réduire en poudre par la chaleur le mastic, comme vous l'avez fait de la roche, vous n'y parviendrez pas. Les molécules ne sont plus collées les unes aux autres par un simple ciment de bitume, elles font corps avec lui : le nouveau produit, chauffé, ne tombera plus en poussière, mais en pâte. Il aura une autre constitution physique, une autre structure et d'autres applications.

La fabrication du mastic d'asphalte constitue une industrie très importante. C'est par quinze ou vingt mille tonnes qu'il faut évaluer la production annuelle des seules usines françaises ; auxquelles il convient d'ajouter une quantité dix fois, vingt fois peut-être plus grande, due aux imitations et aux contrefaçons, qui atteignent, comme on le voit, une proportion des plus importantes.

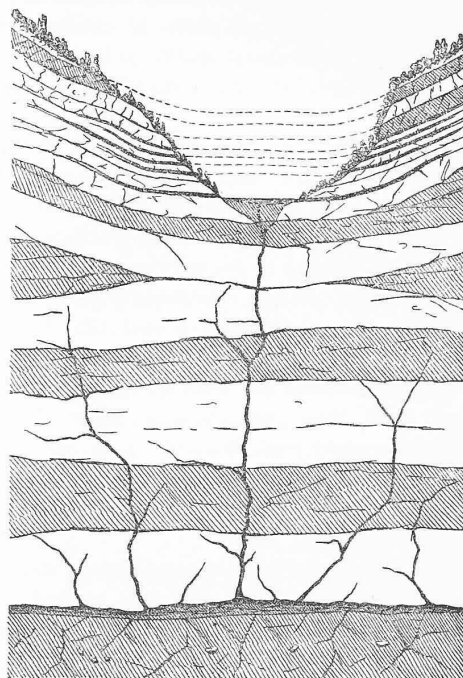


Fig. 2.

Abordons maintenant la seconde partie du sujet, c'est-à-dire les usages et méthodes d'application de l'*asphalte brut* et du *mastic d'asphalte*.

La principale des applications de l'asphalte brut est la chaussée dite d'*asphalte comprimé*.

Nous avons indiqué précédemment l'origine de ce système et le principe sur lequel il repose. Il ne nous paraît pas utile d'expliquer ici sa pratique, que la plupart de nos lecteurs connaissent assurément.

Tout le monde a vu ces chaussées. Je me contenterai de rappeler, pour mémoire, que la roche d'asphalte pulvérisée est réchauffée dans des cylindres rotatifs analogues aux brûloires à café, puis transportée, chaude, à pied d'œuvre, où elle est étendue sur un lit de béton, sillonnée, puis roulée.

Les qualités de l'asphalte comprimé et les vices qu'on lui attribue ne sont plus aujourd'hui ignorés de personne. Nous croyons toutefois devoir en donner succinctement l'énumération.

D'une part, facilité du roulage, insonorité, absence de boue

et de poussière, heureuse influence exercée sur la santé publique par l'effet de cette propreté même; d'autre part, glissement des chevaux par les temps humides, obligation de détruire trop souvent la croûte asphaltique pour atteindre les distributions d'eau et de gaz, enfin réparations relativement fréquentes.

Les avantages sont hors de discussion; quant aux défauts, sans les contester formellement, je crois pouvoir dire qu'ils sont curables et que, s'ils n'ont pas encore disparu, si même certains d'entre eux se sont encore accentués dans ces derniers temps, le système lui-même en est innocent.

Le glissement des chevaux sur l'asphalte est un fait indiscutable. Par certains jours de brume ou de pluie fine, la poussière de la chaussée se change en boue savonneuse et, jusqu'à ce que cette boue ait été entraînée par la pluie ou le lavage à grande eau, la surface reste glissante. Cet inconvénient de l'asphalte est réel; on ne peut que plaider les circonstances atténuantes, en disant qu'un cheval abattu sur l'asphalte s'en tire toujours à meilleur compte qu'abattu sur le macadam ou sur le pavé.

J'ajouterai cependant dans cet ordre d'idées, et à titre de simple curiosité, que, d'après des calculs donnés par M. Darcy, dans le mémoire que je citais tout à l'heure, la circulation sur l'asphalte devait réduire de moitié les frais d'entretien et de renouvellement des chevaux et des voitures; ce qui, d'après les calculs de l'éminent ingénieur, calculs que je n'ai point vérifiés, procurerait une économie probable de neuf millions par an au bénéfice de leurs propriétaires, pour Paris seulement.

Le second inconvénient est, dans les conditions actuelles, parfaitement établi. Mais, comme la municipalité parisienne ne peut manquer de rejeter prochainement dans les égouts, comme cela se fait d'ailleurs à Londres, les conduits de gaz et d'eau, le mal est destiné à disparaître avec sa cause. Je ne m'en préoccupe donc pas davantage.

Je vous demande, par exemple, la permission de réfuter la troisième objection, celle qui se réfère aux réparations incessantes dont la chaussée en asphalte comprimé est le théâtre, ainsi qu'aux désagréments qui en résultent, tant pour la circulation des voitures que pour l'équilibre du budget municipal.

Deux causes principales ont amené jusqu'ici les détériorations.

La première, c'est l'oubli d'une précaution essentielle, vitale, qui consiste à ne poser l'asphalte en poudre chauffée que sur une assiette sèche, inflexible et imperméable.

La seconde cause de destruction, c'est l'emploi de matières impropres ou mal préparées.

Arrivons aux applications du mastic d'asphalte.

Il y a quelques années, ces applications se limitaient à la construction des trottoirs et à l'établissement des chapes de voûtes. Il paraissait même douteux alors qu'elles pussent s'étendre beaucoup plus loin.

L'application des aires en asphalte coulé est chose aujourd'hui tellement commune que je crois superflu d'en parler ici. Elle est entrée dans la pratique usuelle des travaux et les méthodes en sont à la portée du premier ouvrier venu. Il n'y a pas bien des années encore, le *bitumier* en titre affectait des prétentions déclarées au monopole de son métier; il avait des *secrets*, tout comme les compagnons du moyen âge, et n'entendait pas que n'importe quel profane lui en remontrât sur la façon de

couler le mastic et de pousser la palette. Ces privilèges se sont perdus; les tours de main sont devenus vulgaires; l'outillage en est aujourd'hui à l'usage de tout le monde; la pose des trottoirs en asphalte est désormais un ouvrage dont la technique n'a même plus besoin de prendre place dans une étude comme celle-ci. Quand j'aurai déclaré qu'une aire d'asphalte destinée à supporter la circulation doit être construite par de bons ouvriers, avec de bons matériaux, c'est-à-dire provenant de mines classées et pourvus de toutes garanties possibles d'authenticité, j'aurai dit, à peu près, tout ce qu'il importe de savoir à ce sujet.

Mais une observation attentive des propriétés de ce corps singulier a conduit ceux qui s'en sont occupés avec quelque constance à lui trouver d'autres usages, sur lesquels je vous demande la permission d'arrêter un instant votre attention.

Si vous étendez le mastic d'asphalte en couche mince, sur un trottoir, par exemple, vous remarquez ceci: en hiver, il est cassant; un choc un peu brusque le brise; en été, il devient mou et malléable; ce n'est qu'à force de gravier qu'on l'empêche de se déformer d'une façon appréciable sous le pied des passants.

Mais si, après l'avoir mélangé de sable ou de cailloux, vous le coulez en blocs d'un certain volume, un décimètre cube, par exemple, non seulement il offrira au choc une grande résistance, mais, sous aucune température atmosphérique, il ne se déformera.

Frappé de cette propriété inattendue, l'idée me vint de l'utiliser dans la circonstance que voici:

Vers 1862, j'avais à installer une machine à vapeur horizontale de cinquante chevaux, pour laquelle il me fallait un monolithe de sept mètres de longueur, creusé en son milieu pour le passage de la manivelle. Ne pouvant me le procurer qu'à très grands frais, j'eus la pensée de le remplacer par un bloc de mastic d'asphalte moulé et mélangé de moellons. La machine ainsi montée marche depuis dix-huit ans, dans une chambre où la température varie de 30 à 50 degrés, et le massif d'asphalte ne s'est pas déformé d'un millimètre.

Encouragé par ce résultat, j'ai tenté d'en étendre l'usage. Entre autres applications, j'ai établi, sur un massif de béton d'asphalte de quatre mètres de hauteur, un broyeur Carr à grande vitesse, qui marche depuis six ans déjà, sans qu'on ait pu constater, au niveau à bulle d'air, la plus légère dénivellation sous ses paliers. A l'exposition de 1878, M. Delano, directeur de la Compagnie des asphaltes de France, a construit, d'après le même système, les fondations du broyeur Toufflin, qui n'est autre que le broyeur Carr disposé pour mouler le blé, et dont la vitesse est de 1400 tours à la minute. Grâce à la légère élasticité de l'asphalte, on obtenait cette vitesse énorme sans produire dans l'appareil la plus faible trépidation. M. Delano a aussi établi, sous la direction de M. le capitaine Naquet, les fondements d'un marteau-pilon pour l'atelier d'artillerie de Vincennes.

J'ai cité ces exemples pour montrer les propriétés de l'asphalte sous un jour nouveau: rigidité et ténacité extrêmes et en même temps élasticité sans déformation à aucune température météorologique. Je n'ai pas besoin de vous indiquer quel parti l'industrie en pourra tirer le jour où elle le voudra.

Une autre propriété plus inattendue encore est celle qui fait de l'asphalte un excellent préservatif contre l'incendie.

Laissez-moi vous citer à ce sujet un autre fait qui m'est personnel.

Il y a une vingtaine d'années, j'avais fait couler une couche d'asphalte sur le plancher du premier étage d'une usine. Au rez-de-chaussée de cette usine étaient des fourneaux qui, un jour, mirent le feu aux solives; en un instant toute la surface inférieure du plancher fut embrasée et déjà la flamme atteignait la toiture du bâtiment lorsque les solives carbonisées cédèrent et le plancher s'écroula. Alors il se passa un fait bizarre: la couche d'asphalte, ramollie par la chaleur, tomba d'une seule masse, comme aurait fait une lourde étoffe, enveloppa subitement dans ses plis les fourneaux et étouffa net l'incendie.

Je signalai ce curieux incident à M. Eugène Flachet, qui était alors ingénieur de la Compagnie des omnibus. M. Flachet répéta l'expérience en petit et, comme conclusion, fit asphalter tous les planchers des greniers à fourrage de la Compagnie des omnibus. Plusieurs établissements analogues ont suivi cet exemple.

Ce qui n'empêcha pas les journaux de province de publier en 1871 que, durant le siège, les Parisiens avaient brûlé leurs trottoirs pour se chauffer.

D'une manière générale, l'usage du mastic en couches minces est indiqué partout où l'on veut obtenir une aire d'une imperméabilité absolue, jointe à une faible élasticité qui lui permet de céder sans se fendre aux tassements du sol ou aux dépressions légères d'une maçonnerie.

En masses compactes, mélangé de pierre ou d'autres matières lourdes et inertes, il est précieux à employer dans tous les massifs de fondation qui exigent une ténacité considérable et une élasticité sans déformation. Ajoutez-y l'avantage que procure le plus souvent la facilité du moulage et celui d'être absolument inattaquable aux agents atmosphériques et aux sels de la mer.

C'est donc un corps éminemment intéressant que celui-ci, et digne d'occuper les hommes de science. Cependant, il faut bien en convenir, à l'exception de quelques chimistes et de certains géologues qui, chacun à son point de vue, ont considéré avec intérêt cette curiosité minéralogique, on compte encore bien peu de savants qui lui aient fait l'honneur d'une étude approfondie. Il a pris, comme par force et sans y avoir été convié, sa place parmi les matériaux de construction les plus utiles, je pourrais presque dire les plus indispensables. Encore aujourd'hui, après tant de preuves données de sa valeur et de ses incontestables qualités, il est regardé de travers par les travaux publics, qui l'acceptent à contre-cœur, comme un inconnu de mauvaise mine qu'on ne peut mettre dehors, mais dont il importe de se méfier.

Il faut le reconnaître, cette antipathie n'est pas sans cause; cette méfiance a sa raison d'être. Nulle matière utile ne se prête à la falsification mieux que l'asphalte. A moins d'une grande habitude de sa préparation et de son emploi, il n'est guère facile de distinguer, même entre deux minerais pris au sortir de leur gisement, lequel est le plus propre à l'usage qu'on en veut faire.

Aussi les tromperies et les malfaçons dont cette difficulté a rendu les administrations publiques victimes, les déboires qu'elle leur a procurés, les saignées sans nombre qu'elle a faites à leurs budgets, ont à la fin fatigué les architectes et les ingénieurs,

dont beaucoup ont cessé de regarder l'asphalte comme un allié, pour le considérer comme un ennemi. Aux yeux de nombre d'entre eux, il n'est plus qu'un mal nécessaire et leur préoccupation est trop souvent d'étudier, non la manière de s'en servir, mais les moyens de s'en passer.

C'est là une tendance regrettable, qui peut s'excuser, mais ne se justifie pas. De ce que les falsificateurs de l'asphalte sont plus subtils et plus audacieux que les autres, il ne s'ensuit point qu'il faille, pour cela, se priver de l'un des matériaux les plus précieux que la nature ait mis à la portée des travaux publics, de l'une des ressources les plus fécondes qu'elle ait offertes à l'industrie, au bien-être des populations et à l'embellissement des villes. Au lieu de se décourager et de faire de l'asphalte le bouc émissaire des péchés qui se commettent à son ombre et sous son nom, on serait plus sage et mieux avisé si l'on cherchait résolument les moyens de le délivrer des parasites qui vivent de sa renommée et la compromettent⁴.

⁴ Extrait d'une conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers.

LE TUNNEL DE LA MANCHE

La *France du Nord* nous fournit d'intéressants détails sur la situation des travaux du tunnel en France et en Angleterre.

On sait que le comité français a fait creuser à Sangatte, près Calais, un premier puits d'exploration. Ce puits a traversé dans toute son épaisseur le banc de craie blanche sur lequel coulent les eaux de la Manche. Cette craie blanche est perméable à l'eau, mais les ingénieurs ont pu la franchir sans difficultés, et, au moyen d'un cuvelage convenablement fait, les parois du puits ont été rendues complètement étanches.

Au-dessous de la craie blanche, on a rencontré la craie grise, dite craie de Rouen, qui repose sur le gault. Le puits l'a traversée également dans toute son épaisseur, 30 mètres environ; conformément aux prévisions, cette craie est imperméable à l'eau. Si donc la couche se continue dans les mêmes conditions jusqu'à la côte anglaise, le percement sera pratiquement assuré et dans les probabilités d'une exécution facile et rapide.

C'est la constatation qu'il reste à faire et qu'il importe de faire, et ce sont les moyens de cette constatation que le comité français vient de régler, pour la partie du ressort qui le concerne: la moitié de son étendue à partir de la France.

Du fond du puits actuellement exécuté à Sangatte, une galerie de recherche ascendante va être poussée dans la craie grise et suivant une direction oblique à la côte.

Un second puits, d'un diamètre beaucoup plus considérable, va être creusé à une certaine distance de Sangatte. Lorsqu'il sera parvenu à la craie grise, on poussera une galerie descendante également oblique à la côte et dans une direction également calculée pour rencontrer la première.

Il est clair que l'exploration de la couche de craie grise sera ainsi complète sur toute son épaisseur et jusqu'à une distance suffisante sous la mer. La direction du tunnel pourra être alors arrêtée, ainsi que les conditions techniques de son exécution.

Sur la côte anglaise, les choses sont loin d'être aussi avancées.

Deux compagnies de chemins de fer se disputent le voisinage de l'entrée du tunnel: la Compagnie du Chatham and Dover