

Auteur ou collectivité : Congrès international de la route. 1908. Paris

Titre : Premier congrès international de la route : Paris, 1908

Auteur : Vilcot, Jean-Alexandre (1853-19..)

Titre du volume : Lutte contre l'usure et la poussière : utilisation du goudron

Adresse : Paris : Imprimerie générale Lahure, 1908

Collation : 1 vol. (21 p.) ; 27 cm

Cote : CNAM-BIB 4 Ky 107 (11)

Sujet(s) : Revêtements (voirie) -- France -- 1900-1945 ; Chaussées -- Dégradations -- Lutte contre -- France -- 1900-1945 ; Chaussées -- Poussière -- Lutte contre -- France -- 1900-1945 ; Goudrons

Langue : Français

Date de mise en ligne : 06/04/2018

Date de génération du document : 6/4/2018

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?4KY107.11>

40 Kg 107
 * 1007 13/8
 LABORATOIRE D'ESSAIS

I^{ER} CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
 PARIS 1908

3^e QUESTION

LUTTE

CONTRE L'USURE ET LA POUSSIÈRE

UTILISATION DU GOUDRON



RAPPORT

PAR MM.

VILCOT

Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées.

FERNEY

Conducteur principal des Ponts et Chaussées.

HONORÉ

Conducteur des Ponts et Chaussées.

PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LUTTE CONTRE L'USURE ET LA POUSSIÈRE

UTILISATION DU GOUDRON

RAPPORT

PAR MM.

VILCOT

Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées.

FERNEY

Conducteur principal des Ponts et Chaussées.

HONORÉ

Conducteur des Ponts et Chaussées.

PRÉLIMINAIRES

Les voitures automobiles qui circulent sur les routes avec de très grandes vitesses, 50 km à l'heure et plus, soulèvent à leur passage des nuages denses de poussière qui gênants et dangereux pour les chauffeurs constituent un véritable fléau pour les riverains et les piétons. L'étude des moyens à employer pour supprimer la poussière était par suite une question tout indiquée pour le « Congrès de la Route ».

Nous exposons dans le rapport ci-dessous, les résultats que l'emploi du goudron peut *donner* à ce point de vue.

La poussière sur les routes provient des principales causes suivantes :

L'usure des matériaux qui constituent la chaussée;

L'action des agents atmosphériques, notamment du vent;

La circulation elle-même, par les déchets qu'elle apporte ou laisse sur la route.

La dernière de ces causes ne peut pas être supprimée facilement; quant aux autres, on peut espérer en atténuer les effets : pour la première, en retardant l'usure de la route par l'*isolement* de l'empierrement à l'aide d'une couche superficielle qui évite le contact direct des roues; pour la deuxième, en agglutinant la matière d'*agrégation* et en *fixant* les poussières sur le sol.

VILCOT-FERNEY-HONORÉ.

F

Il y avait donc à chercher un *isolant agglutinateur* qui puisse encore éviter l'action de l'humidité qui, en amollissant la masse de la chaussée en facilite la désagrégation, cause d'usure et de poussière. Le goudron de houille ou coaltar paraît réunir ces qualités.

Les premiers *essais* de goudronnage paraissent être en France ceux de M. Christophe, exécutés en 1880 sur la route nationale de Libourne à Bergerac; les premiers *goudronnages pratiques*, ceux exécutés en 1888 dans le département de la Haute-Garonne par les Agents voyers qui dès cette époque employaient couramment le goudron sur leurs chemins; leurs procédés toutefois ne dépassèrent pas ce département et ce ne fut que vers 1901-1902, au moment où la circulation automobile commença à prendre son essor, que, sur l'initiative du Touring-Club de France, sollicité par le Dr Guglielminetti, des essais plus étendus furent entrepris.

Au cours de l'année 1902, les Ingénieurs des Ponts et Chaussées du département de la Seine (sur la demande et avec le concours financier du Touring-Club et l'aide des services chimiques de la Compagnie parisienne du gaz), ainsi que ceux d'un certain nombre de départements, cherchèrent à appliquer les procédés de goudronnage sur des bases rationnelles et méthodiques. En même temps, la « Ligue contre la poussière des routes » se fondait dans le but de développer les nouveaux procédés et dès 1903, ces goudronnages furent l'objet d'études et d'applications suivies dans toute la France et à l'étranger.

Aujourd'hui ce mode d'isolemeut des chaussées a pris une extension considérable. La question est traitée industriellement et de nombreux appareils de goudronnage apparaissent chaque année.

Nous avons cherché à exposer les méthodes d'emplois actuelles et les résultats obtenus. Les communications qui seront faites au Congrès permettront probablement d'élucider quelques points de la question et conduiront à dégager des règles de plus en plus précises pour le choix et l'emploi du goudron.

Le rapport a été divisé en deux parties :

§ 1. — Du goudron ou étude du produit.

§ 2. — Des goudronnages ou emploi du produit.

§ I. — DU GOUDRON

COMPOSITION — ORIGINE — DISTILLATION

Le goudron de houille ou coaltar est un liquide noir et visqueux, à odeur empyreumatique forte; on le recueille généralement comme sous produit dans la distillation de la houille; son poids spécifique oscille entre 1 kg 15 et 1 kg 20. Liquide vers 60°, il épaisse avec l'abaissement de

la température, durcit vers 0° et se solidifie à 8°. Chauffé à 80°, il mousser très rapidement à la façon du lait, ce qui rend sa manipulation dangereuse et nécessite des précautions spéciales.

La composition chimique du goudron est très irrégulière; elle varie suivant la nature des houilles dont il est retiré, leur mode de traitement, la température de décomposition, etc.; un goudron, dit Würtz, est toujours le résultat de synthèses multiples, c'est une sorte de mine de produits chimiques qu'il importe d'étudier.

L'étude de l'influence de la nature des houilles sur le goudron est très complexe et sort du cadre qui nous est tracé. Le seul point sur lequel nous insistons légèrement est celui relatif à leur température de décomposition :

Au point de vue industriel, la distillation de la houille se fait en effet soit pour la production du gaz d'éclairage, soit pour celle du coke métallurgique; la production de ce dernier produit nécessite une température extrêmement élevée, très différente de celle nécessaire pour la fabrication du gaz.

Or, d'après Würtz et autres chimistes, si la température de décomposition est basse, il se forme principalement des hydrocarbures de la série des paraffines et des dérivés oxygénés du benzène (naphtol); si la température est élevée, il se forme au contraire des corps riches en oxygène, ainsi que des anthracènes, phénantrènes, chrysènes et des phénols.

Ce rapide exposé permet de voir le rôle que joue la température dans la distillation de la houille et la différence qui peut exister dans la nature des résidus, c'est-à-dire des goudrons.

Les goudrons eux-mêmes sont susceptibles d'être distillés, les résidus varient avec le degré de distillation et les méthodes employées. Si on travaille le goudron d'après les indications du thermomètre, on sépare successivement :

Essence jusqu'à 105°.

Huiles légères jusqu'à 210°.

Huile à acide carbolique (phénol et naphtaline) jusqu'à 240°.

Huile lourde ou huile verte jusqu'à 270°.

Huile à anthracène au dessus de 270°.

Ces séparations ont sur le résidu ou brai une action différente; si on ne distille que l'huile légère, on obtient un brai liquide qui forme à peu près 80 pour 100 du poids du goudron; si on distille davantage, on obtient un brai noir, puis un brai demi-sec, puis un brai sec.

Les méthodes de distillation sont au nombre de deux : à feu nu ou par la vapeur.

La première, la plus employée, permet d'éliminer sous forme de brai les éléments non volatils; la deuxième permet de déshydrater le goudron et de lui enlever ses éléments les plus volatils (ces derniers produisent le moussage dont nous avons déjà parlé).

On voit, dans ces conditions, combien sont différents les produits qui peuvent être remis aux opérateurs pour le goudronnage des chaussées. Jusqu'à présent il ne paraît pas que des essais parallèles des divers goudrons aient été tentés. On pourrait cependant, sans entrer dans un détail minutieux, diviser les goudrons en deux grandes catégories : goudrons de houille et goudrons de coke, et dans chacune d'elles on pourrait étudier :

Les goudrons complets ;

Les goudrons à brai liquide (distillés à feu nu avec séparation de l'huile légère seulement) ;

Les goudrons déshydratés (distillés à la vapeur).

Les goudronneurs devraient ainsi s'enquérir sérieusement de la nature des goudrons qui leur sont fournis ; cette enquête est assez difficile ; dans la plupart des cas il faudrait recourir à l'analyse chimique qui exige un laboratoire et ne peut pas être toujours poussée assez loin en raison de la complexité des produits rencontrés.

Parmi les rares essais dont nous avons eu connaissance, nous citerons ceux faits par le laboratoire d'essai des matériaux de la Ville de Paris, qui a analysé deux sortes de goudrons qui lui étaient soumis par le service du bois de Vincennes (M. Lefèvre, Conservateur ; M. Pissot, Conducteur).

Les échantillons soumis à l'analyse ont donné comme résultats :

	Goudrons fournis	
	par la Compagnie du gaz	par un industriel du Nord
Eau et essences	1,70 pour 100	7,40 pour 100
Huiles légères.	6,50 —	5,50 —
Huiles lourdes.	4,00 —	11,50 —
Naphtaline.	8,20 —	8,20 —
Brai.	79,60 —	67,80 —
Total.	100 pour 100	100 pour 100

Il résulte du rapport de M. Pissot que le goudron du Nord était plus fluide et par suite d'un emploi plus facile que celui de la Compagnie du gaz. Cependant les quantités employées et les résultats obtenus furent analogues.

En l'absence d'études approfondies sur la valeur des divers goudrons en vue de leur emploi sur les routes, les goudronneurs se sont jusqu'ici inspirés des expériences de M. Audoin, ingénieur en chef des services chimiques de la Compagnie parisienne du gaz, expériences relatives à la fluidité et à la facilité d'emploi et de celles de M. Vinsonneau relatives à la qualité même des goudrons. Nous avons cru intéressant de les rappeler toutes deux.

Expériences de M. Audoin. — Les expériences de M. Audoin avaient pour but de rechercher, en vue d'un épandage facile, les conditions de fluidité des goudrons et produits divers pouvant servir à l'imprégnation des routes. Dans ses conclusions, cet ingénieur s'exprime ainsi :

« Il a été reconnu, dès l'origine, que le goudron s'écoule mal et s'étend difficilement quand on opère à la température ordinaire. A 17°, pour une même section de sortie et une même hauteur de charge, on a trouvé comme débit par minute en chiffres ronds (essai pratique) :

Eau	550 cm ³
Huile de pétrole du Texas.	225 cm ³
Huile lourde de houille.	500 cm ³
Schistes d'Autun	520 cm ³
Goudron de pétrole (Mazout).	80 cm ³
Goudron de houille.	40 cm ³

« Si on chauffe le goudron de houille, on le rend fluide. En effet, pour même section et charge que ci-dessus, le goudron de houille qui à 17° ne s'écoulait que dans la proportion de 40 cm³ par minute donne :

à 50°.	225 cm ³
et à 70°.	280 cm ³

« chiffre identique à celui trouvé pour l'huile du Texas. »

Il paraît donc y avoir intérêt majeur, conclut-il, à étaler le goudron à chaud.

Expériences de M. Vinsonneau. — Les expériences de M. Vinsonneau ont porté :

1° Sur la pénétration du goudron dans le corps d'une chaussée en fonction de la compacité ou serrage des matériaux, de la nature du goudron et de la température d'emploi;

2° Sur les qualités des goudrons au point de vue de leur adhérence propre.

Pour l'étude de pénétration, il a opéré sur des caissons remplis de sable de diverses grosseurs; ces sables étaient comprimés de façon à leur donner une cohésion égale à celle due au cylindrage à vapeur; les goudrons, aux divers degrés de distillation et de température, étaient posés simplement sur ces masses minérales, pour y pénétrer par capillarité et peut-être par diffusion (une masse n'est jamais parfaitement sèche). Ces expériences ont démontré que, pour obtenir une bonne pénétration, il fallait :

« 1° Que le goudron fût très fluide et, autant que possible, dépourvu d'eau;

2° Qu'il fût porté à une température suffisamment élevée, 60° à 70° environ.

Il a encore constaté que le goudron concentré par une *distillation préalable* n'a présenté que peu d'ancrage entre ce qui avait pénétré dans la masse et la partie restée à la surface.

Pour déterminer les qualités des goudrons au point de vue de leur adhérence propre, M. Vinsonneau a coulé en plaquettes rectangulaires, dans des verres paraffinés, des goudrons à divers degrés de distillation

et les a laissés sécher; au bout d'un nombre variable de semaines, ils ont formé des tablettes de section quasi équivalentes qui ont été essayées.

« Aux essais de flexion, le *maximum* de flèche a été obtenu avec le *goudron naturel sans eau*, et le *minimum*, avec le *goudron réduit à l'état de brai sec*, c'est-à-dire au *maximum de distillation* (ce dernier était cassant comme du verre).

« Entre ces deux extrêmes se sont classés régulièrement tous les goudrons aux divers degrés de distillation. »

Ces expériences ont encore fait ressortir que la couche qui reste à la surface d'une masse minérale et y sèche peu à peu est ancrée à cette masse par le goudron qui y a pénétré et qu'ainsi la première pénétration obtenue par un goudronnage servait d'ancre à toutes les couches successives qu'on y pouvait mettre par la suite, cette conclusion est intéressante au sujet des goudronnages d'entretien qu'on peut faire sur une chaussée goudronnée pour remplacer la couche superficielle usée par le roulage des véhicules.

En résumé, malgré le grand nombre de goudronnages exécutés, il n'est pas possible de définir exactement, à l'heure actuelle, les qualités particulières à exiger du goudron en vue de son épandage sur les routes. Il appartiendrait au Congrès de rechercher et de poser les bases d'expériences normales qui permettraient de déterminer ces qualités.

§ II. — DES GOUDRONNAGES OU EMPLOI DU GOUDRON

Le goudron, sur les routes, est employé soit *superficiellement*, soit *incorporé à la masse de l'empierrement*.

Nous étudions successivement ces deux procédés :

A. — GOUDRONNAGES SUPERFICIELS

Les goudronnages superficiels des chaussées sont le plus généralement exécutés en suivant les règles ci-après :

a) *Préparation préalable de la chaussée.* — Cette opération consiste à balayer à vif la chaussée de manière qu'elle soit complètement débarrassée de toutes les poussières ou immondices. Cette précaution paraît essentielle. Il ne faut pas cependant arriver à un grattage qui soulève les pierres et fait disparaître complètement la matière d'agrégation.

b) *Exécution des goudronnages.* — Les goudronnages sont faits à chaud ou froid; la chaleur, ainsi que l'a démontré M. Audoin, a pour seul but de rendre le goudron plus liquide, par suite d'un emploi plus commode:

LUTTE CONTRE L'USURE ET LA POUSSIÈRE.

7

elle facilite en outre la pénétration dans le sol. C'est pourquoi dans les goudronnages à froid, on fluidifie le coaltar en l'additionnant d'huile de houille.

Les goudronnages sont faits à la main ou mécaniquement.

I. — GOUDRONNAGES A MAIN

Cette méthode, toute primitive qu'elle paraisse, rend beaucoup de services en raison de sa simplicité et du peu de valeur des appareils qu'elle exige. Son prix de revient avec un personnel entraîné ne diffère pas de celui des autres procédés. Elle permet même souvent d'économiser la main-d'œuvre qui est faite par les cantonniers.

Au point de vue de la rapidité d'exécution, elle peut également lutter avec les appareils mécaniques, mais elle exige une étude préalable sérieuse (approvisionnements, quantité des appareils de chauffage à proportionner au personnel disponible, etc...).

Les phases de l'opération comprennent :

- L'approvisionnement du goudron;
- Le chauffage du goudron;
- L'épandage;
- Le lissage;
- Le sablage.

Approvisionnement du goudron. — Pour éviter toute perte de temps, il y a lieu de faire approvisionner le produit à l'avance sur toute la longueur à traiter. Le goudron est généralement contenu dans des fûts de 200 kg; on prend comme base pour un premier emploi une proportion de 1 kg 200 à 1 kg 500 par mètre carré de surface à couvrir, suivant le serrage de l'empierrement, sa nature et le degré de température.

Chauffage. — Quand on se sert du goudron chaud il faut l'employer le plus chaud possible. Pour le chauffage, le procédé le plus élémentaire consiste à se servir des bassines que l'on pose sur des foyers chauffés au charbon de bois ou au coke. La capacité des bassines ne doit pas dépasser 70 litres de manière à en permettre la manipulation facile; les appareils, primitifs au début, ont été perfectionnés : ajutages pour le transvasement du goudron, organes pour empêcher le moussage ou pour assurer le prompt enlèvement en cas de moussage; dispositions pour permettre le déplacement facile des foyers et bassines, au fur et à mesure de l'avancement du travail, etc...

En résumé, on recherche les appareils légers, facilement transportables, dont on peut disposer d'un nombre suffisant sur le même chantier pour

éviter tout arrêt dans l'épandage et le lissage, condition essentielle pour opérer rapidement et économiquement.

Epandage. — Le plus souvent le goudron chaud est versé dans des arrosoirs de 15 à 20 litres de capacité, munis de pommes spéciales à larges becs en forme d'éventail percé de huit à dix trous de 1 mm. 5 à 2 mm de diamètre, disposés sur une même ligne horizontale, ou, encore, d'une fente longitudinale de 1 mm. de hauteur, pour permettre l'écoulement en mince nappe du coalter. Ces pommes spéciales sont mobiles pour en permettre le nettoyage facile. On doit d'ailleurs avoir soin de tamiser le goudron au moment du transvasement dans les arrosoirs pour éviter l'engorgement des trous ou fentes de déversement par les impuretés du goudron (cristallisations, etc...).

Pour l'épandage proprement dit, l'ouvrier déverse le contenu de son arrosoir sur la chaussée en commençant par l'axe et en conduisant de préférence l'épandage dans le sens longitudinal. Les bandes liquides ne doivent laisser entre elles aucune solution de continuité.

Lissage. — Immédiatement après l'épandage le goudron doit être lissé avec des balais très doux; quelques opérateurs préfèrent même une raclette en caoutchouc à lame mince. Il est inutile de brasser le goudron étendu pour arriver à couvrir les petites surfaces qui ne s'imprègnent pas immédiatement; ces petites taches blanches se recouvrent d'elles-mêmes et le travail qu'il faut faire pour en obtenir la disparition est nuisible parce qu'il accélère le refroidissement du coalter.

Quelques praticiens ont préconisé l'emploi de l'arrosoir-balai qui étale le goudron immédiatement à sa sortie de la pomme, ce qui a l'avantage de « saisir » le goudron avant son refroidissement et son épaississement qui dans les climats froids sont en quelque sorte instantanés. Ces arrosoirs-balais exigent malheureusement un effort considérable de la part de l'ouvrier qui les manœuvre; aussi leur emploi, quoique logique, est-il peu répandu.

Sablage. — Après le lissage, on procède le plus souvent au *sablage* des parties goudronnées. Le rôle du sable n'est pas encore bien déterminé; il paraît surtout servir d'isolant pour permettre de rendre rapidement les routes goudronnées à la circulation. On peut en effet, en cas de besoin, rétablir immédiatement cette dernière en sablant suffisamment.

Goudronnage à froid. — L'emploi du goudron froid supprime la main-d'œuvre assez délicate du chauffage, mais il faut pouvoir opérer par une température extérieure d'au moins 25° assez difficile à rencontrer dans les régions du Nord de la France. Il exige, en outre, un brossage énergique à la brosse de piassava et cette main-d'œuvre, dans des expériences perso-

nelles, nous a paru assez coûteuse pour remplacer, dans le prix de revient, celui du chauffage qui d'ailleurs n'est pas très élevé avec des appareils commodes et un entraînement suffisant du personnel.

Pour obtenir plus de fluidité, M. Le Gavrian, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Versailles, additionne le goudron d'huile lourde de houille de densité à peu près semblable à celle du goudron. A la suite d'essais il a reconnu que la proportion de 10 pour 100 d'huile lourde pour 90 pour 100 de goudron (en volume) donnait des résultats satisfaisants.

Il opère le mélange sur place, dans des baquets ouverts placés sur des charrettes à bras (à raison de 10 litres d'huile et 90 litres de goudron) et quand le mélange est convenablement brassé il le vide dans des arrosoirs ordinaires, sans pommes, au moyen de robinets placés à la partie inférieure des baquets, il est étendu sur la chaussée. Deux hommes munis de balais de cantonniers poussent le liquide devant eux dans le sens longitudinal de la route, un troisième ouvrier balaye derrière les deux premiers, mais dans le sens transversal, de manière à couvrir complètement le sol et à utiliser tous les excès de matières.

Il est satisfait des résultats obtenus par ce procédé.

II. — GOUDRONNAGES MÉCANIQUES

Dès l'origine de la question, les expérimentateurs se sont immédiatement trouvés en présence de l'obligation d'opérer dans des conditions spéciales de température (sécheresse et chaleur) assez difficiles à rencontrer dans certains climats; aussi pour obtenir la rapidité ont-ils cherché de suite des procédés mécaniques. Dès 1902, M. Audoin avait imaginé un appareil dénommé « mitrailleuse » qui a servi de base à tous les appareils mécaniques. Cette mitrailleuse se composait essentiellement d'un récipient cylindrique horizontal de 200 litres environ de capacité qu'on remplissait de goudron; un fourneau spécial permettait de porter la matière à la température convenable, 70° à 80°, et un système ingénieux de rampes facilitait sur la route l'épandage du goudron. Un jeu de raclettes en caoutchouc fixées après le tonneau égalisait le produit répandu.

Pour l'emploi un homme traînait le tonneau dans le sens longitudinal de la chaussée en commençant par l'axe; le distributeur traçait des bandes de 1 m. à 1 m. 50 (largeur de la rampe de distribution) entre lesquelles on ne laissait aucune solution de continuité.

Parmi les nombreux appareils qui ont été présentés on peut citer :

L'appareil Durey-Sohy qui présente un dispositif spécial analogue aux chauffe-lait pour permettre de porter la matière voisine de 100° sans craindre le danger du moussage.

Les appareils Vinsonneau-Hédeline et Voisembert-Hédeline qui suppri-

ment le lissage en répandant le goudron sous pression. L'appareil Vinsonneau-Hédeline (1905) comportait un compresseur qui refoulait l'air dans un réservoir (pression de 5 kg par centimètre carré).

L'air comprimé était mis en communication avec le tonneau à goudron par l'intermédiaire d'un détendeur et l'écoulement du goudron se faisait en nappe uniforme à l'aide d'un ajutage spécial pour régler l'épaisseur du jet.

L'appareil Voisembert-Hédeline, substitué en 1907 à l'appareil Vinsonneau-Hédeline, conserve le principe d'épandage sous pression, mais dans le nouvel appareil (brevet du 20 juillet 1907) on a recherché l'écoulement régulier du liquide sous la pression constante de 2 kg 500, à l'aide de la traction du cheval: L'appareil épandeur a été modifié et remplacé par un appareil à double rotule qui projette deux gerbes parallèles distantes de 0 m. 55 l'une de l'autre, de manière à ne pas emmagasiner de poussière entre elles. Les rotules permettent de faire varier la largeur de la nappe de 0 m. 80 à 1 m. 65.

Le défaut de tous ces appareils est d'être d'une trop petite capacité et de causer des pertes de temps considérables pour le transvasement et le chauffage des produits.

Appareils Lassailly. — La Société de goudronnage des routes (Lassailly et Cie) fait usage d'appareils de plus grande capacité. Elle emploie deux types « Grand modèle » et « Petit modèle ». Les appareils « Grand modèle » comprennent la voiture chauffe-goudron et la voiture goudronneuse.

La voiture chauffe-goudron permet le chauffage de 2400 kg à l'heure. Elle se compose d'un générateur vertical de vapeur placé à l'avant, d'un réservoir cylindrique placé à l'arrière communiquant avec le générateur et destiné à chauffer le goudron au moyen d'un serpentin intérieur; enfin d'un bac récepteur situé au-dessous du réservoir et destiné à recevoir le goudron froid à son arrivée. Une petite pompe à main est fixée au châssis de la voiture.

— *Fonctionnement.* — Le goudron, livré soit en voitures-citernes soit en fûts pétroliers, est vidé dans le bac. Le réservoir cylindrique est alors rempli de vapeur, puis refroidi extérieurement au moyen d'une petite quantité d'eau (70 litres environ) déversée par la petite pompe sur la calotte supérieure. La vapeur en se condensant produit le vide et par suite l'aspiration du goudron : 1000 litres environ. On fait ensuite circuler la vapeur dans le serpentin du réservoir pour chauffer le goudron jusqu'à ce qu'il atteigne la température de 90° à 100°, puis la vapeur est introduite à nouveau dans le réservoir où elle agit alors par pression pour refouler le goudron chaud. Le réservoir une fois vide, la vapeur qui vient d'agir est condensée comme on l'a vu dans la première phase pour aspirer une nouvelle charge de goudron et ainsi de suite.

La voiture goudronneuse se compose de 4 appareils placés l'un derrière

l'autre, dans l'ordre suivant : une tonne, un bac régulateur, une rampe d'arrosage, un train de balais lisseurs. — *Fonctionnement.* — Le goudron contenu dans la tonne passe dans le bac régulateur où il est maintenu, à un niveau constant, pour avoir une vitesse de sortie uniforme et être épandu régulièrement. L'épandage se fait au moyen de deux rampes de 1 m. 80, percées de trous ; un double système de chacun 4 balais lisseurs prend le goudron chaud à la sortie de la rampe et l'étend sur le sol. L'ouvrier goudronneur est assis à l'arrière du tonneau ; il a directement à sa portée les différents robinets et leviers qui commandent la sortie du goudron et la manœuvre des balais. Cette voiture permet d'appliquer 2400 kg de goudron en une heure.

Les appareils « Petit modèle », destinés au revêtement des moyennes et petites surfaces, sont basés sur les mêmes principes.

GOUDRON CHAUD EN CITERNES — TONNEAU DISTRIBUTEUR

En dehors des systèmes précédents, qui trouvent partout leur application, il existe un procédé que les goudronneurs de Paris et du département de la Seine ont la bonne fortune de pouvoir appliquer, grâce à M. Audoin, ingénieur en chef des services chimiques de la Compagnie parisienne du gaz, déjà cité, qui a rendu de si grands services à la cause du goudronnage. La Compagnie parisienne du gaz (maintenant Société du gaz de Paris) livre des goudrons *chauds* en citerne de 4000 à 8000 kg. Ces goudrons chauffés à l'étuve arrivent sur le chantier à une température de 65° à 70°, c'est-à-dire suffisamment fluides pour être employés immédiatement. Pour l'épandage on se sert soit des arrosoirs, soit d'un tonneau de 200 litres environ, muni d'une rampe de distribution. La hauteur du tonneau est calculée de façon qu'il puisse être directement rempli à la citerne.

Ce procédé est certainement l'un des plus pratiques employés jusqu'à présent, il a donné les meilleurs résultats économiques (voir ci-après prix de revient). Il est regrettable qu'il ne puisse être utilisé qu'à proximité des usines à gaz (8 à 10 km au maximum).

GOUDRONNAGES MÉCANIQUES À FROID

MM. Armandy et Cie se sont spécialisés dans le système du goudronnage mécanique à froid. A l'aide de leurs appareils assez semblables à ceux du goudronnage mécanique à chaud, ils déversent sur la chaussée un produit qu'ils dénomment « *pulvéranto* » et qui est composé de goudron mélangé à des huiles de houille pour le rendre fluide. La proportion de 10 pour 100 indiquée ci-dessus est un peu augmentée par M. Armandy.

Goudronnage par le feu. — On a expérimenté, dans quelques villes du Midi de la France et aux environs de Paris, un procédé de goudronnage spécial dit goudronnage par le feu, imaginé par M. Francou, qui consiste à répandre une couche de goudron sur la chaussée, puis à y mettre le feu au moyen d'un fourneau mobile chauffé au coke, dont la grille est maintenue à 0 m. 15 au-dessus du sol.

Le goudronnage ainsi obtenu est très bon en raison de la température excessivement élevée à laquelle sont portés le produit et la chaussée lors du brûlage du goudron; en outre, les produits qui proviennent de la décomposition du goudron brûlé paraissent être excellents par la préservation des empierrements. (Tous les goudronneurs ont pu constater la bonne tenue des parties de routes où du goudron a été accidentellement brûlé.) Malheureusement le système Francou, tel qu'il est appliqué par son auteur, a le grave inconvénient de provoquer d'épaisses fumées et même de longues flammes qui en rendent l'emploi dangereux et désagréable aussi bien dans les villes où les façades des bâtiments sont recouvertes de noir de fumée, que hors traverses, où les récoltes sont souvent abîmées. Dans un essai fait à Villemomble, aux environs de Paris, des indemnités ont été réclamées.

Pour appliquer ce procédé, il faudrait trouver des appareils qui brûlent le goudron en évitant ces inconvénients.

Goudronnages des trottoirs. — Les goudronnages s'étendent aux parties accessoires des chaussées, notamment aux trottoirs en terre et aux caniveaux pavés.

Les procédés mis en œuvre pour goudronner les trottoirs sont les mêmes que ceux employés pour les chaussées empierrées.

Préalablement à tout goudronnage, il est nécessaire de bien nettoyer et de niveler le trottoir en terre.

La quantité de goudron à employer varie de 1 kg 500 à 2 kg par mètre carré. Après l'opération, on répand une petite couche de gravillon qui adhère à l'ensemble. Les trottoirs ainsi goudronnés prennent l'aspect des trottoirs asphaltés. Si la circulation n'y est pas très active, ils peuvent durer assez longtemps.

PRIX DE REVIENT

Les prix de revient des goudronnages varient suivant les contrées, le prix de main-d'œuvre et de la matière, le matériel de mise en œuvre, etc., etc....

Avec les procédés actuels et le prix du goudron à 50 fr. la tonne,

octroi non compris, les prix moyens varient de 0,09 à 0,15 pour les premiers goudronnages et de 0,05 à 0,08 pour les goudronnages d'entretien.

Le procédé à froid donne des chiffres analogues.

Nous indiquons ci-dessous quelques prix de revient :

Goudronnages à chaud. — *Procédé à main* : 1^o Chauffage sur place à l'aide de bassines (département de la Seine, subdivision de Vincennes). Atelier composé de huit hommes : 2 au remplissage des bassines, 1 à la surveillance du chauffage et aux corvées, 2 à l'épandage et 5 au lissage.

Matériel : 7 bassines de 60 litres, 6 foyers.

Cet atelier a assuré un avancement régulier de 1500 m² par jour.

	Balayage à la machine	0 fr. 0015
Préparation préalable du sol	Entourage du chantier avec des cordes, des piquets; balayage minutieux de la chaussée	0 fr. 0020
		0 fr. 0035
Goudronnage proprement dit	Fourniture de goudron à raison de 50 francs les mille kilos pris à l'usine : 1.200 kg à 50 francs	0 fr. 0600
	Transport de l'usine à pied d'œuvre.	0 fr. 0050
	Chauffage	0 fr. 0055
	Épandage	0 fr. 0350
		0 fr. 1055
Sablage.	Fourniture de sable : Environ 0 m 001	0 fr. 0057
	Main d'œuvre du sablage	0 fr. 0029
		0 fr. 0086
Faux frais.	Huile, savons, chiffons.	0 fr. 0003
	Gardiennage du chantier	0 fr. 0013
	Éclairage du chantier	0 fr. 0015
		0 fr. 0051
Amortissement du matériel.	Supposé en 20 ans	0 fr. 0003
		0 fr. 1210
	Prix de revient du mètre carré	

2^o Goudron livré chaud en citernes par la Compagnie parisienne du gaz (même subdivision). Atelier composé de 4 hommes dont 2 au répandage et 2 au lissage ; matériel : un tonneau goudronneur de 200 litres. Cet atelier a assuré un avancement régulier de 4000 m² par jour.

Préparation du sol (comme ci-dessus)	0 fr. 0035
Fourniture de goudron chaud 1,500 kg à 59 fr. les 1000 kg sur place	0 fr. 0708
Épandage	0 fr. 0050
Sablage (comme ci-dessus)	0 fr. 0086
Faux frais	0 fr. 0031
Amortissement —	0 fr. 0003
Prix de revient du mètre carré	0 fr. 0913

Procédés mécaniques. Société de goudronnage des routes (Lassailly et Cie). — Cette Société fournit le plus ordinairement le goudron (goudron spécial déshydraté); elle demande pour la fourniture et l'emploi un prix qui oscille autour de 0,13 le mètre carré. En ajoutant à ce prix les différentes mains-d'œuvre indiquées ci-dessus on obtient comme prix de revient :

Préparation du sol	Comme ci-dessus	0 fr. 0035
Goudronnage proprement dit et épandage	Prix fixé par la société (département de la Seine)	0 fr. 1300
Frais généraux et gardien-nage	Comme ci-dessus	0 fr. 0031
	Prix du mètre carré	0 fr. 1566

Procédé Vinsonneau-Hédeline (actuellement Voisembert-Hédeline). — Ces industriels louent de préférence leurs appareils. L'Administration fournit alors le goudron. La location, qui comprend l'appareil, l'attelage et le mécanicien, se compte au mètre superficiel enduit; son prix varie de 0,035 à 0,045.

Calcul du prix de revient :

Préparation du sol	Comme ci-dessus	0 fr. 0035
Fourniture du goudron	Goudron : 1.200 kg à 50 francs	0 fr. 0600
	Transport à pied d'œuvre	0 fr. 0045
	Chauffage	0 fr. 0050
		0 fr. 0695
Épandage	Location de l'appareil (moyenne)	0 fr. 0400
	Main-d'œuvre	0 fr. 0055
Sablage	Comme ci-dessus	0 fr. 0086
Faux frais et gardien-nage	Comme ci-dessus	0 fr. 0031
	Prix du mètre carré	0 fr. 1300

Goudronnage mécanique à froid, système Armandy. — Cette maison, en 1906, a demandé par mètre carré le prix moyen de 0 fr. 125, y compris la fourniture du « pulvéran » (goudron fluidifié à l'huile lourde de houille). Avec ce prix, on obtient pour prix total de revient par mètre carré :

Préparation du sol	Comme ci-dessus	0 fr. 0034
Goudronnage proprement dit	Prix de la compagnie	0 fr. 1250
Sablage	Comme ci-dessus	0 fr. 0086
Faux frais et gardien-nage	Comme ci-dessus	0 fr. 0034
	Prix du mètre carré	0 fr. 1398

En résumé le goudronnage fait directement par l'Administration a donné les prix de revient les plus économiques. On doit cependant reconnaître

qu'avec le développement du goudronnage les surfaces à enduire vont toujours en augmentant et qu'à un moment donné il sera impossible, dans une même subdivision par exemple, de réunir toute la main-d'œuvre nécessaire et de conduire simultanément tous les chantiers de goudronnage pour arriver à opérer avec la rapidité voulue.

L'emploi des procédés industriels sera alors des plus précieux.

A titre de renseignement, nous indiquons le prix de goudronnage d'un trottoir en terre.

Préparation du sol, règlement de la surface	0 fr. 040
Fourniture du goudron chaud à pied d'œuvre 1,750 kg à 0 fr. 059.	0 fr. 105
Main-d'œuvre	0 fr. 006
Sablage en gravillon	0 fr. 009
Total.	0 fr. 160

RÉSULTATS DES GOUDRONNAGES SUPERFICIELS

Le nombre des mémoires ou rapports relatifs aux goudronnages superficiels est considérable, aussi n'en a-t-on pu faire ici une analyse même sommaire. Notre étude des résultats a principalement porté sur les points suivants :

- A) Suppression de la poussière;
- B) Qualités ou inconvénients du goudronnage pour le roulage, parties déclives;
- C) Durée des goudronnages : influence des agents atmosphériques et de la circulation;
- D) Économie résultant du goudronnage : suppression de l'arrosage, conservation de la chaussée.

A) **Suppression de la poussière.** — Tous les goudronneurs ont constaté que le goudronnage était efficace pour la suppression de la poussière.

Ce résultat exige la présence de la couche de goudron sur la route et disparaît en même temps qu'elle.

Pour la suppression de la boue, les résultats sont moins caractérisés; les pluies prolongées et les grandes périodes d'humidité de l'automne et de l'hiver occasionnent la formation d'une boue noirâtre, spéciale, qui se laisse traverser et met à nu la masse de l'empierrement¹.

1. L'analyse de cette boue faite en janvier 1904 au laboratoire d'essai des matériaux de la Ville de Paris a donné les résultats ci-après :

Eau	9,40
Goudron	2,50
Sable et cailloux	35,65
Argile	35,56
Carbonate de chaux	12,85
Matières organiques	4,04
	100 %

(Extrait d'une étude de M. Pissot, conducteur du bois de Vincennes.)

En dehors de la suppression de la poussière et de la diminution de la boue, une qualité généralement reconnue aux chaussées goudronnées est la rapidité avec laquelle elles sèchent après les pluies (pendant l'été et une partie de l'automne et du printemps, une chaussée goudronnée à profil régulier sèche en 20 minutes environ). Cela tient évidemment à l'imperméabilité relative de la surface.

B) Qualités ou inconvénients pour le roulage. — Les goudronnages ne paraissent pas présenter d'inconvénient sérieux pour le roulage.

Quelques praticiens ont signalé le glissement des chevaux dû à ce procédé (service des ponts et chaussées du département d'Oran, agents voyers de la Haute-Garonne), mais d'autres goudronneurs (MM. Adam, Nogent-sur-Marne; Luya, Aix-les-Bains), après expériences spéciales, ont signalé le contraire. En fait, le glissement des chevaux ne paraît pas être à redouter sur les chaussées goudronnées lorsque les déclivités ne dépassent pas 5 à 4 pour 100.

Un inconvénient, qui a été signalé quelquefois, est celui qu'a le goudron frais de tacher les voitures et les passants. On peut y remédier facilement en sablant les goudronnages après leur exécution.

C) Durée des goudronnages. Influence des agents atmosphériques, de la circulation, etc. — C'est sur le facteur : durée des goudronnages que les résultats diffèrent le plus; cette durée paraît surtout dépendre de l'état d'humidité de l'atmosphère et de l'intensité de la circulation.

Dans tous les mémoires, on rapporte invariablement que « le goudronnage s'est bien comporté jusqu'à l'hiver » et que les pluies prolongées où les grandes périodes d'humidité ont désagrégé la couche de goudron. La cause n'en est pas encore bien déterminée. Il est probable qu'elle est due à ce que, dans les corps qui constituent les goudrons, un certain nombre sont solubles dans l'eau ou tout au moins miscibles et que, sous l'action d'une humidité persistante, ils disparaissent en partie, ne laissant à la surface de la chaussée que le résidu ou brai qui n'a aucune cohésion et est vivement enlevé à son tour.

L'intensité de la circulation influe beaucoup sur la durée des goudronnages; c'est ainsi que, dans des cas de circulation très active, la durée efficace a été signalée comme n'ayant pas dépassé quelques semaines.

L'influence de la nature des matériaux d'empierrement sur les goudronnages ne paraît pas avoir été étudiée à fond par les goudronneurs; M. Girardeau, agent voyer à Luçon, signale avoir essayé des goudronnages sur des matériaux schisteux, quartzieux et calcaires employés sur des sous-sols argileux, calcaires, granitiques et siliceux. Ce sont les cailloux quartzieux qui lui ont donné les meilleurs résultats, les calcaires les moins bons.

Des expériences comparatives seraient certainement intéressantes.

D) Économie résultant du goudronnage. — Dans les villes les gou-

dronnages permettent d'économiser une grande partie des frais d'arrosage; une économie résultant de la diminution de l'ébonage est aussi constatée, mais la plus importante provient de la conservation de la masse de l'empierrement qui augmente la durée d'aménagement des chaussées et diminue en conséquence leur prix d'entretien.

L'étude de cette économie nécessitera de longues années d'expériences et d'observations; elle est d'autant plus délicate que des facteurs entièrement étrangers à la question viennent souvent changer les données du problème (circulations exceptionnelles, établissements d'industries, etc...). Une Commission spéciale nommée par M. le Ministre des travaux publics s'occupe de cette question; elle n'a pas encore publié de résultats.

**B. — INCORPORATION DU GOUDRON
DANS LA MASSE DE L'EMPIERREMENT**

RECHARGEMENTS GOUDRONNÉS

L'imperméabilité donnée à la chaussée par le goudron, qualité qui empêche l'eau de pénétrer dans la masse et s'oppose à sa dislocation, a été remarquée dès les premières applications du goudronnage; aussi, dès l'origine, a-t-on cherché à incorporer le coaltar dans la masse de la chaussée au moment de la construction même de l'empierrement. Dans un essai de recharge goudronné exécuté en 1902 sur le chemin de grande communication n° 50 à Saint-Mandé (M. Dreyfus, ingénieur, M. Foulon, sous-ingénieur), essai exécuté sur quelques mètres carrés seulement dans une partie de chemin un peu déclive (0 m. 025 par mètre), le recharge de 0 m. 08 d'épaisseur fut fait avec des pierres cassées (calcaire siliceux très dur) sur forme très solide préalablement piquée; la compression au cylindre à vapeur fut poussée jusqu'à obtention d'une mosaique serrée: le goudron chaud fut alors versé puis le sable d'agrégation répandu tant pour garnir les joints, que pour éviter l'adhérence du goudron aux roues et le cylindrage continué. Quantité de goudron employée: 2 kg 500 par mètre. Le résultat fut médiocre; la prise ne se fit pas; le goudron coula longtemps dans les caniveaux et la chaussée resta sans consistance; il fallut même refaire cette partie au printemps de 1905. (On put constater à ce moment que les pierres goudronnées faisaient rapidement prise sous le cylindre.)

Un essai un peu différent fut tenté en 1904, sur la route nationale n° 191, à Ablis-Paray (M. Lorieux, ingénieur, M. Aillard, conducteur). Le goudron très chauffé (de 70° à 90°) fut répandu sur la partie à recharger; la pierre fut alors placée sur le goudron et le cylindrage exécuté suivant la méthode ordinaire. Le recharge avait une épaisseur de 0 m. 11,

la pierre employée était du grès quartzite de l'Orne, la matière d'agrégation du sable de Fontainebleau. La quantité de goudron employée fut de 1 kg 979 par mètre carré.

Les résultats contrôlés en 1906, c'est-à-dire deux ans après l'opération, indiquent que la poussière a très sensiblement diminué; la boue également; l'eau pluviale ne pénètre pas dans l'intérieur de la chaussée. L'enclume de la surface a peu duré, le goudron s'est logé presque en entier dans la masse. Usure insignifiante. La chaussée est *restée molle pendant plusieurs mois de l'été* sur tous les points où on a constaté un excès de goudron. M. Lorieux indique que le goudronnage de la chaussée avant le répandage de la pierre à cylindrer paraissait théoriquement préférable au système consistant à goudronner la surface du rechargement, puisqu'on réalisait ainsi la pénétration du goudron sur toute l'épaisseur au lieu de ne l'obtenir avec peine que sur quelques centimètres, mais que pratiquement ce système se heurte à diverses difficultés : 1^o Pour s'effectuer dans des conditions favorables, le goudronnage exige une température spéciale : temps sec et chaud, tandis que le cylindrage s'effectue par tous les temps sauf la gelée; 2^o le goudronnage gêne l'atelier de cylindrage; 3^o le système est mauvais pour les rechargements un peu épais, parce qu'on est amené à forcer la quantité de goudron et que la matière s'oppose à la prise (sur les bords on a obtenu tout de suite une chaussée dure, tandis que l'on a eu beaucoup de peine à faire prendre le milieu du rechargement); 4^o le procédé exige que les flâches soient bouchées au préalable, sans cela le goudron « s'y accumule et à leur emplacement la prise de la chaussée devient très difficile ».

En 1906 et 1907, sur la route nationale n° 152 à Gien (M. Casset, ingénieur, M. Martin, conducteur principal) et sur le chemin de grande communication n° 50 à Saint-Mandé (M. Arnaud, ingénieur), des essais qui participent des deux systèmes précédents furent encore exécutés. Après un balayage à vif, la chaussée fut enduite de goudron bouillant sur lequel la pierre fut répandue puis comprimée jusqu'à ce qu'elle n'eût plus bougé sous le cylindre. On a alors arrosé avec du goudron chaud la partie comprimée, qu'on a recouverte de matière d'agrégation puis on a achevé la compression.

Malgré tous les soins apportés dans l'exécution du travail, les chaussées ainsi goudronnées présentent une masse compacte, mais élastique et mouvante.

A Gien comme à Saint-Mandé, elles fléchissent au passage des voitures lourdement chargées, et il se forme, en avant des roues, des bourrelets qui augmentent l'effort de traction des chevaux.

En résumé, les essais d'incorporation du goudron dans la masse de l'empierrement au moment des rechargements ne paraissent pas avoir donné des résultats satisfaisants.

EMPLOI DES MATERIAUX GOUDRONNÉS POUR LES RECHARGEMENTS

Une méthode différente des précédentes a été mise à l'essai ces dernières années : en Angleterre, Tar-Macadam ; en Suisse, procédé Aeberli ; en France, Aix-les-Bains, Melun, etc.... Elle consiste à préparer à l'avance, en dehors des lieux d'emploi, des matériaux goudronnés qui sont ensuite apportés sur les chantiers, mis en place et cylindrés.

Dans le procédé anglais « Tar-Macadam », la pierre est préalablement chauffée dans un four jusqu'à ce que toute trace d'humidité ait disparu ; elle est alors mélangée avec du goudron bouillant dans la proportion de 10 gallons (45 l. 4) de goudron par mètre cube de pierre. Avant que le goudron ne soit versé sur les pierres on ajoute ordinairement un boisseau de liais calcaire par mètre cube de pierre. Ce premier travail est fait à l'usine ; l'expérience a conduit à conclure que le meilleur résultat était obtenu en employant les matériaux ainsi préparés *une semaine* après le mélange. Les pierres goudronnées sont ensuite transportées sur la chaussée où elles sont cylindrées à vapeur ; après une première prise, on répand des éclats de pierre goudronnés de $1/4$ à $5/4$ de pouce (0 m. 0125 à 0 m. 018) puis le cylindrage est continué ; la surface est enfin recouverte d'une petite quantité de sable fin qu'on mélange à du liais calcaire, on cylindre ensuite jusqu'à complète consolidation.

Les ingénieurs anglais indiquent qu'une route ainsi construite forme très peu de poussière et qu'elle présente une notable économie d'entretien.

Dans le procédé Aeberli (système breveté) on emploie des silex qui sont triés sur les lieux d'extraction de façon à obtenir des cailloux de 0 m. 05 à 0 m. 05 lesquels sont soigneusement nettoyés puis conservés à sec. Pourachever d'enlever les parties sableuses, glaiseuses, qui pourraient encore y adhérer, les matériaux sont versés dans une machine où un tambour tournant les amène au-dessus d'un foyer qui les chauffe de façon intense. Les impuretés sont éliminées pendant le mouvement tournant du tambour et rejetées au dehors. Les pierres ainsi nettoyées et séchées sont mélangées au goudron chauffé qui est amené d'un réservoir supérieur d'où il goutte sur elles. Le tout est brassé par la rotation continue du tambour et le mélange du caillou et du goudron est poussé jusqu'à ce que chaque pierre soit enveloppée d'une mince couche de goudron. A la sortie de l'appareil, le caillou goudronné est emmagasiné encore chaud, par couches superposées séparées par des couches intermédiaires de sable siliceux lavé et chauffé dans la machine. L'ensemble est revêtu d'une couverture de protection pour éviter la déperdition de la chaleur (sable, fumier, feuilles d'arbres) et il reste dans cet état de 8 à 10 semaines. Sous l'action de la chaleur concentrée dans l'intérieur des tas, il se produit un mélange intime du goudron, du caillou et du sable. Après 8 ou 9 semaines

le tout forme une masse dure et compacte. Le mélange est employé par M. Aeberli après la 7^e semaine environ, lorsqu'il est constaté que la matière est desséchée ou à peu près; il est conduit au lieu d'emploi où il est répandu et cylindré. On évite d'arroser et l'on roule jusqu'à prise complète en répandant au besoin un peu de matière d'agrégation. La consommation de goudron par mètre cube de caillou siliceux est de 20 kg avec des matériaux siliceux et 25 kg avec des pierres cassées. D'après M. Aeberli les résultats obtenus sont excellents. Des essais de sa méthode sont d'ailleurs en cours sur la route nationale n° 185 près de Versailles, les congressistes seront appelés à les visiter.

M. Luya (conducteur des Ponts et Chaussées, ingénieur municipal d'Aix-les-Bains) a également employé des matériaux préalablement goudronnés. Dans une de ses communications, il cite « qu'une chaussée en cailloux goudronnés construite par cette méthode est telle qu'aux premiers jours après 18 mois d'existence, alors que les rechargements ordinaires faits à la même époque avec les mêmes matériaux donnent des traces visibles d'usure dans des voies moins fréquentées que celle sur laquelle il a été opéré ».

A Melun, des rechargements avec des matériaux goudronnés à l'avance ont été exécutés en février 1908 sur la route nationale n° 5 bis. Deux mois avant l'emploi, la pierre cassée avait été arrosée de goudron bouillant, brassée à l'aide de fourches à dents courbes puis mise en tas et recouverte de feuilles pour conserver la chaleur. Pour l'emploi, ces pierres ont été transportées sur la route et cylindrées à vapeur. La prise a été plus rapide qu'avec des matériaux ordinaires. Trois essais ont été faits; ils correspondent à des dosages de 50, 50 et 100 kg par mètre cube de pierre cassée. Jusqu'à présent la masse est imperméable, pas de poussière ni de boue; les résultats semblent satisfaisants.

En résumé, la constitution d'un empierrement avec des matériaux préalablement goudronnés paraît appelée à donner de bons résultats. La masse doit en être rendue imperméable sur toute la profondeur et l'action dégradante de l'humidité y être par suite à peu près nulle. L'ensemble paraît encore posséder une légère élasticité qui peut diminuer la dislocation sous le passage des véhicules. La proportion de goudron à mélanger à la pierre doit être un des facteurs principaux de la question. Des résultats constatés dans les premières expériences faites, il résulterait que la quantité de goudron doit plutôt être faible. Les expériences en cours fixeront ce point de la question.

CONCLUSIONS

En résumé, le goudron, qui à l'origine s'employait exclusivement comme revêtement superficiel, commence maintenant à être incorporé dans le corps de la chaussée.

En ce qui concerne les *goudronnages superficiels* dont l'emploi est très développé, la pratique a conduit pour leur exécution aux règles suivantes :

1^o Employer des goudrons complets ou spécialement préparés en vue de l'imprégnation des routes;

2^o Goudronner seulement des chaussées à profil régulier (autant que possible à la suite d'un rechargeement);

3^o Nettoyer minutieusement les chaussées avant l'opération;

4^o Épandre seulement le goudron sur des chaussées complètement sèches de façon à en permettre la pénétration;

5^o Faciliter cette pénétration par la chaleur, en employant le goudron le plus chaud possible sur des chaussées aussi chaudes que possible (pour le goudron, on peut remplacer la chaleur en le fluidifiant à l'aide d'une addition de 10 pour 100 d'huile lourde de houille);

6^o Éviter le goudronnage des chaussées à fortes déclivités (5 pour 100 et au-dessus) pour lesquelles le glissement est à craindre.

Les autres questions ne sont qu'accessoires et l'économie seule doit servir de guide pour l'adoption des procédés ou le choix des appareils.

Pour les résultats à attendre des goudronnages superficiels on peut compter :

1^o Sur un résultat immédiat : *la suppression presque complète de la poussière et une diminntion de la boue*. Ces résultats ne sont obtenus que pendant le temps où le goudron forme un isolant à la surface de la chaussée; il faut donc le conserver par un *entretien* qui se réduit à de simples badigeonnages économiques et faciles à exécuter;

2^o Sur un résultat permanent : *la diminution de l'usure de la chaussée*. La valeur de cette économie n'a pas encore été exactement déterminée: elle paraît cependant appréciable.

En ce qui concerne l'*incorporation du goudron dans la masse de la chaussée*, les procédés qui consistent à verser le goudron au moment même du rechargeement n'ont pas donné de bons résultats; ceux plus nouveaux, qui ont pour but de préparer un mélange préalable des pierres, de la matière d'agrégation et du goudron paraissent appelés à en donner de meilleurs. Cependant, comme ces derniers procédés sont relativement récents, il y a lieu d'attendre quelques années pour être définitivement fixé sur leur valeur.

Melun, Saint-Cloud, Saint-Mandé, juin 1908.

62 555. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, Rue de Fleurus, 9