

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 86 (1960)
Heft: 22

Artikel: L'organisation des études et des travaux de l'autoroute Genève-Lausanne
Autor: Dubochet, J.-E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-64510>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

mettra de passer facilement d'un programme résolvant un problème sur une machine au programme qui résoudra le même problème sur une autre machine.

Le développement des méthodes mathématiques, enfin, n'est pas aussi avancé qu'on pourrait le souhaiter. L'emploi des calculatrices électroniques, loin de diminuer le travail des mathématiciens, pose chaque jour des problèmes nouveaux, qui exigent l'emploi de théories toujours plus avancées. Des méthodes qui semblaient favorables se révèlent inutilisables, du fait par exemple des arrondis, qui prennent une importance considérable lorsque l'ampleur des calculs augmente, ou du fait d'instabilités (comme dans l'intégration d'équations différentielles) qui enlèvent toute signification à certains résultats. D'autre part, grâce à leur

vitesse de calcul qui surpasse celle d'une machine de bureau d'un facteur cent, mille ou même plus, les calculatrices électroniques permettent sans doute d'aborder des problèmes auxquels on n'aurait pas songé autrefois; mais ces mêmes problèmes en suggèrent d'autres, comme par exemple dans l'intégration d'équations aux dérivées partielles, dont la résolution numérique avec les méthodes connues dépasse encore les possibilités des plus grandes machines actuelles. C'est dire que, là encore, l'effort des constructeurs exige parallèlement un effort des mathématiciens en vue de l'élaboration de méthodes toujours plus perfectionnées.

Septembre 1960.

EPUL

Institut de mathématiques appliquées.

625.711.3 (494.4)

L'ORGANISATION DES ÉTUDES ET DES TRAVAUX DE L'AUTOROUTE GENÈVE-LAUSANNE

par J.-E. DUBOCHET, ingénieur en chef du bureau de construction de l'autoroute Genève-Lausanne¹

1. Description rapide du projet

L'autoroute Genève-Lausanne est un des premiers éléments du réseau des routes nationales de première classe.

Cet aménagement comprend dans le canton de Vaud :

- une autoroute à quatre voies entre la frontière genevoise dans la région du village de Sauvigny et Ecublens près Lausanne ;
- une autoroute à six voies entre Ecublens et la Maladière-Lausanne ;
- une autoroute à cinq voies entre Ecublens et Crissier, soit le début de l'autoroute Ecublens-Yverdon-Berne ;
- l'ouvrage de jonction entre ces trois autoroutes dans le bois d'Ecublens ;
- les jonctions entre l'autoroute et les routes cantonales à : Chavannes-de-Bogis, Nyon, Gland, Rolle, Allaman, Morges, La Bourdonnette-Lausanne, La Maladière-Lausanne ;
- les modifications à apporter aux routes cantonales et locales pour assurer la traversée de l'autoroute en passages supérieurs ou inférieurs ;
- les corrections de rivières ;
- un remaniement parcellaire général de toutes les propriétés situées de part et d'autre des nouveaux aménagements, dans le secteur rural, c'est-à-dire sur toute la longueur de l'autoroute et des différentes routes cantonales en dehors de la ville de Morges et de l'entrée à Lausanne.

L'autoroute de quatre voies parallèles sera constituée par :

- une bande centrale de quatre mètres gazonnée et plantée de bosquets et de chaque côté, c'est-à-dire pour chaque sens de circulation :
- une bande de marquage de 50 cm ;
- une chaussée de 7 m ;
- une bande de marquage de 50 cm ;
- une bande de stationnement de 2,50 m ;
- une banquettes herbées de 50 cm, soit une plate-forme d'une largeur totale de 26 m.

L'autoroute à six voies parallèles offrira le même aspect, mais les deux chaussées proprement dites auront

chacune une largeur de 10, 50 m, ce qui porte la largeur totale de la plate-forme à 33 m.

Les jonctions entre autoroute et routes cantonales seront le plus souvent du type losange avec voies d'accélération et décélération.

Seules les entrées de l'autoroute dans la région lausannoise seront du type giratoire ou éléments de feuille de trèfle.

2. Importance des travaux

L'ensemble de l'aménagement entraîne donc la construction de :

- 45 km d'autoroute à quatre, cinq ou six voies ;
- 40 km de routes cantonales ;
- 110 ponts et aqueducs ;
- et le remaniement parcellaire de 180 hectares de terrains cultivables.

Le devis total ascende à 210 millions et nous estimons qu'il faut envisager environ 10 millions d'heures de travail.

3. Programme général des travaux

La décision de construire l'autoroute Genève-Lausanne a été prise par le Grand Conseil du canton de Vaud le 3 septembre 1958 et par les Chambres fédérales le 3 octobre 1958. L'autoroute doit être mise en service pour l'Exposition nationale 1964, soit au plus tard le 30 avril 1964.

Afin d'assurer l'établissement des plans de construction et l'exécution des travaux, nous avons divisé l'aménagement en secteurs comprenant environ 10 km d'autoroute et tous les ouvrages annexes correspondants, et réparti notre activité pour chaque secteur comme suit :

1^{re} étape : Etablissement du projet définitif et des plans de construction, mise à l'enquête des projets dans les communes intéressées, mise en soumission des travaux.

¹ Exposé présenté le vendredi 20 mai 1960, à Nyon, lors de l'assemblée générale de la Société suisse de mécanique des sols et des travaux de fondation.

2^e étape : Exécution des travaux préparatoires constitués par le déboisement, la construction des ponts, la modification des routes cantonales et communales, la construction des passages supérieurs et des passages inférieurs qui permettront d'éliminer toute circulation de l'emprise de l'autoroute ; la construction des aqueducs, l'établissement des canaux ou canalisations pour l'évacuation des eaux et le drainage, le déplacement des canalisations souterraines et aériennes, le captage des sources, les recherches archéologiques et la préparation de l'aménagement paysager. Il serait souhaitable que les remaniements parcellaires puissent s'exécuter également dans cette phase.

3^e étape : La zone de l'autoroute étant libérée, il est possible d'organiser d'une façon rationnelle et économique l'exécution des terrassements et la pose des canalisations de drainage et des collecteurs d'évacuation, ainsi que de la fondation de la chaussée.

4^e étape : Construction du revêtement, qui pourra d'ailleurs se faire en deux parties avec un intervalle de quelques mois.

Dans la pratique, les différents travaux ne peuvent pas être séparés d'une façon aussi rigide que le fait apparaître cet exposé. Le délai très court imposé pour l'achèvement de l'aménagement total nous amène à superposer certains travaux et en avancer d'autres.

Les visiteurs peuvent constater que, dans le premier secteur de 10 km s'étendant de la route de Sauvigny à Eysins, la construction de la première étape se terminera dans deux mois environ et que l'entreprise chargée des terrassements de la troisième étape vient déjà de commencer son travail.

Dans la région de Nyon, nous en sommes au milieu de la deuxième étape, mais les terrassements de l'autoroute ont déjà été exécutés sur quelques centaines de mètres pour utiliser les matériaux provenant de la construction de différents passages inférieurs.

4. Organisation du bureau de construction

La direction des études et des travaux est confiée, depuis le 1^{er} décembre 1958, au Bureau de construction de l'autoroute Genève-Lausanne, dont la mission a été définie comme suit : « Poursuivre les études sur la base de l'avant-projet approuvé par les autorités cantonales et fédérales, faire établir les plans d'exécution et assurer la construction de l'ensemble de cet aménagement ; prendre la responsabilité de sa parfaite exécution, tant en ce qui concerne la qualité et l'économie que le programme et la sécurité. »

L'effectif initial du bureau était d'un ingénieur et six employés. L'effectif moyen doit atteindre cinquante employés techniques et administratifs, nombre qui n'est d'ailleurs pas encore obtenu aujourd'hui.

Son organisation interne comprend les sections suivantes :

- étude ;
- topographie ;
- essais ;
- travaux ;
- administration.

Les chefs de ces cinq sections, c'est-à-dire trois ingénieurs, un géomètre et un licencié ès sciences économiques, forment l'équipe de tête chargée de

coordonner le travail de l'ensemble du bureau de construction, des bureaux techniques privés et des entreprises de construction.

Une partie importante des études est, en effet, confiée à des bureaux d'ingénieurs privés, notamment les projets et l'établissement des plans de construction de tous les ouvrages d'art.

Le chef de la section des essais assure ou assurera l'organisation des prospections préliminaires, tant du point de vue géologique et géotechnique que des matériaux à utiliser dans la construction. Ensuite, il organisera les contrôles pendant l'exécution, notamment de la qualité de compactage, des bétons, des matériaux de fondation, des revêtements. L'ingénieur des essais est donc appelé à collaborer étroitement tout d'abord avec le service des études, puis avec celui des travaux. Il dispose d'un laboratoire de chantier installé à Nyon, confie des travaux à des entreprises de sondages et surtout bénéficie de l'aide importante apportée par les laboratoires de l'École polytechnique de l'Université de Lausanne. Le laboratoire de statique procède à des essais sur modèle réduit pour de nombreux ponts, le laboratoire d'essais des matériaux contrôle les bétons et leurs constituants, le laboratoire de géotechnique, enfin, accomplit un travail particulièrement important. Ces laboratoires contribuent également à la formation des employés de laboratoire de l'autoroute et de nos surveillants de travaux. Je saisis cette occasion pour exprimer publiquement ma reconnaissance aux chefs de ces trois instituts, MM. les professeurs F. Panchaud, J.-P. Daxelhofer et D. Bonnard et à leurs collaborateurs. Sans leur aide, nous n'aurions jamais pu obtenir tous les renseignements nécessaires à nos études, ni organiser notre section des essais en temps voulu. Je compte d'ailleurs sur leur appui, à l'avenir, comme jusqu'à aujourd'hui, pour l'accomplissement de la mission de notre bureau de construction.

5. Etudes

Maintenant, reprenons le problème des études, en l'examinant plus particulièrement sous l'angle de la connaissance des sols.

Le cadre général a été fixé par la Commission fédérale de planification ; l'avant-projet reposera donc sur les données du trafic à envisager dans la région intéressée, sur les relevés topographiques, et sur la nature des sols, et naturellement sur les normes de l'Inspection fédérale des travaux publics. Dès le début, une collaboration étroite doit être assurée entre les différentes recherches. Nous pensons par exemple aux levés photogrammétriques, dont l'échelle et les caractéristiques doivent être fixées de façon que les photographies et les cartes puissent être utilisées :

- pour l'établissement des projets aux différentes échelles ;
- par le géologue ;
- par les géomètres des améliorations foncières ;
- par les architectes paysagistes ;
- pour le calcul des masses et l'équilibre des terres ;
- et probablement bientôt, également, pour les décomptes avec les entreprises de construction.

Lors de la comparaison des différents tracés possibles entre Morges et Lausanne, le Laboratoire de géotechnique de l'EPUL a procédé à une importante étude géologique et géotechnique de toute la région en se basant sur

une campagne de sondages, mais aussi sur tous les renseignements qu'il possédait déjà.

Dans un délai très court, le laboratoire a pu nous remettre une documentation précieuse, et, pour faciliter le travail de l'ingénieur, a classé les sols en trois catégories, selon les définitions suivantes que je tire du rapport du laboratoire lui-même :

1. Sols très peu ou pas compressibles, poids spécifique plus grand que 2,1 t par m³.
2. Sols de compressibilité moyenne, poids spécifique apparent compris entre 1,9 et 2,1 t par m³.
3. Sols très compressibles, poids spécifique apparent inférieur à 1,9 t par m³.

Ces définitions sont complétées par un tableau, donnant l'ordre de grandeur des caractéristiques mécaniques des sols appartenant à ces trois catégories.

Tenant compte de ce classement des sols, de la présence éventuelle de l'eau, des bâtiments et des routes existants et de tous les obstacles reconnus, l'ingénieur a alors la possibilité de répartir lui-même le terrain utilisé en quatre catégories de difficultés de construction définies comme suit :

1. Conditions de construction favorables.
2. Conditions de construction moyennes.
3. Conditions de construction défavorables.
4. Ponts.

Ces renseignements, reportés sur les plans de situation et les profils en long, ont donné une vue d'ensemble extrêmement utile ; le tableau résumant la répartition de ces différentes zones se présente comme suit :

Conditions de construction	Variantes		
	A	B	C
favorables	41 %	31 %	47 %
moyennes	25 %	44 %	47 %
défavorables	30 %	11 %	2 %
ponts	34 %	14 %	4 %

Ces trois variantes avaient des longueurs et caractéristiques très voisines du point de vue trafic ; nous pouvions envisager l'exécution de chacune d'elles, mais le calcul du coût de construction, basé sur ces difficultés de construction définies ci-dessus, donne les résultats suivants :

- variante A 81 millions de francs
- variante B 80 millions de francs
- variante C 47 millions de francs

Dans ce cas, l'étude géologique et géotechnique a donc été déterminante dans le calcul du coût de construction et dans le choix du tracé finalement adopté.

Dans le problème posé par la traversée de la ville de Morges, l'étude géologique et géotechnique, conduite de la même façon et couvrant également toute la zone intéressée, a finalement fait apparaître les résultats du tableau suivant :

Conditions de construction	Variantes		
	A	B	C
favorables	54 %	31 %	50 %
moyennes	22 %	38 %	22 %
défavorables	19 %	23 %	21 %
ponts	5 %	8 %	7 %

Nous avons ainsi pu définir pour chaque variante un coefficient moyen de majoration des prix de base de construction, coefficient qui se présente comme suit :

- variante A 1,22
- variante B 1,21
- variante C 1,17

Vous constaterez que dans ce cas, l'élément géotechnique n'a eu finalement que peu d'influence sur le choix final du tracé, puisque l'ordre de grandeur des difficultés est le même dans les trois cas. Par contre, il a été précieux pour déterminer le coût probable des aménagements.

Ces simplifications inquiétèrent quelque peu ceux qui n'aiment pas réduire à un schéma ou à quelques coefficients des recherches nombreuses et des résultats complexes. Elles sont cependant nécessaires pour donner une vue d'ensemble et permettre de tirer une conclusion générale.

Mais le tracé étant choisi et les caractéristiques étant fixées, il est temps de reprendre chaque point en détail pour établir le projet définitif et les plans d'exécution. Une campagne de prospection complémentaire est alors entreprise, afin de préciser les zones douteuses, de déterminer les qualités des sols de fondations des ouvrages d'art et de fixer les caractéristiques et les dimensions de la fondation de l'autoroute. Le géotechnicien sera constamment consulté par l'ingénieur projeteur, en particulier pour fixer le profil en long de l'autoroute et celui des routes cantonales et secondaires, l'épaisseur de la superstructure, la possibilité d'utiliser les déblais pour constituer des remblais, exempts de tassement, déterminer la présence de l'eau et établir le calcul des fondations des ouvrages d'art.

Je passe rapidement sur l'établissement du programme des travaux, qui doit être minutieusement préparé, tout en restant suffisamment souple pour disposer de réserve permettant de parer aux difficultés d'exécution imprévues, car malgré toutes les recherches, des surprises restent possibles, et pour parer aux retards que peuvent prendre certaines entreprises. Je glisse également sur la mise à l'enquête dans les communes des plans de construction, sur les pourparlers avec les autorités locales, avec les services industriels, l'administration des téléphones et surtout les propriétaires intéressés. Pour être moins scientifique ou technique, cette face du problème n'est pas moins importante et absorbe beaucoup de temps.

Enfin, vient le moment des mises en soumission auprès des entreprises de construction ; il est alors indispensable de présenter sous une forme condensée, mais tout de même suffisamment complète, tous les renseignements tirés des différentes campagnes de prospection sur la qualité des sols, sur la façon dont ils peuvent être excavés, sur la possibilité de les compacter, sur leur foisonnement, leur densité, leur teneur en eau.

Nous joignons à nos dossiers de soumission, pour les terrassements de l'autoroute, un profil en long géotechnique et un plan de masses, qui permettent aux entreprises d'établir un programme de travail détaillé, de prévoir des distances de transport et la répartition des déblais et des décharges, de réserver les engins d'excavation, de transport et de compactage et de

calculer les prix en toute connaissance des conditions d'exécution.

Un groupe d'experts désignés par l'Inspection fédérale des travaux publics a étudié les bases de soumission uniforme pour les routes nationales dont la rédaction est pratiquement achevée et que nous utilisons déjà depuis le début de nos travaux ; ces documents précisent en particulier quelles sont les données techniques que la direction des travaux doit communiquer aux entreprises ; cela signifie naturellement que ces dernières doivent disposer, à leur tour, des cadres techniques capables de comprendre cette documentation et d'en tenir compte dans la préparation des offres de prix.

6. L'exécution

Les travaux sont adjugés, les terrains disponibles, les bois abattus, les canalisations souterraines ou aériennes sont déplacées ou prêtes à l'être, la force électrique et l'eau sont amenées à portée des chantiers, le piquetage définitif des axes principaux est achevé et assuré dans le terrain, l'exécution des travaux proprement dits peut commencer.

Et pour la direction des travaux débute aussi la deuxième partie de sa mission : le contrôle de la qualité des matériaux et des travaux.

L'expérience, le coup d'œil du surveillant local des travaux sont indispensables, mais aujourd'hui le contrôle doit reposer essentiellement sur des mesures scientifiques systématiques. C'est là un des rôles importants de notre section des essais et de son laboratoire de chantier. Nous ne pouvons naturellement pas encore vous faire part d'expériences nombreuses et de conclusions bien étayées ; mais ce que nous savons dès maintenant, c'est que la cadence d'exécution des terrassements est très rapide, que les machines actuelles permettent de déplacer des quantités énormes de terre chaque jour. Nous savons aussi et l'avons constaté que nos entreprises de travaux publics sont souvent remarquablement équipées pour les travaux d'excavations et de transports, mais que peu d'entre elles sont préparées à assurer à la même cadence la mise en place des

matériaux et leur compactage d'une façon impeccable. Cette opération est, d'ailleurs, souvent difficile dans nos terrains.

Nous disposons heureusement de quelques entreprises ayant une bonne expérience dans ce domaine et je sais que beaucoup d'autres font actuellement un gros effort pour acquérir les engins de compactage nécessaires et surtout pour former les cadres techniques disposant des connaissances scientifiques indispensables.

Cela pose naturellement un problème parallèle à notre section des essais qui doit s'équiper en techniciens et en matériel, pour assurer le contrôle du compactage et des matériaux, avec une rapidité adaptée à la marche effective des travaux.

7. Travail d'équipe

Hommes de science et ingénieurs, scientifiques et techniciens, doivent collaborer pendant toutes les étapes, de l'avant-projet à la reconnaissance finale des travaux. Cela n'est pas toujours facile, car le langage des hommes de laboratoire n'est pas toujours accessible aux projeteurs et aux exécutants, la notion du temps, le problème des délais sont compris bien différemment par les uns et par les autres. Cette situation n'est d'ailleurs pas propre à l'autoroute et se présente dans bien d'autres domaines de la construction, mais elle prend pour nous une ampleur et une acuité plus grandes. Les éléments, recherches et exécution sont liés d'une façon particulièrement intime et avec une continuité remarquable dans toutes les étapes des études et des travaux.

La très précieuse collaboration qui s'est établie au cours de nos premiers mois d'activité entre les laboratoires, les entreprises de sondages, les projeteurs et les exécutants, est fort encourageante.

Que cette collaboration se développe de plus en plus, que chacun mette à disposition de tous ses connaissances propres et s'adapte aux impératifs d'un travail en équipe ; alors une partie importante du problème posé par la direction de nos travaux sera résolue.

DIVERS

Concours de la Fondation Denzler

10^e Concours

D'entente avec le Comité de l'ASE, la Commission de l'ASE pour la Fondation Denzler a décidé de poser les trois nouveaux thèmes de concours suivants :

16^e thème de concours

Etude théorique d'un type particulier d'amplificateur HF de puissance

Explications concernant le 16^e thème de concours

Un amplificateur accordé travaillant en classe C permet d'obtenir une forte puissance de sortie avec un bon rendement. On sait que le rendement de plaque est d'autant meilleur que les impulsions de courant sont courtes (faible angle de passage), ce qui a pour inconvénient de nécessiter de fortes pointes de courant de cathode et une tension d'excitation élevée.

Théoriquement, s'il était possible de faire travailler un tube avec simultanément une tension et un courant de plaque de forme approximativement rectangulaire, les inconvénients cités plus haut disparaîtraient. Le signal de sortie

de forme rectangulaire ne conviendrait toutefois que pour des applications particulières.

Le principe envisagé est d'ailleurs déjà utilisé en BF pour la commutation de courants continus à l'aide de transistors de puissance assurant la fonction d'interrupteurs.

Le but du travail proposé est de :

1. Rechercher dans quelle mesure il est possible d'obtenir une tension et un courant de plaque de forme approximativement rectangulaire, compte tenu de la capacité de la plaque et de celle de la charge contre terre. On supposera la charge formée d'une résistance avec une capacité en parallèle. Il s'agit donc de trouver un circuit adéquat présentant une sélectivité simultanément pour la fondamentale et pour les premières harmoniques impaires du signal.
2. Calculer la variation du rendement de plaque selon le nombre et l'importance relative des harmoniques prévus.
3. Comparer les performances d'un tel dispositif avec celles d'un amplificateur classe C classique, et tirer les conclusions pratiques qui s'imposent.

17^e thème de concours

Etablir les lois de similitude, dans le domaine de l'électrotechnique, afin que le déroulement de certains processus physiques avec des modèles réduits permette