

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 83 (1957)
Heft: 1

Sonstiges

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: 26.01.2026

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

mais par ailleurs les mêmes que celles du problème considéré.

Remarquons que la détermination effective de la solution comporte en fait ici la résolution d'un système linéaire algébrique d'une quarantaine d'équations ; elle peut se simplifier considérablement par une élimination préalable permettant d'exprimer toutes les inconnues en fonction de quatre d'entre elles, les valeurs de σ_x correspondant aux quatre points marqués d'une croix sur la figure 1. Cette élimination est particulièrement avantageuse au moment où on veut étudier les erreurs, cette étude exigeant pratiquement l'inversion de la matrice du système algébrique ; lorsqu'on a pu ainsi réduire ce système à l'ordre quatre, l'inversion ne présente pas de difficultés.

Par contre, la détermination numérique des covariances de fonctions t , s et r (c'est-à-dire des grandeurs $E_{ci, ch}$ de la relation (16)) implique un travail considérable, surtout lorsqu'on utilise la fonction d'Airy.

L'estimation du spectre d'après la solution du problème exact donne les valeurs suivantes (les lettres sont définies au paragraphe 4) :

pour la fonction d'Airy : $A = 12,9$; $\omega = 0,6$.

pour les fonctions σ_x , σ_y , τ : $A = 0,334$; $\omega = 0,6$.

Pour des raisons de commodité et pour ne pas trop allonger les calculs, on a fait le calcul des moments d'erreurs pour une seule valeur de la solution, en fait pour la valeur de σ_y au point marqué P sur la figure 1 ; de plus, on a dû faire le calcul pour la valeur $\omega = 0,8$; il a semblé inutile de consacrer plus de temps à une détermination numérique qui reste forcément longue lorsqu'on ne dispose pour les calculs que de machines

de bureau. Ils deviendraient par contre tout à fait abordables avec une calculatrice électronique à programme. En prenant donc pour ω la valeur 0,8 (au lieu de 0,6), mais en conservant les valeurs de A estimées sur le problème particulier, on obtient ainsi :

par la considération de la fonction d'Airy :

$$\sqrt{E\zeta_p^2} = 0,0121,$$

et par la considération de σ_x , σ_y et τ :

$$\sqrt{E\zeta_p^2} = 0,0174.$$

Comme le calcul a été fait avec une valeur de ω supérieure à celle qui est estimée à partir de la solution approchée, on peut admettre que la moyenne quadratique de l'erreur sur la valeur de σ_y en P est au plus de 0,01 environ ; en comparant avec la solution trouvée, soit 0,2583, on voit que l'on peut s'attendre ici à une erreur relative de l'ordre de 5 à 10 %.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BANDERET, P. : *Une méthode pour le calcul des problèmes d'encastrement*. Volume du Centenaire de l'E.P.U.L., Lausanne, 1953.
- [2] BLANC, Ch. : *Etude stochastique de l'erreur dans un calcul numérique approché*. Comment. math. helv. 26, 1952, p. 225-241.
- [3] BLANC, Ch. : *Sur les formules d'intégration approchée d'équations différentielles*. Archiv des Math., 5, 1954, p. 301-308.
- [4] BLANC, Ch. : *Sur l'intégration approchée d'équations du type parabolique*. Zeitschrift für ang. Math. und Physik, 7, 1956, p. 146-152.
- [5] BLANC, Ch. et LINIGER, W. : *Stochastic Fehlerauswertung bei numerischen Methoden*. Zeitschrift für ang. Math. und Mech. 35, 1955, p. 121-130.

DIVERS

Electrification Bellegarde-Genève

Le 27 septembre 1956 a eu lieu, en présence des autorités françaises, suisses, S.N.C.F. et C.F.F., l'inauguration des installations de traction électrique Bellegarde-Genève.

1. Généralités

Le Ministère français des Travaux publics ayant approuvé en 1952 l'électrification de l'Etoile d'Ambérieu, ce projet nécessitait l'électrification par les C.F.F. du parcours Frontière Suisse-Genève, assurant ainsi la traction électrique sur l'ensemble du trajet Paris-Genève (fig. 1).

Il s'agissait alors de choisir le point de jonction du courant français (1500 V, continu) et du courant suisse (15 000 V alternatif, 16 2/3 Hz). Les C.F.F. ont accepté que cette jonction se fasse en gare de Genève-Cornavin ce qui permettra aux machines françaises d'assurer leur service jusqu'à Cornavin.

2. Alimentation et énergie

La sous-station de Longeray alimente les lignes de contact Bellegarde-Frontière et celles de la section Culoz-Bellegarde.

Près de la halte de Vieux-Bureau est située une sous-station qui assure l'alimentation des lignes de contact

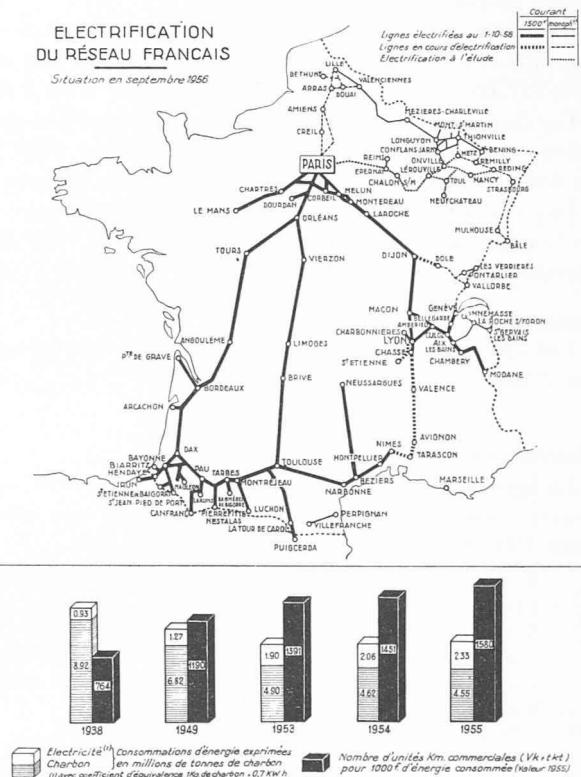


Fig. 1. — Electrification du réseau français.

Situation en septembre 1956.

de la section Frontière-Genève. Le poste de sectionnement et de mise en parallèle de Challex, situé à la frontière, raccorde ces lignes aux lignes de contact de la partie française.

Normalement les 6 disjoncteurs de Challex sont fermés et les sous-stations de Vieux-Bureau et de Longeray fonctionnent en parallèle. Un poste de mise en parallèle se trouve à l'entrée de Cornavin, pour l'alimentation des caténaires 1500 V de cette gare, avec un disjoncteur supplémentaire.

Pour faciliter les mesures de protection lors de l'isolation d'un des secteurs de ligne de contact limités par Challex, les sectionnements du poste comportent une section de séparation mise automatiquement sous tension, lorsque les deux secteurs contigus sont sous tension, et mise obligatoirement hors de tension, lorsqu'un de ces secteurs est privé de courant.

Les disjoncteurs côté suisse, de Challex, de Vieux-Bureau et de Cornavin sont télécommandés à partir du poste directeur de la Gare de Cornavin ; ceux côté français, le sont de Chambéry.

Un dispositif mesurant les échanges d'énergie entre la France et la Suisse se trouve à Challex.

Sous-station de Vieux-Bureau

Le poste de transformation de la Renfile, propriété des S.I. de la Ville de Genève, transforme le courant 125 kV fourni par Romanel-Verbois en courant 42 kV, amené par câble souterrain dans les emprises de la voie ferrée, ceci à cause de la proximité de l'aérodrome de Cointrin.

En général, on s'est efforcé d'unifier le gros matériel des sous-stations françaises et suisse pour n'avoir qu'un seul stock de matériel de rechange. Les groupes redresseurs Brown Boveri & C^{ie} sont ainsi les mêmes que ceux des sous-stations françaises (redresseurs polyanodiques scellés).

L'installation électrique de la sous-station, réalisée par la S.N.C.F., compte deux groupes de traction de 42 kV/1500 V d'une puissance unitaire de 2000 kW.

Les dispositions de Vieux-Bureau sont les mêmes que celles des sous-stations françaises ; le matériel 1500 V est français (disjoncteurs et cellules blindées Alsthom).

Le poste extérieur dont les charpentes sont galvanisées est équipé de matériel suisse (disjoncteurs HT de Sprecher & Schuh, sectionneurs HT de Gardy).

Postes 1500 V.

Les disjoncteurs et cellules blindées ont été fournis par l'Alsthom.

3. Lignes de contact

Matériel caténaire

La ligne principale, jusqu'à l'entrée de Cornavin, sur France comme sur Suisse, est constituée par une caténaire 1500 V de type français comprenant :

- 1 câble porteur principal en bronze au cadmium 116 mm²
- 1 câble porteur auxiliaire en cuivre 104 mm²
- 2 fils de contact rainurés en cuivre dur de 117 mm² placés côté à côté et suspendus au porteur auxiliaire
- 1 feeder de 262 mm² ou 147 mm² par voie.

Les C.F.F. ont équipé la gare de Cornavin en caténaire légère formée d'un porteur en cuivre de 95 mm² et d'un seul fil de contact de 150 ou 107 mm².

Le matériel d'armement, semblable à celui utilisé de Culoz-Bellegarde et Macon-Ambérieu, a été très allégé.

Le retour du courant de traction a été assuré au moyen de connexions Ohio-brass formées de 2 câbles cuivre 53,48 mm².

La S.N.C.F. a fourni ce matériel d'équipement à l'exception de certains fils et câbles (les C.F.F., pour la section suisse, ont assuré la galvanisation des supports livrés bruts de laminage).

Le parc de stockage est en Suisse, à Satigny. (Des dispositions douanières particulières régissent son approvisionnement.)

Travaux d'équipement

En raison de la nature des terrains (galets ou molasse), les fouilles ont dû être faites manuellement, à part quelques zones suisses qui ont pu être traitées mécaniquement.

Un train spécialement équipé assurait le bétonnage des fouilles préalablement carottées (rendement moyen de 30 m³ à l'heure) (au total 3000 m³ — dont 1800 en Suisse)

Un train-grue servait au matage des poutrelles HE galvanisées, d'une façon très rapide (un poteau toutes les 2-3 minutes ; 800 supports, dont 600 en Suisse).

Quelques zones ont nécessité l'installation de supports spéciaux :

- dans les tranchées
- dans les souterrains
- aux abords côté suisse de Pougny (sols impropre à l'assise solide de fondations)
- dans la zone de sécurité de l'aérodrome de Cointrin (encombrement réduit de la caténaire)
- enfin les C.F.F. ont réalisé des portiques signaux-caténaires constitués par des jougs mixtes (sans passerelle ni échelle).

Un train dérouleur effectua le déroulage, la mise en place et le réglage des divers conducteurs en 3 phases concernant :

- le feeder
- le porteur principal
- le porteur auxiliaire et les 2 contacts.

Remarquons que le sectionnement en Suisse a été réalisé suivant les errements C.F.F. mais en gardant les principes S.N.C.F. de continuité et d'indépendance des voies.

Les travaux caténaires ont été exécutés par :

- S.L.E. (Société lyonnaise d'Entreprise), jusqu'à la frontière
- S.P.I.E. (Société parisienne pour l'Industrie électrique) jusqu'à l'origine de la tranchée de Saint-Jean
- C.F.F., de l'origine de la tranchée de Saint-Jean jusqu'à Genève ainsi que tous les travaux neufs ou de remaniement en gare même de Cornavin.

Situation transitoire à la traversée du souterrain du Crêt d'eau

Avant l'électrification complète, la caténaire V2, à l'intérieur du souterrain servait de feeder ; actuellement la traversée du souterrain s'effectue par voie unique pour permettre l'exécution ultérieure des travaux de dégagement du gabarit électrification par abaissement des deux voies d'une quarantaine de centimètres. La caténaire actuelle de V2 est utilisée comme ligne de contact — solution possible sous réserve d'une limitation de vitesse (60 km).

Dès la fin des travaux d'abaissement de V1, la caténaire définitive de cette voie sera installée dès l'été 1957 et les mêmes travaux entrepris sur V2 ; la circulation à double voie et à vitesse normale pourra alors être pratiquée.

Pour permettre l'adjonction et le retrait de machines électriques, un équipement caténaire provisoire a été installé en gare de Longeray. Durant la période de travaux du souterrain et afin d'éviter la production de fumées nocives, il a été en effet prévu d'assurer la traction électrique des trains vapeur (régulateur fermé) en provenance ou en direction d'Annemasse.

4. Travaux dans les gares

a) Section française

1. Remaniement des installations de Longeray-Leaz pour permettre le relèvement des vitesses :

- aux aiguilles de la bifurcation Genève-Annemasse (85 km/h dans les deux directions)
- à l'aiguille de dédoublement de voie unique Annemasse (70 km/h)

2. Modification de certaines liaisons (suppression de V1 Genève - V1 Annemasse - pose d'une communication 1 - 2 Genève et de la voie de desserte de la sous-station de traction).

Les trottoirs ont été portés à 140 m.

3. Réalisation d'une situation provisoire de communications pour permettre, dès mise en service de l'électrification, les travaux d'abaissement du Crêt d'eau.

b) Section suisse

1. Une première étape d'exécution des travaux strictement indispensables à l'arrivée du courant 1500 V continu en gare, vient d'être réalisée :

- création d'un nouveau quai 4 réduit et d'une voie A7 de 125 m de longueur utile
- création d'une voie en impasse pénétrant dans le quai 3
- remaniement des voies dans la zone des anciens postes 2 et 3 pour l'établissement de communications nouvelles et l'aménagement de 4 sas pour machines ou compositions à courant continu (dont 2 pour les C.F.F.).

2. Mise sous caténaire 1500 V de certaines voies et des sas sus-cités.

3. Installation de prises de courant 1500 V continu pour le préchauffage électrique des trains.

4. Amélioration du tracé des voies en gare de La Plaine et création d'une nouvelle voie pour le trafic local C.F.F.

5. Modifications de liaison dans les gares de Satigny et Vernier-Meyrin.

6. Renouvellement des deux voies principales posées sur traverses métalliques (toutefois traverses en bois entre Cornavin-Vernier et dans les gares Satigny et La Plaine).

5. Mise au gabarit des ouvrages d'art

a) Section française

1. Reconstruction de trois passages supérieurs : Fort l'Ecluse - Collonges, Ch. des Iles à l'Etournel et km 151,970

2. Équipement de deux tunnels : La Folie (abaissement des voies) - Le Crêt d'eau (voir ci-dessus).

b) Section suisse

Modification de trois ouvrages en vue de l'électrification : exhaussement de la passerelle de Russin-P5 de l'avenue d'Aire - reconstruction du pont av. Galatin.

6. Travaux de signalisation

Entre Bellegarde - La Plaine la signalisation mécanique a été maintenue.

De La Plaine à Vernier-Meyrin la ligne est exploitée en block manuel suisse également « à circulation intéressée » (permettant la suppression du personnel d'accompagnement des trains).

De Vernier à Genève-Cornavin en block automatique.

Les anciens signaux mécaniques, sémaphores et disques ont été remplacés par des signaux lumineux.

Les anciennes installations (datant du P.L.M.) des gares de La Plaine, Satigny et Vernier ont été remplacées par des postes électriques à leviers individuels (système Integra).

Des groupes convertisseurs branchés sur la caténaire 1500 V assurent l'alimentation en énergie des installations, le secours étant fourni par le secteur local.

Un nouveau poste à itinéraires (système Siemens avec contrôle permanent) a été installé en gare de Cornavin, assurant la commande et les enclenchements des sections commutables. Il assure la commande de 72 aiguilles, 80 signaux de manœuvre nains, 23 signaux principaux et 570 itinéraires.

120 circuits de voie à courant alternatif 42 Hz contrôlent toutes les aiguilles, et les voies de circulation et de réception des trains. Des demandeurs de voie d'une conception entièrement nouvelle assurent l'entente entre le personnel de la manœuvre et l'agent du poste.

Etant donné la présence des supports caténaires et l'augmentation du taux de vitesse à la traversée de quelques gares, les signaux ont dû être déplacés sur l'ensemble de la section de ligne Bellegarde-Genève ; quant aux circuits aériens de signalisation, ils ont été mis en câble en quartes spécialisées.

Entre La Plaine-Genève la réglementation pour la circulation des trains est française (sauf les manœuvres dans les gares).

7. Travaux de télécommunication

Afin d'éviter les troubles d'induction, la ligne aérienne a été supprimée et les circuits (anciens et nouveaux) reportés en câble, en Suisse comme en France.

Sur France, les téléphones d'alarme du type Le Las (BC - 4 fils) ont été implantés tous les 750 m.

Sur Suisse, les téléphones d'alarme sont du type BC - 2 fils et implantés aux guérites de coupure du câble tous les 900 m env.

En gare de Genève-Cornavin les installations de sonorisation ont été complétées et adaptées aux nouveaux besoins.

8. Locomotives 1500 V continu françaises et suisses

1. Matériel français

Sur fig. 2 sont notées les caractéristiques de la locomotive électrique type CC 7100.

2. Matériel suisse

Rames automotrices.

(Automotrices BFe 4/4 881/882 et voitures de commande ABt 981/982 - fig. 3)

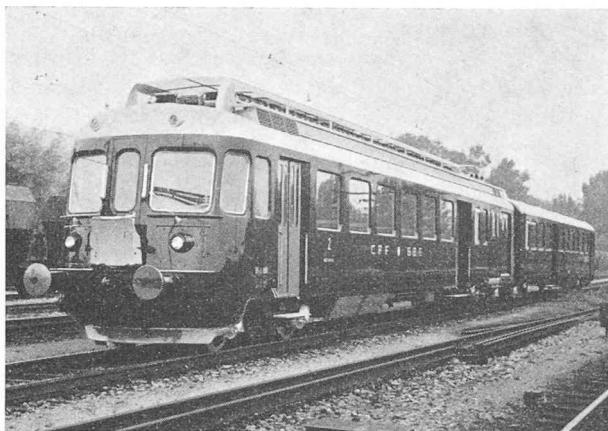


Fig. 3. — Rame automotrice à courant continu, série ABFe 4/8 N° 881/981.

Destinée au trafic local entre Genève-Cornavin et La Plaine.

Les deux nouvelles rames automotrices C.F.F. du type ABFe 4/8 à courant continu 1500 V ont été entièrement construites en Suisse dans le délai d'une année et demie par la Fabrique de Wagons et d'Ascenseurs S.A. à Schlieren-ZH (S.W.S.) et, pour la partie électrique, par la S.A. des Ateliers de Sécheron (S.A.A.S.) à Genève. Ce sont les seules automotrices de ce genre du parc C.F.F. Elles doivent assurer le trafic local en navette sur le tronçon Genève-La Plaine récemment électrifié en courant continu 1500 V.

Une rame est composée normalement d'une automotrice accouplée à une voiture de commande des types précités. Une seule cabine de mécanicien se trouve sur chaque véhicule, soit une à chaque extrémité de la rame, ce qui simplifie les manœuvres tant à Genève qu'à La Plaine. En cas de nécessité, la rame peut être renforcée en intercalant entre l'automotrice et la voiture de commande une des voitures B4ü 5302-05 pourvues du même accouplement multiple.

Les caractéristiques de ces véhicules sont les suivantes :

Dimensions et caractéristiques	Auto-motrices	Voitures de commande
Longueur hors tampons	22 900 mm	23 500 mm
Ecartement total des essieux extrêmes	19 100 mm	19 700 mm
Distance entre pivots	16 400 mm	17 000 mm
Ecartement des essieux des bogies	2 700 mm	2 700 mm
Diamètre des roues	910 mm	910 mm
Poids en service (tare)	48 t	28 t
Nombre de places assises en 1 ^{re} classe.	—	12
Nombre de places assises en 2 ^e classe	50	55
Vitesse maximum	100 km/h	
Genre de courant	1 500 V =	
Nombre de moteurs de traction	4	
Effort de traction maximum à la jante		11 000 kg
Effort de traction unihoraire à la jante, pour une vitesse de 59,8 km/h		6 700 kg
Puissance unihoraire à la jante		1 480 ch
Frein électrique sur résistances		

Chaque automotrice possède 2 bogies sur lesquels s'appuie la caisse autoporteuse par l'intermédiaire de

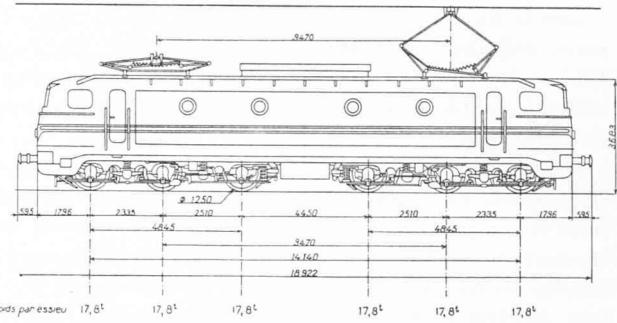


Fig. 2. — Locomotive électrique type CC 7100.

Assurant la traction des trains de toute nature sur le parcours (Culoz)-Bellegarde-Genève-Cornavin.

Poids total, 107 t. — Poids adhérent, 107 t. — Poids par m courant entre tampons, 5,6 t. — Poids par m courant entre essieux extrêmes, 7,6 t. — Gabarit de circulation — Passe-partout sauf Parties basses 105 LN 1126). — Rayon minimum d'inscription en courbe, 120 m. — Vitesse maximum de service 150 km/h. — Puissance continue sous 1350 volts aux arbres des moteurs, 4300 ch ; puissance continue sous 1500 volts aux arbres des moteurs, 4740 ch. — Puissance unihoraire sous 1350 volts aux arbres des moteurs, 4570 ch ; puissance unihoraire sous 1500 volts aux arbres des moteurs, 5060 ch.

traverses danseuses à suspension pendulaire. Deux moteurs de traction à suspension par le nez sont logés dans chaque bogie ; ils agissent sur les essieux moteurs par l'intermédiaire d'un engrenage dont la grande roue dentée possède des ressorts d'entraînement. Les efforts de traction et les poussées sont transmis des bogies à la caisse par des pivots. La caisse est pourvue à chaque extrémité des dispositifs normaux de choc et de traction. La commande de toutes les portes extérieures est automatique.

La puissance relativement élevée des automotrices permet des démaragements en palier avec une accélération de 0,7 m/sec², la rame étant entièrement chargée et pesant 90 t. Les démaragements sont à commande automatique, sauf pour les petits mouvements de manœuvre.

Ces véhicules possèdent le frein automatique, mais sont dépourvus du frein direct. Par contre, il y a un frein antipatinage agissant sur chaque bogie des automotrices. Le frein électrique sur résistances peut être commandé automatiquement par le mécanicien jusqu'à l'arrêt de la rame ou, à volonté, sans automatisme pour régler la vitesse sur les pentes. Cette double possibilité constitue une nouveauté intéressante.

Le système de sécurité des trains C.F.F. a été adapté au genre de commande adopté par la S.N.C.F. (crocodile). Il fonctionne de la façon normale.

Ces nouvelles rames sont des prototypes. Les expériences qui seront faites avec elles en service régulier seront déterminantes pour la construction ultérieure de compositions semblables à courant alternatif.

Commission pour l'étude du plan d'ensemble du réseau des routes principales

Le 4 décembre 1956, la commission du Département fédéral de l'intérieur pour l'étude du plan d'ensemble du réseau des routes principales a tenu sa sixième séance, sous la présidence de M. S. Brawand, député au Conseil national. Elle s'est occupée du choix du tracé de l'autoroute dans le secteur Zurich-Suisse primitive,