

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 81 (1955)
Heft: 26

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>

intercantonales ou touristiques d'une importance de premier plan pour tout le pays et qui devrait d'ores et déjà être inclus dans le plan d'ensemble mis à l'étude.

Une comparaison avec les autres Etats qui ont connu ou connaissent actuellement un développement analogue de la circulation routière prouve à l'évidence que partout une solution semblable à celle esquissée plus haut s'est imposée. Considérons en particulier les Etats-Unis, puisque l'on prétend souvent que le système suisse actuel de souveraineté cantonale des routes est analogue au système américain. On sait qu'aux U.S.A. les Etats sont souverains en matière de construction routière et que l'administration fédérale se borne à leur verser de modestes subventions. Néanmoins, l'analogie avec les conditions régnant en Suisse est absolument illusoire. L'échelle est totalement différente et l'Etat américain, en tant qu'unité géographique et administrative, ne peut en aucun cas être comparé à un canton suisse. Quarante Etats américains sont plus grands que la Suisse, huit seulement ont une superficie inférieure. Les Etats américains ont une superficie moyenne de 160 000 km², tandis que la Suisse entière en compte 41 000 et que les cantons ont en moyenne une superficie quatre-vingt-dix fois plus petite que celle des Etats américains. L'indication de ces chiffres approximatifs a pour seul but de permettre une comparaison de l'ordre des grandeurs aux U.S.A. et en Suisse, dont il ressort que l'Etat américain, en tant qu'unité géographique et administrative dans le domaine des routes, ne peut être comparé qu'à la Suisse entière. A cette constatation s'ajoute le fait qu'un plan d'aménagement des routes américaines établi récemment par la commission Clay à la demande du président Eisenhower et se montant à 101 milliards de dollars prévoit 27 milliards pour la construction d'un réseau inter-Etats (interstate network), le gouvernement central assumant à lui seul 25 milliards pour avoir la possibilité d'aménager ce réseau selon des principes uniformes. Bien que ce programme ait été, pour des raisons politiques, repoussé une première fois par le Parlement américain, les spécialistes américains ne doutent pas qu'il ne soit adopté à

la prochaine session. Reporté aux conditions européennes, ceci veut dire que la Suisse entre en ligne de compte comme la plus petite unité géographique et administrative pour l'aménagement des routes dans le cadre d'un plan d'ensemble du réseau européen des routes principales, dont l'élaboration et l'exécution ne devraient plus figurer seulement dans les discours des hommes politiques mais être sérieusement étudiées dans les bureaux des spécialistes.

Aucun des pays européens qui nous touchent de près ne se permet, dans le domaine des routes, une dispersion des forces semblable à celle qui règne en Suisse. Tous ont compris que le développement du progrès technique rend indispensable une concentration des moyens et des forces. La nécessité d'introduire le principe de routes fédérales, construites dans l'esprit d'une conception d'ensemble et selon des principes techniques, scientifiques, économiques et esthétiques uniformes, s'est fait jour depuis longtemps.

Il est encore temps, en Suisse, dans le cadre des efforts actuellement en cours, de trouver dans ce domaine une solution digne de notre pays et qui permette une intégration ultérieure de nos routes principales au réseau routier européen. Que les cantons consentent, dans l'intérêt du pays tout entier, à abandonner une part, d'ailleurs minime, de leurs droits actuels dans ce domaine ! Le fédéralisme n'a pas que des avantages, mais aussi des désavantages qui se font particulièrement sentir dans le domaine des routes. C'est avant tout sur le plan culturel que la souveraineté cantonale doit être défendue et fortifiée. Le fédéralisme, base de la structure de notre pays, ne doit pas dégénérer en protectionnisme mais il doit au contraire, dans l'intérêt supérieur de notre pays et de sa mission internationale, être respirualisé. Le peuple suisse qui, dans toutes les décisions de portée générale, par exemple dans les votations fédérales, a toujours fait preuve d'un jugement sain et ouvert, en dépit de toutes les influences régionales ou cantonales, donnerait certainement, dans ce domaine particulier, la préférence à une solution d'ensemble bien comprise.

LES CONGRÈS

Journées internationales de calcul analogique¹

La Société belge des ingénieurs des télécommunications et d'électronique (S.I.T.E.L.), en collaboration avec la Société belge des électriques (S.B.E.) et la Société belge des mécaniciens (S.B.M.), a pris l'initiative d'organiser à Bruxelles, du 26 septembre au 2 octobre 1955, un congrès international consacré au calcul analogique.

On sait que les machines utilisées pour effectuer les calculs numériques, machines qui ont pris ces dernières vingt années une extension de plus en plus rapide (leur nombre double actuellement tous les deux ans), se divisent en deux grandes catégories :

les calculateurs arithmétiques, qui utilisent des nombres composés par une suite de chiffres ;

¹ Texte communiqué par MM. M. Cuénod, ingénieur à la Société Générale pour l'Industrie, Genève, et L. Ambrosini, ingénieur aux Usines Hispano-Suiza S.A., Genève.

les calculateurs analogiques, qui utilisent par analogie des grandeurs physiques entièrement ou partiellement différentes des phénomènes en étude, mais obéissant aux mêmes lois mathématiques, d'où leur nom.

Des colloques internationaux ayant déjà eu lieu sur les calculateurs arithmétiques, il faut féliciter les ingénieurs belges pour leur initiative en faveur du calcul analogique, initiative qui a eu un succès dépassant toutes prévisions : plus de 400 ingénieurs, professeurs et directeurs techniques d'entreprises parmi les plus importantes dans ce domaine sont venus de plus de vingt pays, des Etats-Unis à la Russie, pour confronter leurs expériences et collaborer à l'épanouissement de cette branche de la technique, en pleine évolution. Une centaine de communications ont décrit les différents types de calculateurs, leurs propriétés, leurs domaines d'application, ainsi que les limites de leur exactitude.

On peut diviser les calculateurs analogiques en deux classes, calculateurs statiques et calculateurs dynamiques.

I. **Les calculateurs statiques** sont particulièrement aptes à étudier des phénomènes stationnaires, voire périodiques, tels la répartition d'une grandeur physique dans un champ ou un réseau en régime permanent. Parmi eux peuvent être cités :

- a) *l'analogie rhéoélectrique*, mesurant la répartition du potentiel dans une cuve électrolytique, ou les tensions et courants dans un réseau maillé. Cette analogie peut être utilisée dans les cas suivants :
 - la répartition et les gradients des champs électriques et magnétiques ;
 - les trajectoires de corps ou fluides soumis à un champ potentiel ; tels liquides, gaz, faisceaux d'électrons, etc. ;
 - la répartition et les pertes de charge dans un réseau de distribution d'eau ou de gaz ;
 - la répartition des flux de chaleur dans un milieu inhomogène ;
 - la répartition des tensions mécaniques dans des plaques ou des corps de rotation ;
 - la détermination des puissances de court-circuit d'un réseau électrique ;
 - la répartition des puissances transmises dans un réseau électrique maillé en vue de son dimensionnement optimum, etc.
- b) *la photoélasticité* pour l'étude de la répartition des tensions mécaniques dans un solide, selon deux ou trois dimensions.

Les calculateurs analogiques statiques comprennent encore une foule de variantes parmi lesquelles on peut citer les multiples formes de planimètres, règles à calcul, etc.

* * *

II. **Les calculateurs dynamiques** sont plus aptes en général à étudier des phénomènes transitoires, en déterminant leur déroulement dans le temps. Selon les grandeurs physiques qu'ils utilisent on peut les diviser en différentes classes, telles :

- a) *analyseurs différentiels mécaniques* où la grandeur physique analogue est présentée par l'angle de rotation d'un arbre ou le déplacement d'un point. Les intégrations sont effectuées mécaniquement, par exemple par le déplacement d'une roulette sur un disque en rotation. Ce système, bien qu'ancien, est toujours largement employé à cause de sa simplicité et sa sécurité de fonctionnement, et a reçu une nouvelle impulsion par l'adjonction dans les calculateurs de grande dimension d'amplificateurs de couple électroniques.
- b) *analyseurs différentiels électriques*, avec représentation des grandeurs physiques sous forme électrique, par l'utilisation de potentiomètres, condensateurs à air ou électrolytiques variables, selfs ou autotransformateurs à rapport variable. La commande de ces organes s'effectue à l'aide de servo-moteurs électriques, la puissance d'asservissement de ceux-ci, de quelques watts, étant fournie par des amplificateurs électriques, des amplificateurs magnétiques avec pré-étage à transistors, ou des systèmes mixtes.
- c) *analyseurs différentiels électroniques* avec une représentation physique semblable au type précédent, mais dans laquelle les opérations d'addition, multiplication et intégration s'effectuent par voie purement électronique, par le jeu de combinaison d'impédances et d'amplificateurs électroniques, sans action mécanique intermédiaire. Les calculateurs de cette troisième catégorie ont un temps de réponse beaucoup plus court que celui des précédents, mais sont affectés, en général, d'une précision moins grande.

Notons que parfois un calculateur peut prendre d'autres formes physiques plus simples, selon l'emploi particulier auquel il est destiné, par exemple hydrauliques dans le cas d'étude d'échangeurs de chaleur, ou un ensemble de machines tournantes de faible puissance, représentant des réseaux électriques de grande puissance, ce dernier exemple constituant d'ailleurs la classe spécialisée des *micro-réseaux*.

Un cas type de l'emploi des calculateurs est celui des *simulateurs*, calculateurs analogiques dynamiques conçus pour représenter entièrement et aussi fidèlement que possible une machine, et sur lesquels tout essai de fonctionnement peut être entrepris aussi bien que sur la machine réelle. Ces simulateurs peuvent comprendre même des parties de la vraie machine et trouvent un large emploi dans l'étude des centrales nucléaires, vol et atterrissage d'avions, stabilité de projectiles téléguidés, etc.

Nous pouvons mentionner comme domaine d'utilisation :

- les servo-mécanismes : détermination de la réponse d'un système d'asservissement, et de l'influence des perturbations agissant sur cette réponse, avec application au réglage automatique des machines tournantes telles les turbines, au pilotage automatique des avions, à la télécommande d'armes, à l'asservissement de machines-outils, etc. ;
- les appareils directeurs de tir de D.C.A. pour la prédiction du point futur d'impact obus-avion, à partir de la position et de la vitesse d'un avion ;
- l'électro-technique : calcul de la stabilité des réseaux de distribution et des phénomènes de propagation, détermination de l'échauffement d'appareils soumis à une charge variable, étude des filtres et des lignes, etc. ;
- hydraulique : étude des régimes transitoires dans les systèmes hydrauliques telles les chambres d'équilibre, les coups de bâlier, etc. ;
- l'aérodynamique : étude des phénomènes de compressibilité, aérostabilité d'avions ou projectiles, calculs balistiques ;
- la mécanique des vibrations : réponse de systèmes électro-acoustiques, vibrations dans des systèmes tournants non équilibrés, étude de suspensions et amortisseurs, etc. ;
- la résistance des matériaux : effort de flexion et torsion d'arbres chargés, contraintes mécaniques dans des structures complexes ;
- les mathématiques appliquées : résolution de systèmes d'équations différentielles ou intégrales à coefficients constants ou variables, problèmes de corrélation et matrices ;
- énergie atomique : réglage de réacteurs nucléaires, détermination des courbes de radioactivité, etc.

De nombreux autres domaines d'application pourraient être cités en physique nucléaire, thermodynamique, optique électronique, etc.

Conclusion

L'utilisation de machines à calculer, arithmétiques ou analogiques, prend de plus en plus d'importance, ces machines se complétant entre elles dans la gamme

très étendue de leurs utilisations possibles. A chaque cas particulier convient plus particulièrement tel ou tel système, parfois plusieurs, permettant avec avantage le recouplement des résultats obtenus.

Les services pratiques que ces moyens de calcul peuvent rendre aux ingénieurs ne sont encore que peu connus et, à cet égard, le Congrès a apporté une contribution des plus importantes. Le texte de l'ensemble des communications sera publié, et pourra être obtenu dans environ six mois en s'adressant au Secrétariat de ces Journées (M. R. Peretz, secrétaire du Comité d'organisation, 50, avenue F.-Roosevelt, Bruxelles, Belgique). Ces calculateurs conduiront à une nouvelle organisation du travail de l'ingénieur; cependant, seulement des entreprises très importantes peuvent se permettre de se procurer les calculateurs dont elles ont besoin. Leur place semble toute indiquée dans les instituts de mathématiques appliquées, et leur utilisation effectuée par une collaboration étroite de ces instituts et des milieux industriels. Cette collaboration pourra avec avantage s'étendre sur le plan international, et à cet égard il faut saluer la création par les participants au congrès d'une Association internationale pour le calcul analogique, qui sous la présidence du professeur Hoffmann, de l'Université libre de Bruxelles, doit poursuivre l'œuvre commencée par les Journées internationales de calcul analogique. Cette création a été annoncée par M. Raymond, directeur de la Société d'Electronique et d'Automatisme, à l'issue de la séance de clôture, de la façon suivante :

«.....

» Formée sur les bases d'une association savante mais avec le caractère international désirable, elle définirait le cadre dans lequel des manifestations semblables à celle organisée par la S.I.T.E.L. pourraient périodiquement nous réunir pour évoquer l'évolution des techniques de construction et d'utilisation des calculateurs analogiques.

» Un bulletin, ou un périodique, autre qu'il informerait tous les membres de l'activité de cette association, permettrait la publication, en particulier, des nombreux travaux accomplis en Europe, en principe dans la langue des auteurs.

» La discussion que nous avons eue au sujet de ce projet, et s'il recevait l'agrément de l'assistance, a mis en évidence la nécessité pour notre association d'émettre le vœu suivant :

» Notre association inviterait les spécialistes du calcul arithmétique à faire de même, en espérant que de tels groupements internationaux auront une efficacité plus grande que tous les groupements nationaux, par ailleurs pratiquement inexistant sauf en quelques rares pays, en espérant en outre que plus tard, ces deux associations forment deux groupes de spécialistes d'une association plus large qui se proposeraient comme objet l'avancement du calcul mécanique et des mathématiques appliquées ».

Genève, le 18 octobre 1955.

19^e Journée de la Haute Fréquence de l'Association Suisse des Electriciens

L'Association suisse des Electriciens a tenu sa 19^e Journée de la haute fréquence le mercredi 26 octobre à Soleure. M. le professeur Tank, président de l'A.S.E., ouvrit la séance; il excusa M. le conseiller fédéral Chaudet, retenu par d'autres obligations et qui s'était fait représenter par le colonel-divisionnaire Büttikofer, chef d'arme des troupes de transmission. Le président salua encore la présence de nombreuses personnalités des P.T.T., de l'armée, des grandes associations techniques et la presse. Il montra comment le développe-

ment de la T.S.F. a tenté au cours des années de remplacer les transmissions par fil chaque fois que la pose d'un câble était difficile voire impossible. C'est en particulier le cas pour les liaisons avec les mobiles et les premières grandes réalisations de la T.S.F. ont été accomplies en vue de son application à la navigation, aux liaisons militaires, à l'aviation et en dernier lieu à l'auto. C'est à ce sujet qu'était plus particulièrement consacré la journée.

M. F. Läng, ingénieur à Autophon S. A. Soleure, traita ensuite dans une très intéressante conférence de la production d'oscillations à fréquence très stable pour l'émission ou la réception par hétérodynation. Il montra comment le nombre toujours plus grand d'émetteurs à loger dans une certaine bande de fréquence exige une précision et une stabilité toujours accrues, et comment on peut obtenir un grand nombre de fréquences distinctes très stables avec un nombre de quartz restreint.

M. C. Robert, docteur ès sciences techniques, ingénieur chez Hasler S. A. Berne, traita dans une causerie non moins intéressante du dispositif d'appel développé par cette maison. Ce dispositif devait permettre d'atteindre une automobile roulant n'importe où en Suisse avec un très petit nombre d'émetteurs. Chaque récepteur reçoit tous les appels, doit les examiner mais ne retenir et ne réagir qu'au sien propre. La construction doit être robuste, insensible aux variations de température. L'organe sélectif développé utilise le principe des lames vibrantes accordées comme dans un fréquencemètre usuel. 15 fréquences distinctes entre 200 et 700 Hz, choisies de telle façon que les harmoniques de l'une ne puissent être confondus avec une autre, permettent de réaliser tous les appels. Les premiers essais pratiques ont été faits en 1947 à Bâle avec un émetteur de 80 W qui permettait une réception suffisante dans un rayon de 30 à 50 km. Toutefois dans le système d'appel simple utilisé alors les récepteurs réagissaient souvent à de simples parasites, particulièrement à ceux créés par les machines de bureau. Une combinaison d'appels en code permet maintenant d'éviter cet inconvénient. Le système actuel a été admis par la Direction générale des P.T.T. en 1952: il fait usage de deux émetteurs de 1 kW installés respectivement au Chasseral et au Säntis et permet de couvrir presque tout le réseau routier suisse. Les fréquences d'appels sont produits par un dispositif spécial installé au central de Biel. Il exige des récepteurs commandés au quartz.

M. G. Guanella, ingénieur chez Brown, Boveri & Cie, Baden, fit ensuite un très intéressant exposé sur la difficulté d'éliminer les signaux parasites à la réception, problème particulièrement difficile lorsqu'un émetteur parasite est placé à moins de 100 m du récepteur, voire au même endroit. L'énergie du signal parasite et celle du signal à recevoir peuvent alors être dans le rapport de 10^{10} à 10. Il faut quelquefois prévoir un filtre spécial dans le circuit d'antenne, faire usage de trois hétérodynations successives et amplifier peu dans les premiers étages pour éviter la saturation et la création de combinaisons de fréquences parasites par les non-linéarités qui en résulteraient.

Les conférences furent suivies d'un repas en commun lors duquel M. le professeur Tank prit encore la parole

pour saluer les convives. Le président de la ville de Soleure, M. Kurt dit dans une allocution très spirituelle que, s'il parlait technique, il en avait bien le droit puisque de tout temps cela avait été le privilège des politiciens de parler de choses qu'ils ne comprenaient pas. Il insista encore sur le passé et le présent de sa belle ville et spécialement sur la bonne entente qui y règne entre les autorités et l'industrie. Quelque deux cents participants visitèrent ensuite sous la conduite d'aimables cicérones les usines Autophone S.A. où ils purent voir en fabrication ou à l'essai plusieurs des dispositifs dont il avait été question le matin, ainsi que de nombreux autres produits de cette grande maison. D'autres participants eurent le privilège de visiter les curiosités culturelles et historiques de Soleure.

Comme de coutume l'organisation de cette journée était excellente.

H.

BIBLIOGRAPHIE

Détermination rapide et dessin des engrenages, par Pierre Aussant. 3^e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1955. — Un volume 22 × 27 cm, 72 pages, 85 figures. Prix : broché, 390 fr. français.

Cet ouvrage permet de déterminer très rapidement et avec précision des engrenages tels que roues à vis sans fin et roues hélicoïdales à axes parallèles, perpendiculaires ou obliques, ainsi que les engrenages traditionnels droits ou coniques.

La nouvelle édition est considérablement augmentée, c'est ainsi que le lecteur y trouvera :

- les engrenages de la série horlogère ;
- les engrenages coniques à denture spirale (Zerol, Spiral, Hypoid) ;
- les conversions de modules américains en modules français ;
- les matériaux de construction des engrenages ;
- des tables de conversion de mesures anglaises.

Le langage clair de l'auteur accompagné de grilles à compléter et d'exemples permet à quiconque s'intéressant à la mécanique de donner les indications nécessaires pour fabriquer des engrenages.

Ce livre s'adresse aux dessinateurs, ingénieurs, agents techniques, agents de méthodes, contremaîtres, ouvriers et élèves des écoles techniques.

CARNET DES CONCOURS

Eglise de la Sainte Croix, à Sierre

Jugement du jury

- 1^{er} prix : M. Jean-Marie Ellenberger, Genève.
- 2^e prix : M. Ewald Mengys, architecte, Sion.
- 3^e prix : M. André Bornet, architecte, Sion.
- 4^e prix : MM. Max et Gérard Zwissig, architectes, Sierre.
- 5^e prix : M. Jules Delaloye, architecte, Martigny.

Collège de St-Sulpice (Vaud)

Jugement du jury

- 1^{er} prix : M. Claude Raccourier.
- 2^e prix : M. Roland Willomet.
- 3^e prix : MM. Hans Schaffner et Pierre Margot.
- 4^e prix : M. Jacques Felber.



ZURICH, Lutherstrasse 14 (près Stauffacherplatz)

TÉL. (051) 23 54 26 — Téligr. STSINGENIEUR ZURICH

Emplois vacants :

Section industrielle

631. *Chimiste, diplômé d'un technicum.* Fabrique de ciment. Nord-ouest de la Suisse.

633. *Dessinateur. Mécanique générale.* Zurich.

635. *Ingénieur ou technicien électricien.* Courant faible. Projets, correspondance, vente. Zurich.

637. *Mécanicien outilleur.* Contremaire d'une fabrique de câbles. Londres.

639. *Dessinateur mécanicien ou électricien.* Optique ou mécanique de précision. Laboratoire d'appareils optiques et électriques. Lausanne.

641. Deux *ingénieurs électriciens*, ayant une certaine pratique, l'un pour mettre sur pied un Bureau des offres pour la branche «ascenseurs» (cela nécessiterait auparavant un stage en Suisse de quatre mois environ) ; l'autre, âgé d'environ 30 ans, devrait pouvoir prendre une direction technique dans la branche «ascenseurs», après un stage en Suisse d'un an environ. Candidats de nationalité française préférés, et connaissant la langue allemande. Etablissement français à Paris.

643. *Technicien mécanicien.* Adjoint du chef d'atelier d'une fabrique de lampes électriques. Age : jusqu'à 30 ans. Suisse romande.

(Suite page 14 des annonces.)

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur.

DOCUMENTATION GÉNÉRALE

(Voir page 9 des annonces)

DOCUMENTATION DU BATIMENT

(Voir pages 6 et 12 des annonces)

NOUVEAUTÉS — INFORMATIONS DIVERSES

Bogie pour les wagons-lits de la Compagnie Internationale des wagons-lits construit par la Fabrique suisse de wagons et d'ascenseurs S. A., Schlieren-Zurich.

L'illustration de la première page montre le bogie pour les nouveaux wagons-lits de la Compagnie internationale des Wagons-lits construit par la Fabrique suisse de Wagons et d'Ascenseurs S. A., Schlieren-Zurich, se basant sur les résultats des dernières recherches.

Les courses d'essai allant jusqu'à des vitesses de 150 km/h ont démontré que le roulement de cette nouvelle construction était parfaitement satisfaisant.

Les valeurs d'accélération mesurées dans le wagon étaient de 1,0 m/sec en maximum.

Les suspensions primaires et secondaires se composent chacune de ressorts hélicoïdaux et d'amortisseurs hydrauliques qui empêchent la formation de vibrations de résonance.

La traverse danseuse qui porte la caisse est suspendue dans le bogie au moyen de bielles inclinées, qui empêchent la transmission de coups latéraux de la voie à la caisse.

Tenant compte des grandes vitesses, la timonerie de frein est construite pour des grands efforts et les freins sont munis de doubles sabots.

Le cadre de bogie et la traverse danseuse sont entièrement soudés.

Données techniques

Poids d'un bogie	5750 kg
Empattement	2500 mm
Diamètre des roues	1000 mm