

Extraits de la Communication no 4 de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer concernant le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: Article

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band (Jahr): 39 (1913)

Heft 8

PDF erstellt am: 21.09.2024

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30115>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Extraits de la Communication N° 4¹ de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer

CONCERNANT

le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses.

Le choix du système.

Les systèmes en présence.

Pour entreprendre l'étude approfondie des différents systèmes de traction électrique, il faut faire certaines suppositions au sujet des normes techniques utilisables, par exemple les tensions et d'autres données techniques. Eu égard aux expériences faites jusqu'à maintenant, on ne peut pas rationnellement prendre en considération d'autres systèmes que les suivants qui, tous, prévoient la fourniture du courant aux trains au moyen de conduites de contact, avec retour du courant par les rails.

Courant continu avec troisième rail, pour des tensions jusqu'à 800 volts.

Courant continu avec ligne aérienne, pour des tensions jusqu'à 3000 volts, éventuellement 2×3000 volts avec la disposition à trois fils.

Dans ces deux cas, on admettra, dans la règle, que l'énergie est fournie, grâce à la présence de stations de transformation, sous la forme de courant triphasé à haute tension conduit par des lignes aériennes.

Courant alternatif triphasé avec deux lignes aériennes, de 5000 à 8000 volts de tension entre phases et une fréquence de 15 à 50 périodes par seconde, avec distribution primaire de courant triphasé à haute tension jusqu'à des stations de transformation qui, éventuellement, pourront être aussi des stations d'accumulation.

Courant alternatif monophasé, avec ligne aérienne, jusqu'à 15 000 volts et une fréquence de 15 à 25 périodes par seconde, le courant primaire pouvant être soit du monophasé, soit du triphasé à haute tension transformé ensuite dans des stations d'alimentation qui pourraient aussi servir à l'accumulation.

Il y a lieu de considérer, au point de vue de la *limitation de la tension admissible*, ce qui suit :

Les *moteurs* à courant continu de 500 à 800 volts ont fait leurs preuves depuis longtemps ; pour les puissances plus considérables, on est monté, en employant deux collecteurs, à 1200 et 1500 volts (St-Georges de Commiers-La Mure, Wiener Stadtbahn), et même à des tensions supérieures, au moyen de pôles auxiliaires (Biasca-Acquarossa). Avec les moteurs

¹ Résumé d'après les travaux de plusieurs membres et collaborateurs de la commission, par le Prof. Dr W. Wyssling, en collaboration avec M. le Prof. Dr W. Kammer. — Les chapitres que nous publions ici sont extraits des bonnes feuilles de la traduction française qui sera mise en vente très prochainement par les soins de la Librairie F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

d'induction triphasés, on a employé avec succès, pour les grands modèles, 3000 volts (Valteline, Simplon), ou même une tension plus élevée, 10 000 volts, à titre d'essai (Berlin-Zossen). Pour ces moteurs, comme pour les moteurs à courant monophasé à collecteur, la tension aux bornes du moteur (qui, dans ce dernier cas, pour les moteurs-série, peut être admise de 3-500 volts) n'est plus de la même importance lorsqu'on fait usage de transformateurs logés dans les véhicules, qui sont d'ailleurs nécessaires pour d'autres raisons.

Les appareils pour la commande, le réglage, la commutation et la prise de courant peuvent aussi être facilement construits pour ces mêmes tensions et ont fait leurs preuves.

Il reste la limitation de la tension en égard à *la ligne de contact*. En ce qui concerne le troisième rail, étant donné la proximité de la plateforme de la voie et la disposition mécanique indispensable, il n'est pas possible d'obtenir une isolation de toute sécurité pour des tensions supérieures à celles qu'on a utilisées jusqu'à maintenant, soit 500 à 800 volts ; d'ailleurs, en raison du danger auquel on exposerait les personnes, il n'est pas possible de recourir à des tensions plus élevées.

Avec une conduite aérienne *unipolaire*, comme on en utilise pour le courant alternatif monophasé, les tensions de 15 000 volts, à ciel ouvert, ont donné plein succès (essai d'exploitation pendant quatre ans sur la ligne Seebach-Wettingen, exploitation du Spiez-Frutigen, nouvel équipement du chemin de fer New York-New Haven, dont la tension était précédemment de 11 000 volts, tandis qu'elle atteint actuellement 22 000 volts) ; des essais (chemins de fer de l'Etat Suédois, etc.) avec des tensions encore plus élevées ont été entrepris avec succès. Pour des tunnels humides, l'équipement est, naturellement, un peu plus difficile et, au début, on s'est heurté, comme on s'y attendait d'ailleurs, à certaines difficultés qui furent vaincues au moyen de dispositifs appropriés (Spiez-Frutigen) de telle façon que l'exploitation, avec une tension de 15 000 volts, peut aujourd'hui être conduite avec sécurité.

Quant aux *lignes aériennes bipolaires pour courant triphasé* (ou éventuellement pour courant continu avec le système des trois fils), les tensions de 3000 volts ont été employées avec succès (chemins de fer italiens, Simplon ; dernièrement, on est monté jusqu'à 6000 volts sur le Great Northern) ; on peut d'ailleurs admettre 6000 volts ou même 8000 d'après l'avis des constructeurs de ces installations. Ces remarques et d'autres critères encore permettent de conclure qu'on peut prendre comme *limites* admissibles de la tension :
Pour le courant continu : 1500 volts aux collecteurs,
3000 volts par moteur,
800 volts pour le troisième rail,
3000 volts pour conduite unipolaire et
 2×3000 volts pour conduite bipolaire (système à trois fils).

Pour le courant triphasé : 5000 à 8000 volts pour conduite aérienne, transformateurs dans les véhicu-

les et, éventuellement, grands moteurs.

Pour le courant monophasé : environ 300 à 500 volts pour moteurs-série purs.

6000 volts pour moteurs à collecteur d'après le principe de l'induction.

15 000 volts pour transformateurs dans les véhicules et conduite aérienne.

Quant à la *fréquence*, on pourrait la fixer entre 15 et 25 pour le monophasé ; les mêmes fréquences conviendraient aussi pour le triphasé, de même que les périodicités de 40 ou 50 qui sont en usage dans les centrales.

Les systèmes que nous venons de caractériser ont servi de bases aux *recherches comparatives* pour lesquelles on a adopté, dans les calculs, les limites inférieure et supérieure de la fréquence qui ont été mentionnées ci-dessus.

Comparaison des systèmes de traction au point de vue des exigences du service d'exploitation du chemin de fer.

Il y a lieu de considérer, avant tout, parmi ces exigences :

1. L'obtention de couples moteurs (efforts de traction) et d'une puissance suffisants pour l'exploitation des chemins de fer à grand trafic ;

2. Maintien de l'horaire dans toutes les conjonctures réalisables et compatibles avec le type du moteur adopté (eu égard surtout à la vitesse des trains, à son maximum et à son réglage, à la relation entre la vitesse et l'effort de traction) ;

3. L'obtention de conditions satisfaisantes pour le démarrage en particulier ;

4. Possibilité de traction multiple pour le même train.

1. Puissance des moyens de traction électrique. On doutait encore, il y a quelques années, qu'il fût possible de réaliser d'une façon satisfaisante des moteurs électriques assez puissants pour assurer l'exploitation des chemins de fer à grand trafic. Il n'existait alors que des exemples de traction électrique appliquée à des chemins de fer secondaires qui fonctionnaient d'ailleurs fort bien. La traction électrique était surtout réalisée par l'emploi d'automotrices où la puissance totale peut être répartie suivant les circonstances sur un nombre variable de moteurs de puissance relativement plus faible. On put se rendre compte que, de cette manière, on arrivait à des puissances totales telles qu'elles surpassent même ce qui serait nécessaire pour l'exploitation de notre réseau ; c'est ce qu'ont démontré surtout les exemples du Métropolitain de New York, à courant continu (effort de traction au démarrage : 20 000 kg ; puissance au démarrage jusqu'à 2500 HP, telle qu'il faudrait deux des plus lourdes locomotives à vapeur suisses pour développer une puissance égale) et du chemin de fer monophasé de banlieue Hambourg-Altona. Le doute dura plus longtemps en ce qui concerne la traction au moyen de locomotives, qui nécessite de plus grandes unités pour

les moteurs et qui est indispensable pour les trains express et ceux de marchandises, et notamment pour le transit des express étrangers amenés à la frontière de notre pays par des locomotives à vapeur.

Des locomotives de grande puissance étaient d'ailleurs en service depuis plusieurs années dans d'autres pays, ainsi, depuis 1895, les locomotives de 1440 HP à courant continu du chemin de fer de Baltimore et de l'Ohio ; depuis 1905, celles de 2200 HP à courant continu du New York-Central et celles, aussi grandes, du Pennsylvania ; d'autres encore. Tandis que l'équipement de ces premières grandes locomotives électriques présentait encore, ce qui ne doit surprendre personne d'ailleurs, bien des défauts, notamment au point de vue mécanique, depuis lors d'énormes progrès ont été réalisés sur ce point. Mentionnons : pour le courant continu, les locomotives de 2000 HP et les locomotives doubles de 4000 HP fournies par la Société Westinghouse au Pennsylvania ; pour le triphasé : les locomotives du Simplon livrées par Brown, Boveri, dont les plus récentes développent 1700 HP, et celles du tunnel de Giovi, de 2000 HP ; pour le monophasé : les locomotives du New York-New Haven, de 1000 et 1200 HP, celles des chemins de fer français du Midi, de 1500 HP, fournies par Brown, Boveri et d'autres constructeurs, celles de l'Etat prussien, de différentes provenances, d'une puissance de 1500 HP maximum fournie par un moteur, enfin et surtout les équipements des Ateliers d'Erlikon qui se vouèrent dès le début au développement de la traction par le monophasé et passèrent des 500 HP des locomotives du Seebach-Wettingen aux 2000 HP des locomotives du Lœtschberg. Toutes ces locomotives sont (quelques-unes depuis longtemps) en service ou le furent. On peut y ajouter un nombre important de machines puissantes qui sont en construction, par exemple : Lœtschberg, 12 unités de 2500 HP ; Chemins de fer de l'Etat prussien, au moins 8 unités de 800 à 1500 HP, etc.

2. La possibilité de maintenir l'horaire, dans toutes les conjonctures réalisables. A ce point de vue, les trois systèmes ne sont pas complètement équivalents.

Le service d'exploitation des chemins de fer exige, à ce point de vue : *a)* Possibilité de faire varier la vitesse entre des limites espacées pour chaque effort de traction donné ; *b)* Observation des temps de parcours prévus à l'horaire pour tous les poids de trains et cela indépendamment de ce poids et de la charge du tronçon considéré ; *c)* Possibilité de marcher à la vitesse maxima admissible (autorisée par les autorités) sur les rampes, pour autant que des raisons d'ordre économique intéressent toute l'installation (surtout lorsque l'énergie est fournie par les chutes d'eau) ne s'y opposent pas ; *d)* Possibilité, en vue de rattraper les retards, de marcher, exceptionnellement, à la vitesse maxima admissible, même lorsque l'on devrait s'en abstenir en considération de la remarque faite sous *c)*.

Pour remplir ces conditions, il faudra renoncer à l'emploi de dispositifs trop compliqués qui sont, il est vrai, réalisables, mais se prêtent mal à l'exploitation pratique d'un chemin de fer (par exemple, transfor-

mation dans la locomotive en vue de modifier la fréquence ou le type du courant, ou pour excitation séparée ; générateurs auxiliaires dans la locomotive, etc.) Pour satisfaire aux exigences spécifiées sous *a*), on peut avoir recours aux moyens suivants :

Avec le courant continu, l'emploi de deux ou quatre moteurs en série-parallèle, pour l'obtention de vitesses variant *par étages* ; avec le courant triphasé, pour obtenir le même résultat, on se servira du changement du nombre des pôles dans le cas d'un moteur unique ou bien du couplage en cascade dans le cas de moteurs multiples ou *doubles*. La théorie et l'expérience montrent la supériorité du premier dispositif sur le second ; cependant, avec la commutation des pôles, on n'obtient pas le même effort de traction pour tous les degrés de vitesse. Avec le courant continu, comme avec le triphasé, on peut employer des résistances de réglage pour réaliser des vitesses *intercalaires* entre les vitesses graduelles ; avec le moteur monophasé à commutateur à caractéristique série, on peut modifier à volonté la tension des moteurs et la vitesse au moyen de transformateurs de réglage qui alourdissent il est vrai le véhicule, mais qui d'ailleurs sont nécessaires eu égard aux tensions admises dans la ligne de contact ; pour les moteurs monophasés basés sur le principe de l'induction (par ex. le système Déri-Brown), on peut employer le décalage des balais ; ici encore il y a lieu de prévoir un transformateur dans le véhicule pour abaisser la tension de la ligne, sinon nécessairement pour les grands moteurs, tout au moins pour les petits.

Le moteur monophasé à collecteur est celui qui présente les plus grandes facilités pour le réglage de la vitesse en assurant la constance de l'effort de traction et sans pertes dans des résistances.

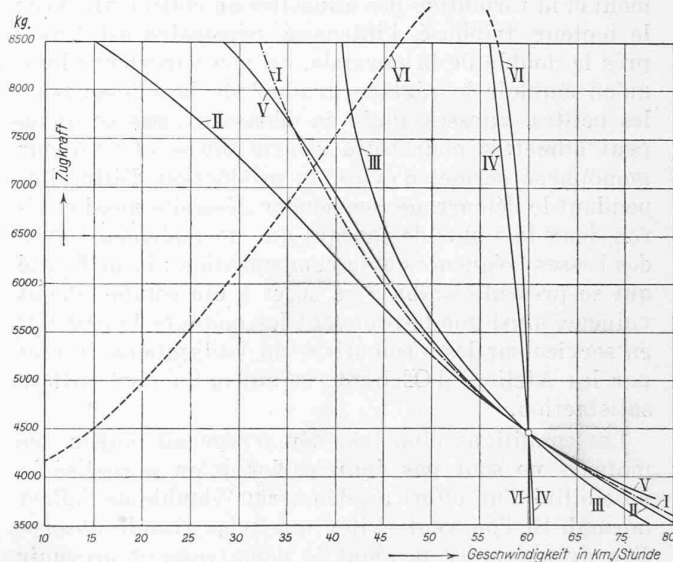
Le maintien de l'horaire, suivant *b*), peut aussi être réalisé pour les équipements de grande puissance d'une façon économique en général au moyen du moteur à courant continu et du moteur d'induction triphasé grâce à la marche en série-parallèle pour le premier et à la commutation de pôles pour le second ; au contraire, pour les puissances plus petites (automotrices), on doit recourir au réglage, coûteux, au moyen de résistances et il faut aussi prendre en considération que la charge maxima n'entraîne pas une trop forte chute de tension dans la ligne de contact. Par contre, le moteur monophasé à collecteur remplit économiquement la condition *b*) et permet, grâce au transformateur de réglage, de faire face à des chutes de tensions extraordinaires ; il peut aussi satisfaire à la condition *c*) comme, d'ailleurs, le moteur d'induction triphasé, tandis que le moteur à courant continu ne la réalise pas complètement.

L'augmentation exceptionnelle de la vitesse, d'après *d*), serait possible, jusqu'à un certain point, avec le moteur à courant continu, en affaiblissant le champ par shuntage des inducteurs, mais on est limité par la chute de tension dans la ligne de contact ; avec le moteur d'induction triphasé, cette augmentation de vitesse n'est réalisable que par une résistance spéciale qui serait tenue en réserve dans ce but, mais pas utilisée ordinairement, ou bien à la descente ; le trans-

formateur de réglage du moteur monophasé à collecteur permet de satisfaire très bien à la condition *d*).

Considérons encore le fonctionnement des moteurs *sans* régulation ; ce cas se présente, il est vrai, rarement dans l'exploitation ; mais il met en lumière le degré d'adaptation des propriétés des moteurs aux exigences du service des trains, et il est important pour les moteurs qui ne peuvent fournir des *vitesses intercalaires* que par l'emploi coûteux de résistances (moteur d'induction triphasé et moteur à courant continu) ; ce cas est aussi intéressant quand on établit la comparaison avec le fonctionnement de la locomotive à vapeur. Nous renvoyons le lecteur aux *courbes* suivantes qui ont été tracées en partant d'un même effort de traction « normal » et d'une même puissance uni-horaire normale pour les différents systèmes de moteurs. On a fait figurer aussi une courbe se rapportant à un « moteur de puissance constante » qui serait le moteur « idéal » tant au point de vue électrique qu'à celui de l'obtention d'une sollicitation plus uniforme des centrales desservies par des chutes d'eau.

Caractéristique mécanique de différents moteurs de même effort de traction normal et de même vitesse normale.



- I. Moteur idéal de puissance constante.
- II. Locomotive à vapeur (« Schw. Bauzeitung », t. I.V, p. 105).
- III. Moteur-série courant continu.
- IV. Moteur dérivation courant continu.
- V. Moteur-série monophasé.
- VI. Moteur d'induction triphasé.

Notre conclusion est la suivante, en ce qui concerne l'observation de l'horaire : le moteur monophasé à collecteur remplit parfaitement toutes les conditions posées, ce qui n'est pas le cas des moteurs à courant continu et des moteurs d'induction triphasés, quoique ces derniers puissent être considérés comme pratiquement suffisants dans la plupart des cas.

3. Conditions du démarrage. Pour comparer les différents systèmes de moteurs au point de vue des conditions du démarrage, il faut préciser le rapport entre les efforts de traction indispensables pour le démarrage et les efforts dits « normaux », c'est-à-dire les

efforts nécessaires pour la traction correspondant à la puissance « normale » ou puissance « uni-horaire ».

Pour les chemins de fer suisses, il y aura lieu de mesurer les efforts de traction *normaux* des moteurs pour des rampes comprises entre 10 et 20 ‰ (pour le Gothard, la déclivité sera plus forte). Admettons, en outre, en vue de la traction électrique future des chemins de fer suisses, une accélération moyenne de 0,3 m/sec² pour les trains ordinaires de voyageurs, 0,2 m/sec² pour les trains directs, 0,1 m/sec² pour les trains de marchandises. Ces accélérations sont, en partie, notablement supérieures à celles qui sont en usage actuellement avec la traction à vapeur et qui, d'après les mesures faites, n'ont jamais dépassé 0,15 m/sec² pour les omnibus et les express et 0,1 m/sec² pour les trains de marchandises.

Il résulte des études que les accélérations au démarrage, citées plus haut, qui sont largement suffisantes actuellement, *seront* souvent et notablement dépassées lorsque l'effort de traction au démarrage sera le *double* de l'effort normal.

Ce résultat peut être atteint au moyen du moteur à courant continu avec une intensité de courant environ 1,7 fois plus grande que la normale, ce qui est parfaitement admissible en ce qui concerne l'échauffement et la formation des étincelles au collecteur. Avec le moteur triphasé, l'intensité nécessaire est à peu près le double de la normale, un peu supérieure lorsqu'on emploie le réglage graduel de la vitesse pour les petites vitesses, mais ne dépassant pas ce qu'on peut admettre pour cette courte durée. Le moteur monophasé permet d'éviter la production d'étincelles pendant le démarrage (ce dernier nécessite aussi environ deux fois plus de courant que normalement) avec des basses fréquences et la compensation ; la difficulté qui se présentait jadis à ce sujet a été complètement vaincue, ainsi que le prouvent les moteurs de 1000 HP en service sur les locomotives du Lötschberg, livrées par les Ateliers d'Erlikon, et qui ont donné entière satisfaction.

Les conditions d'un bon démarrage au moyen des moteurs ne sont pas épuisées lorsqu'on a réalisé la possibilité d'un effort au démarrage double de l'effort normal. Si l'on veut éviter une trop grande *absorption de puissance* pendant le démarrage et prévenir les difficultés qui en résulteraient pour la fourniture du courant par les centrales hydroélectriques, l'accélération ne doit pas être produite par une force de traction constante, mais au contraire, cette force et l'accélération qu'elle engendre doivent diminuer peu à peu, de telle sorte qu'une certaine valeur maxima de la puissance absorbée pendant le démarrage ne soit pas dépassée. Cela est possible pour tous les moteurs, mais d'une manière différente, comme la régulation de l'effort de démarrage en général :

Pour le moteur à courant continu, on doit recourir, outre la disposition en série-parallèle, pour le commencement de l'accélération, à l'emploi coûteux des rhéostats ; de même pour le moteur d'induction triphasé, ou bien réglage de la tension au stator, en dehors du réglage à étages de vitesses ; pour le moteur monophasé à collecteur, on fera usage du

réglage, économique, au moyen du transformateur de régulation ou du déplacement des balais. Au total, la consommation de courant au démarrage pour un effort de traction double de l'effort normal, en tant qu'elle intéresse les conduites, etc., est à peu près la même avec les trois systèmes de moteurs, tandis que la consommation des watts, importante pour la consommation d'eau des centrales hydroélectriques, est minimum avec le moteur monophasé.

La chute de tension dans la ligne de contact pendant le démarrage (surtout lorsque plusieurs trains démarrent simultanément) n'a pas d'importance pratique dans le cas du courant continu et du monophasé, car une petite partie de la tension est seule nécessaire pour le démarrage, tandis que dans le cas du courant triphasé, si l'on veut obtenir un couple de démarrage suffisant, il faut éviter une trop forte chute de tension dans la conduite.

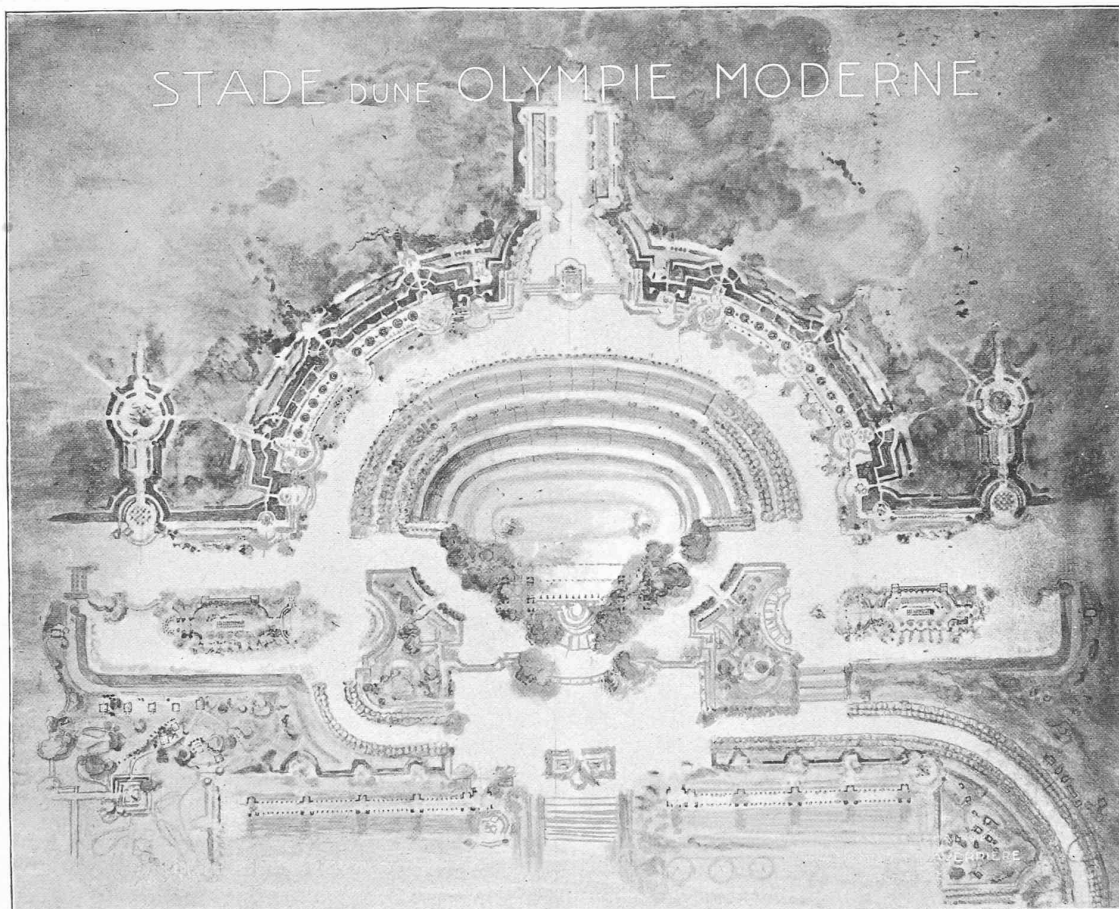
4. Possibilité de la traction multiple. Cette possibilité doit exister, non seulement pour les automotrices, mais aussi pour les locomotives, en vue d'une exploitation rationnelle, dans notre pays surtout où les conditions sont si variables. La commande commune de plusieurs moteurs d'un poste central, même si ces moteurs sont logés dans des véhicules différents, ne présente, aujourd'hui, plus aucune difficulté ; les commandes multiples indirectes ont fait leurs preuves et peuvent être adaptées à tous les systèmes ; elles permettent l'emploi d'un seul wattmann pour conduire autant d'automotrices ou de locomotives qu'on voudra.

Les moteurs-série, aussi bien ceux à courant continu que ceux à courant alternatif monophasé, ne présentent aucune difficulté lorsqu'on les fait attaquer simultanément des essieux appartenant à des véhicules différents ; même avec des moteurs de puissance différente, les puissances absorbées se répartissent entre les moteurs proportionnellement à leur capacité d'absorption. Les expériences faites (Montreux-Oberland avec courant continu, Spiez-Frutigen avec courant monophasé) ont montré qu'un poste central, c'est-à-dire une commande multiple, n'est pas indispensable et que les diverses automotrices d'un même train peuvent fort bien coopérer à la traction lorsqu'elles sont conduites indépendamment, chacune par son mécanicien.

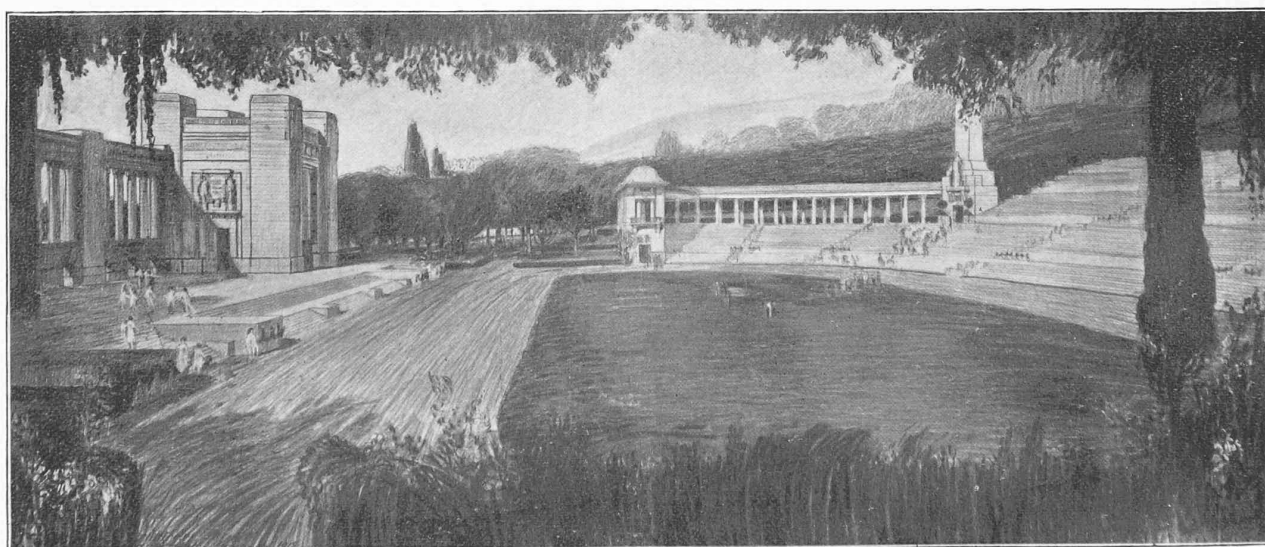
La traction multiple peut d'ailleurs être considérée comme réalisable avec tous les systèmes, bien que plus sûrement avec le moteur à courant continu et à courant monophasé qu'avec le moteur d'induction à courant triphasé.

Le poids mort des moteurs, équipement et véhicules, fut souvent rapporté à l'unité de *puissance* exprimée en HP. Mais la vitesse à atteindre influence beaucoup les chiffres ainsi obtenus ; aussi est-il préférable de rapporter le poids au *couple-moteur*, en m kg ou, en d'autres termes, à l'*effort de traction*, comme c'est l'usage pour les locomotives à vapeur. Notre collaborateur, Dr W. Kummer, a montré¹, dans un exemple typique pour les conditions qui se présentent en Suisse, que le couple-moteur était le terme de compa-

¹ Schweizer-Bauzeitung. 1909. LIV. p. 300 et Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen, 1909, p. 716.



Plan. — Echelle 0,001 m. par m.



STADE D'UNE OLYMPIE MODERNE

Projet de MM. Monod et Laverrière, architectes, à Lausanne.

Seite / page

leer / vide /
blank

raison indiqué au point de vue des dimensions des véhicules ; la proportionnalité du poids à la puissance ne peut être admise, à la rigueur, que pour comparer des véhicules qui font à peu près le même service, ainsi, par ex., pour comparer entre elles des automotrices, des locomotives de trains de marchandises ou des locomotives d'express.

Au surplus, les deux méthodes de comparaison fournissent le même résultat qualitatif en ce qui concerne le poids mort : Les particularités des moteurs monophasés à collecteur et la nécessité de leur adjoindre un transformateur dans le véhicule (qui constitue d'ailleurs le meilleur moyen de régulation de la vitesse) font prévoir que le poids spécifique des organes moteurs, rapporté à l'un ou l'autre des termes de comparaison, sera plus grand pour le système monophasé que pour les autres systèmes.

On peut de même s'attendre à ce que le continu et le triphasé soient à peu près équivalents à ce point de vue. Si l'on compare les équipements récents, dans des conditions analogues, on ne constate en effet, que des différences insignifiantes. Par contre, on trouve, dans un seul et même système, des différences relativement considérables résultant, non seulement des progrès de la construction, mais surtout des dimensions des moteurs, de leur équipement et de l'emploi ou de l'absence du refroidissement artificiel, qui permet d'augmenter notablement la puissance par unité de poids pour les trois systèmes.

Pour des installations modernes et des projets soignés, on peut se baser sur les chiffres du tableau suivant pour évaluer le poids des locomotives ou de tout l'équipement électrique des automotrices.

Poids par HP de puissance et par m kg de couple moteur	Courant		
	Continu	Triphasé	Monot basé
Des locomotives électriques . . .	50-55 kg/HP	45-60 kg/HP	50-75 kg/HP
pour des vitesses de 40-60 km/h.	11 kg/mkg	10-12 kg/mkg	11-13 kg/mkg
De l'équipement des automotrices	28-30 kg/HP	30-35 kg/HP	30-35 kg/HP
pour des vitesses de 40 km/heure	6-7 kg/mkg	7-8 kg/mkg	7-8 kg/m kg

Les trois systèmes de traction réalisent une *diminution importante du poids mort relativement aux locomotives à vapeur* ; c'est ce que montrera toute comparaison avec les locomotives à vapeur modernes.

Le courant continu et le courant triphasé sont à peu près équivalents pour les locomotives, tandis que le courant monophasé est moins favorable dans la proportion de 10 à 20 %. Pour les automotrices, le monophasé et le triphasé sont presque équivalents et le continu plus favorable de 5 % environ. Les différences de poids, exprimées en %, des différents *organes moteurs* ne correspondent d'ailleurs qu'à de très petites différences dans le poids total des trains remorqués. En outre, de meilleures conditions pour la régulation de la vitesse correspondent au poids un peu plus élevé qui ressort au système monophasé. Ces petites *différences* dans le poids mort n'ont presque pas d'influence

sur l'ensemble ; il n'en est pas de même de la diminution importante de poids relativement à la traction à vapeur, comme on le verra plus loin.

(A suivre).

Concours d'art

DE LA

V^e Olympiade à Stockholm en 1912.

(Planche 2).

Le stade présenté par MM. Monod et Laverrière, architectes à Lausanne, est un développement de celui qui figurait déjà dans la composition d'ensemble du projet d'une Olympie moderne conçu sur les bords du lac Léman et qui obtint le premier prix au concours international d'une Olympie, à Paris en 1911. (Voir *Bulletin technique* 1911, n° 13).

Le sujet proposé étant d'un ordre tout à fait nouveau, le programme d'une Olympie moderne ne doit tenir compte de l'ancienne que dans la mesure où se rencontrent les exigences du temps présent avec les coutumes antiques.

Dans le projet d'ensemble de l'Olympie moderne, le stade a été placé au point culminant du terrain et il devient en quelque sorte le couronnement de toute la composition.

En s'affranchissant de la tradition antique, les auteurs ont conçu leur stade en forme d'hémicycle, ceci en s'appuyant d'une part sur l'orientation, le rôle que peut jouer la verdure dans un ensemble architectural de cette importance et, d'autre part, le fait qu'indépendamment des grandes épreuves purement athlétiques, qui trouveront place, soit sur la piste, soit sur la pelouse centrale, le stade pourrait devenir dans certaines circonstances un grand amphithéâtre pour cérémonies, cortèges, évolutions collectives, avec musique, déclamations, etc. Dans ce but, face aux gradins, un podium relié à la pelouse au moyen de larges emmarchements ferme la composition au sud.

Le stade pourrait contenir environ 20 000 spectateurs.

CHRONIQUE

L'industrie allemande et les lois sociales.

L'Allemagne s'enorgueillit du vaste ensemble de lois sociales qui la régissent.

Dans le domaine des assurances, particulièrement, les mesures législatives ont abondé et, depuis quelques années, l'Etat a imposé le principe de l'obligation à un nombre sans cesse croissant d'assurés. Toutes ces lois ont été codifiées, en 1911, dans une imposante *Reichsversicherungsordnung* qui comprend près de 2000 articles, sans compter l'*Assurance des employés privés*, qui a fait l'objet d'une loi complémentaire, le 27 décembre 1911.

Nous allons décrire, dans ses grandes lignes¹, ce vaste réseau d'assurances, nous indiquerons comment il s'est déve-

¹ Voir P. Pic. *Les assurances sociales*. Paris, F. Alcan.