

# Résultats des essais effectués sur les groupes électrogènes de l'usine de Chancy-Pougny

Autor(en): **Perrochet, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87/88 (1926)**

Heft 20

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40889>

## **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.

INHALT: Résultats des essais effectués sur les groupes électrogènes de l'usine de Chancy-Pougny. — Die geodätischen Grundlagen der Vermessungen im Kanton Luzern. — Das japanische Haus (mit Tafeln 17 und 18). — Berufsmoral und öffentliche Interessen. — Miscellanea: Neue englische Lokomotiven für 38 cm Spurweite. Vortragskurs des Schweizerischen Geometer-Vereins. Bund Schweizer Architekten. Künstliche

Schneeschmelze auf Bahnhof-Geleiseanlagen. Die Vereinigung schweizerischer Strassenfachmänner. Verband schweizerischer Transportanstalten. Eidgenössische Technische Hochschule. — Literatur: Nieten und Schweißen der Dampfkessel. Das Bürgerhaus im Elsass. — Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

Band 87. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 20

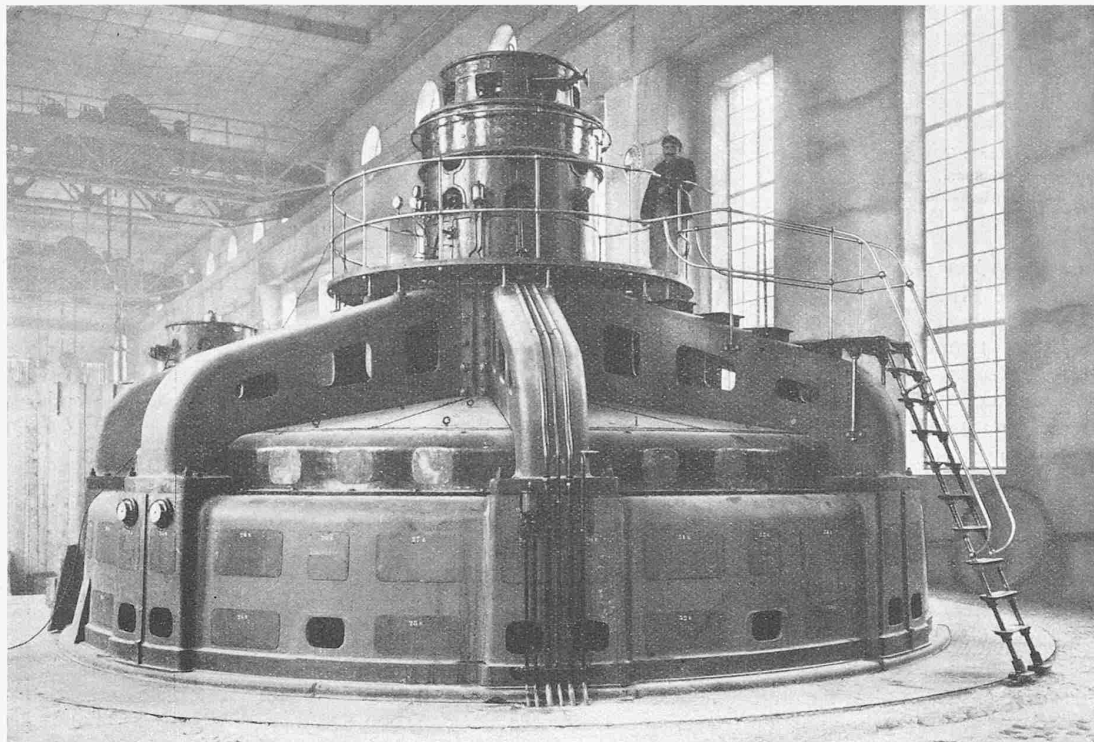


Fig. 15. Alternateur triphasé de 7000 kVA, 83,3 tours, sous 11000 Volts et 50 périodes, des Usines Schneider & Cie. à Champagne-sur-Seine. (Cette figure a été réduite à la même échelle que celles des roues des turbines parues dans le numéro précédent.)

## Résultats des essais effectués sur les groupes électrogènes de l'usine de Chancy-Pougny.

Par P. PERROCHET, Ingénieur, Directeur de la Banque Suisse des Chemins de fer, à Bâle.

(Suite de la page 246 et fin.)

### 2. Pertes par échauffement dans les pivots.

Nous désignons par pivots les paliers de butée verticaux supportant le poids de la partie tournante des turbines et alternateurs ainsi que la poussée axiale due au passage de l'eau au travers des roues des turbines, ce dernier facteur variant selon la charge du groupe. Les pivots de l'un et de l'autre type de turbines sont construits pour supporter un effort axial sans que le lubrifiant agissant entre les surfaces portantes soit envoyé sous pression. Tout l'effort est transmis de la partie mobile du pivot à sa partie fixe par l'intermédiaire d'une mince couche d'huile comprimée.

Le pivot des turbines Escher Wyss & Cie. est du type Gibbs, dans lequel huit patins sont reliés rigidement entre eux sous forme d'anneau, la formation du coin d'huile étant réalisée par l'usinage en plan incliné d'une partie de la surface de ces patins. Le pivot des turbines Charmilles est du type Michell ou Kingsbury, mais à six patins s'inclinant automatiquement sous l'effet du coin d'huile et oscillant sur des colonnes flexibles reliées rigidement à un anneau d'appui. Le bain d'huile est refroidi par circulation d'eau dans un simple serpent.

L'huile en service dans les pivots est la qualité „Gargoyle D. T. E. Oil Extra Heavy“ livrée par la Vacuum Oil Company, ayant à l'état frais la viscosité suivante: 43,4 degrés Engler à 20° C, 7,20 degrés Engler à 50° C, 1,93 degrés Engler à 100° C. Les propriétés de l'huile ont une très grande influence sur le bon fonctionnement des pivots; aussi n'est-ce qu'après des essais préliminaires et une en-

tente avec les constructeurs des turbines et la Vacuum Oil Company qu'on s'est arrêté à la qualité d'huile ci-dessus mentionnée.

Il était donc intéressant de contrôler le fonctionnement des pivots en déterminant pour chacun des deux types: 1. la température du pivot à charge continue, 2. la puissance absorbée et perdue dans le pivot en ch. Les résultats de ces mesures sont résumés dans le tableau I à la page 252.

### 3. Alternateurs.

Pendant les essais, la charge du groupe fut mesurée aux bornes de l'alternateur au moyen d'instruments électriques de précision. Il s'en suit que les résultats ainsi obtenus permettent de déterminer la puissance hydraulique absorbée et la puissance électrique rendue aux bornes des alternateurs, le rapport entre cette dernière et la première représentant le rendement global du groupe complet, turbine et alternateur accouplés.

Le rendement de l'alternateur triphasé et ses caractéristiques furent déterminés par des mesures spéciales que nous résumons ci-après.

*Caractéristique à vide et en court-circuit.* La caractéristique à vide de l'alternateur est donnée par la courbe a du graphique de la figure 16. Les deux courbes obtenues en excitation croissante et décroissante se superposent à peu près exactement. La courbe b du graphique de cette même figure donne la caractéristique en court-circuit de l'alternateur. Les courbes ont été obtenues en maintenant constante la vitesse normale de la machine de 83,3 t/min.

Résultats des essais effectués sur les groupes électrogènes de l'usine de Chancy-Pougny.

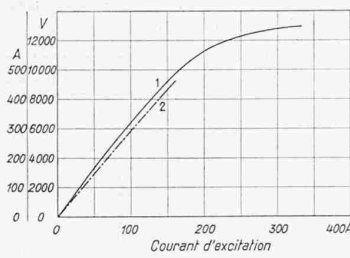


Fig. 16. Courbes des caractéristiques de l'un des alternateurs, 1 à vide, 2 en court-circuit.

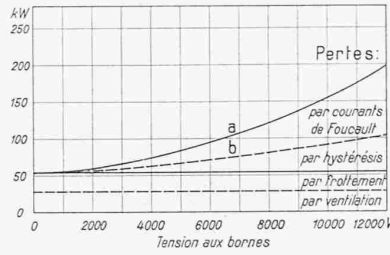


Fig. 17. Courbe des pertes à vide de l'alternateur en fonction de la charge obtenue par la marche en moteur synchrone.

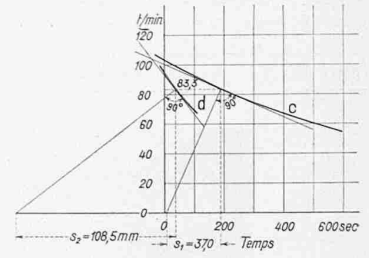


Fig. 18. Courbe des pertes à vide de l'alternateur obtenues par l'essai de ralentissement, c à vide, d avec excitation.

**Résistance électrique des circuits.** Les résistances à froid de l'induit et de l'inducteur ont été mesurées exactement au moyen de courant continu provenant d'une batterie d'accumulateurs. La température maximum des enroulements, mesurée au cours des essais, ayant été de 60° C, les résistances pour cette température-là deviennent: pour l'induit 0,206 ohm par phase, pour l'inducteur 0,439 ohm.

**Pertes dans le cuivre.** L'intensité de courant dans l'induit à tension normale de 11000 Volts et  $\cos \varphi = 1$ , ainsi que le courant d'excitation dans l'inducteur, sont donnés par le tableau II ci-dessous, de même que les pertes dans le cuivre calculées sur la base des résistances déterminées plus haut.

**Pertes dans le fer et pertes mécaniques.** Pour la détermination des pertes à vide par hystérésis et courants de Foucault, ainsi que des pertes mécaniques par frottement et ventilation, l'alternateur a été entraîné comme moteur synchrone par l'alternateur 3 couplé en parallèle. Les groupes 2 et 3 furent mis en marche par leurs turbines respectives, puis couplés en parallèle; les vannes de la turbine 2 furent ensuite fermées et la chambre de la turbine vidée de son eau. Le groupe continua donc de tourner, entraîné en moteur synchrone, à la vitesse normale de 83,3 t/min, la turbine se mouvant dans l'air. L'excitation de l'alternateur 3 était réalisée par son excitatrice propre en bout d'arbre, tandis que l'excitation de l'alternateur 2 (moteur) était branchée sur le groupe d'excitation de réserve alimenté par les service auxiliaires. Le ventilateur de la machine marchait afin de réaliser les conditions normales de fonctionnement. Il résulte de ces dispositions que les pertes à vide mesurées comportent également les pertes dues à la résistance rencontrée par la turbine tournant dans l'air, mais par contre pas les pertes de l'excitatrice. Dans cet essai, l'excitation de l'alternateur 2 (moteur) était réglée de telle sorte que celui-ci absorbait un minimum de courant, c. à d. que le facteur de puissance était égal à 1, ou aussi rapproché que possible de cette valeur. Les pertes mesurées sont reportées sur le graphique de la figure 17, en fonction de la tension aux bornes de la machine. L'extrapolation de la courbe à jusqu'à l'axe des ordonnées (tension 0) donne une puissance de 55 kW, correspondant aux pertes mécaniques par frottement et par ventilation.

**Vérification des pertes mécaniques.** Afin de vérifier la valeur des pertes mécaniques, on a procédé à un *essai de ralentissement*. L'alternateur 2 couplé en parallèle avec un autre alternateur fut entraîné comme moteur synchrone à une vitesse dépassant de 20 à 25 % la vitesse normale. A ce moment-là, les deux machines ont été découplées au moyen d'interrupteurs coupant aussi bien le courant principal que l'excitation, et l'alternateur 2 fut abandonné à lui-même, tandis qu'on mesurait sa vitesse de rotation de 20 en 20 secondes. L'alternateur resta accouplé à la turbine tournant dans l'air. La courbe de ralentissement, nombre de tours en fonction du temps, ainsi obtenue, est reproduite sur le graphique de la figure 18 (c). Les moments

Tableau 1. Résultats des mesures effectuées sur les pivots.

	Groupe 2	Groupe 3
Constructeur de la turbine . . . . .	Escher Wyss	Charmilles
Constructeur du pivot . . . . .	Escher Wyss	Charmilles
Constructeur de l'alternateur . . . . .	Schneider & Cie	Schneider & Cie.
Puissance du groupe . . . . . kW	7 000	7 000
Vitesse de rotation en tours par minute	83,3	83,3
Diamètre $D_m$ de la roue de turbine au moyeu . . . . . m	2,300	1,996
Diamètre $D_c$ de la roue de turbine à la couronne . . . . . m	5,360	5,380
Poids $P_t$ de la partie tournante de la turbine . . . . . kg	35 100	30 600
Poids $P_o$ de la partie tournante de l'alternateur . . . . . kg	95 000	95 000
Chute $H_n$ au moment des essais (max. ordinaire 9 m) . . . . . m	10	10
Poussée axiale $F_a$ à vide . . . . . kg	18 400	19 600
Poussée axiale en pleine charge . . . . . kg	138 074	146 527
Charge totale $P_o = P_t + P_o + P_{ao}$ sur le pivot à vide . . . . . kg	148 500	145 200
Charge totale sur le pivot en pleine charge . . . . . kg	268 174	272 127
Diamètre intérieur des patins du pivot m	0,600	0,650
Diamètre extérieur des patins du pivot m	1,350	1,250
Nombre de patins . . . . .	8	6
Volume du bain d'huile . . . . . lit.	800	750
Date de mise en service de l'huile . . . . .	11 Mai 1925	10 Oct. 1925
Nombre d'heures de marche depuis cette date . . . . .	5 064	1 982
Charge moyenne pendant cette durée de marche . . . . . kW	4 500	4 500
Température $T_1$ de l'eau de refroidissement à son entrée . . . . . °	11	11
Température $T_2$ de l'eau de refroidissement à sa sortie . . . . . °	18	15,4
Température $T_3$ de l'huile dans le pivot °	35,1	29,1
Température $T_4$ de l'air ambiant . . . . . °	19,5	22
Température $T_5$ à la surface extérieure du carter du pivot . . . . . °	28	26,2
Volume d'eau dans le serpentin . . . . . lit.	60	55
Débit de l'eau de réfrigération lit/min	45,7	46,4
Chaleur perdue par rayonnement cal/h	216,38	110,8
Puissance perdue par rayonnement ch	0,34	0,17
Chaleur transmise à l'eau de réfrigération . . . . . cal/sec	4,6	3,4
Puissance transmise à l'eau de réfrigération . . . . . ch	26,3	19,3
Puissance totale consommée par le pivot ch	26,64	19,47

Tableau 3. Pertes dans le cuivre des alternateurs.

Charge correspondant approximativement à	1/4	2/4	3/4	4/4
Puissance de l'alternateur . . . . . kW	1 750	3 500	5 250	7 000
Intensité de courant dans l'induit . . . . . Amp.	92	184	276	368
Intensité de courant dans l'inducteur . . . . . Amp.	198	212	227	252
Pertes dans le cuivre à 60° dans l'induit . kW	5,2	20,9	47,1	83,5
Pertes dans le cuivre à 60° dans l'inducteur kW	17,2	19,7	22,6	27,9

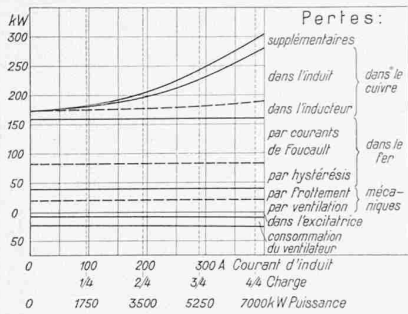


Fig. 19. Graphique de l'ensemble des pertes séparées de l'alternateur en fonction de la charge.

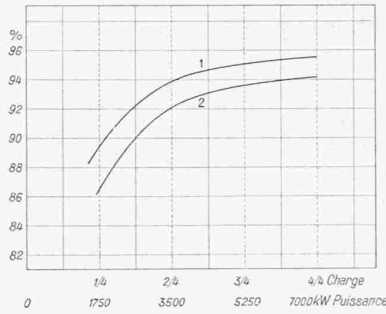


Fig. 20. Courbe des rendements effectifs de l'alternateur à tension normale de 11000 V en fonction de la charge comparés aux valeurs garanties, 1 pour  $\cos \varphi = 1$ , 2 pour  $\cos \varphi = 0,8$ .

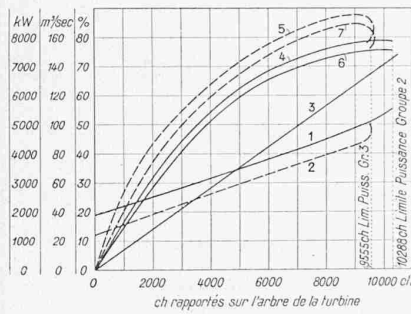


Fig. 21. Résultats des mesures de rendement des deux groupes complets en fonction de la puissance sur l'arbre de la turbine.

1 Débits turbine N° 2 (EWC); 2 Débits turbine (N° 3) Charmilles; 3 Puissance en kW aux bornes de chaque alternateur, 4 Rendement turbine N° 2, 5 Rendement turbine N° 3, 6 Rendement groupe N° 2 pour  $\cos \varphi = 1$ , 7 Rendement groupe N° 3 pour  $\cos \varphi = 1$ .

essais faits à Chèvres,  $D$  le diamètre extérieur de la roue,  $n$  le nombre de tours par minute. On obtient ainsi pour cette puissance absorbée par une roue de turbine à Chancy-Pougny 16 kW environ. Les pertes par frottement et ventilation de l'alternateur seul se réduisent ainsi à 39 kW.

Vérification des pertes à vide. Un second essai de ralentissement effectué sur l'alternateur, cette fois-ci excité, a conduit à la courbe d du graphique de la figure 18. Cette seconde courbe permet de vérifier les pertes à vide, l'excitation séparée ayant été maintenue constante et égale à celle produisant à 83,3 t la tension 11000 Volts à vide. Le calcul donne pour  $P$  à vide

$$0,548 \cdot 2694000 \cdot 10^{-6} \cdot 108,5 = 160,5 \text{ kW}$$

valeur à peu près égale à celle obtenue par le relevé direct des pertes à vide 165 kW (voir courbe a de la figure 17).

Séparation des pertes par hystérésis et des pertes par courants de Foucault. Les ordonnées des points de la courbe des pertes à vide (fig. 17), diminuées de la valeur correspondant aux pertes mécaniques (55 kW) représentent la somme

d'impulsion ( $PD^2$ ) de l'alternateur et de la turbine nous ont été indiqués par les fournisseurs comme étant de:

pour l'alternateur . . . . .	2 300 000	kg/m <sup>2</sup>
pour le turbine: couronne . . . . .	290 000	„
aubes . . . . .	68 200	„
moyeu . . . . .	31 950	„
arbre . . . . .	1 720	„
pour le pivot: collier . . . . .	930	„
trois anneaux . . . . .	1 400	„

Total pour la partie tournante du groupe 2 694 200 kg/m<sup>2</sup>

Les pertes par frottement et par ventilation à la vitesse normale de 83,3 t/min peuvent se calculer par la formule suivante:

$$P_{(f+v)} = 1/5 \left( \frac{\pi^2}{30} \right) \frac{PD^2}{4 \cdot 9,81} \cdot \frac{9 \cdot 81 \cdot s}{1000} = 0,548 \cdot 10^{-6} PD^2 s = 0,548 \cdot 2694200 \cdot 10^{-6} \cdot 37 = 54,8 \text{ kW} \cong 55 \text{ kW}$$

valeur correspondant à celle obtenue par extrapolation de la courbe des pertes à vide.

Séparation des pertes par frottement et par ventilation. Les pertes par frottement sont proportionnelles à la vitesse angulaire, celles par ventilation à la puissance 3 de cette vitesse angulaire; on a donc

$$P_{(f+v)} = C_1 \omega + C_2 \omega^3$$

En appliquant cette formule à deux vitesses différentes, 83,3 et 70 t/min, les pertes mécaniques correspondantes, introduites dans la formule, donnent les équations:

$$55 = C_1 \cdot 8,7 + C_2 \cdot 658$$

$$39 = C_1 \cdot 7,3 + C_2 \cdot 389$$

d'où  $C_1 = 3,05$  und  $C_2 = 0,043$

Les pertes par frottement à vitesse normale seront de  $C_1 \omega = 3,05 \cdot 8,7 = 26,6 \text{ kW}$ , celles par ventilation à vitesse normale de  $C_2 \omega^3 = 0,043 \cdot 658 = 28,4 \text{ kW}$ .

Les pertes ainsi déterminées englobent la part des pertes mécaniques dues au poids de la partie tournante du groupe, au frottement des paliers et à la rotation de la roue de la turbine dans l'air. Cette dernière perte ne pouvant pas être déterminée directement à Chancy, nous avons cherché à la calculer en nous basant sur les résultats obtenus par les Ateliers des Charmilles pour une turbine de l'usine de Chèvres, analogue à celle de Chancy-Pougny, en utilisant la formule  $P = CD^5 n^3$ , où  $P$  est la puissance absorbée par la roue de la turbine tournant dans l'air ainsi que les pertes par frottement dues à la turbine, non compris celle du pivot,  $C$  une constante dépendant du type de turbine qui a été déterminé par les

des pertes par hystérésis et des pertes par courants de Foucault. A fréquence constante, ces pertes sont proportionnelles à la puissance 1,6 du flux magnétique (soit de la tension  $E$ ) pour l'hystérésis, et à la puissance 2 de ce flux magnétique pour les courants de Foucault. La formule simplifiée

$$P_{(h+v)} = C_3 E^{1,6} + C_4 E^2$$

permet de déterminer la répartition de ces pertes comme suit:

Tension aux bornes V	Pertes dans le fer kW	Pertes par hystérésis kW	Pertes par courants de Foucault kW
11940	197 - 55 = 142	50,2	91,8
10870	172 - 55 = 117	41,7	75,3
9820	153 - 55 = 98	36,4	61,6
8770	134 - 55 = 79	30,0	49,0
7820	119 - 55 = 64	25,0	39,0
6910	106 - 55 = 51	20,6	30,4
6010	95 - 55 = 40	16,6	23,4
4640	80 - 55 = 25	11,3	13,7
3000	66 - 55 = 11	5,4	5,6

valeurs représentées par la courbe b de la figure 17.

Pertes accessoires. Pour déterminer les pertes accessoires, l'alternateur a été entraîné en moteur synchrone à la vitesse normale, successivement avec surexcitation et sous-excitation, en réalisant dans l'induit du moteur divers régimes de courant allant de l'intensité correspondant à la pleine charge de la machine jusqu'à celle du quart de charge environ. On obtient ainsi approximativement les pertes totales de la machine. La différence entre ces pertes totales et les pertes déterminées d'autre part, pertes à vide et pertes dans le cuivre, représente les pertes accessoires.

Les pertes totales de l'alternateur ont été mesurées pour des intensités de courant de 385, 300, 200 et 130 Amp. Elles sont reportées en fonction du courant sur le graphique de la figure 19, sur lequel figurent aussi les pertes dans le fer et les pertes mécaniques pour la tension normale de 11000 Volts. Ce graphique donne donc la totalité des pertes à cette tension en fonction de l'intensité du courant dans l'induit. Pour la détermination des rendements, il faut y ajouter les pertes de l'excitatrice, évaluées à 10 kW, pertes qui n'étaient pas comprises dans les résultats des essais, l'excitation ayant été fournie séparément par le groupe d'excitation de réserve. Le graphique de la fig. 20



donne les courbes des rendements obtenus à 11 000 Volts à  $\cos \varphi = 1$  et à  $\cos \varphi = 0,8$  ainsi que les courbes des rendements garantis.

#### Rendements des groupes complets.

Les résultats d'ensemble des mesures effectuées se trouvent résumés dans le graphique de la figure 21 où sont exprimés en fonction de la puissance sur l'arbre de la turbine les rendements des groupes complets, turbines et alternateurs, des turbines seules, la puissance correspondant aux bornes des alternateurs et le débit en  $m^3/sec$  pour une chute nette de 8,87 m et pour une turbine de chacun des deux fournisseurs.

Ces résultats font ressortir qu'au lieu de la puissance garantie de 8700 ch pour 8,87 m de chute nette, les turbines de l'usine de Chancy-Pougny sont capables de produire en réalité 10 000 ch en chiffres ronds pour les turbines Escher Wyss & Cie. et 9500 ch pour celles livrées par les Ateliers des Charmilles. Sous basse chute de 6,30 m, ces dernières turbines produisent encore 5900 ch. La vitesse spécifique varie ainsi entre 545 tours à la puissance maximum et 640 tours en basse chute. C'est probablement la limite supérieure à ne pas dépasser avec des roues à couronnes.

Les turbines de chacun des deux constructeurs ont rempli les conditions de rendement qui avaient été garanties, celles d'Escher Wyss & Cie. exactement, celles des Ateliers des Charmilles avec un excédent moyen de 5,8% pour les différentes puissances comprises entre la demi et la pleine charge.

En terminant, nous ne saurions oublier les collaborateurs qui nous ont prêté leur concours pour les essais et nous ont aidés de leurs conseils dans l'élaboration des dispositifs de jaugeage et de mesure. Nos remerciements vont en particulier à M. S. Bitterli, Ingénieur à Rheinfelden, qui a dirigé les opérations des jaugeages, et à qui nous devons entre autres l'idée nouvelle du tableau de contrôle du fonctionnement des moulins, à M. Dubs, Ingénieur en chef des Ateliers Escher Wyss & Cie., à M. Alamartine, Ingénieur des Ateliers des Charmilles, à M. Hurbin, Ingénieur de la Station d'essais de l'A. S. E. qui était chargé des mesures électriques, à M. Cougny, des Etablissements Schneider & Cie., à MM. Montandon et Esselborn, Ingénieurs de la Banque Suisse des chemins de fer. Les personnes spécialisées pour la lecture des moulins ont été mises gracieusement à notre disposition par les Ateliers Escher Wyss & Cie. et ceux des Charmilles; les opérateurs utilisant les mêmes instruments connectés de manière identique sont restés strictement les mêmes pour toutes les mesures effectuées sur la turbine essayée de chacun des deux constructeurs.

### Die geodätischen Grundlagen der Vermessungen im Kanton Luzern.

*Vorgeschichte.* Die ersten geodätischen Arbeiten, die Vorläufer der späteren Triangulationen als Grundlage für Vermessungen, im besonders für topographische Aufnahmen, wurden im Kanton Luzern verhältnismässig spät begonnen. Während für die West- und die Nordschweiz trigonometrische Aufnahmen schon in den ersten Dezenien des XIX. Jahrhunderts fertig erstellt wurden, berührten geodätische Arbeiten in dieser Epoche kaum die Kantons-grenzen von Luzern. Die ersten Absichten, auch im Gebiet der Zentralschweiz und damit über den Kanton Luzern trigonometrische Vermessungen auszuführen, sind in den Netzprojekten der französischen Ingenieur-Geographen niedergelegt, die im Auftrag der französischen Regierung in unserem Lande arbeiteten; dabei sah Oberst Henry 1806 vor, die Punkte Rigi und Napf in seine Beobachtungen einzubeziehen. Die kriegerischen Ereignisse der fol-

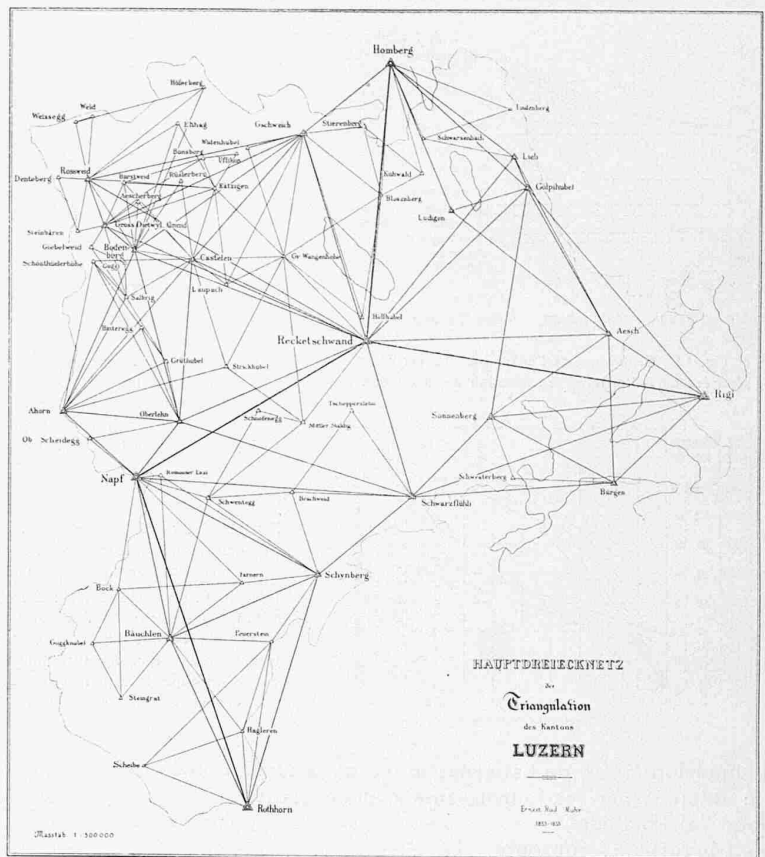


Abb. 1. Hauptdreiecknetz der Mohr'schen Triangulation des Kantons Luzern — 1853/55. Masstab 1 : 500 000.

genden Jahre unterbrachen die vorgesehenen Operationen. Erst im Jahre 1811 hören wir wieder von den französischen Ingenieuren, die in Verbindung mit Prof. Trechsel von Bern die Arbeiten im Gebiete der bernisch-luzernischen Grenze fortzusetzen gedachten. Da aber 1812 neuerdings die kriegerischen Ereignisse alle französischen Offiziere zu andern Dienstleistungen riefen, kamen keine zusammenhängenden Ergebnisse zu Stande. Mit der Niederlage Napoleons in der Schlacht von Leipzig 1813 verschwanden die französischen Ingenieur-Geographen. Prof. Trechsel dagegen beendigte seine Arbeiten 1818; es wurden darin aber lediglich Punkte an der luzernischen Grenze festgelegt.

Die von Oberstquartiermeister Finsler im Auftrag der Eidg. Tagsatzung in den Jahren 1809 bis 1820 vorgenommenen Arbeiten zur Erstellung einer eidgenössischen Karte erstreckten sich naturgemäss mehr auf die Grenzgebiete als auf die Zentralschweiz. Wohl figurieren Rigi und Napf in den verschiedenen Netzen; eigentliche Detailtriangulationen aber kamen über zentralschweizerischem Gebiet nicht zur Ausführung. Erst als unter der energischen und zielbewusstesten Leitung von Oberstquartiermeister G. H. Dufour durch seinen Geodäten Joh. Eschmann die trigonometrischen Arbeiten über die Zentralschweiz, im besonders über das Gebiet des Kanton Luzern ausgedehnt wurden, entstand das erste zusammenhängende Hauptnetz. Eschmann bestimmte im Jahre 1837 unter anderen die Punkte: Rigi, Napf, Esel (Pilatus), Rothorn, Hohgant, Homburg, Reckettschwand, Schiltwald u. a. m. Ebenfalls versicherte er alle trigonometrischen Punkte nach den vorsorglichen Instruktionen Dufours durch gut bemessene, schwere Steine.

#### Die Mohr'sche Triangulation 1853 bis 1855.

Alle bis anhin ausgeführten Arbeiten bildeten nur das grosse Gerippe; die eigentlichen geodätischen Unterlagen, die zu irgend welchen Vermessungen hätten dienen können, entstanden erst 1853. Wohl schloss der Regierungsrat des Kantons Luzern im Jahre 1846, vor Beginn der Unruhen, mit dem eidgenössischen Kriegsrat einen