posé à l'usine Bergès, à Lancey, pendant les essais de retour à la terre.

1^e Tenir la vitesse normale et la noter soigneusement.

2^e Arriver, dans l'espace d'une minute environ, à la tension fixée, tenir cette tension bien constante et noter soigneusement.

3^e Chaque jour, mettre en marche à midi précis, marcher comme dit ci-dessus jusqu'à midi quatorze, arrêter dans l'espace d'une minute, et laisser arrêter jusqu'à midi trente. Puis remettre en marche dans les mêmes conditions jusqu'à midi quarante-quatre, puis arrêter dans les mêmes conditions jusqu'à une heure, remettre en marche jusqu'à une heure quinze, arrêter jusqu'à une heure trente, remettre en marche jusqu'à une heure cinquante et arrêter ensuite définitivement.

L'application de ce programme s'effectua de point en point. Chaque mise en marche et chaque arrêt se firent progressivement, mais de façon que la manœuvre totale ne dura pas plus d'une minute.

Il convient enfin de remarquer que, le 31 août 1906, l'usine de Lancey a supprimé, pour mettre en évidence les influences dues au tramway de Grenoble à Chapareillan et les autres, une période de 1/4 d'heure de marche (1 h. à 1 h. 1/4).

Résultats obtenus dans les essais à courants alternatifs.— Les plus intéressants de ces essais sont évidemment constitués par la classe relative aux lignes, mises à la terre aux deux bouts, soumises à des effets inducteurs alternatifs. Nous donnons ci-dessous le tableau résumé des résultats obtenus.

Résumé des Résultats.— *Lignes à la terre aux deux bouts.*—

Sous le bénéfice des hypothèses faites, en représentant par l la longueur en kilomètres de la ligne, par S le produit $M \Omega 10^{-3}$, c'est-à-dire, d'après ce que nous avons dit, la tension induite en millivolts par ampère inducteur, nous pouvons définir un coefficient $\sigma = \frac{S 10^{-3}}{l \text{ km}}$, comme représentant la tension induite en volts par kilomètre de ligne et par ampère inducteur.

Les diverses expériences effectuées sur les diverses lignes induites, mises à la terre aux deux extrémités, peuvent donc être résumées dans le tableau suivant :

Désignation de la ligne	Longueur induite en Kms	Distance moyenne de la ligne inductrice à la ligne induite.	Volts induits par ampère inducteur	Volts induits par ampère inducteur et par kilomètre de ligne inductrice.
Le Versoud.....	2,500	8m25	563×10^{-3}	$\frac{0,563}{2,500} = 0,22520$
Lancey.....				
Goncelin (Marianette) ..	7,600	47m70	$3 \cdot 0 \times 10^{-3}$	$\frac{0,3 \cdot 0}{7,600} = 0,04078$
Theys.....				
Craponoz	14,500	4.857 m.	$\frac{0,0757}{29} = 0,0026$	$\frac{0,0026}{14,50} = 0,00018$
Moutfleury.....				

Quant aux effets sur lignes téléphoniques doubles, il y a lieu de distinguer deux cas, celui où les lignes n'étaient pas pourvues de croisement, et celui où elles en étaient pourvues.

En égard à la faiblesse des effets à mesurer, ces derniers résultats d'expériences ont été faits simplement sur la ligne Lancey-Versoud (groupe α).

Sur la ligne sans croisements, les effets induits ont été de 0,167 volt (courant inducteur 30 ampères alternatifs, distance moyenne des lignes, 7 à 10 mètres, longueur du parallélisme, 2 500 kilomètres). Quant aux mêmes lignes doubles dépourvues de croisements, isolées du groupe α , on n'a obtenu aucune déviation sensible de l'électrodynamomètre, et un contrôle de la faiblesse de ces effets a été effectué par embrochage, sur ces lignes, d'un téléphone qui n'a donné naissance qu'à un son extrêmement faible.

Résultats obtenus dans les essais à courants continus.— Ils devaient, naturellement, donner lieu à une intensité d'effets beaucoup moins considérables que ceux à courants alternatifs, la partie variable ou ondulée du courant pseudo-continu de la dynamo employée oscillant entre 1 et 2 milliampères pour 26 ampères inducteurs moyens. Les effets induits produits ont donc été insignifiants, imperceptibles même. Il est à peine utile de dire que nous n'avons opéré, dans cet ordre de recherches, que sur les lignes du groupe α . Cependant, il ne convient pas de généraliser d'une manière absolue la portée de ces résultats négatifs obtenus avec les courants continus. Il convient de remarquer que nous avons opéré sur une machine à courant continu de traction, donc de voltage moyen, et pour laquelle le rapport du nombre des lames du collecteur à la tension produite était réellement élevé.

Rien ne nous permet d'espérer que les effets du courant continu seraient tout à fait aussi inoffensifs avec une machine à courant

continu de tension élevée, dans laquelle le rapport du nombre des lames à la tension serait beaucoup plus petit.

Telles sont, brièvement résumées, les opérations expérimentales auxquelles nous nous sommes livrés durant les deux campagnes d'été 1906 et 1907. A nous, simple expérimentateur chargé de la réalisation pratique d'une méthode d'essai, n'appartient pas pas de discuter les résultats obtenus et de mettre en lumière leur sujet. Le rapport d'ensemble présenté au comité d'électricité par M. Harlé, président de la commission, et qui contient *in extenso*, outre le compte-rendu de nos expériences, une magistrale étude de notre collègue et ami M. Brylinski, « sur l'interprétation des résultats obtenus et les conclusions qu'ils entraînent » jette un jour définitif sur la question, et constitue un document de haute valeur qui fera jurisprudence en la matière. Pour nous, dont le rôle est plus modeste, nous aurons été trop heureux si nous avons pu, au prix de nos efforts, réussir à rassembler quelques résultats pratiques de quelque utilité pour la si intéressante industrie des transports d'énergie.

LE LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

(Suite.)

II^e — GROUPE DES ESSAIS HYDRAULIQUES (*)

Ensemble de l'installation.— Le groupe des essais hydrauliques est installé dans un local parallèle à la rue Vaucanson, et dit « sous-sol Vaucanson ». La planche montre la disposition essentielle de la station des essais hydrauliques. Le sol est en béton, dans l'épaisseur duquel sont noyés des fers à double T assemblés parallèlement et solidement scellés, qui permettent le montage des machines à soumettre aux essais, en un point quelconque de la salle.

Dans l'axe de cette salle sont creusés deux canaux SP₁I et SP₂I, terminés en S chacun par un déversoir. Ces canaux font communiquer la citerne A, d'une capacité de 20 mètres cubes environ, avec une citerne I, d'une profondeur de 2m 50, qui sert de chambre de repos, et permet également l'installation des turbines devant fonctionner noyées.

Une pompe C vient s'alimenter dans la citerne A; elle refoule son eau dans la conduite E d'où elle alimente les turbines en essai T; l'eau est déversée par la turbine dans la chambre I, d'où elle fait retour à la citerne A, après avoir traversé les déversoirs S dont l'utilité est de mesurer l'eau débitée par les appareils en essais. Du reste, nous reviendrons plus loin sur la description de nos déversoirs. Au plafond, ainsi que sur le sol de la salle d'essai, sont fixées un certain nombre de conduites de dimensions différentes B, D, E, V (etc.), que l'on peut voir sur la planche I, et qui servent à l'organisation des divers essais.

La pompe C constitue pour le Laboratoire une véritable petite chute de montagne; elle peut débiter 135 litres par seconde sous 58 mètres de charge. Cette pompe est actionnée par deux moteurs électriques M₁ (100 HP) et M₂ (50 HP), pouvant ensemble développer 150 à 200 chevaux.

(*) Avant d'aborder la description du groupe des essais hydrauliques, nous tenons à rappeler ici l'appui qu'a bien voulu nous accorder la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques qui, dès 1903, avait nommé une commission d'étude des essais hydrauliques (Voir *La Houille Blanche* d'octobre 1903).

Cette commission avait élaboré, en ce qui concerne les essais turbines que nous allons décrire plus loin, un programme de travaux dont elle a confié la réalisation à notre Laboratoire, en mettant à sa disposition les moyens d'exécution. Nous sommes heureux de rendre hommage au concours précieux que nous ont apporté, en toutes circonstances, son regretté président, M. PINAT, son président actuel, M. CORDIER, et tous ses membres.

Planche I. Installation générale du Groupe des Essais hydrauliques

A la pompe C, l'on peut substituer une autre pompe donnant 500 litres par seconde sous 2 ou 3 mètres de charge seulement, elle est destinée à l'exécution des essais qui demandent un plus grand débit et une charge moindre.

Comme on le voit, il est facile, en utilisant la pompe voulue, de créer pour chaque essai la chute nécessaire; c'est la pompe C qui est le plus généralement employée. Nous en donnerons plus loin une description détaillée, qui nous fournira l'occasion de donner un exemple de la manière dont nous exécutons un essai de pompe; mais nous voulons tout d'abord fixer les détails des instruments de mesure employés dans nos essais hydrauliques.

Des appareils de mesure employés dans les essais hydrauliques. — Pressions.

Les pressions, ou hauteurs de chutes d'eau dans le cas des turbines, et hauteurs de refoulements dans le cas de pompes, sont mesurées à l'aide de manomètres métalliques pour les très hautes pressions, de manomètres à mercure pour les moyennes pressions, et enfin de manomètres à eau pour les très faibles pressions. Le mercure, ou l'eau, sont renfermés dans des tubes en

FIG. 4.
Manomètre.

verre en forme d'U; parallèlement à ces tubes, une graduation *ab*, munie de curseurs, permet de lire avec précision la hauteur de charge. Des robinets à plusieurs voies, P_1 et P_2 , sont convenablement disposés pour pouvoir purger d'air les parties hautes des conduites, ou les manomètres eux-mêmes. Ces manomètres sont représentés par la figure 4, sur laquelle A et B sont des tubes de verre; *ab* est une règle graduée en millimètres. Le robinet P_1 est relié à la pompe dans le cas de l'emploi du mercure, ou à un réservoir d'air lorsqu'on emploie de l'eau.

Puissances. — La mesure de la puissance dépensée dans le cas des pompes, et de la puissance recueillie dans le cas des turbines ou des moteurs hydrauliques, se fait à l'aide d'appareils de mesure électriques de haute précision, étalonnés avant et après chaque essai. On tient compte, bien entendu, du rendement des machines et des transmissions, s'il y a lieu. Dans certains cas, on a recours aux freins de Prony ou aux dynamo-dynamométriques. Ces derniers seront décrits plus loin dans le chapitre qui traitera des essais d'hélices aériennes, et des moteurs thermiques.

Débits. — Connaissant la pression et la puissance consommée, ou recueillie, il ne nous reste plus qu'à jauger avec précision l'eau débitée pour avoir en main le troisième élément d'un essai hydraulique complet. Les jugeages d'eau se font avec trois appareils différents, suivant l'importance des débits à mesurer.

S'il s'agit de petits débits, compris entre 0 et 100 litres par minute, on utilise des hectolitres gradués, et vérifiés par pesée. Pour les débits moyens, de 1,5 à 10 litres par seconde, on opère avec une bêche à orifices d'écoulement, et pour les débits supérieurs à 40 mètres cubes à l'heure, on utilise deux déversoirs dont la capacité peut dépasser 1 000 mètres cubes à l'heure.

Hectolitres. — Les hectolitres que possède le Laboratoire sont cylindriques, et gradués de litre en litre, depuis 50 litres jusqu'à 110 litres. La graduation occupe l'axe du cylindre, pour éviter sur la lecture l'influence d'un défaut d'horizontalité.

Bêche à orifices. — La bêche à orifices (fig. 5) est cons-

tituée par un grand cylindre B, de 1 m 20 de diamètre, servant de réservoir d'eau, dans l'axe duquel est introduit un cylindre plus petit A, de 0 m 60 de diamètre, terminé en haut par un entonnoir grillagé pour l'arrivée de l'eau; ce cylindre est sans fond, il est fixé au grand par des entretoises P. On a employé pour leur construction des tôles galvanisées de 2 mm. d'épaisseur; le fond du grand cylindre est en tôle de 3 mm. Quatre amorces de conduites 1, 2, 3 et 4, sont fermées par un fond plat, en tôle de 10 mm. d'épaisseur, portant 4 orifices en bronze dur en mince paroi, de différents diamètres. La figure 6 donne, à plus grande échelle, la coupe de l'un de ces orifices.

Un robinet de vidange R permet de vider complètement la bêche. Le robinet N fait communiquer l'intérieur de la bêche avec un tube en verre porté par une graduation décimale remontant jusqu'à sa partie supérieure. La hauteur totale de la bêche est de 1 m 50.

Cette bêche est installée en O de la planche I, sur un socle en madriers de bois, parfaitement horizontal. Les dimensions de l'appareil sont telles que le comportent les diamètres des orifices d'écoulement. Dans ces conditions, on

FIG. 5 et 6. — Détails de la bêche à orifices.

aurait pu admettre pour cet appareil le coefficient de débit 0,600, donné par la plupart des auteurs; mais, dans le cas où les 4 orifices fonctionnent ensemble, l'eau prend dans la bêche un mouvement de rotation qui trouble légèrement la

netteté des jets; dans ces conditions, il devenait indispensable de jauger expérimentalement les débits des orifices, sous la charge normale de un mètre adoptée.

La bêche fonctionnant avec un 1, 2, 3 et 4 orifices ouverts à la fois, l'eau a été recueillie dans des bacs pesés. On a ainsi vérifié, par pesée de l'eau, les coefficients de débits correspondants. Les résultats de ces expériences sont condensés dans le tableau suivant :

Résultats du tarage de la bêche à orifices

Diamètre des orifices	Coefficients de débit	Hauteur de charge sous laquelle fonctionnait la bêche
UN SEUL ORIFICE OUVERT :		
40 m/m	0,6000	1m339
30 m/m	0,6080	1m041
2 ORIFICES (1 et 2) OUVERTS SIMULTANÉMENT		
40 m/m	0,6012	1m040
30 m/m	0,6078	1m040
3 ORIFICES (1, 2 ET 4) OUVERTS SIMULTANÉMENT		
40 m/m	0,6007	1m42
30 m/m	0,6084	1m043
30 m/m	0,6103	1m039
4 ORIFICES OUVERTS SIMULTANÉMENT		
40 m/m	0,6038	1m044
30 m/m	0,6097	1m013
40 m/m	0,6029	1m049
30 m/m	0,6118	1m038

Déversoirs. — Enfin, pour les gros débits, on utilise les déversoirs dans l'exécution desquels nous nous sommes inspirés des très belles études de M. Bazin sur la matière^(*). Malheureusement, les dimensions du local n'ont pas permis de reproduire exactement le déversoir-type de M. Bazin, de telle sorte que, comme dans le cas de la bêche, il est devenu indispensable de déterminer expérimentalement les coefficients de débits de notre appareil.

Ces très longues expériences, dont nous ne donnerons ici qu'un très succinct résumé, sont publiées en détail dans le n° 15 du Bulletin du Laboratoire des Arts et Métiers. Le Laboratoire possède maintenant un appareil permettant d'évaluer le débit d'une machine hydraulique à moins de 1 pour 100 près. La planche I montre les deux rigoles P_1 et P_2 des déversoirs, terminées chacune par un déversoir en mince paroi sans contraction latérale, et disposé de manière à permettre à l'air emprisonné sous la nappe de s'écouler convenablement sans laisser de pression sous elle. Chacune des rigoles se trouve communiquer avec les puits R (voir Pl. II) par une conduite souterraine; dans ces puits plongent deux règles à pointes renversées, permettant de mesurer avec une très grande précision le niveau de l'eau et, partant, la charge sur la crête des déversoirs. Nous décrivons tout d'abord cet appareil accessoire.

Appareil pour mesurer les hauteurs de charge des déversoirs. — La planche II représente les détails de la règle à pointe renversée dont l'idée, très originale, est due à MM. Bazin et Hégly; c'est celle qu'ils ont utilisée dans leurs expériences de déversoirs déjà citées plus haut.

Le puits R est situé à 5 mètres en amont du déversoir et est divisé en trois compartiments A, B et C. A et B sont respectivement en communication avec les rigoles P_1 et P_2 , (Pl. I) par une conduite souterraine venant aboutir aux orifices O et O'. Par les orifices s et s_1 , qu'on peut obturer par des bouchons, on peut faire communiquer, soit le compartiment A, soit le compartiment B, avec le compartiment C. Ce dernier contient un flotteur T, dont la tige est en connexion avec un enregistreur à mouvement d'horlogerie, inscrivant sur une feuille spéciale la courbe des charges du déversoir avec lequel on opère.

Dans les compartiments A et B, plongent les tiges R_1 et R_2 , terminées à leurs extrémités inférieures par les pointes renversées. Leurs extrémités supérieures sont solidement assemblées, et se terminent par une tige unique en laiton qui peut glisser à frottement doux dans le manchon E. En produisant ce glissement à la main, on amène la pointe de la règle à peu près en contact avec le niveau de l'eau; on manœuvre alors le bouton fileté D qui, serrant un collier, vient rendre la tige à pointe solidaire du manchon E. Ce manchon fileté extérieurement porte un écrou molleté F venant reposer sur le support K de la règle. En tournant à la main l'écrou F, on fait monter ou descendre la tige à pointe, et l'on amène cette dernière à coïncider exactement avec la surface du liquide. Une butée H limite le mouvement de bas en haut, celui de haut en bas étant limité par le contact du bouton E sur l'écrou F. La tige porte-pointe est solidaire d'un vernier N qui se déplace sur une règle M fixée sur les deux supports K et K' qui servent en même temps de guidage aux tiges à pointes. Ces deux supports sont de fortes consoles en fonte, solidement boulonnées sur un pilier en maçonnerie.

La règle M a été graduée avec grand soin, et vérifiée, sur les comparateurs du Laboratoire. Le point zéro, ou charge nulle des déversoirs, a été repéré par plusieurs expériences très soignées.

Le contact de la pointe renversée avec la surface du liquide se constate avec une précision extrême, en ayant soin d'observer la pointe, en la faisant se détacher sur l'image d'un écran blanc, vu par réflexion sur la surface du liquide; dans ces conditions, dès que la pointe entre en contact avec la surface, elle produit un petit ménisque qui se décelle immédiatement par un petit point noir sur l'écran blanc.

Le flotteur, d'un genre un peu spécial par son guidage très soigné, porte une tige T manœuvrant directement le crayon de l'enregistreur. Ce dispositif évite toute paresse dans l'inscription de la courbe, chose qui se présente souvent avec les connexions souples par fils d'acier. Ainsi conçu, cet enregistreur a donné toute satisfaction. Il n'est utilisé que pour avoir l'allure générale de l'expérience, les lectures des hauteurs de charge se faisant toujours directement sur le vernier de la règle. On fait, en général, pendant toute la durée d'un essai, une lecture par minute.

Tarage des déversoirs. — La planche I montre le dispositif expérimental que nous avons adopté dans le tarage de nos deux déversoirs.

La vanne N est fermée, une conduite dérivée F permet d'alimenter la bêche à orifices, placée en O, autour de laquelle 4 tonneaux a , a_1 , a_2 , a_3 , convenablement disposés, recueillent l'eau des 4 orifices et la déversent à l'aide de manches en toile dans la chambre I, en tête des rigoles des déversoirs. Une conduite G permet d'alimenter un compteur Venturi V dont l'eau fait retour dans la chambre I par

(*) BAZIN. *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1888 (octobre).

la conduite V_1 ; enfin, une dérivation H permet d'alimenter la bêche après le Venturi.

1° *Petit déversoir*. — Il est facile, d'après la description qui précède, de se rendre compte, en regardant la planche I, que, par un jeu convenable des vannes, on peut alimenter la bêche à orifices O, soit directement par la canalisation F, soit indirectement par les canalisations G et H. Dans ces conditions, on peut à volonté réaliser les 3 combinaisons suivantes :

- 1) On alimente la bêche et le compteur par G et H;
- 2) On alimente le compteur seul par G.
- 3) On alimente le compteur par G, et la bêche par F.

La bêche, avec les 4 orifices ouverts, pouvait débiter environ 10 litres par seconde.

En utilisant la combinaison 1) bêche et compteur, on cherche le coefficient de débit du petit déversoir, pour 10 litres par seconde.

Pour trouver ce chiffre, ainsi que les suivants, nous procédons par groupes de 4 expériences, qui compren-

Dans les expériences précédentes, le petit déversoir fonctionnait seul, le grand étant fermé par une cloison placée près de sa crête. Cette cloison était rendue soigneusement étanche au moyen d'un tuyau en caoutchouc, disposé sur 3 de ses côtés, et gonflé d'air après la mise en place de la cloison.

2) *Grand déversoir*. — Le petit déversoir, ainsi taré jusqu'à 90 litres par seconde, permet de tarer le grand jusqu'à ce même débit. Pour les débits supérieurs, on procédera comme plus haut, le petit déversoir jouant cette fois le rôle attribué précédemment à la bêche.

On opère alors par les combinaisons suivantes :

- 4) On alimente le compteur et le petit déversoir seul;
- 5) On alimente le compteur et le grand déversoir seul;
- 6) On alimente le compteur et les deux déversoirs simultanément.

La combinaison 4) permet de tarer le compteur pour 90 litres, la combinaison 5) permet de tarer le grand déversoir pour 90 litres également, puis, en conservant au grand

FIG. 7. — Coefficients de débits des déversoirs.

nent chacune environ 10 lectures de la règle donnant la hauteur de charge du déversoir, et 10 lectures de la règle donnant la hauteur de charge au dessus des orifices de la bêche. Ces lectures ont été faites à des intervalles de temps réguliers (une minute). Le coefficient adopté est la moyenne des 4 résultats obtenus (suffisamment concordants). Nous aurons ainsi du même coup taré le compteur pour ce débit de 10 litres par seconde.

Utilisant maintenant la combinaison 3), le compteur alimenté par G, et la bêche par F, on pourra tarer le déversoir pour 20 litres, puis, à l'aide du coefficient obtenu ainsi pour le déversoir, tarer, par la combinaison 2), le compteur seul par G, le compteur pour 20 litres, puis, par la combinaison 2), le déversoir pour 30 litres, et par la combinaison 3), le compteur pour 30 litres, etc... et ainsi de suite de proche en proche, jusqu'à la limite de débit du déversoir. On a ainsi atteint 90 litres par seconde environ, correspondant pour le petit déversoir à une hauteur de charge de 0m29.

déversoir ce débit de 90 litres, la combinaison 6) permettra de tarer le compteur pour un débit supérieur, et ainsi de proche en proche.

D'ailleurs, on a répété ces mesures en partant de débits plus faibles pour le petit déversoir, et l'on a obtenu une série de coefficients d'une façon indépendante les uns des autres, qui se sont groupés sur une même courbe.

On a procédé comme plus haut, chaque chiffre est la moyenne de 4 séries de groupes de 10 lectures au moins.

D'après l'étude de la méthode de mesure, on peut affirmer que ces déversoirs nous permettent de mesurer un débit avec une précision supérieure à 1 pour 100 (*).

On trouvera ci-joint deux tableaux résumant les résultats obtenus dans ces tarages. Les courbes de la figure 7 sont les traductions graphique des chiffres de ces deux tableaux. Les points expérimentaux sont reportés sur les

(*) Voir à ce sujet le *Bulletin* n° 15 du Laboratoire d'Essai, pages 17 et 18.

Planche II.

Appareil pour mesurer les hauteurs de charge sur le déversoir

Fig 1. Coupe verticale. f g.

Fig 2 Coupe horizontale a b c d e.

Fig 3. Coupe verticale j k l m

Fig 5. Coupe verticale h i.

Fig 4.

courbes pour donner au lecteur une idée de la précision et du nombre des mesures effectuées. Chaque point est la moyenne d'une série de 12 ou 16 lectures.

Résultats du tarage des déversoirs

1° Tarage du petit déversoir (largeur = 0^m280)

Voir figure 7.

Hauteur de charge	Coefficient de débit Résultats d'essais	Coefficient de débit lu sur la courbe
0 ^m 0721	0,4431	0,4438
0 1094	0,4497	0,4488
0 1138	0,4476	0,4493
0 1494	0,4546	0,4549
0 1497	0,4561	0,4550
0 1811	0,4591	0,4607
0 1813	0,4605	0,4607
0 1991	0,4637	0,4615
0 2147	0,4685	0,4678
0 2188	0,4700	0,4687
0 2401	0,4706	0,4732
0 2423	0,4752	0,4736
0 2643	0,4781	0,4783
0 2904	0,4836	0,4838
0 2911	0,4827	0,4840

2° Tarage du grand déversoir (largeur 0^m6525)

Voir figure 7.

Hauteur de charge	Coefficient de débit Résultats d'essais	Coefficient de débit lu sur la courbe
0 ^m 1067	0,4530	0,4515
0 1068	0,4522	0,4515
0 1123	0,4522	0,4530
0 1257	0,4555	0,4569
0 1269	0,4580	0,4574
0 1287	0,4585	0,4579
0 1402	0,4617	0,4615
0 1403	0,4609	0,4615
0 1420	0,4626	0,4622
0 1435	0,4637	0,4627
0 1595	0,4691	0,4681
0 1641	0,4698	0,4696
0 1651	0,4683	0,4700
0 1742	0,4731	0,4731
0 1754	0,4744	0,4735
0 1918	0,4792	0,4799
0 1964	0,4830	0,4806
0 2040	0,4822	0,4831
0 2105	0,4882	0,4853
0 2120	0,4858	0,4858
0 2122	0,4827	0,4859

L'installation générale déjà décrite permet l'essai de pompes et de machines hydrauliques importantes; les quelques exemples qui vont être donnés dans un prochain article montreront clairement l'application de ces appareils de mesures.

(A suivre).

BOYER-GUILLON, *Ingénieur civil des Mines,*
Chef de la section des essais de machines au Laboratoire
d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

CONSTRUCTION

DES

LIGNES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE

Rapport présenté au Congrès de Marseille par M. Le Roy, directeur du réseau du Var à la Société Énergie électrique du Littoral méditerranéen

Le choix des supports d'une ligne de transport d'énergie dépend principalement de trois facteurs : Sécurité de l'exploitation, prix de premier établissement, coût de l'entretien.

Nous nous occuperons donc tout d'abord des accidents des lignes électriques à haute tension, en étudiant les moyens de diminuer la fréquence de ces accidents, et l'influence du choix du support.

1. *Court-circuit provenant du contact de branches d'arbres, de chutes d'arbres, de chutes de pierres, du contact d'animaux, ou du contact direct des fils entre eux.* — Il est facile de se prémunir contre les chutes d'arbres ou contact de branches en élaguant largement et abattant les arbres situés dans le voisinage immédiat de la ligne. On doit considérer comme une règle absolue qu'aucune branche ne doit être à une distance moindre de 5 m. des fils de ligne.

Le tracé de la ligne devra être étudié de façon à éviter autant que possible les grandes traversées de bois, et de façon à éviter aussi de placer la ligne en contre-bas d'éboulis ou de rochers peu stables. Dans les régions très montagneuses, cette dernière indication n'est pas très facile à suivre; les lignes à grandes portées favoriseront alors la sécurité du transport en permettant de sauter de contrefort en contrefort.

Les animaux qui viennent le plus souvent en contact avec les fils sont les oiseaux, et quelque mammifères grimpeurs. L'interruption qu'ils occasionnent est, en général, momentanée. Dans les transports à haute tension, dont les fils sont très écartés, ce genre d'interruption est moins fréquent avec les supports peu conducteurs (bois, par exemple) qu'avec les supports métalliques. Ces interruptions peuvent, d'ailleurs, être complètement évitées dans le cas de transport à fils très écartés, en ne mettant pas le centre de la distribution à la terre.

Les contacts directs entre fils de ligne se produisent quelquefois lorsque plusieurs fils sont sur un même plan horizontal. Cette disposition est fréquemment adoptée en Amérique, où l'on admet que l'écartement entre fils doit être au moins égal à la moitié de la flèche. Dans le cas de très grandes portées (300 m. ou 400 m.), il est préférable de placer les conducteurs à des niveaux différents.

2. *Supports détruits ou abattus. Les supports d'une ligne peuvent brûler dans un incendie de forêts, être brûlés par le courant, être renversés par un vent violent, ou parce que les eaux ont affouillé leurs fondations.* — Une large tranchée dans les forêts traversées (12 m. à 15 m.), diminue sérieusement le risque d'incendie des supports de ligne; si, de plus, dans cette tranchée, on place des supports incombustibles, tous les risques de cette espèce disparaîtront.

De bonnes fondations, un calcul sérieux des supports d'une ligne, en tenant compte des angles, des différences de portées, de la violence des vents, de la neige, etc., rendront presque impossible le renversement des supports sous l'action des intempéries.

Le tracé devra être étudié de façon à éviter toute action des eaux sur les fondations.

3. *Isolateurs brisés. Les isolateurs peuvent être brisés par malveillance (coups de fusils, coups de pierres), par l'effet de la traction des fils, par les surtensions et par suite d'effets de dilatation.* — Énumérer ces causes d'accidents, c'est énumérer les qualités que l'on doit demander aux isolateurs. Ceux-ci doivent satisfaire, non seulement aux essais électriques que nous indiquerons plus loin, mais aussi à des essais mécaniques sévères, ayant pour but de s'assurer que les isolateurs résisteront bien à la traction des fils, et même dans une certaine mesure aux coups de fusils.

Pour éviter le bris des isolateurs par dilatation, il y a lieu d'examiner les dilatations relatives de la porcelaine de l'isolateur et du mastic employé, tant pour le scellement des cloches entre elles, que pour le scellement de l'isolateur complet sur sa ferrure. En plongeant l'isolateur scellé, successivement dans l'eau chaude et dans l'eau froide, et en réalisant des différences de température de 85° à 90°, on s'assurera que le mastic employé est bon. En général, le ciment de Portland donne de bons résultats avec tous genres de porcelaines. Le mélange de litharge et de glycérine donne de bons résultats avec certaines porcelaines, et mauvais avec d'autres; le soufre donne de mauvais résultats, ou de médiocres résultats, avec presque toutes les porcelaines.

4. *Accidents dus à la foudre.* — L'électricité atmosphérique a de multiples moyens d'action sur les lignes de transport de force. Elle peut agir :

Par induction électrostatique : par exemple, lorsqu'un nuage chargé d'électricité passe au-dessus d'une ligne;

Par induction électromagnétique : lors de décharges entre deux nuages situés dans le voisinage de la ligne;

Par action directe lorsque la foudre tombe sur un support de la ligne;

Peut-être, par ionisation de l'air, dans le cas où la foudre tombe dans le voisinage de la ligne, etc.