

Ces essais ont permis de vérifier l'exactitude des formules théoriques et de constater qu'on pouvait, d'un côté à l'autre d'une route, protéger complètement un circuit téléphonique sans terre par un nombre restreint de croisements judicieusement établis.

18 Nous ne considérons pas cependant les formules empiriques établies comme constituant le point final du problème et nous estimons qu'il y a lieu de les vérifier.

Nous pensons qu'il serait avantageux de s'en servir pour voir si le retour par la terre pourrait être essayé sans inconvénients sur un grand transport existant. Dans ce cas, il y aurait un intérêt évident à faire cet essai, et à vérifier si, malgré la diversité des terrains et la grande longueur, les différents phénomènes qu'on peut prévoir à l'aide des données ci-dessus sont bien de l'ordre de grandeur qu'on peut prévoir à l'avance.

On arriverait ainsi à rectifier et à compléter ces premiers résultats, et l'on aurait sans doute entre les mains tous les éléments nécessaires pour étudier l'influence d'un transport quelconque à retour par la terre.

En résumé, la question a fait un pas considérable en avant, et l'on peut espérer voir le retour par la terre des grands transports industriels entrer prochainement dans le domaine de la pratique.

Le retour par la terre des courants industriels

EXPÉRIENCES EFFECTUÉES EN 1906-1907

Communication faite au Congrès de Marseille par M. BARBILLON, Directeur de l'Institut électro-technique de Grenoble.

Le cadre étroit de cette note-ci nous interdit de décrire en détail les dispositifs expérimentaux employés, ainsi que de faire autre chose que de consigner, dans leur extrême généralité, les résultats obtenus.

Nous croyons cependant devoir insister sur quelques points relatifs à la production des courants inducteurs et à l'observation des courants induits dans les lignes à courants, faibles pseudo-parallèles aux premières, dussent ces quelques détails servir seulement à mettre en évidence l'importance des moyens matériels dont nous disposions, et l'ampleur expérimentale que nous avons pu donner à notre étude.

But des expériences. — Comme on le sait, un transport de puissance électrique utilisant le sol comme portion du circuit de retour, suivant l'expression consacrée par l'usage, comporte essentiellement un groupe de générateurs d'énergie, une ligne de transmission et un groupe de récepteurs plus ou moins complexes, l'un des pôles du groupe de récepteurs et l'un des pôles du groupe de générateurs étant connectés avec le sol.

Les terres ainsi constituées aux deux bouts présentent une résistance plus ou moins forte, dépendant de la perfection relative avec laquelle elles ont été établies. Elles donnent naissance à une chute de tension ohmique, donc à une perte de puissance pour l'exploitant. D'autre part, le passage inévitable d'un courant dans le sol, courant dû aux différences de potentiel existant entre les deux terres, et la constitution d'une sorte de cadre fermé par les lignes de transmission (conducteur d'aller) et le sol (conducteur de retour) déterminent des effets d'induction dans les lignes à faibles courants (télégraphiques, téléphoniques, circuits de signaux, etc.), se trouvant dans une certaine zone d'influence. C'est à la détermination des conditions matérielles dans lesquelles s'exercent ces effets perturbateurs qu'est consacrée la présente étude, à l'exclusion de toute recherche relative à l'influence de la constitution des terres, dans les diverses questions soulevées par l'emploi du sol comme portion intégrante d'un circuit de transmission d'énergie. Dans une étude précédente, mon éminent prédécesseur, M. Pionchon, a magistralement résumé les conclusions des expériences de 1903, entreprises comme celles-ci sur l'Initiative du Comité d'électricité (1), et plus particulièrement consacrées à l'étude de la forme de la décroissance de la différence de potentiel depuis la prise de terre

proprement dite, et à l'influence sur cette décroissance du choix de terres constituées de façons différentes.

L'étude des influences perturbatrices apportées aux lignes à faibles courants par les lignes utilisant le retour par le sol est, comme on sait, d'une importance capitale pour l'industrie des transports d'énergie.

D'une manière générale, le but poursuivi au cours de cette dernière série d'expériences (1) a été de déterminer l'ordre de grandeur le plus exact possible de ces effets inducteurs, par la mesure directe des courants induits dans les lignes d'expérience, en faisant varier, dans les plus larges limites possibles, les conditions du problème.

Dispositions générales. — L'on s'est efforcé de réaliser les expériences précitées dans des conditions se rapprochant le plus possible de la pratique industrielle. A cet effet, on a expérimenté principalement les effets inductifs produits sur des lignes induites déterminées, au moyen d'une transmission d'énergie électrique alternative à haute tension (11.000 volts en moyenne, 42 périodes), prenant terre à ses deux extrémités : la consommation de la majeure partie de l'énergie produite s'effectuant dans une résistance liquide située à l'extrémité de la ligne inductrice opposée à celle terminée à l'usine.

Des lignes induites l , réparties en trois groupes a , b , c , situés à des distances différentes de la ligne inductrice et prenant terre en des points t et t' , étaient soumises aux effets inductifs provenant du passage du courant dans cette ligne inductrice. On mesurait, au moyen d'appareils appropriés, les courants induits dans les lignes d'expérience, et, par la connaissance plus ou moins exacte de la résistance et de la réactance du circuit induit, on passait de là à la connaissance de la tension induite.

Des essais analogues ont été effectués, mais en moins grand nombre et dans des limites plus restreintes, avec un courant inducteur continu.

En outre de ces séries principales d'expérience, tendant en fait à la détermination d'un certain nombre de coefficients intéressants dans l'étude du fonctionnement des lignes aériennes à retour de courant par la terre, on a aussi procédé à divers essais connexes et, en particulier, à la recherche expérimentale des influences exercées par le même courant inducteur sur les lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux en service normal, c'est-à-dire pourvues de leurs appareils et en activité.

Pour ne contrarier en rien le fonctionnement des services publics, les expériences ont été faites uniformément de midi à deux heures, temps pendant lequel les terres des bureaux affectés aux expériences pouvaient être mises à la disposition des expérimentateurs.

Avant de donner une description générale de l'installation, il convient de préciser les principes de la méthode employée sous la forme la plus simple et en éliminant le plus possible les calculs auxiliaires qui n'ont été introduits qu'à titre correctif dans cette étude.

Théorie simplifiée de la méthode employée. — Appelons I_{eff} la valeur efficace du courant inducteur alternatif supposé provisoirement sinusoïdal. Ce courant inducteur induit dans une des lignes l une force électromotrice I_{eff} proportionnelle, théoriquement, à la valeur efficace de I_{eff} et de même périodicité que ce courant. On peut donc définir un coefficient d'induction mutuelle M des deux circuits et le déduire de la relation simple.

$$MI_{\text{eff}}\Omega = e_{\text{eff}} \quad (1)$$

relation dans laquelle Ω représente la pulsation du courant inducteur ($\Omega = 2\pi F$, F étant la fréquence) e_{eff} la tension induite et I_{eff} le courant inducteur. I_{eff} peut être mesuré directement, ainsi que Ω . Au contraire, si théoriquement e_{eff} peut aussi être mesurée par insertion d'un électromètre ou d'un voltmètre suffisamment sensible et exact, il a semblé plus logique d'opérer autrement. Toujours dans le but de se rapprocher le plus possible des conditions de la pratique, et étant donnée, dans certains cas, l'extrême faiblesse des effets à mesurer, il a paru préférable de disposer sur les lignes l un électrodynamomètre très sensible, avec adjonction, suivant les besoins, de résistances supplémentaires, et de déduire, par un calcul simple, de la connaissance des courants induits, celle des forces électromotrices d'induction qui leur ont donné naissance.

(1) *Etude du retour par la terre des courants industriels* (expériences de Lancey, octobre 1903, effectuées sous la direction de M. HARLÉ, président de la Commission du retour par la terre), Grenoble, Joseph Baratier, éditeur.

(1) *Etude du retour par la terre des courants industriels* (expériences de Lancey, 1906-1907, deuxième série), effectuées sous la direction de M. HARLÉ; contenant les rapports de MM. BARBILLON et BRYLINSKI, avec introduction de MM. E. HARLÉ; Allier frères, éditeurs à Grenoble.

En effet, appelons R et L la résistance et la self-induction de la ligne l utilisant le retour du courant par la terre, R' et L' les résistances et les self-inductions supplémentaires qu'on peut être amené à intercaler sur la ligne, enfin R_1 et L_1 la résistance et la self-induction de l'électrodynamomètre.

Nous aurons évidemment, en appelant z l'impédance totale du circuit induit, dans nos hypothèses :

$$(2) \quad z_{\text{eff}} = i_{\text{eff}} \sqrt{(R + R' + R_1)^2 + (L + L' + L_1)^2 \Omega^2},$$

$$(3) \quad z = \sqrt{(R + R' + R_1)^2 + (L + L' + L_1)^2 \Omega^2}.$$

en supposant, pour simplifier nos formules, la capacité négligeable. L'introduction d'un terme relatif à la capacité n'entraînerait du reste, comme on le sait, qu'une complication de forme et fort peu importante.

On voit que si R_1 et R' d'une part, L_1 et L' d'autre part, sont accessibles, L , self-induction de la ligne utilisant le retour du courant par la terre, et R , résistance de cette ligne, nécessitent une détermination spéciale. Celle-ci est assez délicate, et elle a constitué l'une des grosses difficultés de nos expériences.

Nous croyons également utile de donner quelques indications sur le mode opératoire employé dans la réalisation de nos essais.

Essais à courants alternatifs. — Production du courant inducteur alternatif. — Le courant était engendré par un alternateur de 350 kilovolt-ampères, soit de 110 volts et 3.200 ampères à 42 périodes, tournant à la vitesse de 420 tours par minute et faisant partie de la station génératrice de la Société d'éclairage de la vallée du Grésivaudan. Cette machine était monophasée à 12 pôles et à 3 encoches par pôle.

Ce courant était envoyé dans des transformateurs statiques de 100 kilovolt-ampères, dont les primaires et les secondaires pouvaient recevoir des couplages différents, de manière à fournir aux bornes secondaires les tensions moyennes efficaces suivantes : 11.000 volts, 5.500 volts et 2.750 volts, qui correspondaient, en tenant compte du rapport normal de transformation, au voltage uniforme de 110 volts aux bornes des alternateurs.

Transmission du courant inducteur. — Des deux bornes secondaires du groupe des transformateurs, couplés de façon convenable, partaient deux fils de ligne. Le premier, d'une section de 30 millimètres carrés, constituait le fil de la terre T_1 (côté Lancey), installé sur la rive droite de l'Isère aux environs du village de Saint-Ismier, dans le voisinage des terres utilisées pour les expériences de 1903. Il était aérien, supporté par des isolateurs à haute tension, triple cloche, système Parvillée n° 125, modèle E.V. 15.000 volts, montés sur les pylônes métalliques affectés aux feeders du tramway de Grenoble à Chapareillan, ces isolateurs étant, du reste, disposés le plus loin possible (1^m50) des isolateurs de feeders, et le fil de terre soigneusement écarté, sur son parcours, de tout contact métallique quel qu'il fût. La longueur du fil de terre, comptée à partir des bornes secondaires des transformateurs, était de 1.560 mètres.

La seconde des lignes issues de l'usine génératrice jouant le rôle de ligne inductrice était constituée, depuis le départ des transformateurs, par les deux fils de transmission d'énergie haute tension de la Société d'éclairage du Grésivaudan, allant de Lancey à La Croix-Rouge, près Grenoble, toutes les autres dérivations étant coupées préalablement, de telle sorte que la ligne inductrice avait la composition suivante :

De A à B.	{ 5 000 m., 108 poteaux de 12 m. de long.
Section d'un conducteur 40 mm ²	{ Ecartement moyen des poteaux, 46 ^m ,40.
De B à G.	{ 6 600 m., 103 poteaux de 12 m. de long.
Section d'un conducteur 20 mm ²	{ Ecartement moyen des poteaux, 48 ^m ,20.
De G à H.	{ 2.520 m. 5,5 poteaux de 12 m. de long.
Section d'un conducteur 20 mm ²	{ Ecartement moyen des poteaux, 47 ^m ,80.
Longueur de la ligne inductrice	5.000 + 6.500 + 2.420 = 14.120 m.

La longueur de la ligne inductrice était donc pratiquement 13.300 mètres. le point R où se trouvait la résistance liquide étant à une distance d'environ 800 mètres du terminus H des lignes à la Croix-Rouge.

Les isolateurs des deux fils de ligne étaient situés à des distances variant de 50 à 60 centimètres.

Absorption du courant inducteur. — (Résistance liquide et terre T_2 à la Croix-Rouge). — La consommation de la majeure partie de la puissance fournie (environ 30 ampères sous 11.000 volts, soit 330 kilowatts ou 440 chevaux) s'effectuait dans une résistance liquide à circulation d'eau installée à la Croix-Rouge et équipée dans les conditions suivantes :

Dans le ruisseau bordant la propriété Gay, près de l'usine Neyret-Brenier, où était installé le poste récepteur, une pompe centrifuge à commande électrique, capable de débiter 150 litres à la minute, puisait de l'eau qu'elle refoulait au bas d'un cylindre constitué par des tuyaux de grès vernissé, d'une hauteur de 1^m50 et d'un diamètre intérieur de 30 centimètres. Un trop-plein situé à la partie supérieure de la colonne déversait dans le ruisseau l'eau qui circulait ainsi dans le cylindre de bas en haut. L'eau en mouvement constituait par suite une résistance liquide dont les deux pôles étaient respectivement :

1° *Vers le bas.* — Une armature métallique de fonte (base du pôle) ajustée sur les tuyaux, et en communication avec le sol par l'intermédiaire d'un fil de terre conducteur de cuivre (de 0 cm² 50 de section), et une plaque de terre soudée au fil, en forme rectangulaire de 1 mètre de côté. Cette plaque était enterrée verticalement dans le sol, le bord supérieur à une profondeur de 0^m80 environ, parallèlement au ruisseau et dans son voisinage immédiat. Les déblais, déjà humides par eux-mêmes, avaient été fortement arrosés lors de la constitution de la terre.

2° *Vers le haut.* — Un disque métallique, pourvu de fentes rectangulaires (grille du pôle dont le socle métallique de la colonne formait la base), relié à une tige rectangulaire de fer d'une hauteur de 1^m86, et protégée elle-même par une épaisse gaine de caoutchouc contre le contact de l'eau circulant dans la colonne. La manœuvre de cette grille, dont les fentes rectangulaires permettaient aisément la circulation de l'eau, s'effectuait au moyen d'une corde, d'une potence et d'un treuil. Cette corde était protégée par un double isolement (deux isolateurs haute tension) de tout contact avec les fils de ligne et la résistance liquide.

Le pôle supérieur de la résistance liquide (grille) était en communication métallique, par une ligne supportée par isolateurs haute tension (même modèle que ceux décrits plus haut), avec un ampèremètre, de calibre approprié aux courants inducteurs produits ; cette ligne gagnait le haut du poteau supportant la potence et jouant le rôle de poteau d'arrêt, et y rejoignait, par une dérivation, la ligne inductrice située sur la route départementale n° 2, de Grenoble à Montmélian.

La tension de la transmission d'énergie était contrôlée en outre par la lecture de deux voltmètres de 6.000 volts Hartmann et Braun n° 106 176 et n° 106,177 en série, reliés d'une part au fil de terre de la résistance et de l'autre à la borne de l'ampèremètre.

Le fonctionnement de la résistance liquide, remarquablement simple, a été extrêmement satisfaisant. On faisait varier avec la plus grande facilité la résistance de la colonne liquide par manœuvre de la grille, l'échauffement de l'eau était très réduit, la stabilité complète et les réglages aux changements de régime très rapides.

Essais à courants continus. — Production du courant inducteur continu. — Ce rôle était confié à une machine 500 000 volts de tramways, de la Société alsacienne de constructions mécaniques, installée dans la même usine génératrice de Lancey.

Transmission et absorption du courant inducteur continu. — Le courant continu ainsi produit était envoyé directement sur les mêmes lignes inductrices déjà étudiées. Vu la faiblesse de la tension disponible (600 volts au plus), on utilisait généralement directement la terre de la Croix-Rouge en court-circuitant la résistance liquide. On effectuait ainsi l'essai avec l'intensité maxima de courant susceptible d'être obtenue avec les moyens dont on disposait. Signalons que ce courant était de l'ordre de 20 ampères.

Lignes induites. — Constitution générale de ces lignes.

— Les groupes de lignes induites ont été au nombre de trois, choisis à des distances de la ligne inductrice assez différentes pour rendre le plus instructive possible la comparaison des effets obtenus sur ces diverses lignes.

Le groupe *a* était constitué par des lignes installées sur la route, départementale n° 2, occupant le bord (côté Isère) de cette route opposé à celui affecté à la ligne inductrice (côté montagne).

La distance des lignes inductrices et induites variait de 10 à 7 mètres. Ce pseudo-parallélisme existait sur une longueur d'environ 2 kilomètres 300.

Le groupe *b* était constitué par des lignes télégraphiques fer unifilaires (Grenoble-Theys) et téléphoniques cuivre bifilaire (Grenoble-Goncelin), réduite aux sections Theys-Muriette et Goncelin-Muriette, les sections Muriette-Grenoble étant isolées pendant la durée des essais. Les distances à la ligne inductrice de ces deux lignes oscillaient entre 168 mètres et 660 mètres.

Le groupe *c* était constitué par une ligne monofil de fer partant de Craponoz, près de Bernin, sur la rive droite de l'Isère et prenant terre à l'autre bout, au château de Bouquéron, près Corenc, après avoir quitté la route nationale n° 90, à la Croix de Montfleury, à une certaine distance du terminus de la ligne des tramways de Grenoble à la Tronche, distance comptée en dehors dudit réseau.

La figure jointe à cette étude nous donne le schéma de la situation relative de ces divers réseaux.

Quant aux différentes classes d'essais que, pour rester fidèles au programme qui nous était proposé, nous avons dû effectuer, nous les résumons ci-dessous.

Classification des essais. — Essais principaux. — Ces essais ont comporté essentiellement en des mesures de courants induits faites sur des lignes, mises à la terre aux deux bouts, ou isolées.

Il a été fait des essais à courant alternatif (classe A) et des essais à courants continus (classe C). Chacune de ces catégories

L'ensemble des essais est donc donné par le tableau suivant :

1°	{ Aa Ab Ac	2°	{ A'a A'b	3°	{ Ca	4°	{ C'a
----	------------------	----	--------------	----	------	----	-------

Soit encore :

- 1° Essais à courant alternatif sur lignes à la terre ;
- 2° — — — — — isolées ;
- 3° Essais à courant continu sur lignes à la terre ;
- 4° — — — — — isolées.

Essais auxiliaires. — En outre de ces essais, consistant proprement en la détermination des courants induits dans les lignes d'expérience, il a été fait un certain nombre d'expériences complémentaires, destinées à fixer certains points connexes de grande importance pour l'interprétation des résultats obtenus. Ce sont :

- 1° La détermination de la forme de la tension et du courant inducteur dans le cas des essais à courants alternatifs ;
- 2° La détermination de l'importance relative des ondulations de

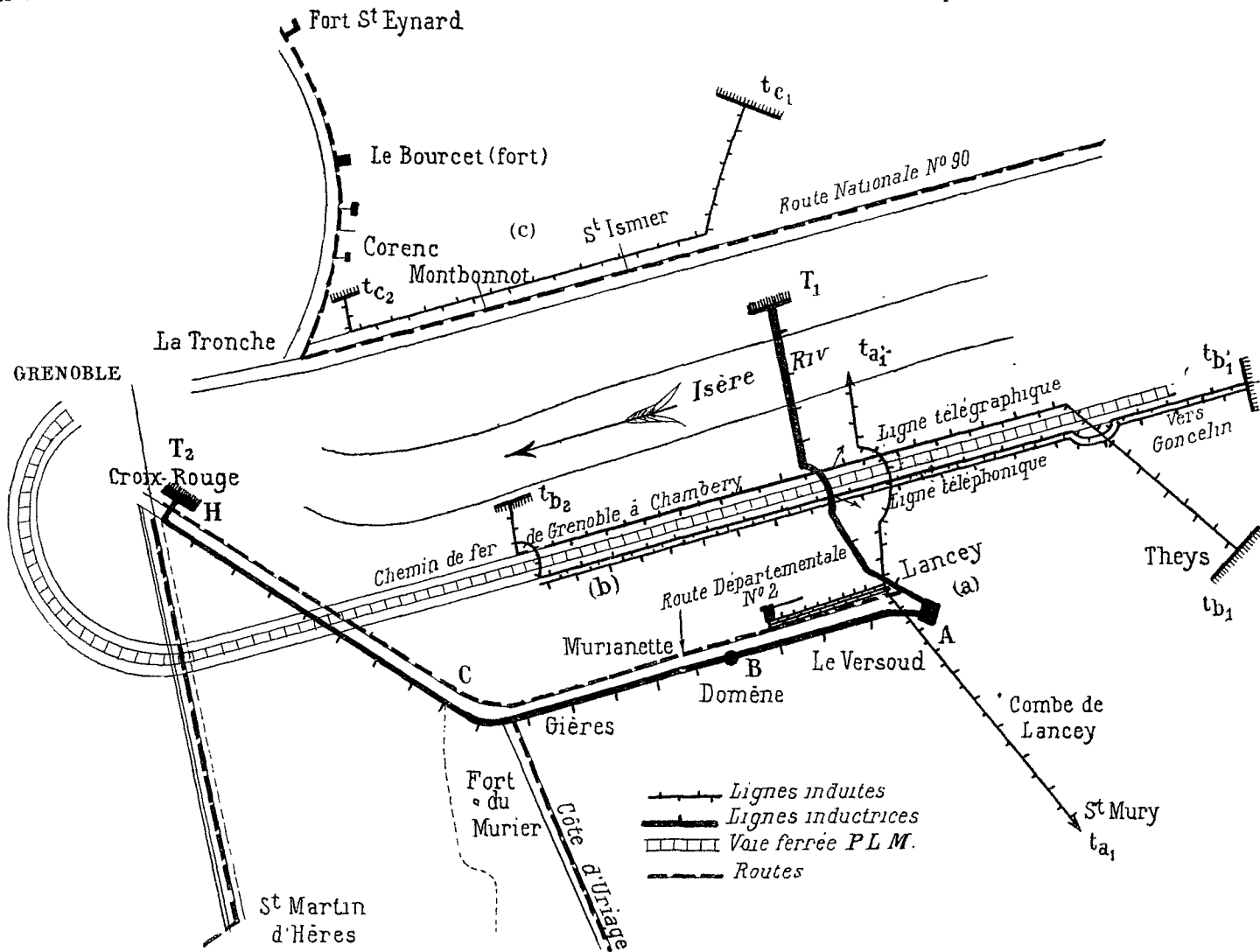


SCHÉMA DES LIGNES INDUCTRICES ET INDUITES

d'essais a porté sur un groupe de lignes induites, *a* (Lancy), *b* (Murianette), *c* (La Tronche), et a constitué ainsi des groupes d'essais dénommés Aa, Ab, etc.

Il a de même été effectué des essais en courant continu et en courant alternatif sur des lignes isolées (pourvues ou non de croisements). Ces séries d'essais constituent les classes A' et C'.

Nous avons ainsi le tableau symbolique suivant de nos essais principaux :

A	{ Essais à courants alternatifs sur lignes mises à la terre.	{ Aa du groupe <i>a</i> . Ab du groupe <i>b</i> . Ac du groupe <i>c</i> . etc. . . . etc.
---	--	--

Vu la faible influence inductrice due aux courants continus, la classe C n'a compris que des essais effectués sur le groupe *a* (Lancy-Le Versoud).

De même, dans la classe A' ne figurent pas d'essais effectués sur le groupe *c*, ce groupe ne comprenant qu'une ligne monofil.

la force électromotrice de la dynamo utilisée dans les essais à courant continu ;

3° La détermination du facteur de puissance d'une ligne utilisant le retour du courant par la terre ;

4° La détermination de la résistance des terres de la ligne du Versoud à Lancy (groupe *a*).

Les essais sur le terrain ont duré d'une façon ininterrompue, les dimanches exceptés, du 23 août au samedi 15 septembre 1906 inclus, et du 21 au 23 août 1907. Chaque série d'essais définitive a été précédée d'une série d'essais préliminaire servant à la mise au point et au réglage des appareils, aux choix des meilleures échelles de résistance à adopter, pour insertion sur le circuit de l'électrodynamomètre, enfin à une étude préalable des influences étrangères.

Quant aux procédés employés pour mettre en évidence les effets inducteurs provenant de l'influence de l'usine génératrice, ils tiennent tout entiers dans le programme journalier suivant, im-

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	8 ^m 25	563×10^{-3}	$\frac{0,563}{2,500} = 0,22520$
Lancey... ..				
Goncelin (Marianette) . . .	7,600	47 ^m 70	$3 \cdot 0 \times 10^{-3}$	$\frac{0,3 \cdot 0}{7,600} = 0,04078$
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 millampères 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 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 noyées 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 2^m 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 fixés 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.