

# Recherches sur les électro-aimants et leur application dans la télégraphie

Autor(en): **Schneebeli**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel**

Band (Jahr): **10 (1873-1876)**

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-88107>

## **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.

RECHERCHES  
SUR LES  
**ÉLECTRO-AIMANTS**  
ET  
LEUR APPLICATION DANS LA TÉLÉGRAPHIE

PAR LE  
**Dr SCHNEEBELI,**  
Professeur à l'Académie de Neuchâtel.

---

(Mémoire présenté à la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, dans sa séance  
du 10 février 1876.)

---

I

Dans une communication précédente <sup>(1)</sup>, j'ai donné les résultats d'une série d'expériences qui avaient pour but d'éclaircir les conditions d'où dépend la vitesse de transmission des signaux électro-magnétiques à travers les lignes télégraphiques. Comme je l'ai dit dans cette communication, ce problème a été abordé par M. Hipp déjà en 1853, du moins sous deux points de vue. C'est pourquoi je me suis borné alors à étudier le problème sous une autre face qui n'est pas entrée dans les recherches de M. Hipp.

La question que j'ai résolue déjà alors est la suivante: Quelle est l'influence exercée par les dérivations de la ligne télégraphique sur la vitesse de la correspondance électro-magnétique ?

Le résumé des expériences peut être énoncé en ces

(1) Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, tome X.

termes : Les dérivations du courant de ligne diminuent la rapidité de la correspondance télégraphique en diminuant l'intensité du courant qui arrive à la station destinataire et *en exerçant en outre encore un effet ralentissant particulier*. (Voir, outre la communication citée plus haut, Anal. de Poggendorff, vol. 156, pag. 615, et Anal. de Poggendorff, vol. 155, pag. 156.)

Vu l'importance du sujet, j'ai entrepris plus tard, avec des appareils mieux disposés et des méthodes plus perfectionnées, l'étude des différents facteurs qui peuvent influencer sur le jeu des électro-aimants.

Je dois revenir cependant encore une fois sur les recherches antérieures de M. Hipp. Dans ma communication citée plus haut, je dis, pag. 2, sur le temps d'attraction trouvé par M. Hipp :

« Supposons le temps  $b$  indiqué dans le tableau précédent, divisé en deux périodes, savoir :

1° Une période qui s'écoule du moment où le courant est établi jusqu'au moment où la force attractive de l'électro-aimant ait atteint une intensité égale à la tension du ressort, c'est-à-dire au moment où l'armature commence à faire son mouvement. — Nommons-la : *période de l'aimantation*.

« 2° Une seconde période qui comprend le temps jusqu'au moment du contact du levier de translation ; — ce sera : *la période du mouvement*.

« Cette seconde période peut être considérée comme étant à peu près constante, la distance à parcourir restant la même et la force à vaincre augmentant à peu près autant que la force d'attraction.

« Il est donc probable que la variation de la période

entière ne doit être attribuée qu'à la variation de la première partie dépendant de la tension du ressort ; on en déduit la conséquence suivante : *Le temps suffisant pour aimanter le noyau de manière à ce qu'il puisse vaincre la tension du ressort est proportionnel à cette tension.* »

Ce résultat peut seulement être juste dans des limites très restreintes ; car il est évident que pour chaque intensité du courant, il existe *une tension finie* pour laquelle l'aimant ne peut plus attirer l'armature, c'est-à-dire pour laquelle *le temps d'attraction est infiniment grand.*

J'ai représenté graphiquement, dans la figure 1, les résultats que M. Hipp a trouvés, la tension du ressort comme abscisse, les temps d'attraction et les temps du relèvement de l'armature comme ordonnée.

Les trois courbes qui représentent la relation entre le temps d'attraction de l'armature et la tension du ressort, sont sensiblement des lignes droites, de sorte que la conséquence que j'ai tirée alors de ces expériences est fondée.

Passons à une critique de ces expériences.

M. Hipp a employé pour ses expériences une pile puissante de six éléments de Bunsen, qui aimantait l'électro-aimant de manière à vaincre une tension de plus de dix kilogrammes. Dans les deux autres séries il n'employa que deux et puis un seul couple de Bunsen. Pour le reste, il n'a malheureusement rien indiqué sur l'intensité du courant qu'il a employé dans ses recherches.

L'appareil de transmission qui a servi aux expériences était un appareil de Morse, dont l'armature

avait en conséquence une masse assez considérable. Il est évident que l'inertie de l'armature a dû influencer énormément le résultat obtenu. La période de mouvement a dû être très considérable par rapport au temps de l'aimantation, et c'est probablement pourquoi ces courbes ne s'accordent pas avec celles qu'on peut prévoir d'après ce que nous savons sur les électro-aimants. L'influence prédominante de la masse de l'armature sur le temps d'attraction, masque donc probablement dans les expériences de M. Hipp, l'effet dû aux propriétés des électro-aimants. Pour la courbe *e*, il suffit en outre d'ajouter qu'elle ne représente qu'une petite partie de la courbe entière.

Je me suis donc décidé à répéter ces expériences avec des appareils propres à reconnaître les propriétés de l'électro-aimant dans les cas différents qui peuvent se présenter.

Sans contredit, les appareils de transmission électromagnétiques joueront dans l'avenir de la télégraphie le rôle le plus important. Nous voyons déjà maintenant leur rôle prédominant dans les appareils de *Hughes* et de *Meyer*.

Surtout dans l'appareil de Meyer, le relais doit marcher avec une rapidité surprenante, si l'on considère que, d'après des données officielles, il permet d'envoyer jusqu'à 110 dépêches par heure, à des distances considérables.

J'ai choisi pour mes expériences d'abord un relais ordinaire tel qu'on les a employés auparavant. La masse de l'armature étant peu considérable, j'espérais obtenir une influence plus prononcée du courant.

La question que je me suis posée en premier lieu

était : Répéter avec *un relais* les expériences de M. Hipp sur le temps d'attraction de l'armature et le temps de relèvement de l'armature en variant la tension du ressort.

## II

L'arrangement des appareils est indiqué dans la figure 2.

Pour mesurer le temps d'attraction de l'armature, il faut faire, outre les communications dessinées en entier, les communications représentées par les lignes mixte-lignes et ôter les communications ponctuées. Le contact *c'* est ouvert, le contact *c* est établi pour toute la série des expériences qui vont suivre.

Pour trouver le temps de relèvement de l'armature, il faut remplacer les communications mixte-lignes par les communications pointillées.

Le manipulateur est un levier-clef ordinaire, mais muni de deux contacts de repos.

Le chronoscope qu'on a employé est le chronoscope de Hipp, nouveau système. Dans notre disposition, les aiguilles marchent lorsque le courant du chronoscope est interrompu, et s'arrêtent lorsque le courant est établi. Le temps d'attraction et le temps de relèvement de l'armature sont réglés de manière à ce qu'ils soient autant que possible les mêmes. Le réglage se fait, comme on sait, avec l'appareil que M. Hipp a construit pour la chute libre des corps, en faisant tomber une sphère de deux hauteurs différentes qui sont comme 1 à 4'. Si la tension du ressort correspond à l'intensité du courant, c'est-à-dire si alors le temps d'attraction est

égal au temps de relèvement, le temps trouvé pour la hauteur 4 doit être le double de celui trouvé pour la hauteur 1. Cas échéant il faut changer la tension du ressort pour y arriver.

La pile de ligne, c'est-à-dire la pile qui doit faire fonctionner le relais, est une pile de Daniell, composée de 24 couples de petites dimensions.

La pile du chronoscope est une pile de Meidinger, de 6 couples qui produisent un courant suffisamment intense et très constant.

L'intensité du courant qui traverse les bobines de l'électro-aimant, est mesurée par un galvanoscope tel qu'on les emploie dans la télégraphie, et en outre par un galvanomètre à miroir de Wiedemann.

Pour varier la tension du ressort, j'ai choisi l'arrangement indiqué dans la figure 3.

L'armature du relais est soumise à l'action de deux ressorts qui agissent en sens contraire. C'est la différence de tension entre les deux qui fait lever l'armature de l'électro-aimant.

Pour varier la force qui s'oppose à l'attraction de l'armature ou qui la relève de l'aimant, on a tendu le ressort inférieur  $r'$  autant que le permet le levier auquel il est attaché.

Le ressort supérieur  $r$  est fixé au fléau d'une balance ordinaire assez sensible, et peut alors être tendu par des poids qu'on met sur le plateau de l'autre bras. En variant le poids, on peut facilement arriver au point où l'armature fait son mouvement sous l'influence d'une force minime.

Otant ensuite des poids de ce qu'on a mis sur le plateau, on peut varier la force du ressort qui relève l'ar-

mature de l'électro-aimant, d'une manière voulue et connue.

Pour notre appareil, un gramme de tension du ressort correspond à 0,447 grammes de résistance que le ressort oppose à l'attraction de l'armature. Dans le suivant, nous avons seulement indiqué la tension du ressort.

Pour équilibrer l'armature, il fallait mettre sur le plateau de la balance 285 grammes.

Distance de l'armature et de l'électro-aimant, 0,300<sup>mm</sup>.

Elongation de l'armature, 0,075<sup>mm</sup>.

Les deux ont été mesurées avec un microscope.

### III

Les arrangements ainsi établis, j'ai répété les expériences de M. Hipp. Dans le tableau suivant, signifie :

*i* la déviation de l'aiguille de la boussole télégraphique;

*J* la déviation du galvanomètre à miroir (la lunette avec l'échelle, se trouve à une distance de 2<sup>1/2</sup><sup>m</sup>);

*T* la tension du ressort ;

*t* le temps d'attraction ou le temps de relèvement de l'armature en millièmes de seconde.

Le courant du chronoscope a été vérifié de temps en temps.

Chaque série d'expériences (deux observateurs) comprend la durée de la descente du poids du chronoscope sans arrêter la marche, ce qui permettait 8 à 11 observations.

*Temps d'attraction.*

**a**

$J = 60; i = 25^\circ$

$T=10, T=20, T=30, T=40, T=50, T=55, T=65.$

27	30	34	39	45	55	67	
27	29	32	39	45	51	68	
27	30	35	38	48	53	68	
27	30	34	37	46	50	72	
28	30	32	40	47	50	69	
28	32	35	41	46	55	72	
27	29	37	39	49	54	70	
27	29	32	41	44	53	73	
31	30	32	42	47	55	71	
29	27	37			53	69	
28	32						
<hr/>							
Moyenne	27,8	30,2	34,1	39,6	46,2	53,0	70,0

**b**

$J = 80, i = 29^\circ.$

$T=30, T=50, T=70, T=90, T=100, T=105.$

29	33	33	45	61	58	
27	32	41	47	56	59	
29	33	37	50	57	68	
28	35	40	51	61	63	
27	34	38	52	63	65	
28	32	40	49	65	68	
29	35	38	53	59	70	
27	35	42	49	59	67	
28		39	49	57	68	
30				58	67	
27				57	66	
					66	
<hr/>						
Moyenne	28,0	33,4	38,9	48,9	59,3	65,4

**c**

$J=120, i=35^{\circ}$ .

T=10, T=60, T=90, T=120, T=150, T=170, T=190, T=200, T=220.

21	27	29	35	39	40	49	55	68
23	29	28	32	36	41	49	56	71
21	26	29	34	41	44	51	55	72
22	29	27	36	38	41	50	55	71
21	27	28	32	38	44	50	52	68
26	30	30	32	39	43	50	54	71
20	29	29	34	39	43	49	54	70
23	28	29	36	38	42	50	54	69
22	28	32	34	42	43	50	54	70
22	28	30	35				55	
23		29	34					

M. 22,2 27,3 29,1 34,0 38,9 42,3 49,7 54,4 70,0.

**d**

$J=202, i=40^{\circ}$ .

T=10, T=60 T=110, T=160, T=210, T=285.

18	26	26	30	37	51
19	25	26	31	39	54
17	24	26	34	37	54
19	26	26	30	37	53
18	26	26	30	35	52
18	27	29	35	37	52
19	23	29	30	37	56
20	25	25	29	39	55
20	25	26	30		52
19	25	29			
20	24				

Moyenne 18,8 25,1 26,8 31,0 37,3 53,3.

*Temps de relèvement.*

e

$J=59,2, i=25^{\circ}.$

	T=5,	T=10,	T=20,	T=35,	T=55.
	128	59	38	27	19
	129	61	38	29	21
	127	56	37	27	19
	129	57	37	28	20
	128	59	37	30	20
	127	61	37	28	22
	130	59	36	27	19
	127	58	38	28	21
	128	59	37	28	20
Moyenne	127,0	59,0	37,0	28,0	20,0.

f

$J=80, i=30^{\circ}.$

	T=10,	T=20,	T=35,	T=55,	T=75,	T=90,
	67	38	53	25	21	20
	64	43	32	25	21	18
	64	43	30	25	22	21
	62	43	31	27	20	17
	66	45	33	25	21	18
	67	45	31	24	19	17
	66	45	34	25	21	18
	63	42	32	25	21	19
				26		
Moyenne	65,0	43,2	32,0	25,2	20,7	18,5.

**g**

J=120, i=35°,5.

T=10,	T=20,	T=35,	T=80,	T=130,	T=180,	
80	56	39	26	20	16	
78	58	36	25	20	18	
78	55	39	26	22	16	
80	56	38	26	21	17	
81	57	38	25	21	15	
84	54	39	26	20	16	
80	52	38	25	20	18	
81	55	38	25	21	17	
82			26			
Moyenne	80,5	55,3	38,1	25,5	20,6	16,6.

**h**

J=160, i=40°.

T=10,	T=20,	T=40,	T=70,	T=120,	T=220,	
81	60	44	33	28	19	
79	61	43	32	27	18	
82	59	43	34	26	18	
81	57	41	32	26	18	
79	57	43	35	25	15	
81	59	45	31	24	16	
82	58	44	32	26	20	
81	60	44	33	25	17	
Moyenne	81,0	59,0	43,3	33,0	25,5	18,0.

Les nombres trouvés sont représentés graphiquement dans la figure 4. Les courbes trouvées pour le relèvement de l'armature, s'accordent entièrement avec celles trouvées par M. Hipp. Il n'en est pas de même pour le temps d'attraction.

Les résultats trouvés pour le relais, coïncident avec ce qu'on peut prévoir d'après la théorie.

Je me borne de donner les résultats des expériences, et laisse au lecteur d'en tirer les conséquences importantes qui en résultent pour la télégraphie.

Je mentionnerai seulement quelques résultats qui sautent aux yeux en regardant les courbes, résultats mentionnés en partie déjà par M. Hipp.

1° La durée d'un signal atteint un minimum lorsque le temps d'attraction et le temps de relèvement de l'armature sont égaux. (Le point d'intersection des deux courbes.)

2° La tension du ressort antagoniste, qui produit ce minimum, est déterminée pour chaque intensité du courant, et elle augmente avec l'intensité du courant.

(Cette tension est celle qui correspond au point d'intersection des deux courbes.)

3° Une différence de tension de celle indiquée sous (2) produit des retards d'autant plus sensibles que l'intensité du courant est plus petite.

(Les courbes pour les intensités plus petites se coupent sous des angles plus petits.)

#### IV

Ainsi que je l'ai dit plus haut, on peut regarder le temps d'attraction comme composé de deux périodes différentes, savoir :

1° La période de l'aimantation.

2° La période du mouvement.

L'arrangement des appareils permet maintenant de trouver ces deux périodes séparément. Supposons les communications comme je les ai indiquées pour trouver le temps de relèvement de l'armature et interrompons le contact *c*.

Aussitôt que j'établis le contact *c*, le courant peut passer à travers les bobines de l'électro-aimant; les noyaux s'aimantent, le levier de translation passe d'un contact sur l'autre, et *le chronoscope indique alors seulement le temps qu'il faut pour le mouvement de l'armature*, comme on peut facilement s'en convaincre en consultant la figure théorique 2.

Si l'on déduit ensuite ce temps de la période entière que nous avons trouvé plus haut, il nous reste le temps de l'aimantation du noyau à un degré suffisant pour vaincre la tension du ressort.

*En variant donc la tension du ressort, nous pouvons trouver la relation qui existe entre la puissance d'un électro-aimant et le temps qui s'écoule depuis le moment de l'établissement du courant.*

Par un procédé analogue, on arrive à la séparation du temps de désaimantation et de la durée du relèvement de l'armature, et on peut de la même manière établir par l'expérience les relations entre la puissance d'un électro-aimant et le temps qui s'est écoulé depuis le moment de l'interruption du courant.

Les résultats d'une série d'expériences préliminaires sont contenus dans le tableau suivant :

*Temps d'aimantation.*

$J=109; i=30^\circ$

	T=10	T=20	T=40	T=60	T=80	T=90
Temps d'attraction . . . . .	32,0	36,0	43,5	49,5	64,0	92,0
Période du mouvement . . . . .	21,7	22,6	23,0	23,6	26,5	28,6
Période de l'aimantation . . . . .	10,3	13,4	20,5	25,9	37,5	63,4

*Temps de désaimantation.*

$J=160; i=34^\circ$

	T=10	T=20	T=30	T=40	T=80	T=130	T=170
Temps de relèvement . . . . .	98,8	61,0	49,7	41,9	28,4	21,4	18,0
Période du mouvement . . . . .	38,8	29,7	27,0	26,6	19,7	17,3	16,0
Période de la désaimantation . . . . .	60,8	31,3	22,7	15,3	8,7	4,1	2,0

Dans les figures 5 et 6, j'ai représenté graphiquement les résultats sur l'aimantation et la désaimantation du noyau de fer doux. Ces deux courbes préliminaires nous donnent une idée nette sur le phénomène de l'aimantation ou de la désaimantation d'un noyau de fer doux.

Je poursuivrai ces recherches, aussi importantes pour la science que pour la télégraphie, en employant une méthode plus perfectionnée.

Dans une communication prochaine, j'espère pouvoir donner des résultats définitifs sur cette question, et compléter de cette manière les recherches de *Wilhelm Weber* sur l'électro-magnétisme.

Neuchâtel, le 10 février 1876.

---

#### Explication des figures.

---

Fig. 1 donne les résultats des recherches antérieures de M. Hipp. Les trois courbes 1, 2, 3 sont les courbes d'attraction; les autres, 4, 5, 6, sont les courbes de relèvement de l'armature. Les abscisses indiquent la tension du ressort; les ordonnées représentent le temps trouvé par les expériences.

Fig. 4 donne les résultats obtenus pour un relais. Les courbes *a, b, c, d*, sont les courbes d'attraction; les autres, *e, f, g, h*, les courbes de relèvement de l'armature. Comme en haut, les abscisses indiquent la tension du ressort; les ordonnées représentent le temps trouvé par les expériences.

Fig. 5. Courbe d'aimantation. Abscisse : la durée du courant ; ordonnée : la puissance de l'électro-aimant.

Fig. 6. Courbe de désaimantation. Abscisse : le temps écoulé depuis l'interruption du courant ; ordonnée : la puissance de l'électro-aimant.



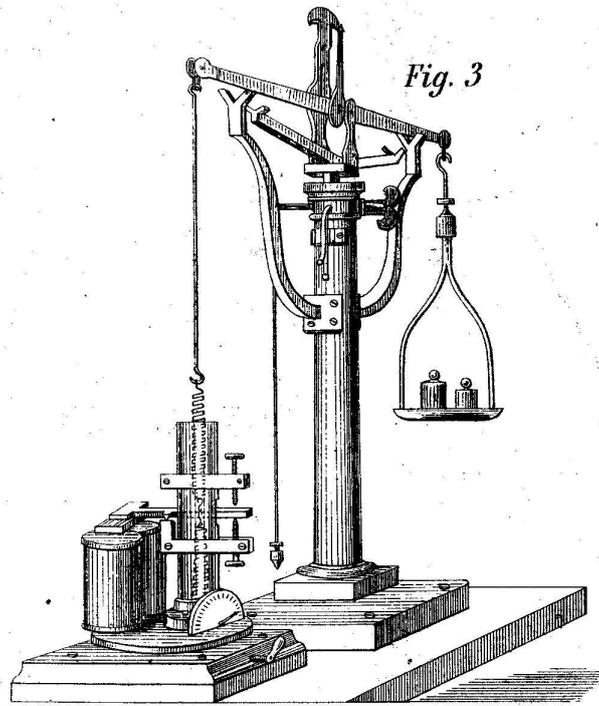


Fig. 3

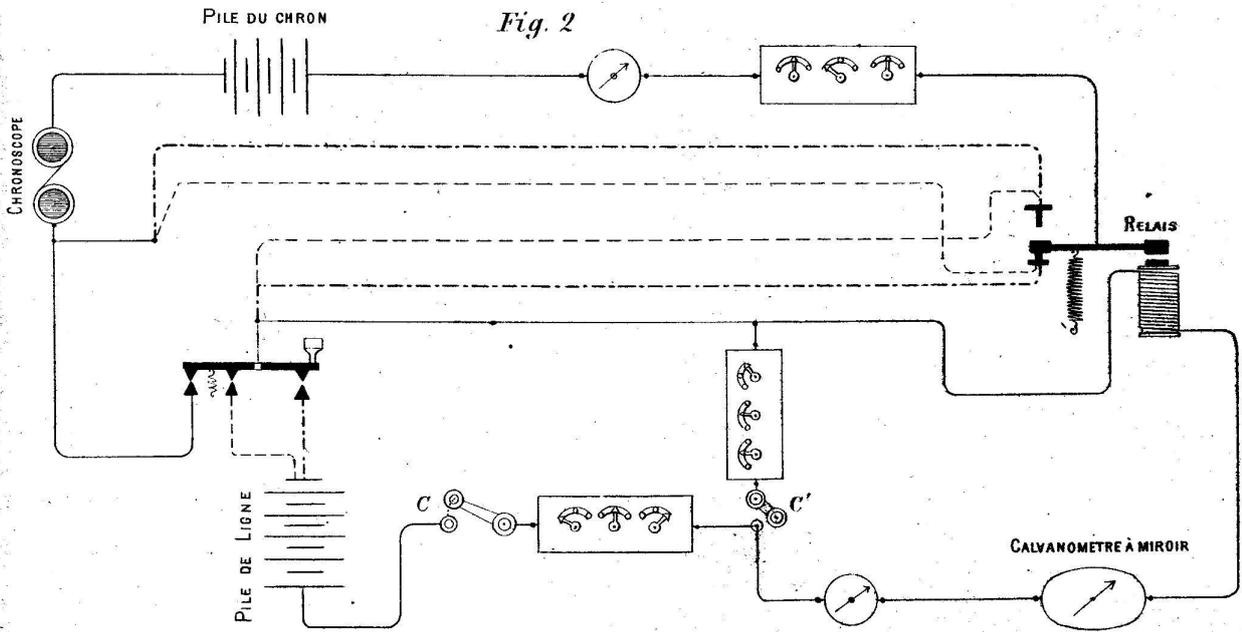


Fig. 2

*Tableau de la hauteur des eaux du lac de Biemme au dessous du môle de Neuchâtel dans l'année 1875. — Le môle de Neuchâtel est à 434<sup>m</sup> 7 au dessus du niveau de la mer.*

