

ESTRATTO DA:

Auteur(s) : Arago, François - 1786-1853

Titolo : Oeuvres complètes de François Arago [Document électronique]. Tome quatrième.
Notices scientifiques / publ. d'après son ordre sous la dir. de M. J.-A. Barral

Publication : Numérisation BnF de l'édition de Paris : Gide Leipzig : T. O. Weigel, 1854
: 715 p.
: Notices scientifiques / publ. d'après François Arago ; sous la dir. de M. J.-A. Barral
: Arago, François - 1786-1853 -- Biographie
: Physique



ŒUVRES COMPLÈTES

DE

FRANÇOIS ARAGO

TOME QUATRIÈME

TABLE

DU TOME QUATRIÈME.

TOME PREMIER DES NOTICES SCIENTIFIQUES.

LE TONNERRE

	Pages.
CHAPITRE PREMIER. — Définitions.....	4
CHAPITRE II. — Caractères extérieurs des nuages orageux...	6
CHAPITRE III. — Foudre des nuages volcaniques. — La foudre s'élabore et se manifeste quelquefois dans des nuages dont la nature semble toute différente de celle des nuages atmosphériques ordinaires.....	15
CHAPITRE IV. — De la hauteur des nuages orageux.....	20
CHAPITRE V. — Des différentes espèces d'éclairs.....	29
§ 1 ^{er} . Éclairs en zigzag ou de la première classe.....	29
§ 2. Éclairs de la seconde classe.....	36
§ 3. Éclairs de la troisième classe.....	37
CHAPITRE VI. — Anciens exemples d'éclairs de la troisième classe ou globes de feu.....	39
CHAPITRE VII. — Éclairs en boule.....	46
CHAPITRE VIII. — Les éclairs s'échappent quelquefois des nuages par leur surface supérieure et se propagent dans l'atmosphère de bas en haut.....	58
CHAPITRE IX. — Quelle est la durée d'un éclair de la première ou de la seconde classe?.....	59
CHAPITRE X. — Des nuages orageux sont-ils jamais lumineux d'une manière continue?.....	70
CHAPITRE XI. — Du tonnerre proprement dit, ou du bruit que fait entendre la foudre quand elle s'échappe des nuages..	77

CHAPITRE XII. — Faut-il des éclairs sans tonnerre, par un ciel parfaitement serein?.....	84
CHAPITRE XIII. — Y a-t-il jamais des tonnerres sans éclairs?..	84
CHAPITRE XIV. — Y a-t-il jamais, par un temps couvert, des éclairs sans tonnerre?.....	85
CHAPITRE XV. — Tonne-t-il jamais par un temps parfaitement serein?.....	88
CHAPITRE XVI. — La foudre développe par son action, dans les lieux où elle éclate, souvent de la fumée, presque toujours une forte odeur qui a été comparée à celle du soufre enflammé.....	89
CHAPITRE XVII. — Des modifications chimiques que la foudre fait subir à l'air atmosphérique.....	93
CHAPITRE XVIII. — La foudre opère souvent la fusion des pièces de métal qu'elle va frapper.....	95
CHAPITRE XIX. — La foudre raccourcit les fils de métal à travers lesquels elle passe, lorsque sa puissance n'est pas assez grande pour en déterminer la fusion.....	109
CHAPITRE XX. — La foudre met quelquefois en fusion certaines substances terreuses et les vitrifie instantanément.....	110
CHAPITRE XXI. — Tubes de foudre ou fulgurites.....	115
CHAPITRE XXII. — La foudre perce quelquefois de plusieurs trous les corps qu'elle frappe.....	122
CHAPITRE XXIII. — Phénomènes de transport produits par la foudre.....	124
CHAPITRE XXIV. — ACTION MAGNÉTIQUE DE LA FOUDRE. — La foudre, quand elle passe près d'une aiguille de boussole, en altère le magnétisme, le détruit entièrement, ou renverse les pôles. — Dans les mêmes circonstances, elle peut communiquer une aimantation plus ou moins forte à des barres d'acier qui, auparavant, n'en offraient aucune trace.	128
CHAPITRE XXV. — Aimantation par la foudre.....	132
CHAPITRE XXVI. — La foudre, dans sa marche rapide, obéit à des actions dépendantes des corps terrestres près desquels elle éclate.....	134
CHAPITRE XXVII. — Lorsque l'atmosphère est orageuse, il y a, simultanément, dans les entrailles de la terre, à la surface ou au sein des eaux, de grandes perturbations.....	135
CHAPITRE XXVIII. — L'état exceptionnel dans lequel les orages	

atmosphériques placent la partie solide du globe, se manifeste quelquefois par des détonations foudroyantes qui, sans aucune apparence lumineuse, produisent cependant les mêmes effets que la foudre proprement dite.....	142
CHAPITRE XXIX. — L'état particulier qu'un orage atmosphérique communique au globe par son influence, se manifeste quelquefois par de brillants, par de larges phénomènes de lumière dont la terre est d'abord le siège, et qui disparaissent à la suite d'une explosion, soit dans le lieu même où ils sont nés, soit après un déplacement plus ou moins étendu et plus ou moins rapide.....	145
CHAPITRE XXX. — FEUX SAINT-ELME. — Il se montre souvent, en temps d'orage, des lumières vives et légèrement sifflantes, aux parties les plus saillantes des corps terrestres.	148
CHAPITRE XXXI. — Pendant de grands orages, les gouttes de pluie, les flocons de neige, les grêlons, produisant de la lumière en arrivant à terre, ou même en s'entre-choquant.	155
CHAPITRE XXXII. — GÉOGRAPHIE DES ORAGES. — Y a-t-il des lieux où il ne tonne jamais?.....	155
Quels sont les lieux où il tonne le plus?.....	162
Tonne-t-il aujourd'hui aussi souvent que dans les siècles passés?.....	163
Des circonstances locales influent-elles sur la fréquence de ce phénomène?.....	168
Tonne-t-il tout autant en pleine mer qu'au milieu des continents?.....	174
Lettre de M. le capitaine Duperrey.....	175
Quelle est, de nos jours, quant à la fréquence, la distribution géographique des orages?.....	186
CHAPITRE XXXIII. — Quelle est, dans nos climats, la quantité de victimes que la foudre fait annuellement?....	196
CHAPITRE XXXIV. — Dans quelle saison les coups de tonnerre foudroyants sont-ils le plus fréquents?.....	200
CHAPITRE XXXV. — La foudre frappe principalement les lieux élevés.....	204
CHAPITRE XXXVI. — La foudre se porte de préférence sur les métaux, lorsqu'il en existe, à découvert ou cachés, soit dans le voisinage des lieux vers lesquels elle tombe directement, soit près de ceux où sa course serpentante l'amène ensuite. — La foudre ne produit de dégâts notables qu'à	

son entrée dans les masses métalliques, ou au moment où elle en sort.....	204
CHAPITRE XXXVII. — Explications, remarques et rapprochements concernant les observations précédentes.....	214
§ 1. Éclairs.....	215
§ 2. Du tonnerre ordinaire, de l'intervalle qui le sépare de l'éclair, de son roulement, de ses éclats, des plus grandes distances auxquelles on l'entend, du tonnerre des jours serains, de la longueur des éclairs.....	228
§ 3. Longueur des éclairs.....	246
§ 4. Odeur développée par les coups de foudre.....	246
§ 5. La foudre opère des fusions, des vitrifications instantanées; elle raccourcit les fils métalliques le long desquels sa transmission s'effectue; elle perce de plusieurs trous les corps qui se trouvent sur son passage, etc., etc.....	250
§ 6. Des transports de matière opérés par la foudre.....	250
CHAPITRE XXXVIII. — Des dangers que fait courir la foudre.	260
§ 1. Les dangers que fait courir la foudre sont-ils assez grands pour qu'on s'en occupe?.....	260
§ 2. Destruction des édifices et des navires.....	266
CHAPITRE XXXIX. — Des moyens de se garantir de la foudre.	274
§ 1. Des moyens que les hommes ont cru propres à les mettre personnellement à l'abri de la foudre.....	275
§ 2. Lorsque la foudre tombe sur des hommes ou des animaux placés les uns à la suite des autres, soit en ligne droite, soit le long d'une courbe non fermée, c'est aux deux extrémités de la file que ses effets sont généralement les plus intenses, les plus fâcheux.....	288
§ 3. Des préceptes à l'usage des personnes qui craignent la foudre.....	290
§ 4. S'expose-t-on à être foudroyé quand on court pendant des temps orageux?.....	294
§ 5. Les nuages d'où les éclairs et la foudre s'échappent incessamment, sont-ils constitués, comme les physiciens le supposent, de telle sorte qu'il y ait du danger à les traverser?.....	299
§ 6. Est-on frappé de la foudre avant de voir l'éclair?.....	302
CHAPITRE XL. — Des dangers que causent les fils des télégraphes électriques.....	304

CHAPITRE XLI. — Des moyens à l'aide desquels on a prétendu mettre les édifices à l'abri des atteintes de la foudre.....	306
§ 1. Des anciens moyens de préservation des édifices.....	306
§ 2. Est-il vrai que des arbres qui dominent une maison à de petites distances, la mettent complètement à l'abri des atteintes de la foudre, ainsi que le prétendent beaucoup de physiciens?.....	307
CHAPITRE XLII. — Des moyens à l'aide desquels on a prétendu préserver de la foudre des villes entières, et même de grandes étendues de pays.....	309
§ 1. Procédé des anciens.....	309
§ 2. Effet des grands feux allumés en plein air.....	311
§ 3. Du bruit du canon considéré comme moyen de dissiper les orages.....	314
CHAPITRE XLIII. — Est-il utile ou dangereux de sonner les cloches en temps d'orage?.....	321
CHAPITRE XLIV. — Des paratonnerres modernes.....	328
CHAPITRE XLV. — Des paragrêles.....	345
CHAPITRE XLVI. — De la sphère d'action des paratonnerres..	347
CHAPITRE XLVII. — Les paratonnerres implantés horizontalement ou dans des directions très-inclinées sur l'entablement des édifices, sont-ils utiles?.....	358
CHAPITRE XLVIII. — De la meilleure forme et des meilleures dispositions à donner aux diverses parties dont un paratonnerre se compose.....	357
§ 1. De la pointe.....	357
§ 2. Du conducteur.....	359
CHAPITRE XLIX. — Des organes qui sont le plus ordinairement affectés dans les morts ou les blessures occasionnées par des coups de foudre.....	374
CHAPITRE L. — La foudre brûle ordinairement le poil sur toutes les parties du corps de l'individu qu'elle frappe....	356
CHAPITRE LI. — Les coups de foudre très-intenses tuent les hommes, les animaux, les végétaux ; les coups de foudre d'intensité médiocre ont souvent la propriété de débarrasser les hommes et les animaux de maladies dont ils souffraient antérieurement, et même de hâter la croissance des végétaux.....	377
CHAPITRE LII. — Est-il prouvé, en fait, que des paratonnerres	

alent préservé des ravages de la foudre des bâtiments sur lesquels on les avait établis.....	380
CHAPITRE LIII. — Les paratonnerres à tiges élancées et pointues attirent-ils la foudre?.....	388
CHAPITRE LIV. — Des moyens de prévenir les coups foudroyants qui pourraient frapper les monuments élevés, tels que la colonne de la place Vendôme et l'obélisque de Louqsor....	392
CHAPITRE LV. — Phénomènes produits par l'électricité artificielle; de leur ressemblance avec les phénomènes engendrés par la matière de la foudre.....	394
CHAPITRE LVI. — Du rôle de la foudre dans la nature.....	397
CHAPITRE LVII. — Sur la théorie de la foudre.....	399
§ 1. Des lieux où il ne tonne jamais.....	399
§ 2. Électricité près des cascades.....	400
§ 3. Explications des transports occasionnés par la foudre..	401

ÉLECTRO-MAGNÉTISME

I. — Des recherches faites en France avec la pile.....	405
II. — Aimantation du fer et de l'acier par l'action du courant voltaïque.....	409
III. — Aimantation d'une aiguille au moyen du passage du courant électrique en hélice.....	413
IV. — Points conséquents produits dans l'aimantation des fils d'acier par des courants en hélice.....	417
V. — Principe des télégraphes électriques.....	418
VI. — Projet d'expérience sur le magnétisme par rotation.....	419
VII. — Aimantation par l'action de l'électricité ordinaire.....	421
VIII. — Du magnétisme de rotation.....	424

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

I. — Sur l'étincelle tirée de la torpille et du gymnote.....	449
II. — Sur une prétendue jeune fille électrique.....	453
III. — Phénomène des tables tournantes.....	456

MAGNÉTISME TERRESTRE

CHAPITRE PREMIER. — Avertissement relatif à mes observations personnelles.....	459
CHAPITRE II. — Variations dans les éléments du magnétisme terrestre.....	461
CHAPITRE III. — Déviation locale de la boussole.....	463
CHAPITRE IV. — Moyens de perfectionner les observations de la boussole à la mer.....	466
CHAPITRE V. — De la déclinaison.....	467
CHAPITRE VI. — Du mouvement de la déclinaison en un lieu déterminé avec le temps.....	468
CHAPITRE VII. — Variation de la déclinaison à la surface de la terre.....	477
CHAPITRE VIII. — Variations annuelles de l'aiguille de déclinaison.....	479
CHAPITRE IX. — Variations diurnes de l'aiguille de déclinaison.....	485
CHAPITRE X. — Observations de M. Arago sur les variations diurnes de la déclinaison à Paris, de 1818 à 1835.....	495
CHAPITRE XI. — De l'inclinaison.....	505
CHAPITRE XII. — Variations annuelles de l'inclinaison.....	506
CHAPITRE XIII. — Variation de l'inclinaison magnétique avec les lieux.....	513
CHAPITRE XIV. — Mouvement de translation de l'équateur magnétique.....	514
CHAPITRE XV. — De l'intensité magnétique.....	516
CHAPITRE XVI. — Sur un moyen de mesurer les variations du magnétisme terrestre en chaque point du globe.....	517
CHAPITRE XVII. — Des variations d'intensité magnétique avec la hauteur.....	519
CHAPITRE XVIII. — Des relations de l'inclinaison et de l'intensité magnétiques.....	520
CHAPITRE XIX. — Variation de l'inclinaison magnétique à Paris.....	524
CHAPITRE XX. — Sur l'intensité du magnétisme terrestre pendant les éclipses de soleil.....	528

CHAPITRE XXI. — Variations de l'inclinaison et de l'intensité magnétique d'un lieu à un autre.....	532
CHAPITRE XXII. — Variations diurnes de l'inclinaison magnétique.....	536

AUBORES BORÉALES

CHAPITRE PREMIER. — Définition des aurores boréales.....	545
CHAPITRE II. — Les aurores boréales étaient connues des anciens.....	546
CHAPITRE III. — Des aurores boréales observées dans le nord.....	547
CHAPITRE IV. — Aurores boréales observées de divers lieux.....	549
CHAPITRE V. — Sur la détermination de la hauteur de l'arc des aurores boréales.....	553
CHAPITRE VI. — Du bruit des aurores boréales.....	556
CHAPITRE VII. — Heures des aurores boréales.....	560
CHAPITRE VIII. — Causes des aurores boréales.....	561
CHAPITRE IX. — Sur les aurores boréales qui se montrent en plein jour.....	567
CHAPITRE X. — Des influences magnétiques exercées sur l'aiguille aimantée.....	595
CHAPITRE XI. — Action exercée par les tremblements de terre sur l'aiguille aimantée.....	595
CHAPITRE XII. — Aurores australes.....	598
CHAPITRE XIII. — Sur une disposition des nuages qui reproduit celle qu'affectent les rayons lumineux des aurores boréales.....	602
CHAPITRE XIV. — Incertitude de la polarisation de la lumière des aurores boréales.....	603
CHAPITRE XV. — De l'utilité des catalogues d'aurores boréales.....	605
CHAPITRE XVI. — Catalogue d'aurores boréales de 1818 à 1848.....	606
§ 1. — Année 1818.....	606
§ 2. — Année 1819.....	607
§ 3. — Année 1820.....	608
§ 4. — Année 1821.....	611
§ 5. — Années 1822 et 1823.....	612

ÉLECTRO-MAGNÉTISME¹.

I.

DES RECHERCHES FAITES EN FRANCE AVEC LA PILE.

Les premières lignes que j'ai écrites sur l'électricité m'ont été suggérées par un passage de la *Bibliothèque universelle* de Genève, à l'occasion des expériences galvaniques de M. Children. Je reproduis ici ces lignes insérées dans les *Annales de chimie et de physique* de 1816, parce qu'elles montrent le peu de fondement des reproches prématurés qu'on a faits à une grande nation comme la France, de ne pas s'efforcer toujours de tirer parti de toutes les découvertes nouvelles pour donner aux sciences une impulsion constamment active.

Voici donc ce que j'ai dit en 1816 :

« Les rédacteurs de la *Bibliothèque universelle* ont fait précéder le compte qu'ils viennent de rendre (cahier de février 1816) des expériences galvaniques que M. Children a publiées dans le dernier volume des *Transactions philosophiques*, d'un paragraphe dont voici la substance :

« Une somme assez considérable fut accordée en France, « il y a quelques années pour la construction d'un appareil voltaïque qui serait mis à la disposition des chimistes « les plus habiles. On dut espérer des merveilles de

1. Œuvre posthume.

« cette belle dotation; l'effet s'en réduisit à cette sorte de galvanisme moral, à une de ces secousses d'opinion que le chef du gouvernement visait toujours à produire.... Et nous n'avons pas *ouï dire*, continuent-ils, que la science y ait plus gagné que l'art ne profita du million promis à l'inventeur de la meilleure machine à filer le lin ou le chanvre. Ce n'est pas en dehors du savant ou de l'artiste qu'il faut chercher le principe vivifiant du génie et générateur des découvertes; c'est dans l'âme, dans le caractère personnel de l'individu que gît ce feu sacré, etc. CHILDREN, simple particulier de Londres, etc. »

« Ce passage, dans lequel on réduit ainsi à zéro, d'un trait de plume, les expériences des deux chimistes français, MM. Gay-Lussac et Thénard, à qui fut confiée la grande pile de l'École polytechnique, aurait été sans doute parfaitement bien placé dans la *Bibliothèque britannique*; mais j'avoue que le nouveau titre qu'on vient de donner à ce journal me faisait espérer plus d'impartialité. Puisque les rédacteurs n'ont jamais *ouï dire* que la science ait tiré aucun profit de cet instrument, je suis bien aise de leur apprendre ou de leur rappeler qu'il existe un ouvrage en deux volumes de MM. Gay-Lussac et Thénard, qui remonté à l'année 1811; que cet ouvrage, qui a pour titre : *Recherches physico-chimiques faites sur la pile, etc.*, renferme un chapitre très-étendu sur les causes qui font varier l'énergie d'une batterie galvanique; sur la mesure de ses effets; sur l'influence qu'exerce, suivant sa nature, le liquide contenu dans les auges ou dans le récipient; sur les variations d'intensité qui peuvent

dépendre du nombre et de la surface des plaques employées, etc. Il ne m'appartient pas de fixer la place que ce travail peut mériter; mais assurément on ne pourra s'empêcher de trouver étrange que MM. les rédacteurs attaquent aussi amèrement et d'une manière si gratuite des recherches qui se rattachent à l'une des questions les plus délicates de la physique, à moins qu'on ne leur suppose l'intention de produire à leur tour, chez l'étranger, une secousse de galvanisme moral! Quoi qu'il en soit, je ne doute pas que MM. les rédacteurs n'eussent mieux rempli l'attente des lecteurs de tous les pays, qui s'intéressent véritablement au progrès des sciences, s'ils avaient substitué au paragraphe injurieux qui a occasionné ces remarques, quelques détails sur les effets qu'on peut attendre des piles de grandes dimensions; sur les circonstances de leur construction qui les rendent propres à produire tel ou tel autre genre de phénomènes; sur le peu de durée de leur action; sur les dépenses considérables qu'elles entraînent; sur les petites quantités de réactifs qu'elles fournissent, etc.; s'ils avaient rappelé que, dans quelques circonstances, l'action bien dirigée des agents chimiques ordinaires produit des effets qu'on ne peut obtenir par le galvanisme; et ici serait venue se placer naturellement l'indication des tentatives infructueuses que le célèbre Davy avait faites pour décomposer l'acide boracique avec la pile, à côté des procédés purement chimiques qui conduisirent MM. Gay-Lussac et Thénard à cette découverte importante, etc. Puisqu'on supposait que l'intéressant Mémoire de M. Children ne pouvait se passer d'un préambule, il aurait été, ce me

semble, de toute justice de rappeler que déjà l'influence des grandes surfaces des éléments de la pile avait été indiquée et appréciée en France, depuis plus de dix ans, dans un travail qui est dû à MM. Thénard et Hachette, et qui a été imprimé par extrait dans le 11^e cahier du *Journal de l'École polytechnique*, etc. L'examen de toutes ces questions aurait, il est vrai, exigé d'assez longues recherches; mais n'est-il pas convenable que ceux qui veulent exercer une espèce de magistrature sur les sciences prennent la peine de les étudier, et qu'ils ne distribuent pas la louange ou le blâme d'après des *ouï-dire*.

« Je serais bien tenté de demander à MM. les rédacteurs de la *Bibliothèque universelle* où ils ont appris que l'étude des sciences physiques est tombée en France dans un grand discrédit (voyez leur 2^e numéro, p. 85); mais pour le moment, je n'ajouterai plus qu'un mot, et ce sera qu'ils étaient très-mal informés en annonçant que les travaux des mécaniciens qui se sont occupés de la filature du lin n'ont produit aucun résultat utile. M. Molard, dont sûrement ils ne révoqueraient pas le témoignage, leur aurait épargné cette assertion hasardée s'ils s'étaient donné la peine de le consulter. »

On sait aujourd'hui combien ont été fructueux les efforts de Philippe de Girard en ce qui concerne la filature du lin. Pour ce qui a rapport à l'emploi de la pile, n'est-ce pas chez nous qu'on a trouvé presque tous les phénomènes qui ont permis de faire rentrer les lois magnétiques dans celles de l'électricité? Ampère n'a-t-il pas créé l'électro-dynamique?

II.

AIMANTATION DU FER ET DE L'ACIER PAR L'ACTION
DU COURANT VOLTAÏQUE.

Dans les procès-verbaux des séances du Bureau des longitudes, on lit ce qui suit à la date du 20 septembre 1820 : « M. Arago parle d'une nouvelle expérience, de laquelle il résulte que la pile voltaïque aimante le fer doux. »

Le 25 septembre, je rendis compte de mes expériences à l'Académie des sciences, et plusieurs mois avant que sir Humphry Davy lût un Mémoire sur ce sujet à la Société royale de Londres, le *Moniteur* parla de la découverte que j'avais faite, dans les termes suivants :

« M. Arago annonce avoir remarqué que le fil conjonctif qui établit la communication entre les deux pôles de la pile de Volta, se charge de limaille de fer comme le ferait un aimant. Ce fil n'agit donc pas seulement sur les aiguilles déjà aimantées, mais il développe encore le magnétisme dans le fer qui n'a pas été soumis à une aimantation préalable. Aussi, des aiguilles de boussole non aimantées sont-elles déviées par l'action du fil conjonctif. »

Mes expériences ont eu pour point de départ la brillante découverte d'Ørsted, qui m'a été communiquée, en 1810, à Genève, par Pictet. Cette découverte, quelque singuliers que pussent en paraître les résultats, ne pouvait laisser aucun doute dans l'esprit des savants; cependant je fus heureux que M. le professeur de La Rive, qui

a lui-même découvert des phénomènes curieux avec les puissantes piles voltaïques qu'il possède, voulût bien me permettre d'assister à la vérification qu'il fit, dans son laboratoire de Genève, des expériences d'Ørsted devant MM. Prévost, Pictet, de Saussure, Marcet, de Candolle, etc., j'ai pu me convaincre moi-même de l'exactitude des résultats principaux donnés par le savant danois, savoir : 1° qu'un fil métallique en communication avec les deux pôles de la pile agit sur l'aiguille aimantée ; 2° que la nature de cette action dépend, sinon de la position de la pile, du moins de la direction dans laquelle les fluides positif et négatif se meuvent dans le fil conducteur, relativement aux pôles de l'aiguille ; 3° que si le fil conducteur est placé au-dessous de l'aiguille, il produira une déviation en sens inverse de celle qu'il occasionnait quand il était au-dessus. M. de La Rive a fait les expériences, tantôt en tenant l'aiguille seule sous le récipient d'une machine pneumatique, tantôt en y plaçant à la fois l'aiguille et le fil conducteur : les résultats ont toujours été les mêmes.

Ørsted n'avait trouvé que l'action exercée par le courant voltaïque sur une aiguille d'acier *préalablement aimantée*. En répétant les expériences du physicien danois, j'ai reconnu que ce même courant développe fortement la *vertu magnétique* dans des lames de fer ou d'acier qui d'abord en étaient totalement privées. Voici comment j'exposai ma découverte dans les *Annales de chimie et de physique* (t. xv, p. 94 et suiv.), en 1820 :

« Je rapporterai, disais-je, les expériences qui éta-

blissent ce résultat, dans l'ordre, à fort peu près, où elles ont été faites.

« Ayant adapté un fil cylindrique de cuivre assez fin, à l'un des pôles de la pile voltaïque, je remarquai qu'à l'instant où ce fil était en communication avec le pôle opposé, il attirait la limaille de fer doux, comme l'eût fait un véritable aimant.

« Le fil, plongé dans la limaille, s'en chargeait également tout autour, et acquérait, par cette addition, un diamètre presque égal à celui d'un tuyau de plume ordinaire.

« Aussitôt que le fil conjonctif cessait d'être en communication avec les deux pôles de la pile *à la fois*, la limaille se détachait du fil et tombait.

« Ces effets ne dépendaient pas d'une aimantation préalable de la limaille, puisque des fils de fer doux ou d'acier n'en attiraient aucune parcelle.

« On les expliquerait tout aussi peu, en les attribuant à des actions électriques ordinaires; car, en répétant l'expérience avec des limailles de cuivre et de laiton, ou avec de la sciure de bois, on trouve qu'elles ne s'attachent, dans aucun cas, d'une manière sensible au fil conjonctif.

« Cette attraction, que le fil conjonctif exerce sur la limaille de fer, diminue fort rapidement à mesure que l'action de la pile s'affaiblit. Peut-être trouvera-t-on, un jour, dans le poids de la quantité de limaille soulevée par une longueur donnée de fil, la mesure de l'énergie de cet instrument, aux différentes époques d'une même expérience.

« L'action du fil conjonctif sur le fer s'exerce à distance : il est facile de voir, en effet, que la limaille se soulève bien avant que le fil soit en contact avec elle.

« Je n'ai parlé jusqu'ici que d'un fil conjonctif de laiton; mais des fils d'argent, de platine, etc., donnent des résultats analogues. Il reste toutefois à étudier si, à parité de forme, de masse ou de diamètre, des fils de différents métaux agissent exactement avec la même intensité.

« Le fil conjonctif ne communique au fer doux qu'une aimantation momentanée; si l'on se sert de petites parcelles d'acier, on leur donne, parfois, une aimantation permanente. Je suis même parvenu à aimanter ainsi complètement une aiguille à coudre. »

Le fil conjonctif de cuivre est doué, comme on voit, d'une vertu magnétique très-intense, tant qu'il communique avec les deux pôles de la pile. Il m'est arrivé plus d'une fois de lui trouver encore des traces de cette propriété quelques instants après que la communication entre les deux pôles avait été totalement interrompue; mais ce phénomène est très-fugitif, et je n'ai pu le reproduire à volonté, M. Boisgiraud, qui s'est occupé de la même question, n'a pas été plus heureux que moi, quoique, dans un cas, le fil de platine dont il se servait eût conservé assez de force, après avoir été tout à fait isolé de la pile, pour supporter une petite aiguille à coudre.

III.

AIMANTATION D'UNE AIGUILLE AU MOYEN DU PASSAGE
DU COURANT ÉLECTRIQUE EN HÉLICE.

Ampère, à qui je montrais les expériences que je viens de rapporter dans le chapitre précédent, venait de faire l'importante découverte que deux fils rectilignes et parallèles, à travers lesquels passent deux courants électriques, s'attirent quand les courants se meuvent dans le même sens, et se repoussent quand ils sont dirigés en sens contraires; il avait de plus tiré de là, par analogie, cette conséquence que les propriétés attractives et répulsives des aimants dépendent de courants électriques qui circulent autour des molécules du fer et de l'acier, dans une direction perpendiculaire à la ligne qui joint les deux pôles. Ampère supposait encore que sur une aiguille horizontale dirigée au nord, le courant dans la partie supérieure se mouvait de l'ouest à l'est. Ces vues théoriques lui suggérèrent à l'instant la pensée qu'on obtiendrait une plus forte aimantation en substituant au fil conjonctif droit dont je m'étais servi, un fil plié en hélice au centre de laquelle l'aiguille d'acier serait placée; il espérait de plus qu'on obtiendrait par là une position constante des pôles, ce qui n'arriverait pas dans ma méthode. Voici comment nous avons soumis, Ampère et moi, ces conjectures à l'épreuve de l'expérience.

Un fil de cuivre roulé en hélice était terminé par deux portions rectilignes qui pouvaient s'adapter, à vo-

lonté, aux pôles opposés d'une forte pile voltaïque horizontale; une aiguille d'acier, enveloppée de papier, fut introduite dans l'hélice, mais après seulement que la communication entre les deux pôles eut été établie, afin que l'effet qu'on attendait ne pût pas être attribué à la décharge électrique, qui se manifeste à l'instant même où le fil conjonctif aboutit aux deux pôles. Pendant l'expérience, la portion de ce fil, dans laquelle l'aiguille d'acier était renfermée, demeura constamment perpendiculaire au méridien magnétique, en sorte qu'on n'avait rien à craindre de l'action du globe terrestre.

Or, après quelques minutes de séjour dans l'hélice, l'aiguille d'acier avait reçu une assez forte dose de magnétisme; la position des pôles nord et sud se trouva d'ailleurs parfaitement conforme au résultat qu'Ampère avait déduit, à l'avance, de la direction des éléments de l'hélice, et de l'hypothèse que le courant électrique parcourt le fil conjonctif en allant de l'extrémité zinc de la pile à l'extrémité cuivre.

Il semble donc prouvé, d'après ces expériences, que si un fil d'acier est aimanté par un courant galvanique qui le parcourt longitudinalement, la position des pôles n'est pas uniquement déterminée par la direction du courant; et que des circonstances légères presque inappréciables, telles, par exemple, qu'un faible commencement d'aimantation, une légère irrégularité dans la forme ou dans la texture du fil, peuvent changer tout à fait les résultats; tandis que si le courant galvanique circule autour de l'acier, le long des spires d'une hélice, on

pourra toujours prévoir, à l'avance, où viendront se placer les pôles nord et sud.

En réfléchissant, toutefois, sur les discordances singulières que les expériences d'aimantation par des décharges électriques, ont présentées aux physiciens qui se sont occupés de cette recherche, il me semblait nécessaire de soumettre à des épreuves plus décisives les phénomènes des courants en hélice. Le lecteur va juger si nous avons atteint ce but.

J'imaginai d'abord de former, avec un fil de cuivre, deux hélices symétriques¹, chacune de 5 centimètres environ, et séparées par une partie rectiligne du même fil; les spires de l'une des hélices tournaient dans un sens; celles de l'autre dans le sens contraire, mais avec des inclinaisons pareilles; les diamètres étaient égaux. Un fil d'acier renfermé dans un petit tube de verre fut déposé dans la première hélice; je plaçai ensuite un fil parfaitement semblable au précédent, et garanti aussi de toute décharge électrique par une enveloppe vitreuse, dans

1. Ces hélices symétriques sont semblables à celles que les botanistes ont désignées par les mots *dextrorsum* pour l'une, et *sinistrorsum* pour l'autre. Leurs diamètres sont égaux; les spires qui les composent ont des inclinaisons pareilles; mais elles ne peuvent jamais être superposées, de quelque manière qu'on les présente l'une à l'autre; en sorte qu'un renversement quelconque ne les fait pas changer d'espèce. L'hélice tournée *dextrorsum* est celle que la nature nous offre dans un grand nombre de plantes grimpantes; c'est aussi presque la seule qu'on emploie dans les arts.

Le cylindre d'acier renfermé dans une hélice *dextrorsum* acquiert un pôle austral (celui qui se dirige au nord) du côté négatif, ou cuivre, du fil conducteur; tandis que ce même pôle se formera du côté positif, ou zinc, si l'on se sert de l'hélice *sinistrorsum*. Ces résultats sont conformes à la théorie d'Ampère.

l'hélice voisine; un petit bout de fil de cuivre établissait une communication constante entre cette dernière hélice et le pôle positif de la pile; dès lors, pour commencer l'expérience, il suffisait d'attacher au pôle négatif le fil qui partait de l'extrémité de la seconde hélice: or, à l'instant où cette communication avait lieu, l'électricité accumulée au pôle positif de l'instrument s'écoulait par la partie droite du fil conjonctif, atteignait la première hélice, suivait graduellement toutes ses spires, arrivait à la seconde hélice par le fil droit qui la séparait de la précédente, et après l'avoir parcourue, se rendait au pôle négatif. Les deux fils d'acier se trouvaient donc soumis l'un et l'autre, durant l'expérience, à l'action d'un courant galvanique de même force; ce courant, en masse, se mouvait dans une seule direction; mais s'il circulait de gauche à droite autour du premier fil, ce même mouvement s'exécutait de droite à gauche autour du second. Or, dans toutes les expériences de ce genre que nous avons faites chez Ampère avec une pile assez forte qu'il possédait, il a suffi de ce simple changement dans le sens suivant lequel le courant circulait autour des fils d'acier, pour donner lieu à une inversion complète des pôles: en sorte que les deux fils renfermés dans les deux hélices symétriques étaient, au même instant, aimantés en sens contraire.

IV.

POINTS CONSÉQUENTS
PRODUITS DANS L'AIMANTATION DES FILS D'ACIER
PAR DES COURANTS EN HÉLICE.

Je pliai le fil de cuivre en hélice, de droite à gauche, sur une longueur de 5 centimètres; ensuite de gauche à droite, sur une longueur égale; puis enfin, une seconde fois, de droite à gauche: ces trois hélices étaient séparées par des portions rectilignes du même fil.

Un seul et même fil d'acier, suffisamment long, de plus d'un millimètre de diamètre, et enveloppé d'un tube de verre, fut placé dans les trois hélices à la fois. Le courant galvanique, en parcourant les spires de ces diverses hélices, aimanta les portions corresponantes du fil d'acier, comme si elles avaient été séparées les unes des autres. Je remarquai, en effet, qu'à l'un des bouts se trouvait un pôle nord; à 5 centimètres de distance, un pôle sud; plus loin, un second pôle sud suivi d'un pôle nord; enfin, un troisième pôle nord, et à 5 centimètres de là ou à l'autre extrémité de l'aiguille, un pôle sud. On pourrait donc, par cette méthode, multiplier à volonté ces pôles intermédiaires que les physiciens ont désignés par le nom de *points conséquents*.

Je dois faire remarquer cependant qu'en général, dans ces expériences, l'influence des hélices s'exerce non-seulement sur les portions de fil d'acier qu'elles renferment, mais encore sur des parties voisines; en sorte, par exemple, que si l'intervalle compris entre les hélices

consécutives est petit, les portions du fil d'acier, correspondantes à ces intervalles, seront elles-mêmes aimantées, comme si le mouvement de rotation imprimé au fluide magnétique, suivant l'idée d'Ampère, par l'influence d'une hélice, se continuait au delà des dernières spires.

Ayant cherché à découvrir quelles étaient les circonstances qui faisaient varier la position des pôles, lorsque des fils d'acier étaient parcourus longitudinalement par un courant galvanique, j'ai trouvé invariablement, même avec une pile très-active, que si le fil conjonctif est parfaitement droit, un fil d'acier placé dessus n'en reçoit aucun magnétisme. L'aiguille à coudre dont je m'étais servi dans mes premières expériences avait, il est vrai, acquis des pôles; mais alors les effets dépendants de la forme du fil conjonctif n'étaient pas connus, et pour maintenir plus facilement l'aiguille, j'avais un peu enroulé le fil autour de ses extrémités.

V.

PRINCIPE DES TÉLÉGRAPHES ÉLECTRIQUES.

On voit que j'ai prouvé en 1820, immédiatement après la publication en France du Mémoire d'Ørsted, que le fil conjonctif développe à distance la vertu magnétique dans des lames de fer ou d'acier.

Il faut pour cela que ces lames soient placées transversalement au courant.

Je pourrais dire ici que nous nous assurâmes, Ampère

et moi, que la vertu magnétique développée par le fil est très-forte lorsqu'on le fait circuler autour d'une spirale, enroulant à distance et plusieurs fois les lames qu'on veut aimanter.

S'il est vrai que les expériences qui constatèrent l'exactitude de ce résultat furent faites conjointement par mon ami et par moi, je dois déclarer que c'est Ampère qui, conduit par ses idées théoriques, conçut la possibilité de cette augmentation de force.

Le développement momentané du magnétisme dans une masse de fer doux par l'action du courant voltaïque, est le principe sur lequel repose le mode d'action de la plupart des télégraphes électriques.

VI.

PROJET D'EXPÉRIENCE SUR LE MAGNÉTISME DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

A la suite du Mémoire qui précède sur l'aimantation du fer et de l'acier par l'action à distance du courant voltaïque, j'ai fait les observations qui suivent :

« Il existe, à l'Institution royale de Londres, une pile voltaïque composée de 2,000 doubles plaques de 10 centimètres en carré. En se servant de ce puissant appareil, sir Humphry Davy a reconnu qu'il se produit une décharge électrique entre deux pointes de charbon adaptées aux extrémités des conducteurs positif et négatif, alors même que ces pointes sont encore distantes l'une de l'autre de 6 à 8 dixièmes de millimètre. Le premier effet de la décharge est de rougir le charbon : or, aussitôt que l'in-

candescence est établie, les pointes peuvent être graduellement éloignées jusqu'à 10 centimètres, sans que pour cela la lumière intermédiaire se rompe. Cette lumière est extrêmement vive et plus large dans son milieu qu'à ses extrémités : elle a la forme d'un arc.

« L'expérience réussit d'autant mieux que l'air est plus raréfié. Sous une pression de 6 millimètres, la décharge d'une pointe de charbon à l'autre commençait à la distance de 13 millimètres; ensuite, en éloignant graduellement les charbons, sir Humphry Davy obtint une flamme pourpre continue et qui avait jusqu'à 18 centimètres de longueur.

« Il est sans doute très-naturel de supposer qu'un seul courant électrique agira sur l'aiguille aimantée tout comme s'il se mouvait le long d'un fil conjonctif métallique. Néanmoins, l'expérience me semble mériter d'être recommandée aux physiciens qui ont à leur disposition des piles voltaïques d'une grande force, surtout à cause des vues qu'elle peut faire naître relativement aux aurores boréales. Ne serait-ce pas d'ailleurs, indépendamment de toute application immédiate, un phénomène digne de remarque que la production dans le vide ou dans de l'air très-raréfié, d'une flamme qui, agissant sur l'aiguille aimantée, serait à son tour attirée ou repoussée par les pôles d'un aimant? »

L'expérience que je signalais ainsi à l'attention du monde savant, Davy la fit quelque temps après la publication de la Note précédente, et elle a été répétée plus tard, avec des soins particuliers, par M. de La Rive (de Genève), qui pense que l'aimant mis en présence de l'arc

lumineux ne repousse pas ou n'attire pas le courant électrique lui-même, mais seulement les particules de carbone transportées d'un pôle à l'autre et traversées par le courant.

VII.

AIMANTATION PAR L'ACTION DE L'ÉLECTRICITÉ ORDINAIRE.

Le procès-verbal de la séance du 6 novembre 1820, de l'Académie des sciences, porte « que j'ai annoncé verbalement avoir produit, à l'aide de l'électricité ordinaire, tous les phénomènes d'aimantation que j'avais déjà observés en me servant de l'électricité voltaïque. » Le *Moniteur* du 10 novembre fait mention de mes expériences dans les termes suivants :

« M. Arago a annoncé qu'il avait aimanté des fils d'acier en les plaçant dans des tubes de verre enveloppés par des hélices de fil métallique le long desquelles il a fait passer des étincelles électriques, ce qui présente une nouvelle analogie entre les modes d'action des électricités ordinaire et voltaïque. Les pôles nord et sud, dans cette expérience, se formaient à l'une ou l'autre extrémité des fils, suivant le sens du courant et celui des spires de l'hélice. M. Arago produisait autant de points conséquents qu'il changeait de fois le sens de cette hélice sur la longueur du fil, ainsi qu'il l'avait déjà fait au moyen d'une pile voltaïque. Il a remarqué, en outre, que l'hélice n'avait plus d'action sur le fil d'acier dès que celui-ci était en dehors, lors même qu'il la touchait. »

On voit que ces phénomènes dans lesquels l'aimanta-

tion est obtenue par une action à distance, doivent être soigneusement distingués des expériences sans résultats concordants que firent jadis Wilke¹, Franklin², d'Alibard³, Beccaria⁴, Van Swinden⁵, Van Marum⁶, sur l'aimantation d'aiguilles d'acier à travers lesquelles ils faisaient passer l'étincelle.

Franklin parle de l'aimantation produite par la décharge électrique dans une lettre datée du 27 juillet 1750. Il se servait, pour ces expériences, d'aiguilles à coudre, à travers lesquelles il faisait passer la décharge provenant de quatre grandes jarres de verre. Voici ses résultats :

Le magnétisme est à son maximum, pour une décharge donnée, si l'aiguille est située du nord au sud ; le minimum a lieu dans la direction est-ouest.

Si l'aiguille est placée de l'est à l'ouest au moment de la décharge, le bout par lequel entrera le feu électrique se trouvera au nord quand l'aiguille sera suspendue.

Si l'aiguille, au moment de l'explosion, est placée du nord au sud, son bout nord, quand on l'aura suspendue, restera encore dirigé au nord, soit que le feu ait pénétré par ce bout ou par l'extrémité opposée.

Si ce résultat était vrai, l'électricité ne pourrait jamais

1. *Mémoires de l'Académie de Suède*, t. xxviii.
2. Franklin, *on Electricity*, etc., p. 91, édit. de 1769.
3. *Expériences sur l'électricité*, traduites par d'Alibard, tome II, p. 135, 144 et 145.
4. Beccaria, *dell' Elettricismo artificiale*, § 731, 732, 733.
5. Van Swinden, *Analogie de l'électricité et du magnétisme*, t. I, p. 492 et suivantes.
6. Van Marum, *Description d'une très-grande machine électrique*, etc., t. I, p. 168 et suivantes.

changer les pôles d'une aiguille de boussole quand elle est dans sa position naturelle : on sait cependant que la foudre produit cet effet.

Dans ma Notice sur le tonnerre, j'ai parlé (chap. xxv, p. 183) de l'aimantation par la foudre; j'ajouterai ici deux faits dont il n'a pas été question alors.

Le tonnerre tomba dans la boutique d'un horloger, à Saint-André en Dauphiné, en août 1739, et brisa une lime à 19 centimètres du manche; la partie détachée avait 11 centimètres de long et s'était assez fortement aimantée pour enlever des clefs; on s'en servit pour communiquer le magnétisme à un couteau.

Le fragment de 11 centimètres fut brisé en deux. L'une des deux parties attirait le fer par ses deux bouts; l'autre (celle où se trouvait la pointe de la lime) n'attirait que dans le voisinage de la fracture (*Trans. philos.*, vol. xli, p. 614-615).

Plusieurs physiciens ont remarqué qu'une lame d'acier s'aimante quand on la rompt ou quand on la brise; or, la lime de l'horloger ayant été brisée, on ne pourrait pas conclure du fait précédent, s'il était unique, que la foudre, comme telle, est capable d'aimanter l'acier.

Franklin parle, dans une de ses lettres en date du 27 juillet 1750, de la relation, écrite par le capitaine Waddel, sur les effets produits à bord de son bâtiment par un coup de foudre : quelques-unes de ses aiguilles de boussole *avaient perdu tout leur magnétisme*; dans d'autres, les pôles furent changés, et la pointe nord se tourna vers le sud.

VIII.

DU MAGNÉTISME DE ROTATION.

La première publication que j'ai faite de cette découverte est ainsi mentionnée dans le procès-verbal de la séance du 22 novembre 1824 de l'Académie des sciences :

« M. Arago communique verbalement les résultats de quelques expériences qu'il a faites sur l'influence que les métaux et beaucoup d'autres substances exercent sur l'aiguille aimantée, et qui a pour effet de diminuer rapidement l'amplitude des oscillations sans altérer sensiblement leur durée. »

J'avais reconnu, en déterminant avec mon ami Alexandre de Humboldt l'intensité magnétique sur la pente de la colline de Greenwich, en 1822, que l'aiguille de déclinaison mise en mouvement atteint plus tôt le repos quand elle est placée dans sa boîte que quand elle est éloignée de tous corps étrangers. Cette remarque m'avait semblé devoir mener à des conséquences importantes sur la généralité des phénomènes magnétiques jusqu'alors circonscrits et comme isolés au milieu de la science. Je n'ai jamais cessé de me préoccuper de cet ordre d'idées, et aujourd'hui encore, alors que je ne vois plus et que je ne peux plus observer, il me semble que beaucoup de recherches sont encore à tenter dans la voie que j'ai ouverte, malgré l'explication en apparence satisfaisante qui a été donnée par Faraday d'une partie des phénomènes que j'ai découverts.

Le 7 mars 1825, j'ai fait sur ce sujet une nouvelle

communication à l'Académie des sciences; elle est ainsi mentionnée dans les *Annales de chimie et de physique* (t. xxviii, p. 325) :

« M. Arago met sous les yeux de l'Académie un appareil qui montre sous une forme nouvelle l'action que les corps aimantés et ceux qui ne le sont pas exercent les uns sur les autres.

« Dans ses premières expériences, M. Arago avait prouvé qu'une lame de cuivre ou de toute autre substance solide ou liquide, placée au-dessous d'une aiguille aimantée, exerce sur cette aiguille une action qui a pour effet immédiat d'altérer l'amplitude des oscillations, sans changer sensiblement leur durée. Le phénomène dont il a entretenu l'Académie est, pour ainsi dire, l'inverse du précédent. Puisqu'une aiguille en mouvement est arrêtée par une plaque en repos, M. Arago a pensé qu'il s'en suivait qu'une aiguille en repos serait entraînée par une plaque en mouvement. Si l'on fait tourner, en effet, une plaque de cuivre, par exemple, avec une vitesse déterminée, sous une aiguille aimantée renfermée dans un vase fermé de toutes parts, l'aiguille ne se place plus dans sa position ordinaire : elle s'arrête hors du méridien magnétique, et d'autant plus loin de ce plan, que le mouvement de rotation est plus rapide. Si ce mouvement de rotation est suffisamment prompt, l'aiguille, à toute distance de la plaque, tourne sur elle-même d'une manière continue autour du fil auquel elle est suspendue. »

Après la publication de ma découverte et de mes expériences, que je répétai devant un grand nombre de personnes, plusieurs physiciens anglais, suisses, italiens,

étudièrent les mêmes phénomènes; leurs recherches confirmèrent en général mes résultats. Cependant, il se trouve, dans le numéro de la *Bibliothèque universelle* de janvier 1826, un Mémoire de MM. Léopold Nobili et Baselli, de Modène; ce Mémoire renferme diverses expériences en opposition directe avec quelques-unes des miennes, et qui tendraient à faire admettre qu'il n'est pas vrai que tous les corps de la nature exercent une action particulière et fort intense sur une aiguille aimantée en mouvement. Le mérite reconnu de ces savants m'a imposé le devoir de ne pas laisser leurs assertions sans réponse, et j'ai réfuté leurs expériences dans le tome xxxii des *Annales de chimie et de physique* (p. 213, 1826), et tout à l'heure je reproduirai mes explications. Cependant je dois repousser certaines objections que, dans le temps, j'ai attribuées à M. Brewster, dans qui j'ai pu, plus tard, reconnaître un véritable amour des sciences. Ce que j'ai écrit subsiste, mais je ne l'adresse plus au savant illustre, devenu associé étranger de l'Académie des sciences et mon ami.

Ceux qui reconnaissent un nouveau fait dans les sciences d'observation doivent s'attendre qu'on le niera d'abord; que plus tard son importance, son utilité, seront contestées; viendra ensuite le chapitre de la priorité; alors des passages insignifiants, obscurs, inaperçus jusque-là, arriveront en foule comme des preuves manifestes de l'ancienneté de la découverte. Je m'étais flatté, pour ma part, d'échapper à ce dernier débat, et cela, bien moins à cause du soin avec lequel j'avais cherché, dans les ouvrages des physiciens, les observations qui pouvaient se rattacher à mes expériences, qu'en songeant à la

distinction flatteuse que la Société royale de Londres avait daigné leur accorder. Je me trompais cependant : un journal d'Edinburgh me l'a appris ; voici ce que je lis dans le numéro 7 de ce journal : « Peu de branches des sciences modernes doivent exciter un plus vif intérêt que celle qui traite de l'influence de la rotation sur les phénomènes magnétiques. Nous sommes fiers (*proud*) de penser que cette découverte remarquable a été faite premièrement dans notre propre pays ; et qu'à l'exception d'un petit nombre d'importantes expériences faites en France, elle a été exclusivement suivie par les membres de la Société royale. »

La décision, comme on voit, est claire, positive, tranchante. Ce genre de mérite se trouve souvent dans le journal d'Edinburgh ; quant à l'exactitude et à la vérité, on les remarque moins fréquemment. Je crois toutefois que l'écrivain écossais n'en avait jamais fait abstraction d'une manière plus formelle que dans le passage qu'on vient de lire : quelques dates vont le prouver.

Le 22 novembre 1824, je communiquai à l'Académie des sciences les expériences relatives à l'influence qu'un corps métallique ou de toute autre nature en repos, exerce sur les aiguilles aimantées qui oscillent à peu de distance de sa surface. Cette expérience fut consignée les 23 et 24 novembre, dans la plupart des journaux de la capitale. Elle est même rapportée, d'après une lettre de Paris, dans le numéro du journal d'Edinburgh qui a paru le 1^{er} janvier 1825.

Quant à l'expérience de l'entraînement de l'aiguille en repos par une plaque métallique en mouvement, elle a été

communiquée à l'Académie des sciences, comme on l'a vu plus haut, le lundi 7 mars 1825 ; elle a été effectuée en faisant tourner avec des vitesses diverses une plaque métallique sous une aiguille placée dans une cage de verre, et séparée de la plaque en mouvement par une membrane, pour la défendre de toutes les agitations de l'air. L'horloge qui donnait le mouvement était entièrement en cuivre. Cet appareil est aujourd'hui dans tous les cabinets de physique. Mais il faut remarquer que l'expérience nouvelle n'est que celle du 22 novembre sous une forme différente ; elle s'en déduit par ce principe de mécanique, admis généralement, que la réaction est égale à l'action. La rotation sert à étudier les phénomènes toutes les fois qu'on a besoin de très-grandes vitesses ; les oscillations s'emploient de préférence quand il faut opérer sur des liquides ou sur des poussières. Les conséquences, d'ailleurs, sont les mêmes dans les deux cas. Passons maintenant aux dates des Mémoires anglais.

M. Barlow a déposé, à la Société royale, son Mémoire sur la modification qu'éprouve le magnétisme d'une sphère de fer en rotation, le 14 avril 1825 ; ce Mémoire n'a été lu que le 5 mai.

La lecture du Mémoire de M. Christie est du 12 mai 1825.

Le Mémoire de MM. Babbage et Herschel, dont l'écrivain du journal d'Edinburgh n'a sans doute pas voulu parler dans sa Note, puisque les auteurs ont eu la bonté de l'intituler : *Répétition des expériences de M. Arago*, est du 10 juin 1825.

L'écrivain écossais n'a donc plus qu'un moyen d'établir

la priorité dont il gratifie si bénévolement ses compatriotes : c'est de prouver que le 22 novembre 1824 et le 7 mars suivant sont postérieurs aux 5 et 12 mai 1825.

M. Barlow annonce avoir commencé ses expériences sur les effets de la rotation d'une sphère de fer, dans le mois de décembre 1824; décembre vient après novembre, ainsi je n'ai personnellement aucun intérêt à contester cette date; je maintiendrai seulement, en thèse générale, qu'une publication, par quelque voie que ce soit, est le seul titre qu'on doive admettre dans l'histoire des sciences, quoique je me prive par là de l'avantage de prouver que les résultats dont il est question dans cette note avaient été communiqués à un grand nombre de savants français et anglais près de deux ans avant que j'en parlasse à l'Académie. Du reste, ce mois de décembre, indiqué par M. Barlow lui-même, dans tout ce qu'il a écrit, comme l'époque où ses expériences ont commencé, ne convient déjà plus à l'écrivain écossais; voici, en effet, ce qu'on lit dans le numéro 8 du journal d'Edinburgh, publié en avril 1826 :

« Vers (*about*) le mois de novembre 1824, l'expérience de M. Barlow dans laquelle il produisait une certaine déviation de l'aiguille magnétique, par l'influence d'une sphère de fer tournant sur elle-même, devint l'objet de la conversation à la Société royale, etc. »

M. Barlow a dit qu'il n'avait commencé à s'occuper des phénomènes produits par la rotation du fer qu'en décembre, et c'est vraiment fâcheux, puisque novembre est la date de ma première publication! Comment échapper à cette difficulté? Le problème paraissait embarrassant;

on voit cependant que l'écrivain écossais l'a résolu d'une manière très-ingénieuse : il lui a suffi, pour cela, d'oublier que le dernier mois de l'année avait un nom; décembre est décidément un mot qu'il n'écrira plus jamais; à quoi bon, en effet? Les dates qui se rapportent à ce mois ne sont-elles pas plus convenablement définies par cette formule : vers (*about*) le mois de novembre?

Je suis vraiment peiné de voir un savant descendre à de si misérables expédients. Emporté par une aveugle passion qu'il décore peut-être du nom d'esprit national, il n'a pas même remarqué que, dans cette circonstance, les erreurs volontaires auxquelles il souscrit et qu'il cherche à propager, ne le conduiraient pas à son but. Si quelque chose, en effet, peut justifier l'insigne faveur dont mes expériences ont été l'objet à la Société royale de Londres, c'est la preuve qu'elles fournissent de l'immense agrandissement qu'éprouvent les propriétés magnétiques des corps, soit quand ils se meuvent sous une aiguille en repos, soit quand une aiguille oscille à une petite distance de leur surface; or, cette conséquence ne découle en aucune manière du travail de M. Barlow¹. Afin de vivre en paix avec quelques-uns de mes détracteurs, je consens donc volontiers à ce qu'on imprime

1. Voici, textuellement, la conséquence que M. Barlow a déduite de ses expériences :

« Quand on imprime un mouvement rapide de rotation à une masse de fer, autour d'une ligne qui ne coïncide pas avec l'axe magnétique (produit par l'influence de la terre), il en résulte un dérangement temporaire dans les facultés magnétiques de la masse, équivalent à ce qu'amènerait un nouvel axe de polarisation perpendiculaire au plan passant par l'axe primitif et par celui de rotation. » (*Trans.*

désormais, contre l'évidence des faits, que les expériences du professeur de Woolwich ont été commencées vers le mois de novembre, et même, pour peu qu'on le désire, vers le mois d'octobre.

J'arrive maintenant aux expériences relatives à l'action réelle exercée par tous les corps de la nature sur l'aiguille aimantée en mouvement, action niée par des physiciens italiens.

« MM. Nobili et Bacelli ont fait osciller, disent-ils, des aiguilles aimantées au-dessus de substances non métalliques.... sans trouver de différence appréciable entre les oscillations que faisaient les aiguilles au-dessus des disques et hors de leur influence. » (P. 48.)

Si les physiciens de Modène avaient donné la distance qui séparait leur aiguille du plateau non métallique, et le nombre d'oscillations qu'ils ont comptées, je pourrais peut-être assigner la cause de l'erreur dans laquelle ils sont tombés; tout ce que je puis faire, c'est d'opposer à leur dénégation des mesures exactes, et d'indiquer les circonstances dans lesquelles on les a obtenues; le paragraphe qui suit est extrait de mon journal d'expériences :

Je suspends une aiguille aimantée, horizontalement sur de l'eau, et je l'écarte de 53° de sa position naturelle;

philos., p. 326.) La formation du nouvel axe provient « de ce que le fer, à cause de sa force coercitive, conserve jusqu'à un certain degré les pôles par influence que la terre lui a communiqués, etc. » (P. 323.) L'expérience, comme on voit, est, sous une forme mieux adaptée aux mesures, celle des physiciens qui, après avoir dévié une aiguille horizontale à l'aide d'une barre de fer verticale, essayaient si après un *retournement subit* de la barre, la déviation s'effectuait encore au premier moment dans le même sens.

abandonnée ensuite à elle-même, cette aiguille oscille de part et d'autre du méridien magnétique, dans des arcs de moins en moins étendus; je cherche à saisir le moment où la demi-amplitude n'est plus que de 43° , et je compte combien il y a eu d'oscillations depuis le départ.

Quand la distance de la face inférieure de l'aiguille à l'eau est de $0^{\text{mill.}}.65$, il se perd 10° en 30 oscillations; à $52^{\text{mill.}}.2$ de distance, il faut, pour la même perte, 60 oscillations.

On ne peut pas se tromper sur une semblable différence. J'ajoute qu'elle serait plus grande encore si l'amplitude au départ avait été de 90° . Voici les résultats que la même aiguille a donnés en la plaçant sur de la glace (eau gelée) :

millimètres.			
De 53° à 43° , à 0.70 de distance.		26	oscillations.
De 53° à 43° , à 1.26	—	34	—
De 53° à 43° , à 30.50	—	56	—
De 53° à 43° , à 52.20	—	60	—

Sur un plan de verre (*crown-glass*), avec une autre aiguille :

millimètres.			
De 90° à 41° , à 0.91 de distance,		122	oscillations.
De 90° à 41° , à 0.99	—	180	—
De 90° à 41° , à 3.04	—	208	—
De 90° à 41° , à 4.01	—	220	—

Ainsi, loin que les effets magnétiques des substances non métalliques, telles que l'eau, la glace, le verre, etc., soient inappréciables, comme l'annoncent à tort MM. Nobili et Bacelli, on voit qu'ils ont assez d'intensité pour qu'on doive espérer qu'en faisant l'expérience avec tous

les soins convenables, on pourra rendre sensible même l'action des gaz comprimés.

• Il suit des expériences de Coulomb, disent encore MM. Nobili et Bacelli, que toutes les substances donnent quelques signes de magnétisme; cela tendrait à faire croire que, pour découvrir dans les corps les plus faibles traces de magnétisme, la méthode de ce physicien doit être préférée à celle de M. Arago, comme plus sûre. »

J'observe : 1° que Coulomb n'avait étendu ses essais à aucun liquide; que même sa méthode ne le lui eût pas permis; que, dès lors, le procédé dont je me suis servi pour mettre en évidence les propriétés magnétiques de l'eau a une utilité, un caractère, tout particuliers; 2° que les traces de magnétisme aperçues par ce célèbre physicien étaient si faibles, qu'on pouvait les attribuer, comme lui-même l'a reconnu, à la présence de quelques particules ferrugineuses dont l'analyse chimique la plus exacte ne manifesterait pas l'existence. Je dois maintenant ajouter que mes expériences n'ont aucun rapport avec le travail de Coulomb : les vertus magnétiques qu'elles manifestent sont d'une tout autre nature que celles qu'on mesure en faisant osciller des aiguilles entre deux barreaux aimantés. Quelques nouveaux faits, que je rapporterai bientôt, ne laisseront, je pense, aucun doute à cet égard; je dirai seulement ici que MM. Nobili et Bacelli auraient pu le reconnaître eux-mêmes, d'après leurs propres expériences. Voici, en effet, les valeurs des déviations produites par des disques de différente nature tournant avec la même vitesse au-dessous d'une aiguille aimantée

horizontale, telles qu'on les trouve dans le Mémoire des physiciens de Modène :

Le disque de cuivre produit 55° de déviation.

Le zinc. 44°

Le laiton. 41°

L'étain. 40°

Le plomb. 8°

L'ordre d'intensités magnétiques, résultant des observations de Coulomb, serait, en allant aussi du grand au petit :

Plomb, étain, argent, cuivre et or ;

c'est précisément l'inverse de ce que donnent les expériences de déviation.

Tous les physiciens, en y comprenant MM. Nobili et Bacelli, qui se sont occupés des phénomènes auxquels le magnétisme des corps en mouvement donne naissance, les ont d'abord expliqués à fort peu près de la même manière : Si une aiguille, ont-ils dit, est suspendue horizontalement sur un plateau métallique indéfini, il doit se former sous chaque pôle de l'aiguille, sous le pôle nord par exemple, un pôle de nom contraire ou attractif, provenant de la décomposition du fluide neutre du plateau. Quand, ensuite, ce plateau tournant sur lui-même, le pôle attractif est entraîné dans le sens de la rotation, un nouveau pôle semblable se forme sous l'aiguille, pour être aussi entraîné à son tour, et ainsi de suite. Supposons maintenant que ces pôles par influence naissent presque instantanément et qu'ils aient besoin de quelque temps pour disparaître, l'aiguille sera alors précédée d'une série

de pôles tous attractifs, et qui la dévieront de sa position ordinaire dans le sens du mouvement du plateau.

Cette explication s'était aussi présentée à mon esprit quand je communiquai, pour la première fois, les expériences de rotation à l'Académie; je n'en fis cependant aucune mention: une hypothèse qui ne rendait compte que du sens du déplacement de l'aiguille, ne me paraissait pas reposer sur des fondements suffisamment solides. Ce qu'il fallait surtout prouver, à mon avis, c'est qu'un plateau de cuivre, qui, dans l'état de repos, dévie à peine une aiguille aimantée d'une seule seconde, peut, par le seul fait de son mouvement et à la même distance, l'entraîner de 90° et plus; j'avouerai franchement que cette épreuve, je ne l'avais pas trouvée. Au reste, j'ai tout lieu de m'applaudir de ma réserve: de nouveaux essais m'ont en effet montré que l'hypothèse en question est, je ne dis pas seulement insuffisante, mais de plus directement contraire aux résultats de l'expérience; en voici la démonstration en peu de mots:

Les pôles sud que le pôle nord de l'aiguille sème, pour ainsi dire, suivant la théorie de MM. Herschel, Babbage, Nobili, Prévost, etc., sur le contour d'un plateau de cuivre tournant, doivent évidemment, par leur action combinée, attirer ce pôle nord et tendre à le rapprocher du plateau; je me suis assuré, au contraire, que la composante, perpendiculaire au plateau de toutes les forces

1. C'est notre confrère M. Duhamel qui a, je crois, donné le premier l'explication dont il s'agit. Sa lettre à l'Académie a été lue le lundi 27 décembre 1824, et imprimée par extraits dans quelques journaux du surlendemain.

auxquelles son mouvement donne naissance, est une force répulsive ! En effet, qu'on suspende, à l'aide d'un fil, un aimant fort long, dans une direction verticale, au fléau d'une balance ; qu'on l'équilibre à l'aide de poids, d'une nature quelconque, placés du côté opposé ; si l'on fait ensuite tourner un plateau de cuivre sous l'aimant, l'équilibre ne subsistera plus ; l'aimant semblera être devenu plus léger ; il se soulèvera : le plateau, enfin, le repoussera.

L'expérience peut se faire plus aisément encore à l'aide d'une aiguille d'inclinaison. Quand le plan d'une telle aiguille est exactement dirigé vers le centre du disque tournant que je suppose toujours horizontal, si l'aiguille est horizontale elle-même, tout mouvement de rotation autour de l'axe qui la traverse ne peut évidemment résulter que d'une force perpendiculaire au disque : or, si nous supposons qu'un seul des pôles de l'aiguille corresponde verticalement au plateau, nous trouverons, comme dans l'expérience de l'aimant vertical suspendu, que pendant le mouvement de rotation ce pôle est constamment soulevé.

L'action qu'un disque métallique, circulaire, horizontal et tournant sur son centre, exerce sur l'un des pôles d'une aiguille aimantée, peut être décomposée en trois forces : la première, verticale ou perpendiculaire au disque ; la seconde, horizontale et perpendiculaire au plan vertical qui contient le rayon aboutissant à la projection du pôle de l'aiguille ; la troisième, dirigée parallèlement au même rayon. La première est répulsive, comme on vient de le voir ; la seconde est la force tangentielle qui

donne le mouvement de rotation aux aiguilles horizontales; on peut étudier les propriétés de la troisième en se servant d'une aiguille d'inclinaison, placée verticalement et de manière que son axe de rotation soit contenu dans un plan perpendiculaire à l'un des rayons du disque : dans cette position, l'aiguille ne se mouvra qu'en vertu de la composante dirigée vers le centre.

Concevons qu'une semblable aiguille corresponde verticalement au centre du disque tournant; le mouvement de rotation, comme de raison, ne la déviera pas. Il existe un second point, plus voisin du bord que du centre, et dans lequel la verticalité de l'aiguille se conserve aussi. Entre ces deux points, le pôle inférieur est constamment attiré vers le centre, quelle que soit la vitesse de rotation; plus loin, il est repoussé. L'action est encore sensible et répulsive quand la direction verticale de l'aiguille prolongée est déjà au delà du contour circulaire du disque. Je pourrais demander comment cette force répulsive, dirigée suivant le rayon, se déduirait de l'action des pôles attractifs distribués sur la face supérieure du métal, si je n'avais déjà prouvé l'insuffisance de cette théorie, par le seul fait de l'existence d'une force répulsive perpendiculaire au disque tournant.

Faraday, en 1832, a fait voir le premier, en se servant d'un galvanomètre dont les fils étaient placés sur les diverses parties de disques métalliques mobiles au-dessus desquels était un aimant fixe, qu'il y a, dans ces disques métalliques, des courants induits par l'aiguille aimantée, et on a pensé tirer de là l'explication *complète* de tous les phénomènes que j'avais découverts. Je ne

partage pas cette opinion. A la date du 25 septembre 1844, j'ai fait part de mes doutes au bureau des longitudes; voici ce que contient, à ce sujet, le procès-verbal de la séance :

« M. Arago rappelle les expériences qu'il a faites, il y a fort longtemps, sur la diminution d'amplitude qu'éprouvent les oscillations d'une aiguille aimantée, quand ces oscillations s'opèrent à une petite distance d'une lame de verre, de glace (eau gelée) ou de la surface d'une couche liquide. M. Arago cite les circonstances de ses expériences, desquelles il résulte que, dans le cas particulier du verre, de la glace ou des liquides, le phénomène ne dépend pas d'une *induction*. M. Arago a cru ne pouvoir l'attribuer qu'à une condensation de l'atmosphère à la surface des corps. Il indique les expériences qu'il se propose d'entreprendre pour mettre ce résultat hors de toute contestation. »

Ce n'est pas que je prétende que l'électricité ne joue le rôle principal dans les phénomènes dont il s'agit; mais je dis qu'on ne peut les expliquer complètement par la naissance des courants aussitôt disparus que nés à la surface seulement de corps qui, dans cette hypothèse, devraient nécessairement être très-bons conducteurs du fluide électrique qu'on fait circuler rapidement à leur surface. Je n'ai pas été le dernier à montrer que, dans les phénomènes de rotation, l'électricité et le magnétisme produisent des effets analogues. En 1845, j'ai dû réclamer contre une inexactitude qui, à cet égard, s'était propagée dans le monde scientifique, sur la foi d'un des hommes les plus illustres de notre époque.

Dans son bel ouvrage, Faraday, dont l'amitié m'est si précieuse, attribue à Ampère la découverte du mouvement que prend un fil parcouru par un courant voltaïque, quand il est placé horizontalement à quelque distance d'un disque métallique rotatif. Voici comment les faits doivent être rétablis :

J'ai pensé, vers le commencement du mois d'août 1826, que mes expériences de rotation devaient être renouvelées en substituant des courants aux aiguilles magnétiques. N'ayant pas de pile, je priai mon ami Ampère de faire monter l'appareil dans le cabinet de physique du Collège de France. Le répétiteur, M. Ajasson de Grandsagne, prit les dispositions nécessaires; mais le jour où l'on fit le premier essai, au moment même où le fil commençait à s'ébranler, l'axe rotatif du plateau se brisa. Comme je partais le lendemain pour les Pyrénées, j'autorisai Ampère à continuer l'expérience. M. Colladon présida à la reconstruction de l'instrument, et y introduisit des perfectionnements importants. Cette fois, le fil s'ébranla presque à l'instant même où le plateau de cuivre commença à tourner. Ampère s'empressa de me transmettre le résultat obtenu.

Ces explications ne me semblèrent pas d'abord nécessaires; car, en publiant l'expérience, Ampère eut soin de me citer. Cependant, puisque la Note de l'illustre et si regrettable physicien a trompé un homme tel que Faraday, il ne me paraît pas inutile de mettre la lettre d'Ampère sous les yeux du public. Je n'en citerai que ce passage :

Paris, 1^{er} septembre 1826.

« Vous verrez dans cette Note que j'ai soin de dire que l'idée de cette expérience vous appartient exclusivement.

« Il me reste, mon cher et excellent ami, à vous rappeler que vous m'avez promis, si cette expérience réussissait, de défendre ma théorie comme la vraie explication des phénomènes. En la joignant à tout le reste et aux calculs du Mémoire qui s'imprime dans ceux de l'Académie, je ne vois pas ce qu'on pourrait encore m'objecter.

« J'ai aussi à vous prier, si vous trouvez la Note que je vous envoie comme elle doit être, d'écrire à M. Savary de l'insérer telle qu'elle est dans les *Annales de Chimie et de Physique*, sauf tous les changements ou additions que vous êtes parfaitement libre d'y faire, puisque l'expérience a été imaginée par vous. »

J'ajouterai, car ceci n'a jamais été imprimé dans son entier, qu'immédiatement après mon retour à Paris, je répétai avec les courants les expériences déjà faites avec des aiguilles, et qu'elles eurent les mêmes résultats quant à la direction des forces en se servant de disques pleins, et quant à leur affaiblissement en se servant de disques coupés.

Je viens de prononcer le mot de disques coupés. Je dois saisir cette occasion pour répéter ici les mêmes observations que j'ai déjà faites en 1845, en offrant à l'Académie des sciences une brochure de mon ami M. de Haldat, intitulée : *Histoire du magnétisme dont les phéno-*

mènes sont rendus sensibles par le mouvement. Une inexactitude a échappé au savant secrétaire de l'Académie de Nancy. Dans son ouvrage, M. de Haldat rappelle, pages 11 et 42, que les disques métalliques tournants perdent une grande partie de leur puissance lorsqu'on y a pratiqué des solutions de continuité dans la direction des rayons. Ce fait, dès l'origine, parut capital; il montrait que les phénomènes du magnétisme en mouvement ne dépendent pas d'actions purement moléculaires. Mais M. de Haldat commet une erreur en attribuant la découverte de ce fait à MM. Herschel et Babbage; dans les Mémoires qu'ils ont publiés, les deux savants anglais déclarent que leurs expériences avec des disques ont été faites à l'imitation de celles de M. Arago : *after M. Arago*, disent MM. Herschel et Babbage (voir le tome cxv des *Transactions philosophiques*, p. 480).

Pour décider la question de la cause de l'influence exercée par une aiguille magnétique en mouvement sur tous les corps, et réciproquement par tous les corps en mouvement sur une aiguille aimantée en repos librement suspendue, il faut étudier ce qui se passe avec les substances réputées les moins conductrices de l'électricité, telles que la résine ou la gomme laque par exemple. Il faut voir, en outre, si, à de très-petites distances des corps non conducteurs, distances du même ordre que celles auxquelles on fait osciller les barreaux magnétiques, des barreaux de laiton, ayant absolument les mêmes formes et les mêmes dimensions que ceux-ci, ne seraient pas influencés dans leurs oscillations par une condensation

de l'air atmosphérique à la surface des corps. Ces sortes d'expériences ont été entreprises à ma demande par deux de mes amis, MM. Laugier et Barral. J'ai rendu un compte verbal des résultats obtenus à l'Académie des sciences, dans la séance du 7 mars 1853. Dans l'état de santé où je me trouve aujourd'hui, je ne peux plus espérer voir ce travail poussé jusqu'à ses dernières limites. Je dois donc me contenter de consigner ici les résultats numériques constatés, et de les rapprocher de ceux que j'avais moi-même obtenus lorsque mes forces et l'état de ma vue me permettaient d'observer.

A cause de la rapidité de la diminution de l'amplitude des oscillations d'une aiguille de cuivre qui ne se meut que sous l'influence de la torsion d'un fil de platine, il a fallu apporter un changement à la méthode que j'employais. Il était nécessaire que les oscillations du barreau de cuivre eussent une vitesse au moins égale à celle des oscillations d'un barreau aimanté, et un fil de torsion assez court et d'un assez fort diamètre pouvait seul être employé. En conséquence, MM. Laugier et Barral ont dû chercher quelle était la diminution d'amplitude produite pour un nombre déterminé d'oscillations. J'opérais, au contraire, comme on a pu le voir par les chiffres que j'ai cités plus haut, en comptant le nombre d'oscillations effectuées pendant que l'amplitude des oscillations diminuait d'un nombre donné de degrés. Du reste, MM. Laugier et Barral ont expérimenté avec la même cage de verre et exactement dans les mêmes conditions que j'avais choisies. Quelques modifications, jugées indispensables par ces deux savants physiciens,

avaient été seulement faites à mes appareils par notre habile artiste M. Brunner.

Pour éviter toute erreur provenant d'un défaut de centrage, M. Laugier observait l'amplitude des oscillations d'un côté, tandis que M. Barral les marquait de l'autre, et on prenait la moyenne des deux observations. Dans les expériences que j'ai faites, j'observais les déviations du barreau aimanté, tantôt à droite et tantôt à gauche, et je prenais de même la moyenne des observations.

Voici maintenant les résultats obtenus par MM. Laugier et Barral :

En se servant d'un barreau de cuivre suspendu à un fil de platine auquel on donnait toujours la même torsion, et en mesurant la diminution de l'amplitude en dix oscillations, on a trouvé :

Au-dessus d'un disque de fer,

	mill.		degrés.
A une distance de	1,	une diminution d'amplitude de	49.8
—	7,	—	49.5
—	80,	—	49.0

Au-dessus du mercure, avec un autre fil de platine donnant des oscillations plus lentes :

	mill.		degrés.
A une distance de	0.7,	une diminution d'amplitude de	32.0
—	2.4,	—	32.0
—	8.5,	—	32.4
En ôtant le mercure,		—	31.6

Au-dessus d'un gâteau de résine, avec un fil de platine donnant des oscillations plus rapides :

444 ELECTRO-MAGNÉTISME.

	mill.	degrés.
A une distance de 0.5, une diminution d'amplitude de		95.3
En ôtant le gâteau,	—	95.1

Au-dessus d'un gâteau de gomme laque, avec le même fil de platine :

	mill.	degrés.
A une distance de 0.7, une diminution d'amplitude de		98.7
En ôtant le gâteau,	—	97.6

Au-dessus du même gâteau de gomme laque, avec un fil de platine donnant des oscillations plus lentes :

	mill.	degrés.
A une distance de 0.5, une diminution d'amplitude de		72.25
En enlevant le gâteau,	—	71.20

Chaque expérience était répétée cinq fois, et les chiffres inscrits ci-dessus sont la moyenne des cinq résultats constatés, qui ne différaient d'ailleurs les uns des autres que de 2 degrés au plus.

Il est bien évident que la présence ou l'absence d'un corps étranger n'a en rien agi sur les oscillations du barreau de cuivre, malgré les petites distances auxquelles on a opéré. Si donc, avec un barreau aimanté, on trouve des différences très-grandes, il faudra bien les attribuer au magnétisme.

Avec le barreau aimanté, MM. Laugier et Barral, écartant le barreau de 76 degrés du méridien magnétique, commençaient à compter les oscillations quand il n'en était plus éloigné que de 71 degrés, et ils marquaient la perte produite au moment où s'accomplissait la cinquantième oscillation double. Leurs résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Matières au-dessus desquelles le barreau oscillait.	Distances du barreau aimanté aux corps éprouvés.	Diminution de l'amplitude en 50 oscillations.
	mill.	degrés.
Dans l'air.	»	8.40
Vase en verre.	10.2	9.80
Avec 124 ^{re} .5 d'eau distillée dans ce vase en verre.	3.5	12.25
<i>Id.</i>	4.0	16.50
<i>Id.</i>	0.5	25.00
Avec 248 ^{re} .5 d'eau distillée dans le même verre.	0.7	24.50
Avec un gâteau de résine.	6.0	7.25
<i>Id.</i>	4.3	23.50
<i>Id.</i>	0.5	37.50
Avec la boîte seulement qui contenait la résine, et à une distance du fond en bois de cette boîte de.	2.0	10.50
En mettant dans la boîte la résine pulvérisée.	17.0	10.00
<i>Id.</i>	1.4	20.00
<i>Id.</i>	0.4	35.00
Avec un gâteau de gomme laque. . .	1.5	13.50
<i>Id.</i>	0.7	24.50
<i>Id.</i>	0.55	23.50
Avec la boîte seulement qui contenait le gâteau de résine, et à une dis- tance du fond en bois de cette boîte de.	2.0	10.00
En mettant dans la boîte la gomme laque pulvérisée.	1.0	13.50
<i>Id.</i>	0.5	16.00
<i>Id.</i>	0.3	17.50

Ainsi les corps qui passent pour être les moins conduc-
teurs de l'électricité, qui ne se laissent traverser ni par

l'électricité ordinaire des machines, ni par l'électricité voltaïque des plus fortes piles, influencent d'une manière très-forte une aiguille aimantée en mouvement, soit que ces corps soient en couche continue, soit qu'on les ait réduits en poudre impalpable. L'action exercée n'est pas la même pour les différents corps. En conséquence, il était plus que probable que dans le vide on obtiendrait des résultats analogues.

Cette manière d'éprouver les effets exercés par tous les corps sur un barreau aimanté pourrait être appliquée à rechercher ceux que produiraient les gaz comprimés, comme je l'ai indiqué dès que j'ai fait connaître les premiers phénomènes du magnétisme en mouvement. J'espère que cette expérience sera faite un jour par quelque physicien.

Je vais ajouter ici, aux nombres que j'ai déjà donnés plus haut, quelques résultats que j'ai obtenus avec des substances diverses, afin de montrer qu'on pourrait trouver dans ce genre de recherches un moyen de mesurer l'action spécifique de chaque corps.

Je répète que je comptais le nombre des oscillations effectuées entre de certaines amplitudes déterminées.

Matières employées.	Distances de l'aiguille aimantée aux corps éprouvés. mill.	Nombre d'oscillat. doubles comptées.	Diminution des amplitudes mesurées.		
			degrés.	degrés.	degrés.
Plan de verre	25.0	30	35.5	— 15.5	— 20.0
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	40	35.5	— 12.0	— 23.5
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	50	35.5	— 9.5	— 26.0
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	60	35.5	— 7.5	— 28.0
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	70	35.5	— 6.0	— 29.5
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	80	35.5	— 4.5	— 31.0

Matières employées.	Distances de l'aiguille aimantée aux corps épruvés. mill.	Nombre d'oscillat. doubles comptés.	Diminution des amplitudes mesurées.		
			dgrés.	dgrés.	dgrés.
Plan de verre	1.25	30	35.75	— 9.00	= 26.75
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	40	35.75	— 5.75	= 30.00
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	50	35.75	— 4.00	= 31.75
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	80	35.75	— 2.75	= 33.00
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	70	35.75	— 2.00	= 33.75
<i>Id.</i>	25.0	77	35.5	— 5.0	= 30.5
<i>Id.</i>	3.5	59	35.5	— 5.0	= 30.5
<i>Id.</i>	1.25	43	35.5	— 5.0	= 30.5
Loin du fond et des pa- rois d'un bocal	»	70	46.0	— 5.0	= 41.0
Avec de l'eau dans ce bocal	12.0	63	45.75	— 5.00	= 40.75
<i>Id.</i>	2.0	41	46.00	— 5.00	= 41.00
Sans aucune substance dans le vide	»	174	50.5	— 5.0	= 45.0
En laissant rentrer l'air Avec gâteau de résine dans le vide	7.0	57	50	— 5	= 45
Plateau de zinc	4.5	11	48	— 4	= 44
Plateau de laiton	4.5	12	48	— 4	= 44
Plateau d'étain	4.5	17	48	— 4	= 44
Plateau de plomb	4.5	28	48	— 4	= 44
Eau distillée	12.0	69	44.5	— 4.0	= 40.5
Eau salée	12.0	62	46	— 5	= 41
Eau salée	2.0	45	46	— 5	= 41

Je ne pousserai pas plus loin ces citations, qui suffisent pour faire voir qu'il n'est aucun corps qui puisse être considéré comme échappant à l'influence exercée par un

barreau aimanté en mouvement. Si l'on réfléchit que les barreaux employés dans mes observations étaient de petites dimensions, et que j'ai opéré sur des substances non conductrices, on reconnaîtra, j'espère, que mes expériences sont différentes de celles qui ont été imaginées par Faraday, et qu'elles ne peuvent s'expliquer complètement par la simple induction de courants fugitifs.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

Je vais réunir ici, sous le titre d'*Électricité animale*, des faits bien divers en réalité, mais que le vulgaire a voulu rapprocher. L'électricité n'a encore été bien mise en évidence que dans quelques animaux; on a vainement cherché à y rattacher des phénomènes qui se passent dans le corps de l'homme, et sur lesquels la volonté humaine ne paraît avoir quelque action que pour des personnes inattentives ou prévenues.

I.

SUR L'ÉTINGELLE TIRÉE DE LA TORPILLE ET DU GYMNOTE.

J'ai eu à m'occuper de cette question à l'occasion d'une discussion de priorité entre MM. Linari et Matteucci, sur des expériences faites en 1836, dans le but de tirer des étincelles de la torpille et de montrer que ces étincelles étaient bien de la même nature que celles qu'on obtient dans les laboratoires avec les machines électriques ordinaires ou les piles voltaïques.

Personne, jusqu'à cette époque, n'avait aperçu l'étincelle électrique dans des expériences faites avec la tor-

pille. M. de Humboldt ne parvint pas même à la voir en opérant sur des Gymnotes, dans leur pays natal. Walsh, dont les nombreux essais restèrent infructueux tant qu'il se servit de torpilles, réussit, en août 1776, à rendre l'étincelle apparente à l'aide d'un Gymnote. Il est toutefois digne de remarque que cette expérience capitale soit arrivée à la connaissance du public, non pas directement par un Mémoire de Walsh, mais par une Note de M. Le Roy. Fahlberg et Ingenhousz disent aussi avoir engendré quelquefois l'étincelle pendant la décharge d'une anguille électrique de Surinam. Aujourd'hui, tout le monde pourra observer le même effet, quand on se sera assuré que des courants électro-chimiques n'ont joué aucun rôle dans les expériences de cette nature.

Il m'a semblé que l'honneur de la découverte nouvelle appartient à M. Matteucci, lorsque j'ai vu dans une lettre adressée, à la date du 11 mars 1836, par M. Linari au physicien de Forli, et qui m'a passé sous les yeux, la phrase suivante : « Décrivez-moi clairement et avec patience le projet d'expérience que vous dites avoir imaginée *pour tirer l'étincelle de la torpille.* » En faisant cette demande, M. Linari n'aurait pas manqué d'annoncer ou tout au moins d'insinuer qu'il était lui-même en possession d'un moyen expérimental particulier, si, en effet, il avait été sur la voie de quelque chose de nouveau ; or, la lettre en question ne contient pas la plus légère allusion de cette nature.

Cependant, un homme qui a été souvent mon contradicteur, mais qu'un arrêt solennel rendu par la justice a rayé de la liste de l'Académie, a présenté, à ce sujet, des

observations consignées dans le compte-rendu de nos séances, et qui tendaient à empêcher que l'Académie votât l'insertion du Mémoire de M. Matteucci dans le *Recueil des savants étrangers*, le plus haut encouragement que nous puissions décerner aux personnes qui cultivent les sciences, sous prétexte que l'on n'avait pas pu vérifier toutes les expériences décrites par M. Matteucci.

J'ai fait remarquer qu'en adoptant ce système, il n'arriverait presque jamais, dans les sciences d'observation du moins, que l'Académie dût approuver les travaux qui lui sont soumis. Personne a-t-il prétendu imposer aux commissions académiques l'obligation de répéter dans tous leurs détails les expériences délicates, difficiles, nombreuses, qui sont décrites dans les longs Mémoires renvoyés à leur examen? *Quand elles le peuvent*, les commissions vérifient, çà et là, quelques points culminants; si cette vérification partielle réussit, elles admettent le reste, mais, bien entendu, sous la responsabilité de l'auteur. Il y a plus, l'Académie adopte complètement, elle fait souvent insérer dans le *Recueil des savants étrangers*, des Mémoires dont on n'a pas été à même de vérifier un seul résultat. L'Académie a-t-elle exigé, par exemple, que je me transportasse sur les sommités des Pyrénées avant d'honorer de son suffrage le beau nivellement géodésique que M. Corabœuf a étendu le long de cette chaîne de montagnes, entre l'Océan et la Méditerranée? La commission nommée pour l'examen du Mémoire de M. Matteucci s'est conformée aux usages, elle a fait tout ce qu'on était en droit d'exiger. Ce qu'elle a pu vérifier s'est trouvé exact. L'expérience des lobes de la

torpille, la plus simple, la plus facile peut-être de toutes celles que cite M. Matteucci, elle ne s'en est point occupée par la très-bonne raison qu'il n'y a point de torpilles à Paris. Eh bien, la commission en avertit dans son rapport. A mon avis, c'est un excès de précaution : la facilité de cette observation particulière, l'exactitude constatée de toutes les autres, les succès que M. Matteucci a obtenus dans un grand nombre de recherches délicates, étaient une garantie suffisante ; ordinairement, on n'en demande pas davantage. Au surplus, en décidant, conformément à l'avis de la commission, et malgré l'opposition que j'ai signalée, que le Mémoire de M. Matteucci serait inséré dans le *Recueil des savants étrangers*, l'Académie a témoigné de son juste intérêt pour un travail qui touche à l'un des points les plus délicats de l'organisation animale ; elle a engagé les observateurs à diriger de ce côté leurs investigations attentives ; c'est là le rôle honorable que l'Académie s'est toujours donné, qu'elle a constamment rempli dans des occasions pareilles, et dont il est impossible qu'elle ait jamais à se repentir. Voici, au surplus, dans quels termes on parle des expériences de M. Matteucci de l'autre côté du Rhin ; le passage que je vais citer se trouve dans une lettre de M. de Humboldt : « Ce qui m'a le plus remué dans ces derniers temps est la grande découverte de M. Matteucci sur l'action du seul quatrième lobe du cerveau de la torpille ! »

II.

SUR UNE PRÉTENDUE JEUNE FILLE ÉLECTRIQUE.

J'arrive à des faits d'électricité animale qui n'ont pas été constatés, et qui ne sont attribués à une cause magnétique ou électrique que par suite d'irréflexion.

Dans la séance du 16 février 1846, j'ai déposé sur le bureau de l'Académie une courte Note de M. Cholet, et une Note plus développée de M. Tanchou, relatives, l'une et l'autre, à une jeune fille de treize à quatorze ans, Angélique Cottin, ouvrière dans une fabrique de gants en filts, chez laquelle des facultés extraordinaires s'étaient développées, disait-on, depuis environ un mois. Lorsque M. Cholet se présenta à l'Observatoire pour me remettre une Note à l'adresse de l'Académie, il était accompagné de mademoiselle Cottin et des parents de cette jeune fille. M. Cholet insistait pour que je m'assurasse par moi-même, sans plus tarder, de l'exactitude des phénomènes signalés. Après quelque hésitation, je cédai à ce désir, ces premières épreuves pouvant m'amener, en cas d'insuccès complet, à proposer à l'Académie de ne point nommer de commissaires.

J'ai rendu compte des phénomènes dont j'avais été témoin pendant une séance de quelques minutes. La jeune fille produisit, en s'asseyant sur une chaise, des mouvements d'une extrême violence. Je n'ai pas aperçu nettement les agitations annoncées comme étant engendrées à distance, par l'intermédiaire d'un tablier, sur un guéridon en bois. D'autres observateurs ont trouvé que ces

agitations étaient sensibles. Je n'ai pu surtout constater aucun effet sur des aiguilles aimantées. L'action répulsive exercée par la main gauche de mademoiselle Cottin, sur une feuille de papier suspendue, n'a pas été supérieure à celle que beaucoup de personnes produisent dans des circonstances analogues. Malgré tant de résultats négatifs, je n'hésitai pas pourtant à demander à l'Académie de nommer des commissaires qui pussent vérifier les faits à loisir. Ces commissaires devaient pouvoir reconnaître comment s'opèrent les mouvements dans l'épreuve de la chaise. S'il y avait supercherie, il fallait la dévoiler, et empêcher ainsi le public d'être induit en erreur. M. Tanchou citait d'ailleurs dans sa Note des expériences très-faciles à répéter, et qui ne prêtaient à aucune explication équivoque.

Voici le rapport que fit la commission, composée de MM. Arago, Becquerel, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Babinet, Rayet et Pariset :

« Dans sa séance du 16 février dernier, l'Académie reçut de M. Cholet et de M. le docteur Tanchou deux Notes relatives à des facultés extraordinaires qui, disait-on, s'étaient développées depuis environ un mois chez une jeune fille du département de l'Orne, Angélique Cottin, âgée de quatorze ans. L'Académie, conformément à ses usages, chargea une commission d'examiner les faits annoncés et de lui rendre compte des résultats. Nous allons, en très-peu de mots, nous acquitter de ce devoir.

« On avait assuré que mademoiselle Cottin exerçait une action répulsive très-intense sur les corps de toute

nature, au moment où une partie quelconque de ses vêtements venait à les toucher. On parlait même de guéridons renversés à l'aide du simple contact d'un fil de soie.

« Aucun effet appréciable de ce genre ne s'est manifesté devant la commission.

« Dans les relations communiquées à l'Académie, il est question d'une aiguille aimantée qui, sous l'influence du bras de la jeune fille, fit d'abord de rapides oscillations, et se fixa ensuite assez loin du méridien magnétique.

« Sous les yeux de la commission, une aiguille délicatement suspendue n'a éprouvé, dans les mêmes circonstances, ni déplacement permanent ni déplacement momentané.

« M. Tanchou croyait que mademoiselle Cottin avait la faculté de distinguer le pôle nord d'un aimant du pôle sud, en touchant simplement ces deux pôles avec les doigts.

« La commission s'est assurée, par des expériences variées et nombreuses, que la jeune fille ne possède pas la prétendue faculté qu'on lui avait attribuée de distinguer par le tact les pôles des aimants.

« La commission ne poussera pas plus loin l'énumération de ses tentatives avortées. Elle se contentera de déclarer, en terminant, que le seul fait annoncé qui se soit réalisé devant elle est celui de mouvements brusques et violents éprouvés par les chaises sur lesquelles la jeune fille s'asseyait. Des soupçons sérieux s'étant élevés sur la manière dont ces mouvements s'opéraient, la commission décida qu'elle les soumettrait à un examen attentif. Elle annonça, sans détour, que ses recherches ten-