

LORD KELVIN

La mort de lord Kelvin a été un deuil pour le monde savant tout entier, elle a été ressentie à la fois par ceux qui ne connaissaient pas l'homme et qui ne faisaient que l'admirer et par ceux qui avaient eu le bonheur de l'approcher et qui avaient appris à l'aimer. La trace qu'il a laissée dans les sciences physiques, ou comme disent les Anglais dans la philosophie naturelle, est profonde et sera durable, non seulement grâce à ses travaux personnels mais grâce à l'influence qu'il a exercée et aux disciples qu'il a inspirés.

Je ne puis, dans une aussi courte étude, que résumer les traits généraux de son œuvre, en cherchant à mettre en évidence les plus caractéristiques. Ce qui frappe d'abord tout le monde, c'est que le même homme, qui a rendu tant de services aux praticiens, s'est complu dans les considérations les plus abstraites, et s'est constamment efforcé d'arracher à la nature les secrets qu'elle garde le plus jalousement et qui importent le moins aux ingénieurs. Cette alliance de la théorie et de la pratique est certainement le caractère distinctif du génie de lord Kelvin. Je le vois encore feuilletant devant moi ses carnets où des recherches sur la théorie cinétique des gaz se trouvaient mêlées à des calculs relatifs à un câble sous-marin, et si bien mêlées que lui seul pouvait s'y reconnaître: On voyait combien de fois en quelques jours son esprit avait passé d'une de ces deux préoccupations à l'autre.

Et qu'on ne dise pas que cela est une tendance naturelle aux Anglais. « Que vous êtes heureux en France, me disait-il lui-même un jour, vous ne souffrez pas comme nous de ce divorce constant entre la science et la pratique. » Il voyait peut-être ce qui se passe en France d'un œil un peu trop optimiste, mais cela prouve au moins que le mal dont il se plaignait n'est pas ignoré en Angleterre. Dans les deux pays, et sans doute dans tous les pays, bien rares sont les hommes qui réunissent, même à un faible degré, les deux aptitudes opposées, ceux, en un mot, qui sont de petits lords Kelvin.

Je l'ai connu tardivement, mais je l'ai connu encore jeune, car il l'a toujours été. Jusqu'à son dernier jour, son ardeur juvénile, sa capacité d'enthousiasme étaient demeurées intactes. Mais

il y a plus, ce que les vieillards ont le plus de peine à conserver, c'est la faculté de s'adapter, celle de changer, celle de brûler ce qu'ils ont adoré. Je fus donc fort surpris, au mois d'avril dernier, quand j'eus l'honneur de le voir à Glasgow, de l'entendre parler d'idées qui lui avaient été autrefois très chères et auxquelles, me dit-il, il avait renoncé. Il paraît qu'il avait tenu le même langage à quelques-uns de ses disciples, ce fut une consternation, ils ne purent le suivre dans son évolution, ils étaient moins jeunes que lui.

On ne peut s'empêcher de faire une autre remarque. Où faut-il aller chercher ses idées les plus profondes? Dans ses *Popular Lectures*. Ces leçons ne sont donc pas de simples vulgarisations, en vue desquelles il aurait sacrifié plus ou moins à regret quelques heures prises sur un travail plus sérieux. Il ne s'abaissait pas pour parler au peuple, puisque c'est souvent devant lui et pour lui que sa pensée prenait naissance et revêtait sa forme la plus originale. C'est donc dans les mêmes pages que le lecteur novice et le savant pourront aller chercher et trouver un aliment. Comment cela se fait-il? Cela vient évidemment de la nature de son esprit, il ne pensait pas en formules, il pensait en images; la présence de l'auditoire populaire, la nécessité de s'en faire comprendre lui suggérait naturellement l'image, qui était pour lui la génératrice habituelle de la pensée.

William Thomson, le futur lord Kelvin, naquit à Belfast le 26 juin 1824; c'était le second fils de James Thomson, professeur à l'Institut royal Académique de Belfast. Son père, fils d'un cultivateur, était un homme énergique qui s'était fait lui-même; il fut appelé en 1832 à l'Université de Glasgow comme professeur de mathématiques, c'est dans cette Université qu'il fit inscrire ses deux fils James et William, destinés tous deux à la célébrité. Bien préparés par leur père, ils ne tardèrent pas à s'y distinguer. C'est cependant à Cambridge que William prit part au concours pour le grade de *senior wrangler* en 1841; il n'obtint que le second rang; ses juges reconnaissaient eux-mêmes que le premier n'était pas digne de tailler

les crayons de Thomson, mais ils avaient la superstition des points. Peut-être après tout l'Angleterre diffère-t-elle moins de la France qu'un vain peuple ne le pense. La même année, William Thomson obtint un *fellowship* à Saint-Peter's College.

Ce *fellowship* est une institution qui nous étonne; l'idée d'avoir des fonctionnaires payés pour travailler librement, pour faire ce qu'ils veulent, répugne à toutes nos traditions administratives. Mais en Angleterre et à cette époque, cette liberté était d'autant plus heureuse, que l'Université de Cambridge manquait de laboratoire sérieusement organisé. Thomson vint donc à Paris et travailla avec Regnaut, il s'occupa de recherches sur la chaleur, et il avait à peine vingt-deux ans quand l'Université de Glasgow lui offrit la chaire de Philosophie Naturelle, qu'il devait occuper plus d'un demi-siècle et ne quitter qu'en 1899. Profitant de ce qu'il avait vu à Paris, il y créa un laboratoire annexé à la chaire, ce qui paraît-il, était une nouveauté de l'autre côté de la Manche; les nôtres étaient pauvres, mais du moins ils existaient. Il ne faudrait pas croire que, pendant sa jeunesse studieuse, il resta étranger à ces exercices sportifs si chers aux étudiants anglais. Il paraît qu'il figura avec honneur dans je ne sais quelles régates. C'est lui que les Anglais citent comme exemple quand on leur demande si ce sont les mêmes jeunes gens qui se distinguent dans les concours et dans les sports. Invoquent-ils toujours le même exemple, parce qu'il est éminent entre tous, ou parce qu'il est unique, c'est ce que je n'entreprendrai pas de décider.

Nous passerons rapidement sur ses premiers travaux où, à côté d'études purement mathématiques assez élégantes, il a commencé à s'occuper de la théorie de la chaleur de Fourier, de la théorie du potentiel et de l'électrostatique. Ces travaux l'ont conduit à la découverte de la méthode des images dont nous parlerons plus loin; mais ce qui commença à attirer l'attention sur son nom, ce sont ses recherches sur la thermodynamique. C'était l'époque où cette science naissait: on venait de découvrir le principe de l'équivalence; mais ce principe n'était pas encore universellement accepté ni surtout universellement compris. D'un autre côté, un lecteur superficiel aurait pu croire qu'il n'y avait plus rien à tirer du célèbre ouvrage de Carnot, que ses idées dans ce qu'elles avaient d'essentiel étaient incompatibles

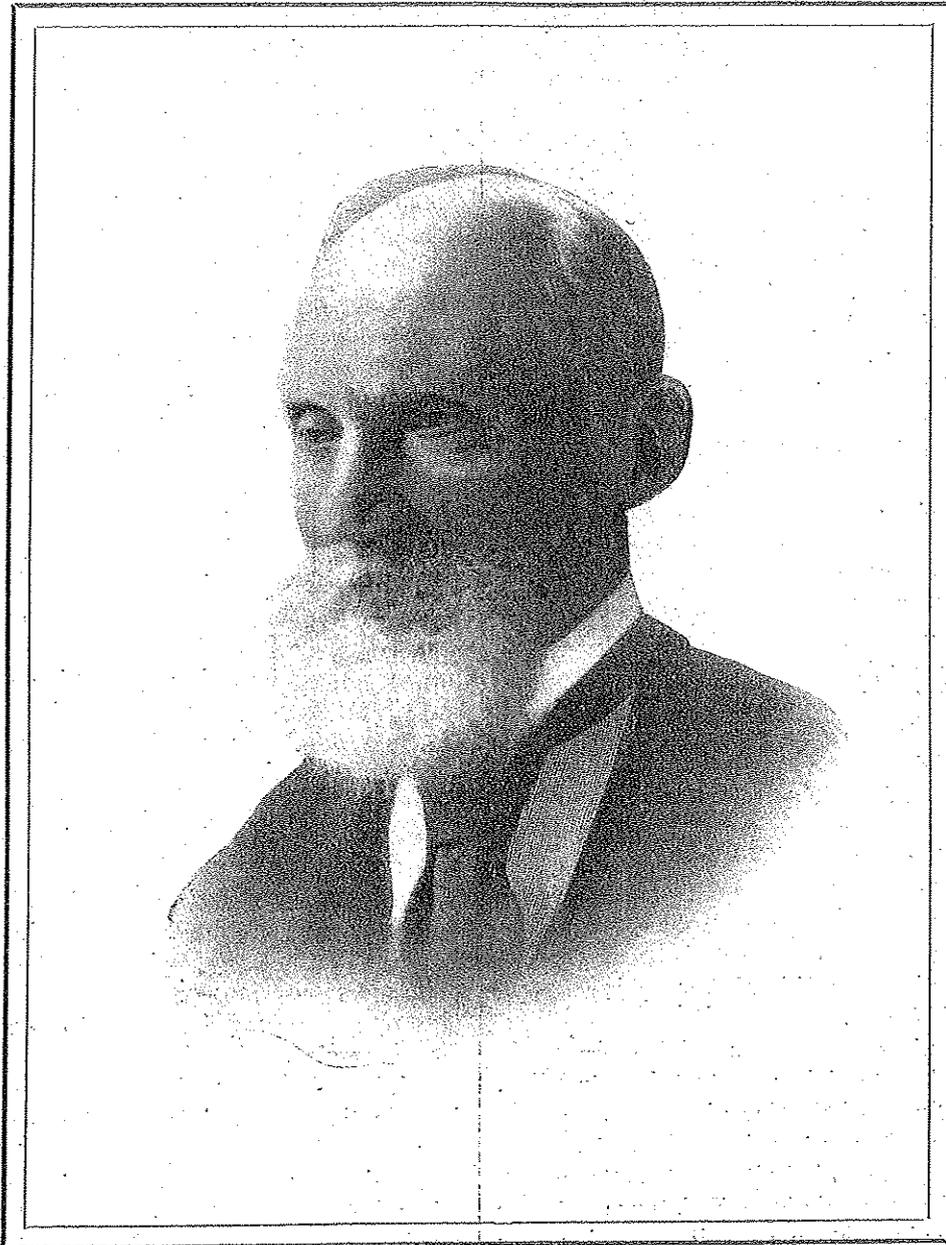
avec le nouveau principe et qu'elles étaient définitivement condamnées.

La tâche à accomplir était donc de donner au principe de l'équivalence comme au principe de Carnot leur forme définitive et de les concilier. On allait voir marcher vers ce même but parallèlement et indépendamment l'un de l'autre Clausius, Helmholtz, Rankine et Thomson. C'était le même spectacle qu'avaient donné dans la période précédente Joule et Mayer, qui avaient été conduits simultanément au principe d'équivalence. Il y a des moments où le blé depuis longtemps semé est prêt à naître et où on le voit sortir de terre sur tous les points à la fois.

W. Thomson fut dans ses premières années fidèle aux idées primitives de Carnot; il ne les connut d'abord qu'indirectement par la lecture d'un mémoire de Clapeyron; s'étant procuré enfin le mémoire original, il en donna un lumineux exposé intéressant à divers titres, et il y vit immédiatement la possibilité d'une définition *absolue* de la température, indépendante du choix arbitraire d'un corps thermométrique. À ce moment, c'est-à-dire en 1848, il écrivait encore que la conversion de la chaleur en travail est probablement impossible. Son frère, J. Thomson, venait de démontrer que la pression abaisse le point de congélation de l'eau, et William avait fait voir que ce fait expérimental est une confirmation de la théorie de Carnot.

En 1850, toutefois, W. Thomson se rallie aux idées de Joule, à la suite des recherches de Rankine; et dès l'année suivante il publiait dans les *Transactions de la Société royale* d'Édimbourg son grand article: *On the Dynamical Theory of Heat*, où il adopte définitivement les vues nouvelles sur la nature de la chaleur. Il adore ce qu'il avait brûlé, mais il a la sagesse de ne pas brûler tout à fait ce qu'il avait adoré; il avait vu souvent les idées de Carnot, qui avaient été les siennes, confirmées par l'expérience; ce ne pouvait être par hasard; elles ne pouvaient plus être conservées telles quelles; mais il fallait qu'elles continssent une part de vérité, et c'est cette part qu'il s'appliqua avec succès à démêler. Par exemple, il n'y avait pas lieu d'abandonner l'idée de l'échelle absolue des températures, conçue sous l'influence de Carnot; il suffisait de la modifier.

Dans d'autres articles, Thomson introduisit la notion de la dissipation de l'énergie à laquelle



LORD KELVIN

Rankine et Clausius avaient été conduits de leur côté; et celle de la « motivité », c'est-à-dire du travail mécanique réellement disponible représenté par la chaleur enfermée dans plusieurs corps portés à diverses températures.

Une autre découverte fut celle de l'effet appelé Joule-Thomson; la loi dite de Joule ne s'applique qu'aux gaz parfaits et des expériences plus délicates permettaient de mesurer l'écart entre la loi réelle et la loi théorique. C'était le moyen de déterminer effectivement cette échelle absolue des températures dont il avait conçu l'idée. On sait que cet effet Joule-Thomson a reçu depuis une application pratique importante et qu'il permet seul le jeu de la machine Linde pour la fabrication de l'air liquide.

Les nouvelles théories thermodynamiques ne s'appliquaient pas seulement aux fluides, elles devaient être vraies aussi pour les solides, mais là elles devenaient plus compliquées, car les phénomènes thermiques se mêlaient avec les phénomènes élastiques; c'est là l'objet d'un article publié en 1878 dans l'*Encyclopédie Britannique* et intitulé *Elasticity and Heat*; à cette époque, son esprit était déjà préoccupé par les questions cosmologiques; et c'est pour cela que les applications à la physique du globe tiennent dans cet article une place importante.

La thermodynamique joue également un rôle dans les phénomènes électriques. Les phénomènes thermo-électriques ne peuvent échapper à ses lois; Thomson a montré comment ils y obéissent. Les choses ne sont pas aussi simples qu'on l'avait cru d'abord et c'est ainsi que fut découverte l'effet Thomson, c'est-à-dire la différence de potentiel au contact entre deux masses métalliques, chimiquement identiques, mais de température différente.

En ce qui concerne ces phénomènes de différence de potentiel au contact, il resta fidèle, jusqu'à la fin, aux idées de sa jeunesse. C'est en 1851 qu'il publia son travail fondamental sur la pile de Volta; il considérait l'effet Volta comme une sorte d'action chimique à distance entre le zinc et le cuivre, et en 1883, il revenait sur la même idée pour y chercher un moyen de déterminer la grandeur des atomes. Sa façon de voir sur ce point n'est pas adoptée par tout le monde.

Il n'est guère dans le domaine de l'électricité et du magnétisme de canton qu'il n'ait exploré et il serait trop long d'énumérer tous les mé-

moires qu'il a consacrés à cet objet. Citons, en particulier, l'élégante méthode des images qui donne la solution de tant de problèmes d'électrostatique, comme, par exemple, la distribution de l'électricité à la surface d'une lentille, ou sur celles de deux ou de plusieurs sphères voisines. Elle ne s'applique pas seulement à l'électrostatique, mais aussi, par exemple, à l'étude du magnétisme induit et elle nous apprend, entre autres choses, comment se comporte une plaque de fer en présence d'un pôle magnétique.

La télégraphie sans fil emploie, comme on sait, les oscillateurs de Hertz; mais des oscillations électriques avaient été réalisées longtemps avant Hertz, par Feddersen, par la simple décharge d'un condensateur. Seulement ces oscillations n'avaient reçu aucune application pratique et ne pouvaient en recevoir, parce que la fréquence en était beaucoup trop faible. C'est Thomson qui a donné la théorie de ces phénomènes et c'était, en même temps, celle des oscillateurs hertziens, qui étaient encore à naître et qu'elle devançait ainsi de plus de trente ans.

Les électriciens doivent être reconnaissants à Thomson des instruments de mesure qu'il leur a donnés; qu'on n'oublie pas ce qu'étaient, avant lui, les mesures électriques, combien elles étaient difficiles et en même temps grossières, et qu'on se rende compte du chemin parcouru!

En électrostatique, c'est à lui que nous devons l'électromètre absolu et l'électromètre à quadrants, là où on n'avait, avant lui, que l'électroscope à feuilles d'or ou la balance de Coulomb. Il nous a donné aussi des ampèremètres et des instruments se prêtant à la détermination absolue de l'ohm. Sans ces instruments, l'électrotechnique n'aurait pu naître, ou elle n'aurait pu que tâtonner dans l'obscur dédale d'un empirisme grossier.

William Thomson a fortement contribué aussi à l'adoption des unités électriques absolues et du système C. G. S.; et ce n'est pas ici qu'il est nécessaire de rappeler quels services a rendus le triomphe de ce système en 1881. Il était aussi partisan du système métrique, et il a rompu beaucoup de lances en sa faveur; je suppose qu'il a convaincu les savants, mais il avait entrepris aussi de convertir le grand public et il revint sur ce sujet à plusieurs reprises dans ses *Popular Lectures*. Mais il avait à vaincre de fortes résistances; il paraît que les Anglais n'ont

pas encore pu comprendre qu'il est plus facile de diviser par 10 que par 12, ou par les autres nombres plus compliqués encore qui sont les rapports de leurs diverses unités et que j'hésite à écrire. Après tout, nous continuons bien à diviser les degrés en soixante minutes. Il est mort sans avoir définitivement triomphé; mais divers symptômes permettent d'espérer que ses efforts n'ont pas été tout à fait vains, et que la vérité, si elle marche bien lentement, n'en est pas moins en marche.

Ce qui a beaucoup contribué à populariser le nom du grand physicien anglais, ce sont ses travaux sur la télégraphie sous-marine; ils ont été l'occasion d'un de ses premiers succès et il n'a jamais cessé de s'en occuper. Les ingénieurs qui se sont adressés à lui ont dû avoir quelque hésitation, car ils ne devaient pas le regarder comme un *practical man*, mais ils n'ont pas eu à s'en repentir. Sans lui, il paraît certain que les signaux n'auraient pu franchir l'Atlantique. Il s'est rendu compte de l'influence de la capacité du câble et il a formé ce qu'on a appelé depuis l'équation des télégraphistes. Mais c'était peu de voir pourquoi les signaux ne passaient pas, il fallait trouver le remède. A ce problème, il donna deux solutions, ce furent d'abord les appareils à miroir, sensibles aux moindres variations de courant et puis le *siphon recorder* qui est encore employé aujourd'hui.

La télégraphie sous-marine soulève d'autres problèmes, par exemple la pose même des câbles et la condition de leur résistance. Ce fut ainsi que lord Kelvin fut amené à s'occuper des sondages en mer. Autrefois, on estimait la profondeur par la longueur de la ligne qu'on était obligé de dérouler; l'appareil nouveau enregistrait la pression maxima atteinte; très simple et très pratique, il est maintenant partout en usage. Ce n'est pas là le seul service que Thomson a rendu à la navigation; ce n'est même pas le principal: le plus important, c'est l'invention du compas compensé. La boussole d'autrefois convenait aux vieux navires en bois; quand le fer remplaça le bois dans les constructions, on put craindre de ne plus pouvoir s'en servir, car ses indications étaient faussées; la théorie du magnétisme fournissait la solution; on aurait pu songer à calculer la correction à faire; mais il était plus simple d'employer des masses compensatrices; c'est ce que fit Kelvin qui montra

dans quelles conditions la compensation est possible et comment on peut l'obtenir une fois pour toutes, sous une latitude quelconque et pour un cap quelconque.

William Thomson s'est occupé également des vagues de la mer et de la construction des phares; mais, parmi les choses de la mer, ce qui a le plus attiré son attention, c'est l'étude des marées. Je me bornerai à citer les deux instruments dont il se sert pour les prédire: l'*Harmonic analyser* et le *Tides predictor*; le premier, qui doit permettre d'analyser les courbes des marégraphes et d'en déduire les constantes d'un port, ne s'est pas répandu; on préfère, pour le calcul de ces constantes, faire d'innombrables additions. Mais une fois ces constantes déterminées, il faut en déduire la courbe des marées pour les années à venir et pour cela, il faut se servir du *Tides predictor*; cet instrument très ingénieux est en même temps très simple, puisqu'il se compose essentiellement d'un fil passant sur une série de poulies excentriques; il est employé dans les services hydrographiques de tous les pays.

Tous les Anglais ont entre les mains ce qu'ils appellent le *ti and ti*, c'est-à-dire le traité de mécanique de Tait et de Thomson. Il est peu d'ouvrages classiques qui contiennent tant de vues originales et profondes; il y a des théories qu'on ne trouve que là et que les ouvrages similaires du continent ne reproduisent pas, je ne sais pas pourquoi. Telle est la théorie des petits mouvements par le moyen des équations de Lagrange ou de Hamilton, avec ses applications à la stabilité des mouvements gyroscopiques, soit qu'on ne tienne pas, soit qu'on tienne compte du frottement. Telle est également la théorie des *Kinetic foci* et de la stabilité d'une trajectoire. Rien de plus suggestif que ces théories très générales et en même temps très concrètes qui montrent tant de choses à la fois parce qu'elles embrassent beaucoup et parce qu'elles font image. Elles se rattachent d'ailleurs aux principes du calcul des variations, principes qui paraissent peu accessibles aux débutants et que, cependant, Thomson n'a pas craint d'aborder devant tous les publics, puisqu'une de ses *Popular Lectures* les plus intéressantes est consacrée précisément aux *isoperimetrical problems*. C'est dans ce livre qu'on trouvera beaucoup de ses recherches sur les marées, et sur tout ce qu'elles nous apprennent au sujet de l'état intérieur du

globe; c'est là également qu'il a exposé ses résultats sur les figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation.

Cela m'amène naturellement à parler des idées de Kelvin sur la cosmogonie et la physique du globe. Plusieurs de ses mémoires et de ses leçons populaires sont consacrées à des questions de géologie. Sur les points essentiels, il est en désaccord avec les géologues classiques et je puis même dire avec les deux écoles classiques de la géologie. Aux partisans des causes actuelles, il oppose les données relatives au degré géothermique et au refroidissement graduel du globe. Étant donnée la chaleur que perd chaque année notre planète, il faut bien qu'elle ait été fluide il y a à peine un milliard d'années. Hier encore (au sens que les géologues actualistes donnent au mot hier), elle était certainement très différente de ce qu'elle est aujourd'hui. Le soleil lui-même ne peut être vieux; il fait une prodigieuse consommation de chaleur; la force vive des poussières cosmiques qu'il peut dévorer ne pourrait suffire à l'alimenter. L'origine de sa chaleur ne peut donc être que sa propre contraction; mais alors sa durée possible est limitée à quelques centaines de millions d'années. Qu'il resté peu de place pour la vie! Quelle perspective pour l'avenir de notre pauvre système solaire! Il est heureux que la découverte du radium ait fait concevoir à quelques personnes l'espoir de prolonger un peu le malade.

Et d'un autre côté, Thomson nie l'existence de l'Océan en fusion que les géologues de l'autre école placent au centre de la terre, et dont nous ne serions séparés que par une croûte fort mince. D'abord quand la terre s'est solidifiée, il n'a pas pu se former une croûte comme sur un étang qui gèle; la glace reste à la surface parce qu'elle est plus légère que l'eau liquide; mais l'eau est, sous ce rapport, un corps exceptionnel. D'autre part, la théorie de la précession et de la nutation est remarquablement confirmée par les observations; mais les fondateurs de la mécanique céleste ont fait cette théorie pour un globe solide, ils ne se sont pas avisés que l'intérieur était liquide et, s'il l'était, les phénomènes seraient tout différents; il y aurait une nutation semi-mensuelle fort sensible. Enfin, cet océan intérieur aurait ses marées, qui troubleraient celles de nos mers; Thomson a alors rapproché des observations de marées et il en conclut que, non seulement la

terre n'est pas intérieurement liquide, mais qu'elle est vingt fois plus rigide que l'acier. Tout dernièrement des expériences ont été faites avec un pendule horizontal, dans des conditions où l'on n'avait pas à craindre toutes les causes perturbatrices qui influent sur les marées. On n'a pas obtenu des résultats aussi extrêmes. La terre devrait se contenter de la rigidité de l'acier; ces expériences n'en constituent pas moins une confirmation des idées de lord Kelvin.

Quittons maintenant notre terre, notre système solaire lui-même et jetons un coup d'œil sur l'ensemble de l'univers. Comment va se comporter la matière dont il est formé sous l'influence de l'attraction newtonienne. Supposons qu'à l'origine cette matière soit uniformément distribuée sur une sphère que la lumière mettrait 6.000 ans à traverser; une molécule placée à l'origine en repos à la surface acquerrait en quelques millions d'années des vitesses énormes, et la comparaison de ces vitesses avec celles que nous observons nous force à limiter les dimensions et la densité moyenne de l'univers; elle nous apprend en même temps que l'éther n'obéit pas à la gravitation; et en creusant cette idée grandiose de Thomson, on apercevra la Voie-Lactée se comportant comme font les gaz dans la théorie cinétique, sauf que les atomes y sont remplacés par des soleils.

Attiré par la physique du globe, Kelvin ne pouvait manquer d'appliquer à cette étude son habileté d'électricien. Il fit donc d'importantes recherches sur le magnétisme terrestre et sur l'électricité atmosphérique; c'est pour étudier le potentiel des différentes couches de l'atmosphère qu'il imagina les appareils à écoulement d'eau qui ont rendu depuis tant de services.

Mais le grand problème à ses yeux, celui auquel il rêvait sans cesse, c'était la constitution de l'éther et de la matière. Il y a dans la façon de considérer ce problème un étrange contraste entre les Anglo-Saxons et les penseurs du continent. Les uns et les autres cherchent à décomposer la matière vulgaire en éléments très petits, à la remplacer par quelque matière subtile qui en fournira l'explication. Comment maintenant concevra-t-on ces éléments ultimes? Sur le continent, ce seront des entités devenues aussi purement mathématiques que possible, vidées de toutes leurs qualités; ce ne seront pour ainsi dire plus des éléments matériels, puisqu'on les

aura dépouillés de tout ce qui pourrait frapper nos sens. Il en est tout autrement de l'autre côté de la Manche, on veut faire de la matière, non plus avec quelque chose de plus pur que la matière, et qui n'est pas de la matière, mais bien avec quelque chose d'aussi semblable que possible à la matière qui nous est familière, quelque chose que l'on pourrait presque voir et toucher. Expliquer un phénomène physique, c'est imaginer un *modèle*, un appareil visible et palpable, qu'on pourrait à la rigueur commander à un constructeur, et dont le fonctionnement reproduirait grossièrement quelque chose qui ressemble au phénomène à expliquer. Si un de ces modèles devient insuffisant pour expliquer un phénomène nouvellement découvert, lord Kelvin n'hésite pas à y ajouter un « renvoi de sonnette » (*sic*), absolument comme s'il avait un serrurier à sa disposition. Et que dire de l'éther? En France ou en Allemagne, ce n'est guère qu'un système d'équations différentielles; pourvu que ces équations n'impliquent pas contradiction et rendent compte des faits observés, on ne s'inquiétera pas si l'image qu'elles suggèrent est plus ou moins étrange ou insolite. W. Thomson, au contraire, cherche tout de suite quelle est la matière connue qui ressemble le plus à l'éther; il paraît que c'est le *scotch shoe wax*, c'est-à-dire une espèce de poix très dure.

Nous nous posons alors une question un peu déconcertante; quand nous lisons les travaux d'un *continental*, nous voyons tout de suite dans quelle mesure il croit que c'est arrivé, si l'on veut me passer cette expression vulgaire; comme nous sommes accoutumés à sa façon de penser, nous comprenons ce qui, à ses yeux, est une hypothèse plus ou moins justifiée et ce qui n'est qu'un symbole. Quand il s'agit d'un Anglais, nous ne savons plus que penser. Évidemment, quand on voit un modèle où s'entrecroisent une foule de tringles et de renvois de sonnettes, nous n'hésitons pas nous voyons bien qu'il s'agit d'une simple image, d'une manière de mieux se faire comprendre. Mais, d'un autre côté, il semble que ces images grossières doivent être remplacées à bref délai par d'autres images, destinées à être définitives, à devenir la réalité même et qui n'en sont pas à une distance infinie. L'Anglais cherche tout de suite une mesure; c'est peu de dire qu'il y a un éther, il veut savoir quelle est sa densité; il ne se contente pas de savoir que la matière se

comporte comme si elle était discontinue; il se demande quel est le nombre des molécules et quel est leur diamètre. Dès qu'il aperçoit un symbole, il cherche à le toucher, comme si ce n'était pas un simple fantôme.

La théorie cinétique des gaz est une des tentatives les plus heureuses qu'on ait faites pour expliquer la matière. Chose étrange, lord Kelvin était à la fois séduit et sur certains points réfractaire. Il n'a jamais pu se rendre compte de la généralité du théorème de Maxwell-Boltzmann. Il supposait que ce théorème devait comporter des exceptions et quand on lui avait montré qu'une exception qu'il avait cru découvrir n'était qu'apparente, il en cherchait une nouvelle.

La théorie moléculaire de la matière qui assimile un corps matériel à une sorte de système solaire où les molécules sont en mouvement continu et où l'équilibre apparent n'est dû qu'à la stabilité de ce mouvement, cette théorie, dis-je, avait, quand il était jeune, tout l'attrait de la nouveauté; elle semblait une conséquence directe de la découverte de la Thermodynamique. Il y resta attaché et d'ailleurs elle n'a pas encore fait son temps. Il fut ainsi conduit à une théorie de l'élasticité, plus générale que celle de Cauchy, qu'il avait complétée par quelques renvois de sonnette complémentaires. Cela revenait à supposer plusieurs sortes de molécules, comme seraient celles d'un mélange gazeux, et c'est ainsi que nous l'exposerions en France. Mais, même après ce perfectionnement, elle ne le satisfaisait pas entièrement, elle ne lui paraissait pas représenter convenablement les propriétés de l'éther telles qu'elles sont révélées par les phénomènes optiques. Il semble que l'éther ne résiste pas à la compression, ni à la déformation; il veut bien se laisser comprimer ou cisailer, mais il ne veut pas tourner; c'est le contraire de ce que fait la matière ordinaire. Et alors, Thomson imagine un milieu formé de tringles assemblées, pouvant coulisser les unes sur les autres, mais portant des gyroscopes animés de rotations rapides et résistant plus ou moins quand on veut changer leur orientation. C'est l'*éther gyrostatique*.

A cet ordre d'idées se rattachent les *atomes-tourbillons*; dans un liquide les tourbillons sont stables; ils se transportent sans rien perdre de leur moment de rotation qui fait leur individualité. Plus cette rotation est rapide, plus ils offrent de résistance apparente, d'impenétabilité. En

* * *

augmentant cette rapidité, on atteindrait une rigidité pratiquement absolue. Et alors pourquoi les atomes matériels ne seraient-ils pas tout simplement de semblables tourbillons. Ils seraient insécables, mais aussi bien on sait qu'un sabre s'ébrèche sur une veine liquide dont le mouvement est assez rapide. Ainsi la matière ordinaire, comme l'éther, devrait ses caractères essentiels aux rotations rapides et éternelles qui régneraient dans son sein.

Autre assimilation curieuse ; supposons deux tourbillons dans un liquide ; quelle sera leur action mutuelle ? Thomson démontre que cette action sera la même que l'action électro-dynamique de deux courants qui auraient même forme et même position que ces tourbillons. Ce sera la même, au signe près ; tout sera renversé, les attractions seront remplacées par des répulsions et inversement. Un renversement analogue avait été observé par Bjerknæs quand il avait cherché à imiter par des procédés hydrostatiques les attractions et les répulsions électrostatiques.

Dans cette revue des travaux de lord Kelvin, j'allais oublier ses idées sur la capillarité qu'il a exposées d'une façon si frappante et si originale dans une de ses *Popular Lectures*.

Sur la fin de sa vie il se fit dans ses idées un remarquable changement que peuvent expliquer les découvertes inattendues de ces dernières années, les rayons cathodiques, les rayons Röntgen, le radium. On se rendra compte du progrès de ses idées en lisant la nouvelle édition de ses *Baltimore Lectures*. Étant allé en Amérique en 1884 pour le Congrès de Montréal, il fit à Baltimore une série de leçons où il exposa ses idées anciennes sur l'éther de Fresnel. C'est là qu'on trouve, réunies et présentées dans leur ensemble sous une forme qui semblait définitive, les théories jusque-là dispersées dans ses mémoires antérieurs.

Dans la nouvelle édition, ces leçons se sont grossies d'appendices qui en doublent à peu près le volume. L'un de ces appendices porte un titre significatif : *Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light* (Nuages amassés au XIX^e siècle sur la théorie dynamique de la chaleur et de la lumière) et il avoue qu'il n'a pu encore complètement dissiper quelques-uns de ces nuages. Le titre d'un autre semblera d'abord moins clair, *Aepinus atomized* ; et il contribuera sans doute à illustrer le nom un peu

obscur d'Aepinus ; quoi qu'il en soit, il a pour objet de faire une place à des nouveau-venus qui en réclament une et qui la réclament impérieusement, je veux parler des électrons. Lord Kelvin accueille ces intrus avec bonne humeur et accepte de les patronner ; il ne se rallia jamais à la théorie ondulatoire des rayons cathodiques, un instant défendue par Hertz, et ne cessa pas d'attribuer ces phénomènes à des projectiles qui ne diffèrent pas de nos électrons actuels. Il n'hésita pas à leur sacrifier l'éther gyrostatique et les atomes-tourbillons. Il y a à peine quelques mois que parut son dernier mémoire où toutes ces questions sont envisagées sous ce nouveau biais et qui peut être regardé comme son testament scientifique ; ce mémoire était intitulé : *On the Motions of Ether produced by Collision of Atoms or Molecules Containing or not Containing Electrons*. Cependant il est un point sur lequel il ne suivit pas les révolutionnaires ; il ne crut pas à la transmutation des éléments, que l'on proclame aujourd'hui sur des preuves assez légères.

Que dire de sa vie ; elle fut heureuse, mais il ne fit aucun envieux, et il fut aimé de tous. Il vieillit dans cette université de Glasgow, où il avait été immatriculé à 10 ans, où il avait écrit à 16 ans ses premiers mémoires mathématiques, où il était devenu professeur à 22 ans ; il ne quitta sa chaire qu'après plus de cinquante ans d'enseignement, et quelques mois avant sa mort, il présidait encore, comme chancelier, une cérémonie de l'Université. Il avait l'âme fidèle et ne voulut jamais quitter les lieux qu'il avait aimés.

Il avait épousé en 1852 miss Margaret Crum qu'il perdit en 1870, il se remaria en 1874 avec miss Frances-Anna Blandy, de Madère, qu'il rencontra pour la première fois en allant à Pernambuco sur le navire où il fit ses célèbres expériences sur les sondages. Lady Kelvin fut pour lui une compagne charmante, en même temps que dévouée et attentive ; la maladie dont elle fut frappée, il y a six mois, contribua certainement à hâter la fin de son mari.

Il serait trop long d'énumérer les honneurs dont il fut comblé ; William Thomson devint sir William Thomson, puis il fut élevé à la pairie ; il s'appela désormais lord Kelvin. Kelvin est le nom d'une charmante petite rivière, ombragée et serpentante qui coule au pied de cette Université

qui lui avait été si chère. Ces changements sont sans inconvénient quand on n'a pas d'enfants ; il en avait de nombreux qu'il fallut débaptiser, c'étaient tous les effets Thomson, les compas Thomson, les sondeurs Thomson que des milliers de marins durent apprendre à nommer d'un nom nouveau.

En 1896, on célébra son jubilé, plus de deux mille amis et disciples se réunirent à Glasgow, et lui expédièrent en sept minutes un télégramme de félicitations de Glasgow à Glasgow, *via* Terre-Neuve, New-York, Chicago, San-Francisco, Los Angeles, Nouvelle-Orléans, Washington. C'était là un délicat hommage au créateur de la télégraphie transatlantique.

Il travailla jusqu'au bout, la maladie qui l'emporta ne dura que quelques jours. Ses obsèques eurent lieu à Westminster au milieu d'un concours de savants anglais et étrangers. Il fut enterré aux pieds de la statue de Newton. Ce si grand honneur n'était pas immérité. Cette façon de penser en voyant la réalité en face, sous forme d'image concrète, sans que cette vision vivante cesse d'être assez précise pour que les calculs mathématiques puissent s'y appliquer avec rigueur ; en un mot, ce double génie mathématique et physique avait appartenu à Newton et on ne l'avait plus revu depuis.

H. POINCARÉ.

FRAUDES DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A COURANT TRIPHASÉ

Au cours d'une installation effectuée sur un réseau à courant triphasé il y a quelques années, nous avons été témoin du fait suivant :

Un client d'une société de distribution d'énergie, qui possédait déjà l'éclairage électrique, fit l'acquisition d'un moteur triphasé de faible puissance. Or, comme c'est l'usage général pour les petites installations d'éclairage, toutes les lampes étaient branchées sur un seul pont de la canalisation, afin de permettre l'emploi d'un simple compteur monophasé ; pour éviter les frais d'un nouveau branchement et d'un compteur spécial, étant donné que le moteur était de puissance très réduite et devait fonctionner d'une manière intermittente, la Société proposa à son client de faire pénétrer chez lui un conducteur supplémentaire correspondant à la troisième phase. Dans ces conditions, le moteur était alimenté partiellement par la canalisation servant à l'éclairage. L'on estima que l'énergie supplémentaire enregistrée par le compteur de lumière tiendrait compte d'une manière suffisamment exacte de l'énergie réellement absorbée par le moteur, le tarif de la lumière étant très notablement plus élevé que celui de la force motrice. Contrairement à ces prévisions, l'on constata avec surprise que la consommation du client était diminuée depuis la mise en service du moteur, et les con-

trôleurs de la société, persuadés que le client fraudait, firent placer une canalisation distincte pour ce moteur. En réalité, il n'y avait là aucune fraude mystérieuse, et l'explication des phénomènes est des plus simples.

Soit A (fig. 1) un appareil d'utilisation supposé d'abord monophasé et relié aux phases 1 et 3 (Circuit 1 A 3 en trait continu) ; le compteur (genre Thomson pour fixer les idées) aura son inducteur en gros fil en série, par exemple, avec le conducteur 1, tandis que l'induit en fil fin sera branché en dérivation entre 1 et 3. L'énergie ainsi mesurée est comme d'habitude

$$W = VI \cos \varphi \times T, \quad (1)$$

V étant la tension entre les deux conducteurs 1 3, I le courant, T la durée de l'essai, et φ l'angle de déphasage.

Remplaçons maintenant l'appareil monophasé A par un appareil triphasé (un moteur, par exemple), sans toucher au compteur ; il sera nécessaire à cet effet d'installer le conducteur 2 (tracé en pointillé), correspondant à la troisième phase, et l'énergie enregistrée par le compteur sera

$$W' = VI \cos (\varphi \pm 30^\circ) T. \quad (2)$$

Pour établir cette formule, il suffit de remarquer que l'angle de déphasage entre V et I est

