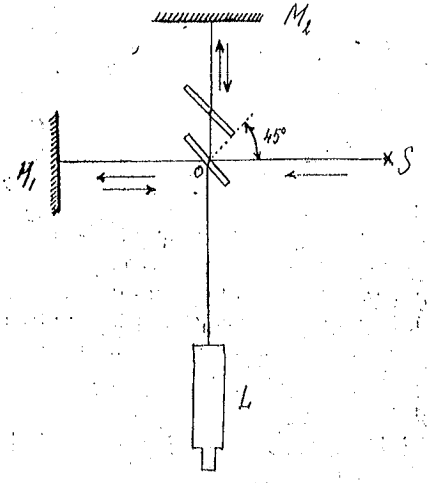
Sur la répétition de l'expérience de Michelson par M. A. Piccard en ballon libre (juin 1926) et par G. Joos à Jéna (septembre 1930).

A. Gloden.

L'intérêt de l'expérience de Michelson consiste en ce qu'elle permet de montrer l'impossibilité d'une théorie mécanique de la lumière. Elle conduit, par le désaccord qui se manifeste entre l'expérience et la théorie, à rejeter les notions qui étaient pendant des siècles à la base de la mécanique et à affirmer que les lois ordinaires de celle-ci ne sont pas valables pour les phénomènes optiques. L'expérience de Michelson a ainsi une importance capitale pour la théorie de la relativité.



Rappelons-en brièvement le principe. L'appareil qui sert à réaliser l'expérience est un interféromètre. (voir figure.) Un faisceau de lumière parallèle et monochromatique provenant d'une source S tombe sous un angle d'incidence égal à 45° sur une lame de verre dont la face d'entrée est légèrement argentée. Une partie de l'énergie du faisceau est ainsi réfléchie, l'autre est transmise directement. Deux miroirs disposés sur deux bras rectangulaires réfléchissent normalement ces faisceaux qui se superposent et sont reçus ensuite dans une lunette L. Dans cette disposition le rayon transmis traverserait 3 épaisseurs de lame alors que le rayon réfléchi n'en traverserait qu'une. Pour obliger les 2 rayons à traverser chacun le même nombre de fois l'épaisseur de la lame, on dis-

pose parallèlement à la première une deuxième de même épaisseur appelée compensateur.

Supposons les deux bras de l'appareil rigoureusement égaux. Le deuxième miroir M_2 coïncide alors exactement avec l'image virtuelle donnée du premier M_1 par la première lame à faces parallèles. Si on fait tourner très légèrement dans ces conditions le miroir M_2, on observe dans la lunette des franges d'interférence. La frange centrale est noire, car les 2 rayons qui n'ont pas de différence de marche géométrique ont une différence de marche physique dû au fait que l'un d'eux se réfléchit de l'air sur le verre et l'autre de l'air sur le verre. Cette différence de marche a pour valeur une demi-longueur d'onde ce qui fait que les 2 intensités sont en désaccord de phase et se détruisent mutuellement.

Admettons que la vitesse de la lumière est la même dans toutes les directions. Une simple rotation de tout l'appareil n'amène aucun changement dans la différence de marche si nous conservons notre hypothése. La frange centrale devra donc rester exactement en place.

Admettons tout au contraire que la vitesse de la lumière, par suite de l'entraînement de l'éther, change avec la direction, et d'une manière plus précise, avec le sens envisagé sur une direction. Si l'interféromètre est disposé de telle manière que l'un des bras soit parallèle à la direction de translation de la terre, le rayon OM_1 supposé cheminer dans le sens de la translation du globe aura pour l'observateur une vitesse $c-v$, le rayon $M_1 O$ cheminant en sens opposé une vitesse $c+v$. Dans le premier cas, la vitesse relative est la différence entre c et v, l'observateur et l'onde se déplaçant dans le même sens; si l'observateur et l'onde lumineuse se déplacent en sens opposé, leur vitesse relative est $c+v$. c désigne la vitesse de la lumière, v la vitesse d'entraînement de l'éther. Pour chaque autre direction, et pour l'observateur en question la vitesse a une valeur qu'on peut calculer géométriquement. Mais si la vitesse de la lumière change avec la direction, le temps qu'elle emploie à parcourir un trajet déterminé varie, et ainsi il s'introduit une différence de marche d'ordre cinématique qui doit changer si l'interféromètre tourne. En d'autres termes, si la vitesse de la lumière, par suite de l'entraînement de l'éther, change avec la direction, les franges, au lieu de rester invariables comme dans l'hypothèse primitivement envisagée, devront subir un décalage avec la rotation de l'appareil. Ce décalage devra se manifester notamment pour la frange centrale repérable sur un trait déterminé d'un quadrillage tracé sur M_1 et se reproduisant avec les franges d'interférence.

Le déplacement total est proportionnel au carré du rapport v/c. De plus il est proportionnel au trajet de la lumière entre la lame

principale et les miroirs, qu'on appelle le chemin optique et inversement proportionnel à la longueur d'onde de la lumière employée supposée monochromatique.

L'expérience a été réalisée par Michelson en 1881. Elle a été répétée par Michelson et Morley en 1887, et par Morley et Miller (1904—05). Le trajet de la lumière entre la lame et les miroirs avait une longueur de 22 m; le déplacement des franges devait atteindre avec la lumière du sodium au moins les 3/4 de la distance séparant deux franges consécutives. La précision des expériences était environ du 1/100 de frange. Si l'effet avait existé, il aurait donc été parfaitement décelable. Or, on n'a jamais obtenu de déplacement.

La question semblait donc définitivement tranchée quand Miller prétendit en 1924 avoir observé au sommet du Mount-Wilson un décalage des franges d'où il conclut à une variation de la vitesse de la lumière avec la direction, variation pouvant atteindre d'après lui 10 km par seconde.

Dans une première théorie Miller admettait que le «vent d'éther» augmente avec l'altitude, et c'est ce qui amena le professeur Piccard à répéter l'expérience de Michelson en ballon libre.[1]) La stabilité du ballon au point de vue mécanique semble suffisamment assurée, par le fait que les franges d'interférence ne subissaient aucun déplacement appréciable quand on jeta du lest. Par contre la température à l'intérieur du ballon ne descendit pas de manière à prendre la valeur pour laquelle était contruite le thermostat entourant l'interféromètre. De là il résulta un décalage des franges amoindrissant la précision des observations.

Le chemin optique était beaucoup inférieur à celui employé dans les expériences antérieures faites à la surface de la terre, n'atteignant que 2,80 m. Des électromoteurs produisaient la rotation du ballon à la mesure de deux ou trois rotations du ballon à la minute. La source de lumière était une lampe à mercure émettant la raie 4358 A° (angström $= 10^{-8}$ cm). Les franges obtenues étaient repérées par voie photographique ce qui permet d'obtenir plus de précision que dans l'observation directe.

La conclusion du professeur Piccard et de son collaborateur Stahel est qu'ils n'ont constaté aucun effet du vent d'éther, vu la limite de précision de leurs mesures qui était environ de 34/10000 de la distance de deux franges d'interférence consécutives. L'effet, s'il existait, devrait être inférieur en tout cas, à cette limite de précision ce qui correspondrait, pour la lumière, à un changement de vitesse avec la direction de 7 km/s.

[1]) Naturwissenschaften, Heft 41, Seite 955—6.

Dans une seconde théorie Miller n'accepte plus la dépendance du vent d'éther avec l'altitude. Les expériences en ballon libre perdent ainsi de leur intérêt, et il faut les classer au même titre que les expériences faites à la surface de la terre pour constater une variation de vitesse de la lumière avec la direction. Nous indiquerons ici quelques détails sur l'expérience très soignée faite par M. G. Joos à Iéna. [2])

Le chemin optique à parcourir par chacun des 2 rayons arrivant à interférence, était porté par une série de réflexions à 21 m. Comme lumière monochromatique on employait la raie 5461 unités angtröm du mercure. Des précautions spéciales avaient été prises pour éliminer les perturbations dans la mesure du possible. Pour rendre négligeables les perturbations d'ordre mécanique, l'interféromètre était suspendu par des ressorts au cadre grâce auquel on lui communiquait un mouvement de rotation. Quant à l'influence des perturbations d'ordre thermique, elle était rendue négligeable par des parois d'aluminium entourant le tout. L'écart des températures à l'intérieur et à l'extérieur était toujours inférieur à un dixième de degré. Les franges d'interférence étaient repérées par voie photographique, et leur intensité fut évaluée photométriquement. Grâce à l'image d'une fente projetée sur la plaque photographique on pouvait délimiter exactement les franges obtenues pour une rotation entière de l'appareil. Pour un grand nombre de photographies obtenues on divisait en 8 parties égales la longueur de la bande photographique correspondant à une rotation entière et on mesurait l'intensité des différentes parties.

On relevait bien des variations périodiques de l'intensité, mais toutes celles-ci sont attribuables à des perturbations. Par exemple, pour une différence de température de quelques dixièmes de degré à l'intérieur du thermostat et à l'extérieur, on obtient un décalage ayant une période entière pour une rotation de l'interféromètre. Si l'effet était dû au vent d'éther, il devrait se répéter deux fois au cours d'une rotation de l'appareil, car il doit théoriquement présenter deux maxima, l'un après 1/4, l'autre après 3/4 de tour. On peut presque affirmer avec sûreté que toutes les variations constatées sont dues à des perturbations.

La variation était généralement en-dessous de 2/1000 de l'épaisseur d'une frange, et atteignait au maximum 5/1000. L'effet du vent d'éther est certainement inférieur à 1/1000 de l'épaisseur d'une frange, décalage qui permet de calculer pour le vent d'éther la limite supérieure de 1,5 km/sec.

Il est utile de comparer ce résultat avec l'effet qu'on devrait

[2]) Annalen der Physik, 5. Folge, Bd. 7. 1930. Nr. 4.

obtenir d'après la théorie. On sait actuellement que la composante la plus importante du mouvement de la terre est donnée par le déplacement du système de la Galaxie (Voie Lactée) dont le soleil fait partie; cette vitesse n'est encore connue que d'une manière approchée, mas elle ne semble pas être inférieure à 300 km/s. Cela correspondrait à un décalage de 38 fois l'épaisseur d'une frange.

Les résultats obtenus par G. Joos sont en désaccord avec ceux de Miller qui, pour un chemin optique 1,5 fois plus long, obtient un déplacement atteignant 1/10 de l'épaisseur d'une frange. Toutes les perturbations n'étaient certainement pas éliminées dans le dispositif de Miller.

G. Joos avait l'intention de refaire l'expérience de Michelson au Jungfraujoch quand Miller se rétracta en affirmant que l'effet du vent d'éther était indépendant de l'altitude. L'expérience est ainsi devenue inutile.

Les résultats négatifs obtenus dans toutes ces expériences donnent une force nouvelle aux notions einsteiniennes d'espace et de temps et établissent l'impossibilité de baser la théorie des phénomènes optiques et électromagnétiques sur la mécanique classique.

Luxembourg, le 16 février 1932.

Kleintiere als Gegenstände des Aberglaubens.

Von **Alph. Mullenberger.**

Gaukelnde Schmetterlinge, fleißige Bienen, zudringliche Fliegen, Kunstweberei übende Spinnen und noch viele andere Tiere aus der nächsten Verwandtschaft der Genannten, sollen uns jetzt für einige Augenblicke in Anspruch nehmen. Während die ernsten Gelehrten sich mit dem Körperbau, der Lebensweise und Fortpflansung dieser zierlichen Lebewesen beschäftigen, besingen die Dichter sie von ihrer schönen Seite und suchen sie auf jede Art und Weise zu verherrlichen. Wie lieblich beschreibt Annette von Droste-Hülshoff in ihren «Heidebildern» so ein Insektenkonzert:

«Da krimmelt, wimmelt es im Heidegezweige:
Die Grille dreht geschwind das Beinchen um,
Streicht an des Taues Kolophonium
Und spielt so schäferlich die Liebesgeige.
Ein tüchtiger Hornist, der Käfer, schnurrt,
Die Mücke schleift behänd die Silberschwingen,
Daß heller der Triangel möge klingen;
Diskant und auch Tenor die Fliege surrt.