

Einstein et l'univers

Une lueur dans le mystère des choses

Einstein et l'univers by Charles Nordmann, 1921

On peut récapituler très brièvement de la manière suivante ce qui a été l'origine, la tranchée de départ du système d'Einstein: 1o l'observation des astres prouve que l'espace interplanétaire n'est pas vide, mais est occupé par un milieu particulier, l'éther, dans lequel se propagent les ondes lumineuses; 2o l'existence de l'aberration et d'autres phénomènes semble prouver que l'éther n'est pas entraîné par la Terre dans son mouvement circumsolaire; 3o l'expérience de Michelson semble prouver au contraire que l'éther est entraîné par la Terre dans ce mouvement.

Cette contradiction entre des faits également bien établis a fait pendant des années le désespoir et l'étonnement des physiciens. Elle fut le nœud gordien de la science. On chercha longtemps et en vain à le dénouer, jusqu'à ce qu'Einstein, d'un seul coup de son esprit merveilleusement aiguisé, le tranche net.

Pour comprendre comment cela se fit,—et là est le point vital de tout le système,—il nous faut revenir un peu sur les conditions exactes de la fameuse expérience de Michelson.

J'ai indiqué dans le chapitre précédent que Michelson s'est proposé d'étudier la vitesse de propagation d'un rayon lumineux que l'on produit au laboratoire et qui est dirigé de l'Est à l'Ouest ou de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire suivant la direction même où la Terre se meut à la vitesse de 30 kilomètres environ par seconde, dans son mouvement autour du Soleil.

Mais en réalité l'expérience de Michelson est un peu plus compliquée que cela et il importe d'y revenir.

En fait, elle revient à disposer dans le laboratoire quatre miroirs équidistants et se faisant face deux à deux. Deux des miroirs opposés sont placés suivant la direction Est-Ouest, direction du mouvement de translation de la Terre autour du Soleil; les deux autres sont placés suivant la direction perpendiculaire à la précédente, la direction Nord-Sud. On produit deux rayons lumineux se propageant respectivement suivant les directions des deux couples de miroirs. Le rayon provenant du miroir Est va au miroir Ouest, est réfléchi par lui et revient au miroir Est. Ce rayon est amené à coïncider avec celui qui a fait le trajet aller et retour entre les miroirs Nord-Sud; il interfère avec lui en produisant des franges d'interférences, qui, ainsi que je l'ai expliqué, permettent de connaître exactement la différence des trajets parcourus par les deux rayons entre les miroirs. S'il se produisait une variation de la différence entre ces deux distances, on verrait immédiatement se déplacer un certain nombre des franges d'interférences, ce qui fournirait la grandeur de cette variation.

Et maintenant une analogie va nous faire comprendre ce qui se passe. Supposons qu'un vent violent et régulier Est-Ouest souffle au-dessus de Paris et qu'un avion se propose de faire le trajet d'Auteuil à Charenton et retour sans escale, c'est-à-dire contre le vent à l'aller et avec le vent en poupe au retour. 12 kilomètres séparent Auteuil de Charenton. Supposons qu'en même temps un autre avion identique au premier se propose de franchir, en partant également d'Auteuil, un trajet aller et retour entre Auteuil et un point situé à 12 kilomètres au Nord. De la sorte ce deuxième avion aura, à l'aller comme au retour, un trajet perpendiculaire à la direction du vent. Ces deux avions étant supposés partir en même temps et faire demi-tour instantanément, seront-ils de retour en même temps à Auteuil, et sinon, quel est celui qui aura fini son double parcours le premier?

S'il n'y avait pas de vent, il est clair que les deux avions seraient de retour en même temps, puisqu'ils parcourent tous deux 24 kilomètres à la même vitesse, que je suppose, pour fixer les idées, de 200 mètres à la seconde.

Mais il n'en sera plus de même s'il y a du vent soufflant dans la direction Est-Ouest, ainsi que je l'ai admis. Il est facile de voir, dans ces conditions, que l'avion qui va d'Auteuil à Charenton et retour aura fini son parcours plus tard que l'autre avion. En effet, imaginons, pour fixer les idées, que le vent ait la même vitesse que l'avion (200 mètres par seconde). L'avion, qui va perpendiculairement au vent, sera déporté vers l'Ouest de 12 kilomètres, pendant qu'il franchit lui-même 12 kilomètres du Sud au Nord. Il aura donc franchi dans le vent une distance réelle égale à la diagonale d'un carré de 12 kilomètres de côté. Au lieu de franchir 24 kilomètres, il en aura franchi réellement 34 dans le vent, qui est le milieu par rapport auquel il possède sa vitesse.

En revanche, l'avion qui part d'Auteuil vers l'Est n'arrivera jamais à Charenton, puisqu'il est déporté vers l'Ouest, chaque seconde, d'une quantité égale à celle dont il progresse vers l'Est; il restera sur place; il lui faudrait donc franchir dans le vent une distance infinie pour effectuer son voyage.

Si, au lieu de supposer au vent une vitesse égale à celle de l'avion (ce qui est un cas limite choisi pour la clarté de ma démonstration), je lui avais attribué une vitesse plus faible, on trouverait pareillement, et par un calcul très simple, que, pour effectuer son trajet aller et retour, l'avion Nord-Sud parcourt dans le vent un espace moins grand que l'avion Est-Ouest.

Remplaçons nos avions par des rayons lumineux, le vent par l'éther, et nous aurons presque exactement les conditions de l'expérience de Michelson. Un courant d'éther, un vent d'éther (puisque celui-ci a été antérieurement reconnu immobile par rapport à la translation terrestre), va de l'un à l'autre de nos deux miroirs Est-Ouest. Donc le rayon lumineux qui fait le trajet aller et retour entre ces deux miroirs doit parcourir dans l'éther un trajet plus long que le rayon qui fait le trajet aller et retour entre les miroirs Nord-Sud. Comment mettre en évidence cette différence, assurément très faible, puisque la Terre a une vitesse infime par rapport à celle de la lumière, 10 000 fois plus petite?

Il y a pour cela un moyen très simple, un de ces artifices ingénieux chers à la malice des physiciens, un de ces procédés différentiels dont l'élégance et la netteté donnent toute sécurité.

Supposons que mes quatre miroirs soient collés, placés rigidement sur un plateau un peu semblable aux tourniquets numérotés des loteries foraines. Supposons qu'on puisse faire tourner ce plateau à volonté, sans choc et sans le déformer, ce qui est aisé si on le fait flotter sur un bain de mercure. J'observe à la loupe les franges d'interférences immobiles qui définissent la différence des trajets parcourus par mes rayons lumineux Nord-Sud et Est-Ouest. Puis, sans perdre de l'œil ces franges, je fais tourner mon plateau d'un quart de cercle. Cette rotation fait que les miroirs qui étaient Est-Ouest deviennent Nord-Sud et réciproquement. Le double trajet parcouru par le rayon lumineux Nord-Sud est devenu Est-Ouest, s'est donc soudain allongé; au contraire, le double trajet du rayon Est-Ouest est devenu Nord-Sud, s'est donc soudain raccourci. Les franges d'interférences, qui indiquent la différence de longueur de ces deux trajets, laquelle a soudain beaucoup varié, doivent nécessairement s'être déplacées, et d'une grande quantité, ainsi que le montre le calcul.

Eh bien! pas du tout. On constate une immobilité complète des franges. Elles n'ont pas plus bougé que souches. C'est renversant, révoltant même, car enfin la précision de l'appareil est telle que, si la Terre n'avancait dans l'éther qu'à la vitesse de 3 kilomètres par seconde (dix fois moins que sa vitesse réelle!), le déplacement des franges serait suffisant pour manifester cette vitesse.