

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: - (1946)
Heft: 11

Artikel: Une nouvelle figure de l'univers : la théorie cinématique de Milne
[Schluss]
Autor: Javet, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897023>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Une nouvelle figure de l'Univers

(La théorie cinématique de Milne)

Par le Dr. P. JAVET

(Suite et fin.)

9. Le système statistique.

Il est possible de pénétrer plus profondément dans la structure du monde en complétant le système cinématique de la manière suivante: lançons dans ce système, à un instant quelconque, et avec une vitesse quelconque, une particule qui sera dite libre. L'analyse mathématique permet alors d'établir un fait remarquable: le principe cosmologique et l'équivalence des particules fondamentales suffisent à déterminer le mouvement de cette particule libre, car ils permettent d'écrire les équations qui le déterminent. Ces équations peuvent être intégrées complètement et nous apprennent alors que la trajectoire d'une particule libre est plane. Cette trajectoire est en général une courbe. La particule subit constamment des accélérations et sa vitesse peut croître jusqu'à celle de la lumière. Un résultat plus important encore peut être établi: c'est que la gravitation (pour employer un langage dynamique) apparaît localement comme un phénomène d'attraction.

Au lieu d'introduire dans le système cinématique une particule libre, introduisons-en une infinité. On obtient alors le système statistique, et le problème à résoudre est de déterminer statistiquement le mouvement de ces particules libres. Or il se trouve que les équations qui le déterminent sont de même forme que celles qui déterminent le mouvement de la particule unique introduite précédemment. Ces équations sont extrêmement remarquables, car elles déterminent l'accélération des particules en fonction de toute la matière présente dans l'Univers. Aucune autre théorie n'avait pu obtenir un résultat aussi général.

L'intégration des équations du mouvement faite dans le cas d'une particule libre est encore valable dans le cas du système statistique. On en déduit que les particules libres ne s'éparpillent pas au hasard dans le système, mais restent au voisinage des particules fondamentales et forment ce que Milne appelle des sous-systèmes, chacun de ces sous-systèmes contenant une infinité de particules. Chaque sous-système possède une vitesse d'ensemble constante, qui est celle de son noyau (la particule fondamentale correspondante).

Parmi les propriétés de ces sous-systèmes on peut encore citer: Chaque sous-système est fortement concentré autour de son noyau.

Les membres d'un sous-système sont en mouvement relatif non uniforme; leurs accélérations étant dirigées vers l'extérieur.

Ces propriétés des sous-systèmes conduisent Milne à faire la deuxième hypothèse suivante: celle d'identifier les sous-systèmes aux nébuleuses spirales, considérées comme des unités possédant une structure.

En première approximation (celle du système cinématique) l'Univers possède le phénomène de l'expansion avec la loi de proportionnalité entre les distances et les vitesses, il est localement homogène et occupe une sphère finie de rayon égal à ct . En deuxième approximation (celle du système statistique) il possède des concentrations autour de chaque particule fondamentale, et une structure locale.

Les théories relativistes courantes arrivent aussi à rendre compte de la condensation de la matière en galaxies, mais ces théories rencontrent sur ce sujet de grandes difficultés et les avis des différents auteurs sont souvent contradictoires. Suivant la théorie cinématique, l'existence des galaxies est une conséquence nécessaire du principe cosmologique.

10. *Rayons cosmiques.*

Les particules libres du système statistique peuvent atteindre la vitesse de la lumière, et cela dans un temps fini. Bien que la théorie cinématique ne fasse aucun usage de concepts dynamiques, on est en droit de se demander ce qui arrive quand la vitesse d'une particule atteint celle de la lumière. La réponse est simple: c'est que la question n'a pas de sens physique, car aucune observation ne pourra montrer une particule ayant la vitesse de la lumière, et cela parce qu'on démontre que la probabilité d'existence d'une telle particule en un endroit donné et à un instant donné, est nulle.

Par contre on pourra observer des particules animées de vitesses voisines de celle de la lumière, et si de telles particules subissent une collision, il s'ensuivra des effets d'ionisation ou de désintégration extrêmement intenses. Si de telles particules pénètrent dans l'atmosphère terrestre, elles doivent y produire des effets observables à la surface de la Terre. Or ces effets existent: c'est le rayonnement cosmique. D'après la théorie cinématique, ce rayonnement serait dû à l'arrivée dans l'atmosphère terrestre de particules libres animées de vitesses voisines de celle de la lumière; l'existence de ces particules étant une conséquence de l'équivalence des nébuleuses extra-galactiques. Ainsi le rayonnement cosmique apparaît comme un caractère fondamental de l'Univers, ce dont on se doutait sans pouvoir dire ni pourquoi, ni comment.

Le calcul montre que l'intensité de ce rayonnement est inversement proportionnelle à la troisième puissance du temps. Il va donc décroître, mais par contre il fut de plus en plus intense dans le passé, et ceci ouvre un champ immense aux spéculations...

11. *Le nuage cosmique.*

Revenons aux particules libres dont la vitesse croît jusqu'à celle de la lumière. L'analyse mathématique offre l'alternative suivante: ou bien ces particules conservent cette vitesse ³⁾, ou bien leur vitesse diminuera ensuite. Sans nous arrêter à la première face de l'alternative, étudiée ailleurs par Milne ⁴⁾, suivons la deuxième.

³⁾ On aura à faire alors à un nuage de photons.

⁴⁾ Zeitschr. für Astrophys., 6, 83, Part. III, 1933.

Les mêmes équations — qui déterminaient le mouvement des particules à vitesse croissante — le déterminent encore quand leur vitesse décroît. Cette vitesse tend vers une limite constante V' différente de la vitesse initiale V , mais dépendant d'elle. Ainsi ces particules tendent à être immobiles par rapport aux particules fondamentales animées de cette même vitesse V' .

L'histoire complète d'une particule est maintenant connue et peut se résumer comme suit:

Considérons une particule animée à l'origine du temps d'une vitesse V donnée. Si cette particule est une des particules fondamentales du système cinématique elle conservera toujours cette vitesse V . Par contre, si c'est une particule libre, sa vitesse initiale V croîtra (à moins de collisions) jusqu'à celle de la lumière pour diminuer ensuite et tendre vers une limite constante V' différente de V . Au début cette particule libre faisait partie du sous-système (nébuleuse spirale) caractérisé par la vitesse V . Pendant son mouvement elle a quitté cette nébuleuse pour rejoindre finalement une autre nébuleuse, celle de vitesse V' , par rapport à laquelle elle tend à être immobile. Ainsi chaque nébuleuse perd constamment de ses membres, au profit d'autres nébuleuses. Mais il y a compensation et la nébuleuse qui perd des particules en reçoit à son tour d'autres nébuleuses.

Or on connaît dans notre galaxie un objet immobile par rapport à nous-mêmes: le nuage cosmique. On avait cru, jusqu'à ces dernières années, que ce nuage n'existait que par places, sous forme de condensations locales, mais des études récentes ⁵⁾ ont montré que ce n'est pas le cas: un nuage de matière diffuse, immobile, existe dans toute notre galaxie, comme aussi dans les nébuleuses spirales vues de profil.

La théorie de Milne conduit alors naturellement à la conclusion que le nuage cosmique est formé par l'arrivée de particules venant d'autres galaxies; et ainsi l'existence de ce nuage serait une conséquence directe du principe cosmologique.

12. Il faut distinguer nettement entre les systèmes de particules en mouvement construits théoriquement et leurs applications possibles à l'Univers.

La physique théorique consiste essentiellement en l'étude de structures qui n'existent pas dans la nature (mais qui se rapprochent plus ou moins de situations naturelles) et qui sont cependant applicables à la nature. Par exemple, en astronomie, le problème des deux corps consiste à déterminer les mouvements d'une particule infiniment petite en présence d'une masse attirante. Dans la nature, on n'a jamais deux corps existant seuls, et l'un des deux n'est jamais assez petit pour être infiniment petit. Mais cela n'altère pas la validité des orbites képlériennes déterminées par l'analyse de la situation abstraite considérée.

⁵⁾ Travaux de *Struve, Elvey, Evans*, publiés de 1938 à 1942 (donc postérieurement à ceux de *Milne*).

Le simple système cinématique et le système statistique plus compliqué construits par Milne peuvent être envisagés de la même façon. La question de savoir s'ils sont réalisés ou non dans la nature est une question passionnante, mais leur validité ne dépend pas de la réponse à cette question, de même que la validité de la solution du problème des deux corps est indépendante de sa plus ou moins exacte réalisation naturelle. La validité — ou la vérité — des systèmes cinématiques dépend de la légitimité des idées sur lesquelles ils sont basés, ainsi que de l'exactitude des arguments employés.

Voici alors les propriétés abstraites des systèmes construits:

1. Les trajectoires se divisent en sous-systèmes.
2. Les particules, membres de chaque sous-système, sont concentrées autour d'un noyau.
3. Les noyaux suivent les mouvements du système cinématique:
 - a) ils s'éloignent les uns des autres;
 - b) leurs mouvements satisfont une proportionnalité vitesse-distance;
 - c) leurs vitesses sont constantes dans l'expérience de chacun d'eux;
 - d) chaque noyau est central par rapport à tous les autres;
 - e) la distribution des noyaux est approximativement homogène au voisinage de chacun d'eux;
 - f) la densité des noyaux s'accroît à grande distance et tend vers l'infini quand la distance tend vers ct ;
4. La totalité des sous-systèmes est contenue à l'intérieur d'une sphère en expansion de rayon $R = ct$ centrée à chaque noyau. La limite de cette sphère est inaccessible.
5. Les membres de chaque sous-système possèdent des mouvements accélérés vers l'extérieur.
6. Le nombre total des sous-systèmes est infini.
7. Chaque particule atteint la vitesse de la lumière à une époque finie et à une distance finie.
8. Dans un volume quelconque de l'espace il y a, à chaque époque, des particules animées de vitesses voisines de celle de la lumière.
9. Les particules qui ont atteint la vitesse de la lumière sont ensuite retardées, leur vitesse tendant vers une limite constante.
10. Les particules des différents sous-systèmes traversent les espaces inter-nucléaires.
11. Il arrive, au voisinage de chaque noyau (venant d'autres sous-systèmes) des particules qui restent finalement immobiles par rapport au noyau considéré.
12. Chaque noyau est associé à un groupe d'autres noyaux auxquels il envoie (et desquels il reçoit) des particules.

Milne identifie ce système à l'Univers découvert par l'astronomie. La principale identification (donc la principale hypothèse) est d'assimiler les sous-systèmes aux nébuleuses extra-galactiques, et les noyaux des sous-systèmes aux noyaux de ces nébuleuses (propriétés 1 et 2).

Les autres correspondances entre les propriétés du système abstrait et celles de l'Univers peuvent être considérées comme des confirmations de ces deux hypothèses.

Les propriétés 3 sont celles des particules fondamentales du système cinématique.

3 *a* et 3 *b* confirment la loi de Hubble.

3 *c* ne peut pas être vérifiée actuellement par l'observation.

3 *e* est confirmée par les statistiques du Mont Wilson.

3 *f* est propre à la théorie cinématique, mais échappe à la vérification par l'observation.

La propriété 4 est aussi en dehors des vérifications possibles, mais si la loi de Hubble est générale, il doit y avoir une limite supérieure des distances, sans quoi on serait conduit à des vitesses plus grandes que celle de la lumière.

La propriété 5 est confirmée par l'étude des mouvements dans notre galaxie et par la forme de beaucoup de nébuleuses spirales.

La propriété 6 ne peut jamais être confirmée par l'observation, mais il ne semble pas y avoir de limite au nombre des nébuleuses spirales.

Les propriétés 7 et 8 sont en accord avec le phénomène des rayons cosmiques et avec le caractère corpusculaire de l'agent primaire.

Les propriétés 9, 10 et 11 sont en accord avec l'existence du nuage cosmique.

La propriété 12 fournit une hypothèse rationnelle sur l'origine et l'histoire du nuage cosmique.

* * *

Descartes pensait que tous les phénomènes pourraient un jour s'expliquer par la figure et le mouvement; mais Newton, en introduisant la notion de force, orienta — et pour longtemps — les recherches dans une direction différente. Les théories relativistes courantes, qui font de la physique une branche des mathématiques, se rapprochent du rêve de Descartes, mais la théorie de Milne, qui supprime entièrement la notion de force, s'en approche encore davantage.

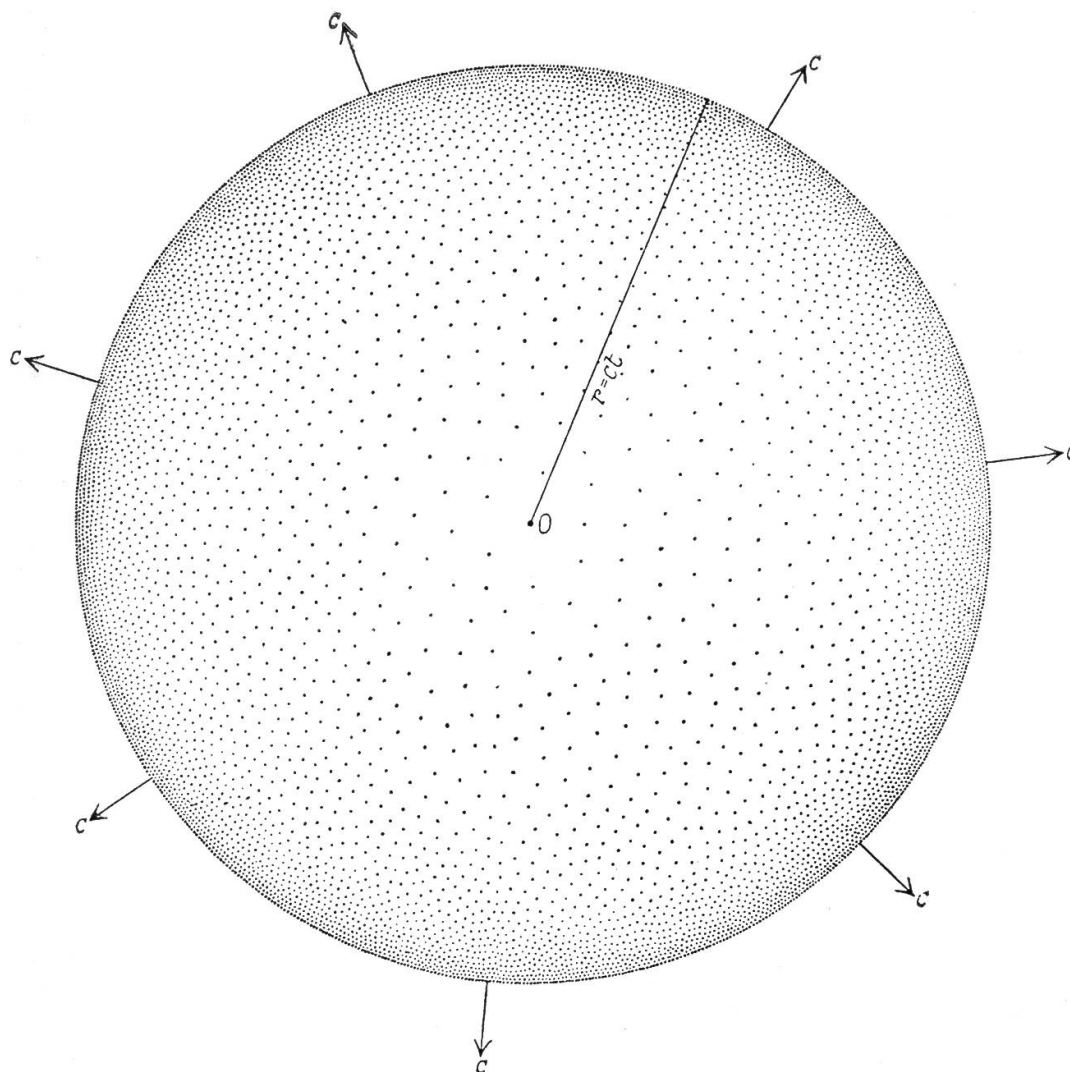


Diagramme représentant une coupe de l'Univers en expansion, fait par l'observateur O à une époque t de son expérience. Chaque point représente le noyau d'une nébuleuse et s'éloigne de O avec une vitesse constante. La densité des points s'accroît à partir de O et tend vers l'infini vers la frontière. La frontière s'éloigne de O avec la vitesse de la lumière. Il n'y a pas de points sur la frontière elle-même. Le nombre total des points est infini.

Les grandes taches solaires de janvier et février 1946

Par le Dr. M. DU MARTHERAY, Genève

Nous avons reçu plusieurs communications pleines d'intérêt sur l'apparition de ce grand groupe de taches qui accomplit en ce moment son troisième retour au méridien central du Soleil comme suit:

1re apparition:	du 29. 1. 46 au 12. 2. 46.	Passage M. C.: 5. 2.
2e	du 27. 2. 46 au 12. 3. 46.	Passage M. C.: 6. 3.
3e	du 28. 3. 46 au 9. 4. 46.	Passage M. C.: 4. 4.

Nous avons dû réunir en un seul cliché (Fig. 1) les dessins et les photographies de cette gigantesque formation. En voici les légendes explicatives: