



HAL
open science

Développement cognitif de la notion de vitesse

Crépault Jacques, Frank Jamet

► **To cite this version:**

Crépault Jacques, Frank Jamet. Développement cognitif de la notion de vitesse. Centre de documentation pédagogique. La vitesse, pp.295-301, 1997, Documents, actes et rapports pour l'Éducation, 2-240-00536-X. hal-04108619

HAL Id: hal-04108619

<https://hal.science/hal-04108619>

Submitted on 27 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Développement cognitif de la notion de vitesse

Jacques Crépault
Professeur

Frank Jamet
Chargé de cours
Equipe de psychologie cognitive,
UPRES cognition et didactique, Université Paris VIII/CNRS

En quoi les premiers travaux de Piaget sur le développement des Notion de mouvement et de vitesse chez l'enfant (1b) sont-ils une source d'inspiration dans le contexte actuel des recherches en psychologie du développement cognitif ? Du point de vue de la psychologie cognitive, que savons-nous après un demi-siècle de recherches du développement de la notion de vitesse ? De quelle manière les relations temps-espace-vitesse sont-elles organisées chez l'enfant ? Voici quelques questions auxquelles notre exposé tente de répondre en analysant le développement des inférences cinématiques de l'enfant de 4-5 ans à l'adulte (novice et expert).

Selon Piaget (1c), Einstein avait soutenu l'antériorité psychologique de l'intuition de vitesse sur celle du temps. Dans l'ouvrage sur la notion de vitesse, Piaget signale que les notions de mouvement, de vitesse et de temps « sont étroitement solidaires par le fait même de l'interdépendance de ces trois concepts fondamentaux ». L'idée directrice de Piaget est que le temps n'a pas de signification en dehors du contexte cinématique, c'est-à-dire des relations temps-espace-vitesse. Les composantes vitesse et espace seraient des primitives, du moins à un certain niveau de développement ($T = E/V$). Pour Piaget, « un mobile est, à tout âge, conçu comme plus rapide qu'un autre, quand il le dépasse sur une trajectoire parallèle à la sienne ».

Étapes de formation des notions de temps et de vitesse

Une série d'expériences ingénieuses seront proposées par Piaget et ses collaborateurs pour mettre en évidence les étapes de formation des notions de temps et de vitesse (1 a, 1b, 1d). Deux types de situations piagésiennes seront analysés. Dans le premier (trajets rectilignes de longueurs inégales), les mobiles partent et arrivent en même temps ; ils se déplacent sur des trajets rectilignes et parallèles à des vitesses différentes ; les chemins sont soit visibles, soit masqués (tunnels). Dans le second type (trajets circulaires), les deux mobiles sont côte à côte sur deux pistes concentriques de longueurs inégales. L'enfant juge la vitesse (et la durée relative) des mobiles sur ces différents dispositifs.

Dans le cadre des trajets rectilignes et parallèles, les travaux de Piaget suggèrent que la notion de vitesse évolue en trois stades. Dans la situation des tunnels, l'enfant du stade I (5-6 ans) affirme que les deux mobiles vont à la même vitesse parce qu'ils arrivent en même temps, tout en admettant la simultanéité des départs et des arrivées, ainsi que la différence de longueur des tunnels. Lorsque l'expérimentateur enlève les tunnels, l'enfant répond correctement à la vitesse, mais ne reconnaît ni la simultanéité des points d'arrivée ni l'égalité des durées. Il considère que le mobile jugé le plus rapide a pris « plus de temps parce qu'ayant été plus loin ou plus vite ».

A ce stade, l'intuition de vitesse ne réside pas en une relation entre l'espace parcouru et le temps, mais repose sur la notion de *vitesse-dépassement*. Les résultats de Tanaka (2) sont compatibles avec l'hypothèse de Piaget concernant la prénotion de vitesse-dépassement : la quasi-totalité des enfants de 4-5 ans juge correctement la vitesse lorsque « le mobile le plus rapide rattrape puis dépasse le mobile le moins rapide ».

Au stade II (6-7 ans), l'enfant commence par affirmer l'égalité des vitesses (situation avec tunnel), mais, ensuite, il revient sur son jugement soit du fait de l'inégalité des chemins parcourus, soit du fait de l'observation des mobiles dans la situation sans tunnel. A ce stade, soit l'enfant nie encore la simultanéité des arrivées et l'égalité des durées de parcours, mais juge que le mobile le moins rapide a marché plus longtemps (relation inverse vitesse-temps), soit il découvre la simultanéité des arrivées mais nie l'égalité des durées synchrones. Le mobile le plus rapide a pris plus de temps ou bien moins de temps.

Au stade III, l'enfant de 7-8 ans juge correctement les vitesses (situation avec tunnel) et répond correctement aux questions sur les ordres temporels et la durée (trajets visibles). Selon Piaget, la différence essentielle avec le stade précédent est que la simultanéité et l'égalité des durées synchrones sont admises toutes deux d'emblée et s'appuient l'une sur l'autre (durée opératoire).

Dans quel ordre les notions cinématiques sont-elles acquises ?

Fraisse et Vautrey (3) estiment que Piaget n'accorde pas assez d'importance aux structures perceptives et remettent en cause le fait que l'enfant du stade II fonde son jugement sur le dépassement ou sur les ordres d'arrivée. Les conclusions de Fraisse engagent un vaste débat qui n'est pas, à ce jour, clos (4). Les recherches récentes menées dans le cadre de la psychologie cognitive (5) montrent qu'un petit nombre seulement d'enfants de 11-13 ans serait au niveau du stade III (durée opératoire). Qu'en

est-il de l'ordre d'acquisition des notions cinématiques (notions de durée, vitesse et distance) ? Certains travaux suggèrent que

la notion de vitesse précède celle de durée (6) et d'autres, la séquence inverse (7). Comparativement aux premières observations de Piaget, la notion de durée semble, dans l'ensemble des travaux, beaucoup plus complexe à construire que les notions de vitesse et de distance, du moins sous une forme qualitative.

Chez les enfants

Est-ce que l'enfant de 5-6 ans peut raisonner correctement à propos du temps-cinématique dans le contexte de *situations simplifiées* ? On demande à l'enfant de comparer deux événements (*la voiture rouge est plus rapide que la voiture noire*) ayant en commun une variable constante (même longueur de chemin) ; le sujet doit inférer la valeur relative de la variable temporelle. L'avantage de cette situation, comparativement à celle de Piaget, est qu'on ne requiert pas de jugements à propos de situations perçues, mais on demande des anticipations à partir de données partielles, perçues visuellement ou énoncées (8). Les travaux de Gréco (9) suggèrent que le jeune enfant peut établir, lorsque la situation s'y prête, des relations cinématiques qui sont correctes du point de vue physique (relation inverse vitesse-temps, relation directe espace-temps, etc.). Montangero montre que les enfants de 5-6 ans mettent en liaison deux variables à la fois, en négligeant la troisième variable.

Les relations observées, sous la forme de *couples juxtaposés*, sont pour la plupart conformes au modèle physique, à la différence que la constante est jugée variable. C'est vers 7-8 ans que la constante est respectée. Il semble y avoir « des mises en relation correctes précoces » entre les variables cinématiques chez le jeune enfant. Les données recueillies jusqu'à présent suggèrent que le jeune enfant ne tient pas compte de l'ensemble des paramètres cinématiques, mais se centre sur certaines relations (par exemple, « plus d'espace parcouru », « plus vite », etc.) pour en inférer de nouvelles qui ne sont pas nécessairement compatibles avec l'information communiquée (10).

Qu'en est-il de la notion de vitesse pour des trajets circulaires ? Comment l'enfant estime-t-il la vitesse de deux mobiles (côte à côte) dont les départs et les arrivées sont simultanés ? Piaget (1b) observe des réponses qualitativement comparables à celles décrites sur les mouvements rectilignes, mais à un âge plus tardif. Au stade I (5-7 ans), l'enfant admet l'inégalité des parcours, mais il estime que les deux mobiles vont à la « même vitesse » (pas de dépassement visible) ou bien que le mobile intérieur va « plus vite » si l'on attire son attention sur la différence de longueur des chemins. Au stade II, les réponses sont d'abord similaires au stade précédent, mais aboutissent ensuite à la solution correcte. Au stade III (8-9 ans), l'enfant estime correctement la vitesse. Il faut quatrième stade (11-12 ans) pour que l'enfant juge la vitesse relative de deux mobiles fixés à chaque extrémité d'une tige, laquelle est reliée à un axe et qui effectue un quart

de tour. Selon Piaget, « il faut attendre l'intervention des opérations hypothético-déductive ou formelles pour décomposer d'avance ces mouvements en arcs de cercle ».

Chez les adultes

Quelles seraient les conduites des adultes dans une situation analogue ? Ehri et Muzio (11) présentent à des adultes (novices) une situation de type manège ; les résultats montrent que 34 % des adultes jugent que les chevaux sur la piste extérieure sont plus rapides ; la majorité des erreurs sont de type « même vitesse ». Levin et Simons (12) montrent que, même chez des sujets de formation scientifique, très peu utilisent les unités conventionnelles pour qualifier la vitesse (km/h : tours/minute). Levin et Simon constatent que 23 % des bacheliers (scientifiques répondent correctement; seulement 41% des étudiants en math-physique sont en mesure de donner une réponse conforme au modèle physique. La recherche récente de Jamet (13a) à propos de la situation piagétienne des mouvements circulaires montre qu'un tiers des adultes répondent correctement, quelles que soient les situations (durées partiellement synchrones).

A partir des années 80 l'approche néo-piagétienne renouvelle les travaux sur la cinématique tant théoriquement que méthodologiquement (4b). Il ressort de ces travaux que les « erreurs » observées chez les enfants, dans des situations piagésiennes, se retrouvent chez des adultes pour des tâches relativement complexes (4a, 14). La recherche de Crépault montre que, pour la composition de deux mouvements distincts, la relation vitesse-temps n'a pas le même statut selon le référentiel utilisé chez l'adulte. Dans ce type de situations, une partie de l'information communiquée consiste en une donnée spatiale représentant un manège qui défile et un crayon qui s'abaisse (traces enregistrées sur un ruban).

on observe chez la majorité des adultes les conduites suivantes :

1. pour le premier problème (fréquence périodique), la durée selon le repère-crayon est jugée constante, et variable selon le repère-ruban;
2. pour le second (fréquence variable), la durée est jugée variable selon le repère-crayon. et constante selon le repère-ruban.

On a donc deux temps distincts pour ce type de situations ! Les « erreurs » relevées, principalement pour la durée-ruban, suggèrent un statut particulier des relations entre la vitesse et le temps : de « plus vite », on infère « moins de temps » (problème 1), de « même vitesse », on infère « même temps » (problème 2). Une analyse des interactions verbales entre des sujets de niveaux cognitifs différents permet de préciser la stabilité relative des erreurs associées à la relation vitesse-temps (4d).

Des problèmes décidables aux situations indécidables

Les travaux concernant le raisonnement cinématique, des années 40 aux années 80, ont été conduits à l'aide de dispositifs physiques. La conséquence est que seule la classe de

La vitesse Actes des 8 Entretiens de la Villette 1997 CNDP

problèmes décidables est étudiée, c'est-à-dire les situations qui acceptent une et une seule réponse. Rappelons qu'Aristote définit une vitesse non métrique qui respecte néanmoins

l'équation $V = E/T$: « [...] Le plus rapide doit se mouvoir sur une plus grande distance en un temps égal, sur une égale (distance) un temps moindre, c'est-à-dire davantage en un temps moindre ; ainsi définit on parfois le plus rapide » (15). Qu'en est-il du point de vue psychologique ? La recherche de Crépault (4a) montre que la définition d'Aristote du « mobile le plus rapide » n'est pas évidente chez l'adolescent. Les réponses correctes aux trois énoncés sont les suivantes: 3 % à 11 ans, 22 % à 13 ans et 42 % à 15 ans (60 sujets par groupe). Signalons que pour l'énoncé « sur une égale (distance), en un temps moindre », les réussites sont plus élevées: 32 % à 11 ans, 73 % à 13 ans et 90 % à 15 ans.

D'un point de vue logique, les énoncés décidables ne recouvrent qu'une partie de l'ensemble des situations possibles en cinématique. Il existe des situations indécidables. Imaginons un problème où un mobile parcourt « plus de chemin » sur une durée « plus longue »: Que peut-on dire sur sa vitesse ? La réponse est: le mobile peut aller « plus vite », « moins vite » ou à la « même vitesse ». L'utilisation des énoncés hypothétiques ouvre une nouvelle perspective non seulement dans la compréhension des notions en cinématique, mais également dans le domaine du raisonnement en général. Les résultats de Jamet (13b) montrent que les énoncés indécidables sur le concept de vitesse sont résolus par seulement 10% des adultes et par environ 50% des experts.

Il ressort, de l'ensemble des travaux à propos du développement des raisonnements cinématiques, que les situations cinématiques de type qualitatif provoquent de sérieuses difficultés conceptuelles chez l'adolescent et l'adulte. Les « erreurs » observées chez l'enfant dans des situations de type piagétien semblent persister chez l'adulte pour des situations cinématiques relativement complexes (16, 17). Les conceptions erronées du monde physique se manifestent aussi bien chez les adultes ayant ou non suivi des cours de physique. Les modèles développés au cours de l'histoire de la pensée scientifique permettent, d'un certain point de vue, interpréter certaines conceptions de cette physique qualitative, en particulier la notion de vitesse, comme le suggère Piaget (1c) et les travaux récents de McCloskey et Kargon (18). Une telle démarche mérite d'être poursuivie dans les années à venir dans le cadre des sciences cognitives.

Comme nous venons de le présenter, la notion de vitesse s'élabore en plusieurs niveaux d'organisation au cours du développement cognitif, de l'enfant à l'adulte (novice et expert). La construction de relations qualitatives, relations exprimées sous la forme de

dyades, sont des étapes nécessaires avant de parvenir ;i la notion d indécidabilitéet/oude vitesse métrique.

Notes

- 1a. J. Piaget. *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*. Paris, PUF, 1946.
- 1 b. J. Piaget, *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*. Paris, PUF, 1946.
- 1c. J. Piaget, *Introduction à l'épistémologie génétique. La pensée physique*. Paris, PUF, 1950.
- 1d. J. Piaget, E. Dekker & S. Dayan, in, « La généralisation de la notion de vitesse ». in *Recherches sur la généralisation. Etudes d'épistémologie et de psychologie génétique*. pp. 93-211. Paris, 1978.
2. M. Tanaka « The Development of the Concept of Speed », *Journal of Children Development* n°7, pp 1-11, 1971.
3. P. Fraisse & P. Vautrey, « I La perception de l'espace de la vitesse et du temps chez l'enfant de 5 ans. II l'espace et la vitesse », *Enfance* n°5, pp. 1-20, 1952.
- 4a. J. Crépault, *Temps et raisonnement. Développement cognitif des processus d'inférence de l'enfant à l'adulte*. Lille, Presse universitaires de Lille, 1989.
- 4b. J. Crépault, « Temporal reasoning : What Develops ? ». *Belgica Psychologica* n° 33. pp. 197-216, 1993.
- 4c. J. Crépault, « *Du temps piagétien au temps néo-piagétien* », Colloque Jean Piaget, Paris-La Sorbonne, novembre 1991.
- 4d. J. Crépault & C. Jarrige, « *Interactions verbales et modèles des états de connaissance stables et instables* » *Foreign Psychology*, n°6, pp. 13-20, 1996.
5. C. Acaredolo, « *Assessing Children's Understanding of Time, Speed and Distance Interrelations* », in I. Levin & S. Zakay. (Ed), *Time and Human Cognition*, pp. 219-257. Amsterdam (North-Holland), 1989.
6. R. S. Siegler & D. D. Richards, « Development of Time, Speed and Distance Concept ». *Developmental Psychology*, n° 15, pp. 288-298, 1979.
7. F. Wilkening, « Integrating Velocity, Time and Distance Information: a Developmental Study » *Cognitive Psychology*, 13. pp. 231-147, 1981.
8. J. Montangero, « Les relations du temps, de la vitesse et de l'espace parcouru chez le jeune enfant », *Année psychologique*, n°79, pp 23-42, 1979.
9. P. Gréco, « Comparaison "logique" de deux durées et jugements corrélatifs de distance et de vitesse chez l'enfant de 6 à 10 ans », in *Perception et notion de temps, Etude d'épistémologie génétique*, vol, 21 pp. 3-103 Paris, PUF, 1967

10 F Matsuda, « Concepts about Interralations among Duration, Distance, and Speed in Young Children », *International Journal of Behavioral Development*, n°17, pp 553-576
1996

11 L. C. Ehri & I. M. Muzio « Cognitive Style and Reasoning about Speed », *Journal of Educational Psychology*, n 66~ pp. 569-571, 1974

12 I. Levin & H Simon « The Nature of Children's and Adult's Concepts of Time, Speed and Distance and their Sequence in Development : Analysis via Circular Motion » in I. Levin (Ed.), *Stage and Structure*, pp 77-105 Norwood (NJ), Ablex, 1986.

Vitesse et éducation 301

13a. F. Jamet, « Le raisonnement temporel. Étude du mouvement circulaire chez l'enfant », Colloque Piaget: « Penser le temps ». Neuchâtel, 8-10 septembre 1996.

13b. F. Jamet. « Raisonnement cinématiques hypothétique chez les "experts" et les "novices" », Congrès. of The Growing Mind. Genève, 14-18 septembre 1996.

14. E. Poduska et D. G. Phillips. « The Performance of College Students on Piaget-Type Tasks Dealing with Distance, Time .and Speed », *Journal of Research in Science Teaching*, n° 23, pp. 841-848, 1986

15. Aristote, *Physique V-VIII* (texte établi et traduit par H. Carteron). Paris, les belles lettres, 1931

16. L. Viennot, *Raisonner en physique : la part du commun*. Bruxelles : De Boeck Université. 1996.

17. R. J. Whitaker, « Aristote is not Dead: Student Understanding of Trajectory Motion » *American Journal of Physics*, n° 51, pp. 352-357, 1983.

18. M. McCloskey & R. Kargon, « The Meaning and Use of Historical Models in the Study of Intuitive Physics » in S? Strauss (Ed), *Ontogeny, Phylogeny, and historical Development*, pp. 49-67, Norwood (NJ), Ablex, 1988