



HAL
open science

**Pour un nouveau paradigme. La dichotomie conceptuelle
entre espace et temps est (devenue) un obstacle aux
progrès de la pensée : commençons par le mouvement !**

Bernard Guy

► **To cite this version:**

Bernard Guy. Pour un nouveau paradigme. La dichotomie conceptuelle entre espace et temps est (devenue) un obstacle aux progrès de la pensée : commençons par le mouvement !. 2014. hal-01061765

HAL Id: hal-01061765

<https://hal.science/hal-01061765v1>

Preprint submitted on 8 Sep 2014

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.

Pour un nouveau paradigme.

**La dichotomie conceptuelle entre espace et temps
est (devenue) un obstacle aux progrès de la pensée :
commençons par le mouvement !**

Bernard GUY

Ecole n. s. des mines de Saint-Etienne

guy@emse.fr

Première version, septembre 2014

Résumé

De plus de deux mille ans de réflexion philosophique et physique, nous héritons les deux concepts séparés d'espace et de temps. La théorie physique de la relativité promeut une association plus étroite entre temps et espace, mais elle ne change en rien cette dichotomie conceptuelle : elle relie les lectures faites sur les règles et celles faites sur les horloges ; mais il y a toujours deux catégories d'instruments, il y a toujours deux concepts, il y a toujours dès le départ deux types de variables. Cette situation cache divers embarras. Nous les résumons dans le malaise que l'esprit ressent devant la séparation originaire d'où nous sommes partis : comment penser le temps sans l'espace (sans le monde !) alors que toutes les expériences du temps qui « compte » nous renvoient à des mouvements dans l'espace ? Et comment penser l'espace sans le temps alors que notre expérience de l'espace est construite par les déplacements que l'on y effectue, réels ou simulés dans le cerveau, avec le temps qui les supporte ? Pour parler nous avons besoin des deux séparément, mais ce qui est réel ce n'est pas le temps ni l'espace, c'est le lien entre les deux. Nous appellerons *mouvement* cette association de l'espace et du temps : ce mot a à la fois un sens spatial, dans l'amplitude du mouvement, et temporel, dans le procès du mouvement. Dans le présent texte, nous voulons promouvoir le mouvement à la « première » place, positionner espace et temps de façon « seconde », retrouvés dans la comparaison de divers mouvements, et esquisser des directions de recherche à mener à partir de là. Quelques exemples montrent de façon préliminaire comment un tel changement de perspective s'opère et ce qu'il peut apporter. En énonçant la primauté du mouvement, nous devons affronter de redoutables difficultés logiques. Pour en sortir, il faut d'abord promouvoir, en même temps que nous le faisons pour le mouvement, un renouveau de la compréhension de notre rationalité, c'est-à-dire de la façon dont nous construisons nos représentations du monde. Et composer une rationalité cartésienne ou substantielle (celle d'un observateur qui regarde le monde de l'extérieur : le temps d'un côté, l'espace de l'autre) avec la rationalité d'un observateur qui ne peut regarder le monde de l'extérieur ; au sein du monde, il ne peut pour en parler que comparer et opposer les choses les unes aux autres (le temps n'est pas l'espace, l'espace n'est pas le temps). Il faut ensuite choisir un « point de départ », non d'une démarche logique qui n'a pas de départ, mais en nous appuyant sur une *pratique particulière*. Le jeu en vaut la chandelle. Il nous libère des carcans et des embarras d'une dualité devenue figée et sclérosante à l'œuvre dans tous les domaines, de la linguistique à la physique, en passant par les arts et la philosophie. Il nous amène à saisir la part d'arbitraire dans la construction, à partir de la multiplicité des relations, de l'espace et du temps, dont le fond continue de nous échapper ; il nous amène à voir les multiples transhumances observées entre espace et temps, non comme des hasards, mais comme constitutives de la réalité, loin d'un schéma bipolaire. Il apporte enfin de nouvelles règles pratiques pour la compréhension et l'action, en continuité avec ce qui a déjà été pensé.

Mots clés : paradigme ; mouvement ; espace ; temps ; pensée relationnelle ; pensée substantielle ; récursivité ; autoréférence ; pratique ; histoire ; géographie ; linguistique ; physique ; philosophie ; sciences humaines et sociales ; sciences cognitives ; esthétique ; littérature ; cyberspace ; biologie ; géologie ; déconstruction ; dualité

1. Etat des lieux

De plus de deux mille ans de réflexion philosophique et physique, amorcée par les penseurs grecs, nous héritons les deux concepts séparés d'espace et de temps. Certes, cette situation cache de grandes variations, en particulier en ce qui concerne la compréhension du temps, mais, en caricaturant les choses, nous prétendons aujourd'hui pouvoir penser le temps sans l'espace et penser l'espace sans le temps.

La théorie physique de la relativité promeut une association plus étroite entre temps et espace, mais elle ne change en rien cette dichotomie conceptuelle : elle relie les lectures faites sur les règles et celles faites sur les horloges ; mais il y a toujours deux catégories d'instruments, il y a toujours deux concepts, il y a toujours dès le départ deux types de variables : x, y, z , d'un côté, t de l'autre. Toute discussion est en somme à l'avance écartée¹.

Dans cette façon de voir, temps et espace sont posés en préalable et de façon distincte, et ce qu'on appelle mouvement est second, et défini par composition de l'espace et du temps. En faisant une telle séparation entre espace et temps, la pensée s'est constituée, stabilisée et nous ne redirons pas les bienfaits qu'une telle vision des choses a apportés dans tous les domaines. Le sentiment de sécurité pour l'esprit, sinon de clarté, que cette situation procure n'est pas non plus à négliger.

2. Malaise : comment penser le temps tout seul ? comment penser l'espace tout seul ?

Cette situation cache pourtant divers embarras. Ils ont été décrits par de nombreux penseurs. Ce sont souvent des difficultés techniques du second ordre malaisées à expliquer à des non-spécialistes.

Sans reprendre le détail des discussions, nous les résumons dans le malaise que l'esprit ressent devant la séparation originnaire d'où nous sommes partis : comment penser le temps sans l'espace (sans le monde !) alors que toutes les expériences du temps qui « compte » nous

¹ Et le lien temps-espace ne se manifeste qu'en comparant les mesures faites dans deux repères en translation l'un par rapport à l'autre. Dans le « repère au repos » (c'est le point de départ, dès la relativité restreinte), temps et espace restent bien pensés séparément.

renvoient à des mouvements dans l'espace ? Et comment penser l'espace sans le temps, alors que notre expérience de l'espace, depuis que nous sommes enfants, est construite par les déplacements que l'on y effectue, réels ou simulés dans le cerveau, avec le temps qui les supporte ? L'espace qui « compte » est relation entre ses points constitutifs, il est aussi mouvement.

Nous avons abstrait du monde les deux concepts d'espace et de temps, mais si nous réalisons ces abstractions, c'est-à-dire si nous pensons que les deux termes de la dualité correspondent effectivement à deux substances séparées du monde, nous tombons dans l'absurde : telle est la situation aujourd'hui. Pour parler nous avons besoin des deux, mais ce qui est réel ce n'est pas le temps ni l'espace, c'est le lien entre les deux².

Comment appeler cette association de l'espace et du temps ? Dans la continuité des rappels précédents, nous l'appellerons *mouvement* : ce mot a à la fois un sens spatial, dans l'amplitude du mouvement, et temporel, dans le procès du mouvement. Nous dirons que temps et espace apparaissent comme les deux faces inséparables du mouvement, qui décrit tout morceau de la réalité. Dans le présent texte, nous voulons promouvoir le mouvement à la « première » place, positionner espace et temps de façon « seconde », retrouvés dans la comparaison de divers mouvements, et esquisser des directions de recherche à mener à partir de là. Quelques exemples montreront comment un tel changement de perspective s'opère et ce qu'il peut apporter³. Nous procéderons à grands traits, sans reprendre le détail des argumentations ni, dans cette première version de notre texte, produire de liste de références.

Dans les sections 3 et 4, nous commencerons par donner un cadre à notre approche ; nous montrerons que, pour saisir la primauté du mouvement, nous avons besoin de réexaminer nos modes de rationalité, c'est-à-dire les façons de construire nos connaissances ; nous devons articuler le mode habituel, substantiel, avec un mode plus caché, relationnel. Mais cela ne suffira pas à convaincre : nous aurons montré en effet que la primauté du mouvement ne s'établit pas par une démonstration logique « fermée », et que nous sommes conduits à des cycles de récursivité (« on tourne en rond »). Ces cycles doivent être arrêtés, au moins provisoirement, en se fondant sur, et en désignant, une pratique particulière. Dans la partie

² Divers auteurs, en particulier E. Kant, ont souligné qu'on ne peut associer d'ontologie aux concepts d'espace et de temps, « formes de l'intuition ». Mais, quel que soit le nom (noumène par opposition à phénomène) ou le contenu (idéauté transcendantale pour Kant, par opposition à réalité empirique sujette à la mesure pour Einstein) qu'on leur donne, espace et temps restent *deux*. C'est cette dyade que nous contestons ici dans son caractère fondamental.

³ Nous avons éprouvé nous-même de réelles difficultés pour modifier notre regard. Est-ce une raison de parler de *nouveau paradigme*, c'est-à-dire d'une nouvelle façon de lire notre monde ? Le lecteur jugera.

suiuante (section 5), nous choisirons une telle pratique et exploiterons un exemple concret, proche du sujet ; cela constituera en somme un « point de départ » à rebours pour une démonstration d'ensemble. Nous exposerons enfin (section 6) comment le point de vue présenté peut éclairer des questions dans des champs très divers, des sciences dures aux sciences humaines et sociales, analysées selon le seul et même prisme de la trilogie espace / temps / mouvement ; supposant qu'elle a le même sens, ou un sens suffisamment proche, dans chaque domaine.

3. Difficultés logiques. Sur deux modes de rationalité

En énonçant la primauté du mouvement, nous devons affronter de redoutables difficultés logiques : - comment penser le mouvement avant l'espace et le temps ? ou : - comment penser le mouvement sans l'espace ni le temps ? ou encore : - comment le mouvement peut-il engendrer l'espace et le temps ? Pour sortir de ces cercles, il faut promouvoir, en même temps que nous le faisons pour le mouvement, un renouveau de la compréhension de notre rationalité, c'est-à-dire de la façon dont nous construisons nos représentations du monde. En posant l'espace et le temps comme éléments séparés du cadre de notre compréhension, nous avons fait usage d'une rationalité que nous dénommerons cartésienne ou substantielle ; c'est la rationalité d'un observateur qui regarde le monde de l'extérieur et pense pouvoir pointer divers éléments indépendamment les uns des autres : *le temps d'un côté, l'espace de l'autre*. C'est cette rationalité discursive disjonctive qui a fonctionné de façon dominante en Occident depuis les Grecs ; en son sein, il n'y a pas de paix possible entre A et non-A (principe de non-contradiction d'Aristote).

Divers travaux nous engagent aujourd'hui à nous orienter vers une autre rationalité à mettre en composition avec la première. Cette (nouvelle⁴) rationalité est celle d'un observateur qui ne peut regarder le monde de l'extérieur ; au sein du monde, il ne peut pour en parler que comparer et opposer les choses les unes aux autres : *le temps n'est pas l'espace, l'espace n'est pas le temps*. C'est-à-dire, l'immobilité sur laquelle nous construisons nos règles et l'espace, et la mobilité sur laquelle nous construisons nos horloges et le temps, sont pensées ensemble, en opposition l'une à l'autre. Ainsi pour parler de A, on ne peut le faire en se référant à A tout seul, mais on a besoin de l'opposer à B, à C etc. En somme on est obligé de penser à la fois A

⁴ Ce type de rationalité est en réalité aussi ancien, sinon plus, que l'autre, mais est resté à l'écart du courant dominant.

et non-A, de composer A et non-A. Cette pensée compréhensive, que nous pouvons appeler pascalienne, ou relationnelle, ou pensée complexe en référence à Edgar Morin, fonctionne en composition avec, et non en opposition à, la pensée disjonctive décrite à l'instant.

La pensée dans son fonctionnement d'ensemble comprend deux grands « moments » : - un moment où l'« image » d'une portion du monde se forme, image qui associe des entités qui s'opposent et se composent ; - un moment où la disjonction des entités les unes des autres s'effectue ; on les pointe pour pouvoir en parler. On a besoin dans le même temps d'associer et dissocier, on a besoin dans le même temps de ces images et de ces paroles. Mais, au contraire de la pensée cartésienne classique (second moment), la pensée relationnelle (premier moment) prise seule n'est pas stable (il faudrait tout comparer à tout) et conduit à des boucles de récursivité. Elle n'est pas source de sécurité ; on doit l'arrêter en faisant usage d'un ersatz de pensée discursive, c'est-à-dire en nommant, mais seulement à partir de la désignation d'une pratique (et non en puisant dans une réserve de mots comme donnés de l'extérieur du monde). Et il faut souligner le caractère fragile de cet arrêt, utilisant alors des mots qui ne préexistent pas au monde, dont on n'est pas sûr de la définition ; on fait « comme si ». Le fonctionnement de ces deux moments de la pensée nous apparaît très général : il n'est pas cantonné aux sciences humaines et sociales, il joue en physique même et dans les sciences dures (et nous suggérerons plus loin comment il peut s'exprimer mathématiquement).

Ainsi, étant à l'intérieur du monde et ne possédant pas d'outil extérieur à lui pour le jauger, ni règles ni horloges, nous ne sommes pas certains du sens ultime que nous accordons aux repères d'espace et de temps, appuyés sur les phénomènes. Nous sommes conduits à un cercle sans fin que nous arrêtons provisoirement, opposant ce que nous supposons/ déclarons être la constante mobilité d'un marqueur (horloge) que nous montrons, à la constante immobilité (c'est la même supposition) d'un ensemble de points par rapport auquel nous la situons (repère spatial) ; tel est le sens du postulat épistémologique de constance de la vitesse de la lumière dans tout repère (qui historiquement suit celle du mouvement apparent du soleil autour de la terre). La dualité espace-temps ne renvoie pas alors à une dualité de substances mais à la multiplicité des relations possibles entre les entités du monde et leur possible partage.

4. Commençons par le mouvement

Nous avons demandé : comment dire tout cela ? Comment dire cette association de l'espace et du temps ? Précisément, on ne peut pas complètement la dire, on la montre et on parle à partir de cette désignation ; il reste que ce lien fondamental doit s'incarner d'une façon ou d'une autre dans le fonctionnement de nos outils intellectuels, mieux à notre sens que ce qui a été fait jusqu'à présent.

Nous avons choisi le mot *mouvement*. Il contient bien en même temps l'espace et le temps, deux faces inséparables de la même réalité ; espace et temps que nous voyons dans toute relation⁵.

Ce mot a aussi l'intérêt d'ouvrir à des sens davantage métaphoriques renvoyant de façon appropriée au fonctionnement de notre raison, en particulier au moment que nous avons appelé « compréhensif », sujet à des cycles de récursivité et à l'autoréférence. Mouvement : oui, c'est la mise en mouvement de la pensée, son entrée dans un espace sans fin de comparaisons, de dialogue (pensée relationnelle). C'est sa composition avec la contradiction : le mouvement est un tiers inclus entre mobilité et immobilité. Parler de mouvement, c'est davantage que parler simplement de mobilité ; c'est associer une mobilité et une immobilité ; c'est dire que, derrière toute immobilité, il y a une mobilité cachée, c'est mettre l'accent sur ce qui se meut, comme si on le pouvait séparément. Cela a une importance au niveau symbolique : on ne fige pas ; mieux : on libère.

Comme nous l'avons suggéré, ce changement de perspective (« commencer par le mouvement ») n'est pas sans renoncement : renoncement à une connaissance claire, complète, renoncement à l'utilisation de mots de validité universelle (- qu'est-ce que l'espace, qu'est-ce que le temps ? – réponse : cela dépend des points de vue), renoncement à tout pouvoir dire. Acceptation d'une connaissance incertaine, toujours à reprendre ; prise d'appui sur un faire partiel, sur une désignation.

Mais c'est aussi la sortie de situations souvent bloquées. Le mouvement nous ouvre au réel, au concret, à la singularité, aux nuances. Il nous donne de nouvelles règles pour l'action, la réflexion, de nouvelles perspectives ; il apporte de nouveaux résultats bien concrets (voir plus

⁵ Nous nous sommes demandés si d'autres mots n'étaient pas mieux venus pour exprimer le nouveau point de vue adopté (kinesis ? motus ?) ; mais nous gardons le terme plus courant de mouvement, en précisant l'évolution du sens que nous lui souhaitons. Mouvement dans un sens très général (disons cinématique) sans se préoccuper de son moteur, c'est-à-dire a priori sans dynamique. Sur ce point, on parle plus loin à propos de la physique de la dualité indissociable (quantité de mouvement, énergie).

loin). Etait-ce clair avant ? Quel est le plus facile à accepter ? le mystère du temps tout seul, ou celui de l'association de l'espace et du temps ? On a fait dans le passé le pari de l'existence du temps ; cela nous a permis de progresser, mais cette assumption est devenue un obstacle... Il faut une rationalité plus subtile. Faisons en somme un nouveau pari, celui de l'existence du mouvement. Renonçons à la stabilité illusoire du tandem originel espace/temps et ses nombreuses difficultés. Cette dualité a fait son temps.

Commencer par le mouvement ?

Pourquoi dire *commençons* par le mouvement ? S'il peut y avoir un début dans la pensée discursive (on pose les mots que l'on prend comme s'ils nous préexistaient, et on construit quelque chose), il n'y en a pas véritablement dans la pensée compréhensive : le monde est déjà là et ce n'est pas nous qui allons le « poser ». Mais quand nous disons « commençons par le mouvement », cela signifie plusieurs choses : - commençons par ce que nous montrons comme mouvement dans la situation où nous sommes, et nous reprendrons si nous voyons que cela ne va pas ou si nous changeons de point de vue ; - commençons par cette perspective et essayons de fonder à partir de là des morceaux d'espace et de temps, au moins provisoirement. Nouveau départ, nouveau point de vue. Mais nous ne disons pas : « abolissons l'espace et le temps » ; ils correspondent bien à quelque chose, ils correspondent à notre fonctionnement cognitif « habituel » (en relation avec les propriétés les plus courantes de la portion du monde où nous sommes) ; ils sont ancrés en nous. Mais prenons de la hauteur et ne les posons pas tout de suite, nous les retrouvons par un autre chemin⁶. Il n'est pas question en parlant de mouvement de ne pas utiliser les concepts et le vocabulaire du temps et de l'espace. Leur utilité n'est pas contestée. Et nous ne voulons pas non plus ignorer une certaine autonomie de fonctionnement du temps et de l'espace, décrite dans différents domaines de la pensée ; mais il s'agit d'en comprendre la généalogie, cette autonomie n'est pas fondamentale. Ne la prenons pas comme un absolu et soyons prêts à accepter des migrations de l'espace vers le temps, ou du temps vers l'espace, suivant les circonstances, suivant les besoins, dans un sens que nous verrons ; nous devons être prêts à écrire de nouvelles règles qui expriment la fraternité entre l'un et l'autre. Sinon, il y a le risque que, ayant négligé de faire coller au plus près du réel les connaissances élémentaires en

⁶ Nous parlions plus haut de changement de paradigme : le passage du géocentrisme à l'héliocentrisme n'a pas quant à lui fait disparaître la terre ni ses habitants, dans leur point de vue légitime d'observateurs du monde.

absolutisant de façon séparée l'espace et le temps, les connaissances supérieures agrégées ne s'en éloignent encore davantage.

5. Un exemple concret, un « point de départ ».

5.1. Le mouvement du sujet

Reprenons les propos précédents sur un exemple concret, en vue de rendre visible ce qui est caché et donner un « commencement » à notre raisonnement. Plutôt que celui de la lumière, hors de notre atteinte quotidienne ou dissimulé dans l'horloge atomique (ou celui du soleil trop inaccessible lui aussi), partons du mouvement du sujet. Les anthropologues savent bien que ce mouvement est le départ de notre appréhension de l'espace et du temps. Prenons le sujet là où il est, dans une situation concrète, par exemple cette pièce dans laquelle il vit. Ce sujet pense qu'il a besoin de deux concepts, appuyés sur deux types d'outils différents. Il a besoin d'espace, il a besoin de règle pour mesurer les dimensions de la pièce (pour acheter des rouleaux de papier peint...). Il a besoin de temps, il a besoin d'horloge pour chronométrer telle activité (et s'assurer de la bonne cuisson de son œuf à la coque...). Règles et horloges : apparemment, ce sont bien des outils qui n'ont rien à voir l'un avec l'autre, et renvoient à des concepts hétérogènes. Selon nous cependant, tout doit pouvoir se résoudre en mouvement. Le changement de paradigme que nous réclamons peut effectivement s'exprimer de façon simple sur cet exemple. Pour ce faire, considérons que c'est le sujet lui-même (et non le photon ou le soleil) qui est l'étalon de mouvement, et incarne le lien fondamental entre espace et temps : c'est-à-dire, lorsque le sujet marche, il fait une unité de longueur par unité de temps, il fait un pas par seconde. C'est lui l'étalon et, quoi qu'il arrive, il fait toujours un pas par seconde. La question posée à l'instant se résout alors concrètement de la façon suivante : pour connaître les dimensions de la pièce, le sujet compte le nombre de pas qu'il effectue d'un bout à l'autre ; pour mesurer le temps de cuisson de l'œuf, il compte également un certain nombre de pas (200 par exemple). Ainsi, dans les deux cas, la même procédure a fonctionné ; dans les deux cas, le même « instrument » a été utilisé. Les deux questions qui apparaissaient à l'instant si éloignées l'une de l'autre se ramènent à la même ; le sujet a appréhendé l'espace et le temps de la même façon. Ceci souligne l'identité foncière des deux concepts espace et temps, et la pertinence pratique du nouveau paradigme, en rupture avec l'ancien : non plus des règles et des horloges, mais seulement un mouvement étalon.

5.2. *Espace et temps*

Revenons maintenant en arrière (assumant l'inévitable autoréférence de notre propos) et voyons comment nous pouvons rendre compte des définitions de l'espace et du temps dans l'expérience précédente. C'est bien parmi la multiplicité des mouvements (possibles ou imaginés) que le sujet fait la distinction « provisoire » entre l'espace (ces murs dont les distances mutuelles, évaluées par des morceaux de mouvement, ne varient pas, ne varient pas trop) et le temps (ces morceaux de mouvement dont les valeurs changent de façon significative par rapport à la non-variation des premiers). On peut dans un premier temps envisager plusieurs mouvements, supports de temps multiples, avant d'en choisir un parmi eux qui serve d'étalon pour la mesure quantitative d'un temps unique collectif (ou « synchronisé »). Cette situation de choix était implicite à l'instant : le sujet dans sa marche a été élu comme étalon parmi tous les autres mouvements possibles : celui, à l'échelle microscopique, des atomes qui se déplacent dans l'œuf et le transforment, celui de l'araignée qui parcourt la pièce, celui des nuages qui passent à la fenêtre etc. Nous parlons ainsi de mouvements arrêtés ou négligés pour l'espace (l'amplitude du mouvement), de mouvements continués ou appréciés (par comparaison aux premiers), pour le temps (le procès du mouvement)... La non-unicité des définitions vient de l'inévitable autoréférence de la pensée compréhensive relationnelle, produite par des observateurs situés dans le monde : relations temporelles et relations spatiales sont les mêmes relations, mobilité et immobilité sont pensées ensemble. Il faut en somme comparer plusieurs mouvements pour appréhender un mouvement, et il y a plusieurs « points de départ » possibles. Abstraire l'espace du temps, c'est considérer que la position de ce mur éloigné ne dépend pas du temps ; ce n'est qu'une hypothèse. C'est considérer que l'on peut dire l'espace seul, imaginant un ailleurs sans que vienne même à l'esprit, comme si c'était possible, un temps pour le rejoindre. Abstraire le temps de l'espace, c'est considérer que la cuisson de l'œuf peut se passer de l'espace (dans les mouvements des atomes, dans les gradients de température qui permettent au temps de se marquer par le changement d'état de l'œuf). C'est considérer que l'on peut dire le temps seul, imaginant un moment autre sans que vienne même à l'esprit, comme si c'était possible, un espace où il s'engendre tel. Ces processus cachés d'abstraction donnent à temps et espace une valeur quasi-substantielle, mais ils sont abusifs.

5.3. *L'étalon de mouvement*

On objectera à l'exemple précédent : le sujet envisagé peut être stressé ou fatigué, et marcher plus ou moins « vite » ; ne peut-on pas trouver une base plus solide que lui pour apprécier l'espace et le temps, sans passer par son mouvement ? Pour répondre, on examinera de façon pragmatique le fonctionnement des règles et horloges utilisées aujourd'hui, et on aboutira en fin de compte au mouvement de la lumière (plus ou moins caché dans les lasers du géomètre ou les horloges atomiques du physicien) de « vitesse » déclarée constante. On grossit, on investigue, mais quoi qu'il arrive, pour définir in fine temps et espace, l'on tombe toujours sur des mouvements à comparer à d'autres mouvements. Comme on l'a dit, certains sont cachés dans le microscopique (ceux des atomes dans l'œuf qui cuit ; ceux des signaux biologiques et électriques dans le cerveau du sujet, responsables du sentiment de son temps vécu...).

C'est l'occasion de dire qu'une horloge atomique cache le mouvement de la lumière derrière une fréquence qu'elle dit abusivement « purement temporelle ». La fréquence et la période, indissociables dans la propagation, sont une façon de découper le mouvement en petits morceaux pour le mesurer (avec toujours la même récursivité, la même hypothèse cachée : les morceaux sont les « mêmes »). En parlant d'espace, on privilégie la somme totale des morceaux, en parlant de temps, on privilégie la finesse du découpage, indissociable⁷.

5.4. *Transformations de Lorentz*

L'étape suivante dans notre démarche est d'envisager d'autres situations où des observateurs sont en mouvement par rapport au sujet observé à l'instant (par exemple dans un train...). Mais la contrainte doit être posée, pour pouvoir communiquer et en fin de compte mesurer des distances et des durées, de se ramener à un étalon commun (que ce soit le sujet, ou le photon qui nous sert aujourd'hui). On conviendra que les transformations de Lorentz sont là, et, avec elles, la théorie de la relativité. Comment ces transformations pourraient-elles signifier que le temps coule différemment lorsque l'on se déplace ? Elles expriment simplement les changements de points de vue sur le mouvement, et les modifications inévitables des évaluations des mesures d'espace et de temps, compte-tenu des contraintes que l'on s'est données.

⁷ La présence de l'aspect spatial, dans le mouvement de propagation, inséparable de l'aspect temporel, est encore soulignée par les corrections d'effet Doppler faites sur les mouvements des atomes de Césium dans l'horloge atomique (voir aussi notre article sur la lumière étalon de mouvement, archives HAL).

On ne résout pas complètement le mystère du temps et de l'espace : on a commencé en montrant un mouvement (celui du sujet, celui de l'appréhension première d'un morceau de réalité dans telle ou telle condition) ; on finit par montrer un autre mouvement (celui du photon). Mais on sait au moins relier de façon rigoureuse les mesures quantitatives associées à ces différents points de vue (dans les transformations de Lorentz). La variété des points de vue possibles sur le monde, suivant les mouvements relatifs des observateurs et des choses observées, n'évite pas des distorsions sur les valeurs attribuées aux grandeurs spatiales et temporelles, mais sans jamais effacer le lien originaire entre les concepts sous-jacents.

5.5. *Les deux Henri : Bergson et Poincaré*

Bergson et Poincaré ont tous deux proposé des expériences de pensée mettant en valeur de façon explicite le rôle du mouvement. Dans *l'Essai sur les données immédiates de la conscience*, H. Bergson souligne que, si tous les mouvements que nous constatons avaient leur vitesse divisée ou multipliée par un facteur arbitraire, on ne verrait rien de changé dans le monde. H. Poincaré, dans *La valeur de la science*, souligne quant à lui que si tous les corps de l'univers venaient à se dilater simultanément et dans la même proportion, nous n'aurions aucun moyen de nous en apercevoir. Pour le premier auteur, le constat fait montre que le vrai temps (le temps de la conscience) n'est pas le temps mesuré et spatialisé (cf. la vitesse) des physiciens ; pour le second, le constat fait mettre en évidence que l'on ne voit jamais des rapports des points matériels avec l'espace, mais seulement des relations des points matériels entre eux (relations sur lesquelles on peut définir certaines transformations). Pour nous, il faut aller plus loin : ces deux expériences rejoignent tout notre propos. Elles soulignent qu'il y a quelque chose en trop à compter l'espace et le temps séparément. Ce qui importe, c'est le mouvement, ce qui importe seulement, ce sont les mouvements relatifs.

5.6. *Quelle objectivité pour le temps et l'espace ?*

Si nous parlons de *construction* dans telle ou telle situation, pour les concepts d'espace et de temps, on se demandera s'il y a une objectivité possible à leur propos ? Lorsque l'homme n'était pas présent sur terre, l'histoire de la terre n'en avait pas moins un sens ? Quel sens ont ces choix « arbitraires » de ce qui est espace et de ce qui est temps ?

La réponse consiste à dire ceci : on ne fait pas n'importe quel choix. Nous ne sommes pas dans la situation où l'on pourrait disposer de l'espace et du temps de façon complètement indépendante. Précisément, ils sont liés (dans le mouvement) et, ce que l'on choisit, c'est d'abord une échelle de mouvements relatifs (entre ceux de l'objet d'étude et ceux de l'observateur). Nous avons pu dire : - à telle échelle de mouvements relatifs, voici ce qui me sert pour jauger l'espace (les bornes sur les montagnes) et voici ce qui me sert pour jauger le temps (une variété de mouvements par rapport à ces montagnes) ; - mais à une autre échelle, les montagnes (que les géologues font bouger) pourraient me servir d'horloge... Derrière les choix d'échelle se joue la *précision* des mesures d'espace et de temps. Si l'unité de temps choisie, via le choix d'échelle, est le million d'années, tous les événements définis en dessous de ce laps de temps ne sont pas séparés les uns des autres. Si, de façon analogue, l'unité d'espace est le kilomètre, tous les détails à l'échelle métrique ne sont pas distingués. Ce que l'homme choisit, c'est la finesse de la mesure pour le temps et l'espace, mais cette finesse n'affecte en rien les relations d'ordre entre événements. Celles-ci peuvent être écrasées mais non inversées ; elles sont sauvées et l'objectivité du temps et de l'espace avec elles (dans le sens de la causalité).

Le caractère rectiligne (par définition) du mouvement de l'étalon intervient dans cette discussion : si le mouvement de l'étalon fait des zigzags, il ne peut servir de jauge raisonnable pour produire des classements d'événements. « Vitesse » constante implique d'ailleurs dérivée seconde nulle, c'est-à-dire mouvement rectiligne. Le caractère utile de l'étalon tient aussi dans sa vitesse plus grande que celle des autres mouvements. Si un mobile étudié va plus vite que l'étalon, ce dernier n'est plus pratique pour définir un ordonnancement cohérent des événements : si l'avion va plus vite que le mouvement apparent du soleil pris pour définir les heures, on arrive avant d'être parti ! Mais ce n'est pas un vrai problème, c'est une question de convention mal commode ; il vaut mieux alors en changer (utilisant le temps universel dans l'exemple précédent) ou adopter plusieurs conventions suivant les endroits (temps local).

5.7. Polysémie

La polysémie des mots temps et espace a été très souvent commentée ; on parle à leur propos : - d'instant ou de points particuliers, - d'intervalles (durées, distances), ou encore - d'ensembles (l'ensemble des instants, des temps, l'éternité ; l'ensemble des points, des lieux, l'espace). C'est toute la richesse des concepts, le contexte permettant d'éviter les confusions.

Le mot « mouvement » montre une polysémie analogue : - dans le sens d'un mouvement particulier ; - dans le sens d'une différence de mouvements (d'un ratio), dans une vitesse, définie par la comparaison de deux mouvements (le mouvement étudié et celui de référence) – dans le sens d'un ensemble de mouvements possibles (éventuellement comparés les uns aux autres), c'est à dire d'une possibilité générique, d'un degré de liberté commun à tous les points matériels⁸. Le mot espace quant à lui peut être utilisé pour désigner l'ensemble des mouvements possibles, c'est à dire le substrat commun aux relations spatiales (au sens standard) et aux relations temporelles (de même nature). Au contraire de la situation pour les mots espace et temps (au moins à première vue), il y a, à propos du mot mouvement, des aspects de récursivité ou d'autoréférence reliant ses différents sens : ils ont besoin les uns des autres pour être définis.

6. Vers de nouveaux progrès de la pensée ?

Le champ d'application du point de vue présenté ici paraît indéfini. Ne faudrait-il pas tout relire, des sciences dures aux sciences humaines et sociales et à la culture ? Cela apporterait-il à coup sûr de réels progrès à la pensée ? Nous ne le prétendons pas pour l'instant. Parlons plutôt de programme de recherche, et esquissons, à titre de première illustration, quelques-unes des ouvertures que nous entrevoyons (sans trop tenir compte des frontières entre disciplines telles que nous les recevons, et qui doivent évoluer⁹). En procédant ainsi, nous faisons l'hypothèse d'une certaine correspondance entre les concepts utilisés, vus des divers bords, et d'un traitement unique de leurs relations logiques. C'est dire que le temps, l'espace et le mouvement au sens des sciences humaines et sociales peuvent être mis en relation avec ceux de la physique, et que le problème de la trilogie espace - temps - mouvement se formule de façon analogue.

La question de cette concordance se pose : en sciences humaines et sociales, on se préoccupe peu du sens ultime du temps, de l'espace et du mouvement, et leurs liens. La raison en est multiple : temps et espace sont pris comme des acquis et on regarde plutôt les modalités variées de leur appréhension par les humains. On utilise le temps pour classer les disciplines (l'une prend le temps présent, l'autre les temps anciens etc.). L'espace est souvent absent de

⁸ Peut-on parler de « mouvance » pour désigner cette acception du mot mouvement ?

⁹ Nous ne sommes spécialiste d'aucune des disciplines énumérées ci-après ; cette situation nous autorise-t-elle un recul fécond ?

la discussion (on le rencontre du côté de la géographie et de la définition des territoires). Si on parle enfin de mouvement, c'est du mouvement concret, observé, qu'il s'agit ; on n'éprouve pas le besoin de le définir, et de redire qu'il est composition du temps et de l'espace. Et si d'aventure la primauté du mouvement¹⁰ est proclamée, on ne voit pas les problèmes logiques que cela pose (et qui se manifestent dans toute leur nudité en physique : comment définir deux variables x et t à partir de la seule v ?). La logique n'est pas le premier souci des sciences humaines et sociales ; elles sont fondamentalement héraclitéennes, étudiant une matière humaine pétrie de contradictions. Elles travaillent ce qui est singulier davantage que les structures des systèmes abstraits construits à partir de lui. A la limite, elles considèrent les concepts d'espace, temps et mouvement comme non pertinents pour leurs recherches, bien qu'ils constituent le substrat de tout le reste.

Nous maintiendrons malgré tout notre cap et considérerons que les questions d'espace, temps et mouvement ont quelque chose à nous dire dans les différents domaines de la connaissance, y compris les sciences humaines et sociales. Les concepts correspondants sont construits, ils ne renvoient pas à une substance propre qui serait révélée par la physique. Tout point de départ est légitime pour leur construction, avant de tenter un bouclage avec les autres domaines. Les expériences premières analysées dans les sciences humaines et sociales (lointain / proche, devant / derrière, dehors / dedans, haut / bas etc.) ne fournissent-elles pas d'ailleurs les germes des concepts abstraits construits par le physicien quand il parle de temps et d'espace ? Inversement, on pourra considérer que l'analyse du fonctionnement de ces concepts dans divers domaines est un angle d'attaque de leur « déconstruction »¹¹. Dans la suite de cette section, nous discutons quelques exemples au gré des rencontres que nous avons pu faire.

¹⁰ mouvement, dans l'acception première de déplacement dans l'espace. Le mot primauté a alors un sens métaphorique, soulignant que les choses ne sont pas données dans l'instant : pour connaître, il faut agir, bouger, explorer. Nous pourrions partir de cette primauté et accommoder, sans trop de difficulté, les difficultés logiques attachées, en l'insérant dans un point de vue plus fondamental (composant les mouvements étudiés à d'autres mouvements) et en faisant apparaître le fonctionnement caché de la raison compréhensive.

¹¹ Nous employons ce mot au sens de J. Derrida, contestant l'absolu abusif donné à des concepts, ici ceux d'espace et de temps, et dévoilant la dualité dans laquelle ils fonctionnent, chacun n'ayant de sens que par rapport à l'autre.

6.1. *L'histoire et la géographie*

Les relations entre l'histoire et la géographie sont a priori guidées par celles entre le temps et l'espace (c'est le cas également de nombreuses disciplines discutées en tandem¹²). L'expérience montre toutefois que ces relations ne fonctionnent pas de façon satisfaisante. Les uns disent : « malaise dans la géographie, l'espace est mobile ! »¹³ D'autres disent : « malaise dans l'histoire, l'espace est là (le temps a besoin d'un ailleurs !) ». Nous voyons dans ces constats la manifestation d'une mauvaise compréhension des liens fondamentaux entre espace et temps. Dans le champ histoire / géographie, on constate aujourd'hui l'apparition de nombreuses disciplines : géohistoire et « nouvelle » géohistoire ; géographie historique, histoire géographique, time-geography, chronochorématique, étude des processus spatiaux... Il existe aussi des tentatives de représenter le mouvement dans la cartographie. On n'a pas oublié les descriptions littéraires de l'espace qui ne peuvent se passer d'une temporalité. Ces nouvelles disciplines manifestent un souci de « penser ensemble la dimension spatiale et la dimension temporelle des sociétés »¹⁴. Mais n'est-ce pas là un remède purement symptomatique qui ne s'attaque pas à la cause du problème : la question n'est toujours pas posée de la pertinence de deux séries de termes intangibles, appuyés sur deux substances de la réalité, l'histoire et le temps d'un côté, la géographie et l'espace de l'autre. Jusqu'où spatialiser l'histoire sans l'appeler géographie ? Jusqu'où temporaliser la géographie sans l'appeler histoire ? Il est temps de réexaminer profondément les concepts sous-jacents et voir dans le champ histoire / géographie un continuum où chaque terme se transforme dans l'autre suivant les échelles spatio-temporelles envisagées. Il est temps de sortir du dualisme actuel et ouvrir l'esprit, dans le mouvement et les mouvements, aux multiples transitions entre les différents termes étudiés. A la variété des lieux est aussi associée une variété de temps : il n'y a pas de temps unique et il est illusoire de vouloir organiser l'ensemble de l'histoire des hommes en une Histoire le long d'un seul axe temporel. On pourra encore découpler l'histoire et la géographie du temps et de l'espace des physiciens, et définir des phénomènes historico-géographiques qui, par comparaison les uns avec les autres, définissent des temporalités et spatialités propres (sans passer par les règles et les horloges des physiciens). Les caractéristiques des différentes civilisations (définies par la sociologie, l'anthropologie etc.) diffusent dans l'espace et le temps ; leurs changements marquent des ondes de civilisations qui se propagent et se composent les unes avec les autres.

¹² On pouvait se demander dès le départ : est-ce un hasard qu'espace et temps fonctionnent ainsi associés ?

¹³ Figurer dans l'éternité une carte géographique manifeste en effet une absolutisation abusive de l'espace.

¹⁴ Que l'on ne peut pas saisir séparément, reconnaissent les rédacteurs du site internet sur la géohistoire.

6.2. *Les diverses relations entre les arts*

Les artistes expriment de différentes façons que la mobilité se cache dans l'apparente immobilité (il n'est point besoin de cinéma ou de vidéo) ; l'une des tâches principales de l'art est de représenter le mouvement. Cet objectif est explicite dans de nombreux champs des arts plastiques, tels la peinture, la sculpture et même l'architecture. Si une telle visée révèle le souci, dont nous avons parlé plus haut, de faire sentir, au moins de façon métaphorique, l'importance du mouvement (compris au premier degré par rapport au sujet), il importe de voir comment en étendre la portée par rapport au fonctionnement de la pensée et de la logique tel que nous l'analysons. Les mouvements associés à la peinture, la sculpture, l'architecture, ou à toute forme construite, sont ceux de l'artiste au travail, ou encore ceux du regard, de la pensée, ou du corps et sa déambulation dans la prise de connaissance de l'œuvre. La musique est aussi mouvement, le son est par essence propagation. C'est encore le cas de la danse¹⁵. Les échelles des mouvements relatifs importent : le peintre qui annonce chercher à saisir le mouvement, exprime par là que le temps de son dessin est incomparablement plus long que le temps « figé » de son sujet (ainsi la posture de l'animal qui saute et la disposition de ses pattes n'est pas celle de son repos) ; mais on conviendra que, à l'échelle des temps géologiques, la montagne n'est pas une nature morte : le peintre saisit bien son mouvement, comme Cézanne à la Sainte-Victoire !

Certains arts sont discutés en tandem, tels la musique et l'architecture, et certains auteurs veulent y retrouver des structures identiques, les unes dans le temps, les autres dans l'espace. Ce type de recherche pourra être repris, en voyant dans les deux arts des mouvements à comparer, et retrouvant à cette occasion la composante spatiale cachée dans la musique et la composante temporelle cachée dans l'architecture.

Au total, n'est-ce pas de nombreux champs de l'esthétique qu'il faut relire dans l'esprit de notre approche ?

¹⁵Des compagnies de danse ou des chorégraphies s'appellent espace-temps : pouvons-nous y voir une expression de la primauté du mouvement ?

6.3. Du côté des langues, des sciences cognitives, de l'anthropologie, la psychologie etc.

On ne compte plus les études montrant, dans l'énorme variété des langues, la remarquable convergence entre les mots pour dire le temps et ceux pour dire l'espace. Mais cette convergence continue d'être perçue comme accident, comme hasard : on lit que le temps est représenté « par défaut » par l'espace, ou encore que le temps utilise la « métaphore » de l'espace. Les multiples dédains qui se manifestent, de façon cachée ou explicite, pour les langues et les civilisations qui n'auraient pas de temps, n'auraient pas reconnu l'existence du temps, ou figureraient mal le temps (à travers les temps des verbes par exemple) renforcent ce malaise. C'est jusqu'à la langue des signes, basée sur le mouvement de façon très intéressante, mais qui, du coup, ne représenterait pas le temps de façon adéquate...

Les disciplines de la linguistique révèlent à nouveau la compréhension insuffisante des liens, profonds, non accidentels, entre les concepts d'espace et de temps. Tous deux sont liés au mouvement ; leur séparation est « circonstancielle » et fonction des diverses positions du locuteur par rapport à l'objet de ses énoncés. Elles s'expriment de différentes façons dans la langue. Il convient de reprendre de cette façon l'examen des multiples variations observées dans les langues. La dualité des aspects (accompli / inaccompli, perfectif imperfectif), l'opposition nom / verbe, l'utilisation de modaux pour exprimer le futur (qui, en effet, n'existe pas à l'avance), tous caractères présents dans de nombreuses langues, ne renvoient-ils pas à la dualité espace / temps ? Et jusqu'à l'utilisation, non surprenante pour nous, de plusieurs axes spatiaux pour désigner ou représenter le temps dans certaines ethnies (voir aussi la section suivante sur la physique).

Le fonctionnement des langues manifeste celui de la cognition : l'activité du cerveau traite espace et temps de façon analogue. On parle de la primauté du mouvement (par rapport à l'espace et au temps) dans de nombreuses études de psychologie et de sciences cognitives au sens large, de Piaget à Berthoz. Primauté pour souligner l'importance de l'action dans la perception (ne dit-on pas aussi que l'on ne voit que ce qui bouge ?). L'anthropologie et l'ethnologie s'intéressent au mouvement du corps dans une perspective de connaissance fondamentale (celle de la construction première de ce qui se reliera au temps et à l'espace ; il s'agit du mouvement du corps par rapport à l'espace, ainsi que du corps par rapport à lui-même dans sa déformation) ; alors qu'une discipline plus « pratique » comme la psychomotricité y travaille pour tenter de soulager diverses pathologies touchant la sphère psychologique (« l'identité se construit par le mouvement »). Les maladies traitées peuvent

révéler un vice intrinsèque dans l'appréhension du monde par le sujet, mais aussi simplement un mauvais raccord entre le temps et l'espace du sujet et ceux résultant des conventions de la société. Ce désaccord n'est pas sans raison, si l'on veut bien reconnaître la multiplicité des temps et espaces que l'on peut construire. L'anthropologie sociale montre également que la construction de certains traits sociaux s'accompagne et s'appuie sur des différenciations spatiales et temporelles. C'est, de façon plus générale encore, l'ensemble de nos objets de pensée qu'il faut relier à des « mouvements » au sens propre¹⁶.

6.4. La physique et les sciences « dures »

Le domaine de la physique n'est pas le moindre domaine dans lequel nous pouvons réexaminer les relations entre le temps et l'espace, et donner au mouvement un sens premier, dans une perspective « relationnelle ». Nombre de questions peuvent être reprises, depuis les aspects qualitatifs jusqu'à leur expression mathématique.

Le temps d'abord : en partant du mouvement (cf. section 5), nous avons expérimenté l'identité des relations temporelles et des relations spatiales : la distinction entre elles est permise par leur multiplicité et les partages que l'on peut faire en leur sein. Le temps n'existe pas tout seul, il ne coule pas, mais, multiple, il est simplement marqué par les positions mêmes des entités du monde. Pour repérer un temps unique permettant le classement des événements et la communication au sein d'une communauté (résumons cette dernière par le « repère » des physiciens), nous nous appuyons sur un marqueur « mobile » dans l'espace. Il est choisi parmi la multiplicité évoquée à l'instant (et ce n'est pas toujours possible). Ses trois coordonnées t_x , t_y , t_z nous servent à définir un scalaire t (cf. la position du soleil dans le ciel, ou du photon dans l'horloge atomique). Le monde étant la seule mesure du monde, pour le jauger, nous nous appuyons sur sa réplique, dans le groupe total de six variables (x , y , z , t_x , t_y , t_z) ou (r, t) . Espace et temps apparaissent ainsi de façon totalement symétrique, au contraire du groupe (x, y, z, t) habituel ; t est le vecteur de coordonnées t_x , t_y , t_z ; nous utilisons la même notation pour la norme de ce vecteur définissant le scalaire temps habituel¹⁷ :

$$t = \sqrt{t_x^2 + t_y^2 + t_z^2}$$

¹⁶ Cette recherche doit s'appuyer sur la biologie cognitive.

¹⁷ Le mouvement à vitesse constante pour l'étalon est aussi *rectiligne*, ce qui assure le lien entre t et ses coordonnées, au moins « localement ».

La propriété de « constance de la vitesse » du mobile étalon, en l'occurrence aujourd'hui du photon, exprime l'identité de l'espace et du temps et de leurs mesures par cet étalon. On ne parle de « vitesse » pour le photon que par référence aux pratiques anciennes. Les transformations de Lorentz en sont des conséquences ; il faut les récrire dans un nouveau cadre algébrique à six dimensions, comme il faut le faire des groupes de Lorentz et de Poincaré, et formaliser le passage entre les représentations à six dimensions et celles standard à quatre dimensions.

Espace et temps sont donc définis par un phénomène de référence (son mouvement dans un repère) dans la paire (r, t). Dans le cadre d'une pensée relationnelle, le phénomène étalon n'est pas séparable d'autres phénomènes, d'autres mouvements, auxquels il se compare pour se définir et que l'on va aussi bien définir par paires. On est ainsi naturellement conduit à associer une paire (f, g) à tout phénomène, c'est-à-dire une dualité de fonctions ayant pour l'une un contenu spatial et pour l'autre un contenu temporel ; le choix de ce qui est nommé {temps, espace} parmi les paires à notre disposition associées aux différents phénomènes est laissé à notre libre arbitre et à son caractère plus ou moins commode.

Les lois élémentaires de la physique (ou lois de degré zéro) expriment les conditions de symétrie élémentaires entre ces paires de fonctions associées aux différents phénomènes. De façon relationnelle ou différentielle, nous les écrivons de façon générale :

$$\frac{\partial f_i}{\partial t_j} = \frac{\partial g_j}{\partial x_i}$$

Et des équations analogues en échangeant variables spatiales et temporelles. Ces relations expriment qu'on ne connaît pas a priori les valeurs des grandeurs, on ne connaît que leurs variations couplées dans des équations aux dérivées partielles ; c'est le plus simple que l'on puisse imaginer pour relier deux couples (f, g) et (r, t) par des changements associés, avec réciprocité des points de vue. Une multitude d'écritures est possible, suivant l'usage des différentes variables t_x , t_y , t_z , ou simplement t , en plus de x , y et z ; et suivant que l'on envisage des scalaires ou des vecteurs pour les fonctions en dualité (on pense à la paire associant le scalaire énergie et le vecteur quantité de mouvement ; les équations correspondantes relient un changement de mouvement à une variation d'énergie) ; des formes dérivées sont également possibles. L'exemple type de ces équations est fourni par les équations de Maxwell, reliant les variations dans l'espace et le temps des deux fonctions champ électrique (effet de charges statiques) et champ magnétique (effet de charges en

mouvement), à condition de les récrire dans le formalisme deux fois tridimensionnel précédent (ce qui a été fait par certains auteurs). Nous avons montré un lien intime entre la forme des d'équations de degré zéro et leur invariance de Lorentz.

La symétrie parfaite entre variables spatiales et temporelles dans cette écriture conduit à proposer d'échanger les différentes variables dans les lois physiques pour obtenir d'autres lois physiques admissibles.

La notion d'incertitude est intimement liée aux développements précédents et aux dualités qu'ils mettent en œuvre. C'est l'incertitude sur le caractère de mobilité ou d'immobilité de telle entité, inséparable du caractère attribué à telle autre. Ceci peut se formaliser dans une « perturbation » des transformations de Lorentz, à partir de laquelle on peut écrire des relations (semblables aux relations d'incertitude de la mécanique quantique) exprimant les liens entre les valeurs attribuées à chaque terme de ces couples dont on ne connaît pas la valeur isolément¹⁸.

En rajoutant des degrés de liberté associés à ces « incertitudes », on définit un espace mathématique de neuf dimensions (aux six variables x, y, z, t_x, t_y, t_z on ajoute trois arbitraires sur les mouvements étalons le long des trois axes de l'espace physique) comme cadre général de la physique (nombre également requis par certaines expressions de la théorie des cordes).

Une autre façon de parler de phénomènes et mouvements et leurs comparaisons est de parler de trajectoires. Les comparaisons entre phénomènes nous permettent de construire l'espace et le temps (comme nous l'avons dit, il n'y a pas d'horloge ni de règles indépendants du monde) : ainsi les supports des axes de coordonnées sont les trajectoires définies par les phénomènes choisis comme référence. Ce faisant, nous comparons des trajectoires à d'autres trajectoires ; nous décidons lesquelles sont privilégiées et annoncées comme rectilignes pour définir espace et temps. Des échanges entre points de vue sont possibles, conduisant à la disparition des variables d'espace et de temps qui avaient été définies dans un premier temps. Cette façon de voir les choses ouvre à la relativité générale (qui prend également les variables temporelles et spatiales comme dynamiques, c'est-à-dire définies en relation avec les valeurs d'autres champs), et à sa confrontation à la mécanique quantique. Cette confrontation ne serait pas possible avec pour cette dernière une représentation substantielle du temps et de l'espace.

¹⁸ Le mot incertitude est sujet à discussion ; nous avons pu utiliser le mot d'a-certitude pour le distinguer de l'incertitude et de l'indétermination associées respectivement aux mesures et aux objets physiques. L'a-certitude est ici l'incertitude épistémique associée au choix de l'étalon et à ses propriétés postulées d'invariance.

L'aspect probabiliste rencontré en mécanique quantique peut être aisément (au moins sur le plan des principes) incorporé, à condition de le traiter par paires de fonctions et de variables, comme pour le reste, et se placer dans une perspective relationnelle, y compris pour la notion de probabilité¹⁹. Le constat de la *construction* du temps et de l'espace, dont le fond continue de nous échapper, nous rend plus modestes pour « accepter » les propriétés de non localité et non temporalité rencontrés dans ce secteur de la physique.

On verra dans ce rapide tour d'horizon un programme de relecture de différents domaines de la physique. Le point de vue présenté est pleinement opérationnel avec des conséquences concrètes sur les équations écrites. Il fournit un cadre nouveau pour relire les remarques formulées, à tort ou à raison, par les physiciens critiques de la relativité. Sans rejoindre ceux-ci dans leur désir de se passer de la relativité et revenir à un cadre ancien (on aura compris que, en prêchant une identité entre espace et temps, nous voulons quant à nous pousser la relativité un cran plus loin), il est intéressant d'examiner la littérature montrant les difficultés dans la compréhension de la théorie de la relativité ; on ne peut toutes les laisser de côté. Cela se pose par exemple à propos de l'interprétation des expériences de Michelson et Morley (des écarts à $c = \text{cte}$ sont pensables sans remettre en cause la relativité), de Sagnac, des difficultés rencontrées dans la composition des transformations de Lorentz non colinéaires, ou encore des objections anciennes de Dingle, pour ne citer que quelques points. Un examen préliminaire de ces questions, parfois extrêmement techniques, nous laisse penser que de nombreuses situations peuvent être soulagées et de nouvelles perspectives s'ouvrir, là où l'on semblait buter sur des murs.

Il faut également reprendre la définition du mouvement dans le cadre physique. Ce concept a toute une histoire depuis Aristote : Galilée, Newton, puis Einstein en ont fait évolué grandement la compréhension. Nous avons tendance à considérer aujourd'hui que le mouvement d'un point matériel est un état (dans un repère donné, c'est-à-dire en relation avec d'autres points). Dans le cadre du présent travail, nous insisterons maintenant sur le sens à lui donner en relation avec le contexte, dans une perspective de réalisme pragmatique à la

¹⁹ Ainsi entrevue, l'unification entre mécanique quantique et relativité générale repose sur une compréhension pleinement relationnelle de la physique, y compris en ce qui concerne l'espace et du temps (regroupant ainsi les deux ingrédients que le physicien Smolin prévoyait séparés pour avancer sur cette question : l'aspect relationnel – en particulier dans la relation sujet objet en mécanique quantique- et la compréhension des concepts d'espace et de temps – qui intervient au premier chef en relativité générale).

Putnam²⁰ : dans quelle expérience ce mot est-il utilisé ? (sur quelles échelles ?). Cela est également valable pour ce que nous appelons espace et temps, dont il faut faire évoluer la compréhension. Le mouvement est en définitive ce qui nous permet de relier les noumènes aux phénomènes (Kant), les idées à l'empirie (Platon), les mathématiques à la physique (Poincaré). En face des questions d'ordre logique posées au début de la section 3 (comment penser le mouvement avant l'espace et le temps ? etc.), le présent texte insiste sur le renversement de la question : comment penser l'espace et le temps sans le mouvement ? Nous avons aussi vu que la notion de vitesse se comprenait comme rapport de deux mouvements (le mouvement du point qui nous intéresse et le mouvement étalon). Les pratiques contemporaines des mesures de temps et d'espace se comprennent déjà dans le nouveau cadre, mais cela n'a pas été analysé de façon explicite (on donne déjà aujourd'hui à la vitesse de la lumière comme étalon, un statut précédant les étalons d'espace et de temps ; longueurs et durées sont également des morceaux de mouvement de la lumière). Le rôle premier donné aux géodésiques et aux équations d'Euler Lagrange dans la physique contemporaine (en particulier en relativité générale), pour exprimer les équations des champs, est une façon de donner au mouvement et son optimalité (en particulier pour l'étalon) son rôle fondateur.

Ces considérations peuvent ensuite migrer du domaine de la physique fondamentale vers les autres domaines des sciences dures qui y sont reliées. Nombreuses questions peuvent être posées à nouveau : - celle de l'utilisation possible d'un paramètre tri-dimensionnel pré-temporel ; - celle de l'échange possible des variables temporelles et spatiales dans les équations ; - celle de l'examen de phénomènes allant par paires et renvoyant à des aspects plus « spatiaux » ou plus « temporels » respectivement (pensons par exemple, en thermodynamique s.l., à la paire reliant les phénomènes de diffusion de matière à ceux regroupés sous le terme de cinétique chimique). L'étude des comportements de collectifs de points matériels en thermodynamique nous ramène vers une qualité du temps macroscopique souvent prise comme fondamentale, celle de son irréversibilité²¹. Mais là encore, le lien avec l'espace est fondamental : polariser le temps macroscopique, c'est aussi polariser l'espace « macroscopique ». Pour raccorder entre elles du point de vue logique les diverses expressions du second principe de la thermodynamique (par exemple l'expression probabiliste renvoyant aux états microscopiques, et l'expression phénoménologique

²⁰ Travail en cours avec Mathieu Guillermin (Université de Louvain-la-neuve)

²¹ Mais ce n'est pas parce que nos cheveux blanchissent que le temps existe !

macroscopique exprimée en termes de quantités de chaleur), nous pouvons parler du lien entre flèche du temps et flèche de l'espace : c'est-à-dire, les évolutions temporelles sont reliées aux hétérogénéités spatiales et leurs gradients (un système fermé tend vers l'homogénéité).

Ces considérations de physique mathématique nous paraissent inséparables des recherches actuelles sur la cognition des mathématiques ; avec les résultats spectaculaires que l'on y trouve montrant comment le temps et le mouvement se cachent derrière les dimensions spatiales habituelles : l'appréhension simple des nombres et de la droite réelle est inséparable d'une « déambulation mentale » du sujet. Reprenant à l'envers les propos fameux d'Aristote, nous pouvons dire que « le temps est le mouvement du nombre », autre façon de dire l'identité de ses aspects ordinal et cardinal (où s'expriment une propriété temporelle et une propriété spatiale respectivement).

6.5. La géologie, la biologie, l'évolution

De façon étonnante, la géologie nous apprend la mobilité, cachée dans l'immobilité des montagnes. Cette mobilité associe espace et temps dans un formidable recul par rapport à nos échelles habituelles. Nous en avons parlé à plusieurs reprises dans nos travaux. L'évolution biologique, appuyée sur la mouvance géologique, combine toujours changements dans l'espace et changements dans le temps. Une partie de la biologie est fille de cette mobilité, la diversité du vivant s'enracinant dans les effets des mouvements, au sens propre, des espèces. Faut-il prolonger cette réflexion jusqu'aux groupes humains, leurs migrations et leur évolution propre, et jusqu'à des aspects de spiritualité qui les accompagnent ?²²

6.6. De la philosophie à la littérature

La réflexion sur le temps et ses embarras a conduit la philosophie à construire d'innombrables systèmes. Bizarrement, cette dernière s'est permise de le faire comme si l'espace n'existait pas ; en cela elle a commis la faute de « réaliser » l'abstraction du temps. Sans nier, comme nous l'avons dit, la possible autonomie du temps macroscopique, du temps de la conscience etc., nous soulignerons qu'une partie des difficultés d'appréhender le temps (les fameuses apories) doit se déplacer vers celle d'appréhender le lien entre l'espace et le temps. Le poids a

²² Certains comme Pierre Teilhard de Chardin ont déjà pu le faire.

été trop fort du côté du temps que l'on a quasiment déifié. Il faut revisiter l'histoire de la philosophie de ce point de vue, ne plus opposer l'être au devenir, et les relier aux deux moments du fonctionnement de la pensée que nous avons distingués. Pour comprendre les relations entre les termes de la trilogie passé / présent / futur, point n'est besoin de dire que le monde disparaît sans cesse pour renaître ; un regard plus nuancé nous montre les proportions variables de ce qui change (sur quoi nous construisons le temps) et de ce qui ne change pas (sur quoi nous construisons l'espace). A sa manière, la littérature a parlé du temps et de sa fuite, de façon encore isolée de l'espace. Il faut reprendre ce point de la même façon que décrit à l'instant. Il sera intéressant dans cet esprit de parler du mouvement narratif comme d'un véritable mouvement.

6.7. Le cyberspace, et plus encore

La réflexion sur les changements induits dans nos sociétés par les nouvelles technologies (internet, le téléphone portable, le GPS etc.), se développe, même si la théorisation est encore insuffisante. On parle de vitesse, d'accélération. On souligne la mobilité des savoirs. On insiste sur les changements dans la façon de comprendre les positions des uns par rapport aux autres et d'envisager les déplacements. On parle de bouleversements dans tous les domaines de la connaissance et de la culture. Si l'on remarque l'influence des nouvelles technologies sur notre saisie du temps et de l'espace, c'est bien l'aveu que ces derniers ne sont pas des cadres vides en attente d'être remplis, mais qu'ils sont construits par nos pratiques. Si nous pensons que la réflexion sur ces sujets doit toujours coupler les deux aspects temporel et spatial (sans oublier les deux moments de la raison : compréhensif / disjonctif) nous pouvons nous poser un certain nombre de questions : - le cyberspace est-il vraiment un espace ? - quel est le cybertemps associé ? Sans préjuger de la recherche à faire pour avancer, nous pouvons d'ores et déjà faire remarquer que, en privilégiant les réactualisations incessantes de ce cyberspace (on parle à ce propos d'instantanéité), on perd ce qui permet la définition même d'un espace, dans le support de relations stables. Les relations au temps sont du même coup affectées. Ainsi l'instantanéité ne relève pas uniquement du registre du temps, mais pose la question des relations avec l'espace. Perdant la séparation habituelle entre espace et temps, les mots même pour parler de ces nouvelles situations nous manquent. Il nous faut en créer de nouveaux, ainsi que de nouveaux concepts, c'est là un chantier intellectuel qui ne manque pas d'intérêt. Pour éviter la folie du présent sans passé ni avenir, n'est-il pas utile au moins de

prêter attention à ce qui ne change pas, ou ce qui change moins vite, et de repenser son articulation avec le reste ?

7. Conclusion

Interrompons ce rapide survol. En délaissant Héraclite et le mouvement, et en suivant Parménide, puis Aristote (« il faut s'arrêter »), dans la formalisation de la dichotomie conceptuelle entre espace et temps, la pensée occidentale a assurément permis de construire un bel édifice. Aujourd'hui cette voie nous conduit pourtant à des enfermements dans des zones sans issue. Reprenant ce chantier avec un recul de plusieurs siècles, nous pouvons mettre en valeur les intuitions des présocratiques et les reformuler. Nous comprenons la place d'une pensée compréhensive, son rôle fondateur, les choix qu'elle permet, l'ouverture qu'elle introduit au pluralisme théorique, sans nier son articulation indispensable avec la pensée discursive. Avec elle, le paradigme du mouvement nous laisse entrevoir la sortie d'un certain nombre d'impasses de la pensée. Il nous permet de relier les concepts que nous prenions abusivement pour séparés. Il nous épargne de devoir trancher inutilement entre espace et temps, de faire des sacrifices au dieu temps qui n'existe pas²³. Il réordonne les perspectives. Il nous fait sortir du simplisme, il fait éclater les nuances, il ouvre plus sereinement aux autres cultures. Il faut remettre en mouvement la pensée ; il faut réorganiser le savoir, tant en sciences dures qu'en sciences humaines et sociales. Et se tenir prêt à des surprises. Dans cette entreprise, des pionniers ont déjà contesté l'ancien édifice et posé des jalons ; poursuivons leur sillon en nous plaçant résolument dans un cadre conceptuel plus vaste. C'est un immense chantier ! Il ne vient pas en opposition à ce qui s'est fait, mais dans son prolongement et son perfectionnement.

²³ En tout cas, il n'existe pas tout seul ; il fait partie de la trinité indissociable espace – temps – mouvement.

Remerciements

L'auteur remercie toutes les personnes qui ont nourri sa réflexion et dont il est impossible de faire la liste sans risque d'omission ; Philippe Dujardin et Michel Mizony ont apporté des éclairages utiles à une version précédente du texte. Sa gratitude va également aux auteurs consultés, dont les références ne sont pas données dans cette première version du texte. Celui-ci se veut résolument comme base de discussion critique et l'auteur remercie d'avance les lecteurs pour leurs remarques. Les travaux de l'auteur sont accessibles dans quelques articles dans des revues (en particulier la revue *Philosophia scientiae*), sur les archives ouvertes HAL et Internet Archive, et dans les actes de divers congrès (sans que cela signifie une adhésion automatique à tout ce qu'on a pu y entendre) : PIRT (Physical interpretations of relativity theory), ASLC (Ateliers sur la contradiction), SFHST (Société française d'histoire des sciences et techniques), NPA (Natural philosophy alliance), AAAS (American association for the advancement of science), séminaires à l'Ecole des mines, aux Universités de Lyon et Saint-Etienne... Les idées présentées ici seront à nouveau débattues dans le cadre du séminaire de l'UMR 5600 : Epistémologie des relations entre temporalités et spatialités (année 2015).

Annexe (notice déposée sur les archives ouvertes HAL le 23 avril 2014 ; hal-00982215)

Ce qui est réel, ce n'est pas l'espace ; ce qui est réel, ce n'est pas le temps. Ce qui est réel, c'est le lien entre l'espace et le temps. Pour parler, nous avons besoin de disjoindre ce qui nous est donné assemblé dans le réel, nous avons besoin de dire l'espace seul (imaginant un ailleurs sans que vienne même à l'esprit, comme si c'était possible, un temps pour le rejoindre) et de dire le temps seul (imaginant un moment autre sans que vienne même à l'esprit, comme si c'était possible, un espace où il s'engendre tel), donnant à l'un et l'autre une valeur quasi-substantielle. *Appelons mouvement l'appréhension primaire d'un morceau du réel*, alliage de l'espace et du temps, construits en composition l'un avec l'autre : espace, amplitude du mouvement ; temps, procès du mouvement. Espace, mouvement arrêté ; temps, mouvement continué. Espace, mouvement négligé ; temps, par comparaison, mouvement apprécié. Longueurs et durées sont également des morceaux de mouvement. La non-unicité des définitions vient de l'inévitable autoréférence de la pensée compréhensive relationnelle, produite par des observateurs situés dans le monde : relations temporelles et relations spatiales sont les mêmes relations, mobilité et immobilité sont pensées ensemble. Il faut en somme comparer plusieurs mouvements pour appréhender un mouvement. Dans l'ensemble de sa marche, notre pensée combine l'association et la dissociation, le moment compréhensif d'images (reliées à des expériences cognitives de divers types), et le moment disjonctif des mots. Le premier moment et ses cycles de récursivité doit être stabilisé et, pour cela, nous devons nous appuyer sur une pratique, toujours à reprendre, non sur des définitions impossibles à donner une fois pour toutes ; et rattacher cette pratique à ce qui ressemble à une pensée substantielle, au moins sous forme de « comme si » : comme si nous pouvions regarder le monde de l'extérieur et en décréter les lois (ainsi la constance du mouvement de la lumière en physique : ce qui fait que les étalons d'espace et de temps sont aujourd'hui remplacés par un unique étalon de mouvement, celui de la lumière). Il est indispensable que nos outils intellectuels épousent au plus près le fonctionnement du réel. *Reconsidérons alors tout du point de vue du mouvement, « avant » même l'espace et le temps, et faisons évoluer notre compréhension aussi bien de l'espace et du temps que du mouvement.* Le jeu en vaut la chandelle. Il nous libère des carcans et des embarras d'une dualité devenue figée et sclérosante à l'œuvre dans tous les domaines, de la linguistique à la physique, en passant par les arts et la philosophie. Il nous amène à saisir la part d'arbitraire dans la construction, à partir de la multiplicité des relations, de l'espace et du temps, dont le fond continue de nous échapper ; il nous amène à voir les multiples transhumances observées entre espace et temps, non comme des hasards, mais comme constitutives de la réalité, loin d'un schéma bipolaire. Il apporte enfin de nouvelles règles pratiques pour la compréhension et l'action. En continuité avec ce qui a déjà été pensé, nous percevons de grandes et nouvelles perspectives, des recherches à entreprendre. La variété des points de vue possibles sur le monde, suivant les mouvements relatifs des observateurs et des choses observées, n'évite pas des distorsions sur les valeurs attribuées aux grandeurs spatiales et temporelles, mais sans jamais effacer le lien originaire entre les concepts sous-jacents. Le mystère, le pari, de la familiarité de l'espace et du temps n'est-il pas plus proche de la réalité que le mystère, le pari, d'un temps envisageable seul, et d'un espace envisageable seul ?