



HAL
open science

Remarques sur ce qui est appelé “ perception du temps ” en psychologie et neurophysiologie

Bernard Guy

► **To cite this version:**

Bernard Guy. Remarques sur ce qui est appelé “ perception du temps ” en psychologie et neurophysiologie. 2019. hal-02195919

HAL Id: hal-02195919

<https://hal.science/hal-02195919>

Preprint submitted on 26 Jul 2019

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.

Remarques sur ce qui est appelé
« *perception du temps* »
en psychologie et neurophysiologie

Bernard GUY

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Institut Mines Télécom
UMR CNRS n°5600 EVS (Environnement, Ville, Société)
LASCO (*) Idea Lab de l'Institut Mines-Télécom
(*) LAboratoire Sens et COmpréhension du monde contemporain

bernard.guy@mines-stetienne.fr

Juillet 2019

Résumé

Nous analysons de façon préliminaire ce qu'on appelle « perception du temps » chez le sujet humain. Une meilleure compréhension de cette question est utile pour deux raisons : - l'approfondissement d'une connaissance de type fondamental en psychologie et neurophysiologie ; - la recherche d'une modélisation appropriée des processus internes à l'œuvre lorsque le sujet accomplit diverses tâches, en particulier sportives. Les spécialistes affichent leur embarras : on ne sait précisément ni où, ni comment dans le cerveau, fonctionne le « sens du temps » qui pilote le sujet dans sa conduite. Pour nous, la question doit être retournée : il n'y a pas à chercher de temps, il n'existe pas. Il est construit (en opposition à l'espace et en dualité avec lui), par comparaisons de mouvements dans une rationalité relationnelle. Le sujet est susceptible de construire plusieurs temps selon les circonstances sociales, psychologiques, physiques, biologiques où il se trouve. Le temps physique mesuré par les horloges externes et le (les) temps interne(s) au sujet ont la même légitimité et les mêmes propriétés qualitatives. Ils ont des propriétés quantitatives différentes, et doivent être reliés les uns aux autres. L'analyse du présent spécieux fournit un angle d'attaque pour cela. Le texte propose divers éléments justifiant la nécessité d'un changement de paradigme pour le temps, et donne quelques directions de recherche.

Mots-clés : temps ; perception du temps ; durée ; succession ; espace ; présent spécieux ; inexistence du temps ; mouvement

Remarks on what is called « time perception » in psychology and neurophysiology

Abstract

We are conducting a preliminary analysis of what is called "time perception" in the human subject. A better understanding of this issue is useful for two reasons: - the deepening of fundamental knowledge in psychology and neurophysiology; - the search for appropriate modelling of the internal processes at work when the subject performs various tasks, in particular sports. Specialists display their embarrassment: it is not clear where or how the "sense of time" that drives the subject's behavior in the brain works. For us, the question must be returned: there is no time to look for, there is no time. Time is constructed (in opposition to space and in duality with it), by comparing movements within a relational thinking. The subject is likely to construct several times depending on the social, psychological, physical, biological circumstances in which he or she finds himself or herself. The physical time measured by the external clocks and the internal time(s) of the subject have the same legitimacy and qualitative properties. They have different quantitative properties, and must be linked to each other. The analysis of the specious present provides an angle of attack for this. The text proposes various elements justifying the need for a paradigm shift over time, and gives some directions for research.

Keywords: time; perception of time; duration; succession; space; specious present; non-existence of time; movement

1. Introduction : la perception du temps

Dans les domaines de la psychologie, de la neurophysiologie et des disciplines connexes, de très nombreux travaux portent sur ce qui est appelé la « *perception du temps* ». On cherche à savoir comment le sujet humain s'y prend pour fournir des estimations, qualitatives et quantitatives, concernant le temps. Pour ce faire, diverses expériences sont mises au point, où le temps est approché à partir de propriétés qu'on lui associe, en particulier, et au premier chef, celles de succession et de durée : - le sujet retrouve-t-il la bonne succession d'événements qu'on lui a présentés ? - Évalue-t-il correctement des durées ? Quand on en a besoin, les mesures sont faites à l'aide des horloges fournies par les physiciens. La question majeure posée est celle de savoir par quels mécanismes, biologiques / neuronaux, se font ces estimations, et dans quelle zone du cerveau réside le « sens du temps » du sujet. Où est son horloge interne ? On se préoccupe d'évaluer la variabilité des appréciations, en fonction des individus et des éléments du contexte (émotion, action...) pouvant apporter des perturbations. On tente de savoir si l'estimation des durées est modifiée quantitativement suivant leur amplitude (estime-t-on plus justement des durées courtes ou des durées longues ?) ; les durées courantes étudiées vont de dizaines à centaines de millisecondes jusqu'à quelques secondes ou davantage.

Il est hors de propos de tenter une synthèse, même partielle, de cette masse énorme de travaux, qui remontent pour la plupart au début des disciplines concernées (quelques références récentes : Coull & Droit-Volet, 2018 ; Droit-Volet, 2001 ; Fraisse, 1984 ; Matthews & Meck, 2014 ; Wittmann, 2009 ; Collectif, 2018¹). Il est remarquable de constater que les divers auteurs concluent à une variété embarrassante de résultats (à la fois du point de vue qualitatif et quantitatif) et attestent : on ne sait pas avec certitude, ni comment, ni où se passe l'estimation du temps dans le cerveau ; il y a plusieurs réponses en fonction d'une grande quantité de paramètres.

A la question de la *perception* du temps en est liée une autre, celle de la *gestion*, non forcément consciente, d'un temps à l'intérieur du sujet (tant au niveau du cerveau que de tout son corps) lui permettant d'accomplir telle action dans un contexte donné. Les chercheurs s'efforcent d'établir des modèles, reposant sur les lois de la physique et leur couplage avec la

¹ Voir aussi Caruso et al. (2013), référence intéressante pour notre propos : une interaction est montrée entre le mouvement dans l'espace du sujet et sa « construction » du temps (voir la section 2).

gestion des informations sensorielles dans le corps humain, pour comprendre au mieux comment le sujet s'y prend dans telle situation d'action, sportive par exemple. Il ne s'agit pas alors pour le sujet de répondre à des questions sur son estimation du temps. Il s'agit pour le modélisateur, en vue d'écrire ses équations de façon plus fine, de mieux comprendre la gestion du temps interne ; la réponse à la question initiale (« comment/où se trouve le temps dans le sujet ? ») nourrit alors la recherche portant sur les comportements humains étudiés (en neurophysiologie du sport etc.).

L'objet du présent texte est de proposer quelques réflexions à caractère général sur ces matières, dont l'auteur n'est pas spécialiste, partant de la question générale du temps et sa perception chez le sujet, et montrant comment cela peut apporter des éléments du côté de la modélisation. Nous suivrons le plan suivant. Après avoir discuté de la nécessité d'un changement de paradigme sur le temps, à ne pas séparer de l'espace et du mouvement (section 2), nous évoquerons la multiplicité des temps construits par le sujet (section 3). Nous discuterons ensuite les deux classes de temps en regard l'une avec l'autre, celle des physiciens et celle des psychologues : convergence qualitative (section 4) mais différences quantitatives (section 5). Le présent spécieux fournira un angle d'attaque pour relier entre eux les différents temps (section 6). La question spécifique de la modélisation suivra (section 7) avant une section de conclusions générales (8).

2. Nécessité d'un changement de paradigme du temps

Une des caractéristiques communes à toutes les approches sur sa perception est *la non-contestation de l'existence du temps*. Certes un peu mystérieux, on considère qu'on doit le chercher, unique, « coulant » partout de la même façon²... Et l'on s'efforce de trouver la bonne, la meilleure, voie pour le rencontrer.

Nous contestons cette façon de poser le problème. On n'a pas à chercher le temps, il n'existe pas ; il n'est pas pour autant une illusion³, mais une utile abstraction, qui fonctionne ; elle s'élabore à partir des mouvements relatifs des entités du monde. Temps et espace sont

² On se situe très généralement dans un même repère, au sens des physiciens.

³ Certains auteurs rappellent les propos de Saint-Augustin sur le temps élaboré par la conscience : dans ce cas, s'il n'est pas extérieur, il est encore considéré comme le seul et unique temps.

construits ensemble : à l'espace les mouvements relativement plus lents, au temps les mouvements relativement plus rapides. Le mot *dualité temps / espace* peut être prononcé à cet endroit⁴. Dire cela pose des problèmes épistémologiques que nous ne discuterons pas ici. Comment définir le mouvement avant l'espace et le temps ? Il faut souligner le rôle d'une démarche relationnelle, où l'on compare les choses les unes aux autres, et non seulement une démarche substantielle où l'on cherche des caractéristiques propres aux choses (voir par exemple Guy, 2011). Améliorer notre compréhension du temps passe ainsi par un examen du fonctionnement de notre rationalité, et non seulement par la fabrication de meilleures horloges ou le dessin de meilleures expériences. Selon nous, la révision des fondements du concept de temps (associé à celui d'espace) concerne la psychologie, la neurophysiologie et les sciences connexes, et fournit un angle d'attaque pertinent pour affronter les difficultés évoquées dans l'introduction.

3. Une pluralité de mouvements et de temps dans le sujet

Nous devons examiner le processus d'abstraction conduisant au temps (et à l'espace), et, à partir de là, refonder ce que nous en disons et éprouvons. Il faut contester l'expression initiale « perception du temps », comme si on avait à apprécier un temps qui coulerait quelque part, en dehors de nous et/ou en nous. Il faut la remplacer, et parler de « construction(s) de temps », au pluriel⁵.

Lorsqu'il répond à une question portant sur « le » temps (entendons le temps social extérieur marqué par les horloges, en relation *in fine* avec le mouvement des photons dans l'horloge atomique des physiciens ; ceux-ci définissant les étalons de temps et d'espace de façon liée), le sujet compare de façon instinctive un ou plusieurs rythmes intérieurs à un ou plusieurs rythmes extérieurs. Parler de rythmes est une autre façon de parler de vitesses de différents signaux extérieurs (l'alternance jour / nuit, le mouvement apparent du soleil, les activités humaines etc.) ou intérieurs (neuronaux, musculaires, biophysiques), vitesses à prendre au sens propre de parcours spatial en fonction du temps⁶ ; ces comparaisons de vitesses

⁴ On utilise le mot dualité dans un autre contexte plus loin.

⁵ L'expression « construction du temps » renvoie aussi à l'espace, toujours présent, et marqué dans les dimensions supposées constantes du support de déplacement des signaux.

⁶ Nous ne revenons pas sur l'inévitable récursivité portant sur la trilogie temps/espace/mouvement analysée dans nos travaux et évoquée ci-dessus à propos de la démarche relationnelle.

nourrissent les réponses sur le temps. Le sujet fait appel à sa mémoire, tant à long terme qu'à court terme, autre nom de la partie émergée de son système cognitif lui permettant de répondre consciemment.

Les rythmes intérieurs sont marqués par le va et vient des pensées, des images qui affleurent à la conscience (cf. la durée bergsonienne) et qui correspondent *in fine* à des mouvements (on parle d'ondes cérébrales). Les rythmes imposés par l'extérieur sont en relation avec les 1) les interactions physiques : les forces et mouvements imposés au sujet ; 2) les interactions biologiques : la respiration, l'alimentation, les sollicitations des sens ; 3) les interactions psychologiques : les émotions, le dialogue avec les semblables ; 4) les interactions sociales : les normes, les façons de penser, l'éducation (Figure 1). A chaque fois le mot interaction synthétise une variété de mouvements de supports différents (visuel, sonore, proprioceptif, vestibulaire...). Des vitesses caractéristiques peuvent être attribuées à chaque classe d'interaction, malgré une grande variété de voies pour chacune.

Les rythmes extérieurs et intérieurs (ceux propres à la conscience du sujet, et, si l'on peut faire cette distinction, ceux provenant de l'internalisation des rythmes extérieurs) fournissent des informations présentant une certaine variabilité, et le sujet est habitué à tenir compte de leurs caractéristiques les plus courantes ; c'est à partir d'elles qu'il « calcule » de façon instinctive le temps « objectif » (celui des horloges) sur lequel l'expérimentateur l'interroge. Mais il suffit d'un écart plus ou moins important sur l'un de ces rythmes par rapport à sa valeur standard, pour que le temps construit par l'habitude soit décalé par rapport au temps social externe. On peut se faire l'image selon laquelle la longueur des mouvements parcourus par les ondes cérébrales affleurant à la conscience est modifiée par les différentes interactions avec l'extérieur et internalisées : à vitesse égale, le rythme (soit, quantitativement, la période sur un cycle) ainsi modifié conduit à des estimations temporelles différentes de celles appuyées sur les situations habituelles. Une variété de constructions est possible suivant ce qui a été vécu ou expérimenté, dans quelles conditions, avec quel sujet etc. Il n'y a pas diversité de perceptions sur un même et unique temps, il y a divers temps construits, tous légitimes ; il y a des « systèmes » possédant des propriétés différentes.

En bref, il n'y a pas de temps interne au sujet, fonctionnant tout seul dans son cerveau coupé de l'extérieur, il y a une évaluation du temps « extérieur » à travers l'éducation du sujet,

conduisant à une possible multiplicité, compte-tenu de la variabilité des « systèmes » en jeu, au sens précédent.

Chacun des systèmes est une horloge : nous sommes face à une variété d'horloges. Notre tâche est de les relier les unes aux autres. Ce faisant apparaît la nécessité d'une démarche d'interprétation, mettant en discussion la localisation des zones du cerveau concernées, les parties du corps en jeu, les procédures expérimentales, les divers choix faits et les conventions adoptées. Ces procédures, choix et conventions doivent être considérés comme des propriétés des temps élaborés, et non comme des attributs externes accessoires venant obscurcir les caractéristiques d'un unique temps. Ce n'est pas parce que l'on a trouvé des propriétés de succession ou de durée qu'on a trouvé le temps, le vrai temps : ce sont des propriétés génériques de tout temps dans sa multiplicité⁷

La construction du temps est explicite lorsque le sujet doit répondre aux questions de l'expérimentateur (à propos de successions et de durées). Elle est cachée lorsque les caractéristiques quantitatives propres au temps du sujet ne se manifestent que lors de son comportement dans telle ou telle circonstance (par exemple à travers les intervalles de temps en dessous desquels des événements différents ne sont plus discriminés, à travers la « durée » du présent, à travers l'amplitude de certains délais de réaction etc.), et dont le modélisateur doit tenir compte pour son analyse de détail (voir section 7).

4. Les deux volets des systèmes contribuant à l'élaboration du temps (le temps des physiciens, le temps des psychologues) : convergences qualitatives

On peut parler d'une dualité entre, d'un côté, le temps apparemment simple de l'horloge atomique choisie par les physiciens et servant de jauge externe, et, de l'autre, le ou les temps plus complexe(s) expérimenté(s) par les psychologues et les neurophysiologistes (avec la tentation illusoire de parler du vrai temps pour le premier, et du temps estimé pour les seconds). Du ce côté, c'est donc davantage d'une multiplicité de temps que d'un seul qu'il s'agit. Mais du côté du temps des physiciens, la question de la multiplicité se pose aussi,

⁷ On ne dit pas : un objet qui vole, c'est l'oiseau, le seul oiseau.

quoique dans des limites plus étroites. C'est ce que nous allons examiner dans la présente section.

Si le temps des physiciens a une place prééminente, ce n'est pas en effet qu'il prétende dire *le* temps, c'est du fait de son rôle de norme permettant la bonne communication sociale. Ce temps n'est pas dicté de façon unique et inévitable par la nature, il n'a pas de ce point de vue de légitimité supérieure aux autres et n'échappe pas à des choix méritant de parler d'interprétation. Quand on creuse la question on s'aperçoit en effet qu'il n'y a pas un seul temps des physiciens : le temps gravitationnel (défini par le mouvement de la terre autour du soleil et sur elle-même) est en compétition avec le temps quantique électromagnétique (marqué dans l'horloge atomique par la position d'un photon⁸). La correspondance n'est pas stricte entre ces deux temps physiques, et on doit ainsi décider ou non de mettre dans l'année calendaire, jaugée par l'atome, des secondes intercalaires, de sorte que l'accord avec l'année gravitationnelle soit respecté. Même si les divers choix ne portent pas sur des écarts importants de temps, on est dans la même situation qualitative de multiplicité qu'à propos des expériences de la psychologie (et plus généralement des sciences humaines et sociales). Du côté de la relativité générale, on constatera encore une variété de temps locaux (fonction du potentiel gravitationnel) parmi lesquels plusieurs choix sont possibles pour désigner un temps à une échelle globale.

Les considérations précédentes peuvent être répétées sous un angle un peu différent. Que serait *a priori* un système cérébral idéal produisant le bon temps supposé de la nature ? Dans notre imagination, ce système fonctionnerait de la façon suivante. Des événements sont constatés dans l'environnement du sujet selon la succession $e_1, e_2, e_3 \dots$, et définissent des durées $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots$. Le sujet interrogé déclare la succession $e'_1, e'_2, e'_3 \dots$ et les intervalles $\Delta t'_1, \Delta t'_2 \dots$. Son horloge interne conjecturée marche correctement si les deux successions s'identifient et si les durées estimées sont en accord avec les durées « vraies », présumées connues de façon objective. L'horloge est particulièrement appréciée si la correspondance n'est pas faussée par la personnalité du sujet, les émotions, les actions et tous éléments du contexte dans lequel il est plongé. Un tel système n'existe pas et, suivant les situations, tel ou tel « système cérébral » fonctionne et fabrique son temps. Comme nous l'avons remarqué, le volet « objectif », côté expérimentateur, doit aussi être discuté. On a supposé connaître

⁸ inséparable de la convention $c = cte$, où c est la vitesse de la lumière.

parfaitement la succession présentée e_1, e_2, e_3 etc., garantie par un observateur neutre (assermenté !), aux sens parfaitement aiguisés et insensible à l'erreur (ou par des robots et appareils fiables, révisés régulièrement par des physiciens). On se trompe alors tout autant. L'objectivité universelle est une illusion : du côté de la physique, on ne peut faire l'économie d'une interprétation précisant les conditions dans lesquelles sont conduites et conclues les expériences : - l'observateur et le sujet observé sont-ils dans le même repère au sens des physiciens (sinon, les écarts temporels peuvent différer et, le cas échéant, des questions relatives à la simultanéité se poser) ? - Quel chemin ont pris les informations pour aller du sujet de l'expérience à l'observateur ? Y a-t-il un champ gravitationnel tel que l'ordre de constat des événements puisse être modifié à l'arrivée ? Il est très peu vraisemblable que cela soit pratiquement ainsi, mais, dans son principe, la discussion se pose. Au total, tant d'un côté que de l'autre, il y a pluralisme de temps et matière à regard critique et interprétation.

5. Propriétés quantitatives contrastées du/des temps des physiciens et du/des temps du sujet humain

Si la structure des deux temps, ou plutôt des deux classes de temps (le ou les temps des physiciens, le ou les temps des psychologues) est qualitativement la même, les temps correspondants présentent des différences quantitatives qui les font paraître très dissemblables. Deux pôles de propriétés se manifestent (mises en évidence par les expériences), qui restent valables malgré la variabilité de chaque classe, commentée ci-avant (pour cette raison, nous parlons ci-après de temps au singulier dans chaque cas).

Le temps des physiciens :

Tel qu'on l'annonce, il possède la propriété de continuité mathématique : on est capable de réduire *ad libitum* la durée entre deux instants ; autre façon de dire que ce qui correspond au *présent* se ramène à un point, ou à un écart temporel nul. Ce temps est unique, il s'impose partout et sans retard ; dans un même repère (comme nous l'avons remarqué, les expériences faites en psychologie et faisant appel pour les mesures au temps des physiciens se font très généralement dans un seul et même repère pour l'observateur et le sujet étudié) il coule de la même façon. Ce temps n'est pas influencé par le contexte ou par quoi que ce soit. Le lien avec l'espace et le mouvement s'exprime par la propagation de la lumière, vérifiant une

équation du type $\Delta x = c\Delta t$, où Δx et Δt sont des intervalles d'espace et de temps, et c la vitesse du photon⁹.

Le temps des expériences des psychologues

En contraste avec celui des physiciens, le temps expérimenté par le sujet n'est pas ressenti comme divisible à l'infini. Il est éprouvé comme suite d'instants plus ou moins longs ; celui où le sujet est installé est l'instant présent (dénommé présent spacieux s'il dure quelque peu ; voir section suivante). Selon les cas, le présent couvre une durée variable, de quelques dizaines à centaines de millisecondes à quelques secondes. Le sujet éprouve des discontinuités entre différents instants, de même qu'il perçoit la non-unicité ou multiplicité des temps, associée à la coexistence en lui de plusieurs processus concurrents (pouvant se dérouler sur des échelles de temps différentes). Le temps psychologique montre des retards ou délais significatifs dans la réactivité à tel ou tel événement (ce qui se passe à l'instant t est reçu ou compris à l'instant $t + \tau$). Enfin, ce temps présente de grandes différences suivant la personnalité du sujet, le contexte émotionnel, l'action ou les actions effectuées. Lorsque c'est le cas, les différents temps ressentis (« simultanément » ou renvoyant à des expériences différentes) renvoient à des zones distinctes du cerveau, des circuits neuronaux, des muscles sollicités différents etc. (voir les références données au début).

6. Comment confronter les différents temps ? Le présent spacieux (l'ici spacieux)

Peut-on confronter de façon fine les propriétés des uns et des autres temps, peut-on les relier entre eux comme on confronte différentes horloges ? Pour répondre à cette question, nous proposons comme angle d'attaque celui du présent spacieux (dont nous avons commencé à parler). Cette notion a été discutée par William James, reconnaissant que le présent humain s'étale : il n'est pas réduit à un point¹⁰. Ce que confirment les expérimentateurs des disciplines concernées : on parle de durées de dizaines ou centaines de millisecondes, et jusqu'à quelques secondes. Le mot spacieux évoque une apparence de vérité pour le temps des psychologues, c'est-à-dire mise en doute par l'horloge des physiciens ou des philosophes : pour eux le

⁹ En relativité générale, la propriété est locale et l'on relie de proche en proche les temps locaux dépendant du potentiel de gravitation.

¹⁰ William James (1890) parle de présent remémoré, c'est-à-dire présent dont on a conscience. Voir aussi les références : Ancori (2019), Leclerc Olive (2015), Dobbs et Broad (1951), et, à propos de Whitehead, Lestienne (2019).

présent ne dure pas... Le présent spécieux est un temps vécu, c'est véritablement un temps avec toute sa légitimité, comme nous le disions dans les sections précédentes.

Revenant à nos propos introductifs, nous remarquons qu'il n'existe pas de temps pur à l'avance, dont le flux imposerait un présent de taille nulle. Il y a seulement des mouvements dans l'espace que l'on compare les uns aux autres : la progression du temps s'exprime alors par le changement de position d'un marqueur, qui peut différer d'un système à l'autre par sa vitesse : pour le sujet, il s'agit d'ondes cérébrales corrélées par la mémoire et l'habitude à des mouvements variés (physiques au sens large : ceux des muscles dans la proprioception, ceux des ondes optiques, sonores, du flux sanguin etc.). Suivant les cas, les différentes vitesses varient et les différents temps ne s'ajustent pas : leur correspondance reste à construire.

Nous proposons ici une approche très abstraite et générale qui devra être soutenue par des exemples par la suite : nous pouvons représenter un système par une courbe $x = v_1 t$, dans un plan (t, x) où x est la position et t le temps ; c'est une façon de définir un temps concret caractérisé par sa vitesse v_1 ou sa pente dans le diagramme. Une autre ligne $x = v_2 t$ figurera le temps associé à un autre mouvement. Le temps t est un temps social unique utile pour la démonstration (et dont la définition n'évite pas la récursivité...) : ce qui importe au fond, ce sont les pentes des droites précédentes comparées les unes aux autres.

Dans cette représentation, on pourra associer le présent à une position dans laquelle le sujet séjourne, que cette position soit vue dans l'espace physique, ou, de façon plus allégorique, marquée dans un espace mental (analysable en dernier recours en termes spatiaux plus ou moins cachés). On supposera qu'il faut attendre un changement « significatif » de cette position pour quitter le présent ; soit Δx l'incrément de position qui compte. Pour visualiser ce présent sur les courbes précédentes, on peut tracer une trajectoire en remplaçant la droite continue par une série de marches de hauteur Δx . On supposera que l'on a normé les différents Δx de telle façon que tout figure sur le même diagramme en vue de comparer les diverses marches du temps vues par les uns et les autres¹¹ (Fig. 2).

¹¹ A l'échelle de 10^{-18} s, le photon ne se déplace pas plus que 10^{-9} m sur sa trajectoire ; suivant le type de problème, on pourra juger ou non que cette amplitude de temps est le « présent spécieux » du photon ! L'important est l'inter-comparaison. Pour la montagne, le présent spécieux dure des milliers d'années.

Si l'on se positionne sur un petit plateau pour définir le présent, les plateaux de part et d'autres représentent le passé et le futur. Ainsi on voit que pour un observateur attaché à une vitesse donnée de changement (définissant un « écoulement » du temps et une trilogie passé / présent / futur), un écoulement plus lent permettra de définir un autre présent qui englobe non seulement son présent, mais aussi une partie de son passé et de son futur. Ainsi le présent de la montagne englobe une partie de mon passé et de mon futur. Mais, par rapport à un mouvement plus rapide, tel celui du photon, c'est mon présent qui englobe maintenant passé, présent et futur de la particule de lumière¹².

Mais c'est aussi en moi-même que plusieurs trilogies passé / présent / futur peuvent être hébergées. Je travaille à telle activité qui me prend des mois, voire des années, alors que d'autres ne durent que quelques minutes, ou quelques secondes. Dans le premier cas, le présent spécifique se compte en semaines ou en mois, alors que dans le second, il se compte en secondes ou dixièmes de seconde (tel jeu de société ou jeu vidéo où ma réaction doit être rapide). Quand je me situe dans telle activité, je fige en espace ce qui va plus lentement et je ne vois pas ce qui va plus vite. Comment articuler ces différents temps ? Reconnaisant certes qu'ils sont tous valides, on peut les relier par des facteurs de proportionnalité que nous calculons ci-dessous.

En bref, le présent spécifique doit être compris de façon relationnelle, comme *comparaison entre deux temps* : un temps propre (celui que vit le sujet) et un temps social (ou comme comparaison de vitesses liées à telle ou telle activité). Le mot présent renvoie au sujet du temps propre ; le mot spécifique renvoie au temps social qui passe et n'attend pas... Ainsi peut-on concevoir plusieurs trilogies passé / présent / futur : elles sont propres à chaque objet ; il n'y en a pas une universelle !

L'ici spécifique

L'interprétation précédente peut se conduire de façon équivalente en termes d'espace. Compte-tenu de l'équivalence mise en avant dans le début de notre texte, les axes temporels de notre diagramme sont aussi des axes spatiaux : les amplitudes de temps marquées par les

¹² Représenter le temps par des mouvements dans l'espace comparés les uns aux autres est une façon de dire le « passage » du temps (association d'une mémoire spatiale et d'un procès) ; dans cette représentation, la polarité du temps (sa direction, son irréversibilité) est comprise comme l'impossibilité de se déplacer en sens inverse sur toutes les trajectoires simultanément (passage et direction du temps sont ainsi liés).

« présents » discutés à l'instant sont équivalentes à des amplitudes d'espace (voir aussi plus loin). Le présent de l'observateur, c'est aussi son ici ; c'est la présence de ce qui l'entoure. Pourrait-on parler de « présence spacieuse », ou d'« ici spacieux » ? Les domaines limitrophes du passé et du futur du registre temporel correspondent à des ailleurs du registre spatial (on ne distingue pas alors un ailleurs du passé, et un ailleurs du futur ; cela peut être précisé en fonction du sens de propagation des influences accompagnant l'évolution du temps). On pourra dire, de façon analogue avec ce que nous venons de dire pour la trilogie passé / présent / futur (son amplitude n'est pas la même d'un système à l'autre, définis par des vitesses d'évolution différentes) : l'ici d'un sujet peut englober l'ici et l'ailleurs d'un autre... ou, au contraire, n'être qu'une portion d'un ici plus vaste, et être englobé dans cet ici avec son propre ailleurs¹³.

Approche semi-quantitative

Appelons pixel p l'étendue du présent, ou de l'ici (il y a correspondance entre pixel temporel et pixel spatial), noté p_i pour la courbe de vitesse v_i . On peut se demander combien de pixels temporels ou spatiaux d'une génération v_2 on peut dénombrer dans un pixel de génération v_1 ? Sur la Figure 2, on voit que l'on a environ trois pixels de v_2 pour un pixel de v_1 ; et de même environ trois pixels v_3 pour un pixel v_2 . Un calcul simple montre que le rapport entre les étendues p_i des présents spacieux (des ici spacieux) est égal au rapport des vitesses des deux phénomènes mis en relation. On a $v_1 p_1 = v_2 p_2$; d'où l'on tire $p_1/p_2 = n_{12} = v_2/v_1$, où n_{12} est le nombre cherché de pixels du présent d'un système dans le présent de l'autre.

7. La modélisation des temps internes au sujet

La pratique de certains sports fournit des exemples intéressants. Dans l'étude de la slackline (Gabel & Mendoza, 2013 ; Gabel, 2014), on met en évidence des interactions complexes entre plusieurs « systèmes » biologiques (musculaire, nerveux, visuel...) ayant des fonctionnements temporels différents ; ceux-ci sont couplés aux réactions physiques de la slackline elle-même, suivant des modes de déformation / oscillation.

¹³ L'interprétation combinée en termes d'espace et de temps permet de dire : la présence qui dure est une mémoire (aspect spatial) par rapport à ce qui se meut plus vite (aspect temporel). Elle exprime la séparation entre temps et espace par le jeu de vitesses relatives (nos travaux). Le jeu d'échelles spatio-temporelles emboîtées est encore une autre façon de parler de cette séparation.

Des chercheurs proposent des modélisations de ces interactions complexes et utilisent divers ingrédients physico-mathématiques (voir par exemple : Asai et al., 2009 ; Paoletti et Mahadevan, 2012 ; Scholtz & Schöner, 1999) : apparaissent des échelles de temps et de vitesses différentes, des stationnarités, des fonctionnements avec des seuils ; les problèmes sont posés en termes de stabilité par rapport aux perturbations ; on rencontre des systèmes possédant des rétroactions ; les temps peuvent avoir des propriétés d'intermittence ou de continuité ; on observe la « compétition » entre les différents systèmes, soient les systèmes proprioceptif, vestibulaire, visuel. On met en évidence des variétés au sens mathématique, c'est-à-dire des liens entre les différentes variables devant être vérifiés pour que le système (le corps humain dans telle situation d'activité sportive) ait un fonctionnement optimal (par exemple montrant la stabilité dans une recherche d'équilibre).

Les variables d'espace et de temps de la physique (avec le temps mesuré par les physiciens dans le paramètre t) suffisent pour l'essentiel de la modélisation. Il est intéressant toutefois de constater que les modèles demandent également d'être informés de la valeur de paramètres qui dérivent directement de la compréhension des temps internes au sujet, et qui peuvent varier d'un sujet à l'autre et d'une situation à une autre¹⁴ : - durée du délai ou retard apporté par tel temps interne au sujet ; - multiplicité des temps psychologiques (et leurs dépendance aux émotions etc.) ; - liaison entre les différents temps (longs / courts) via leurs vitesses comme dans le présent spécieux (on pourra relier les différents temps (ou espaces) par des relations du type $t_1 = n_{12} t_2$ dans la section précédente). On peut imaginer (les considérations précédentes nous encouragent à le faire) définir plusieurs temps (temps longs / temps courts) pour ces différents systèmes, comme on le fait en physique dans certains problèmes (voir l'exemple de la physique statistique : Andresen & Essex, 2017 ; Essex & Andresen, 2015).

Il est hors de propos de mener ici une discussion quantitative, mais on retiendra l'intérêt des considérations énoncées dans les sections précédentes 1 à 6. Elles permettent une clarification conceptuelle et ouvrent des pistes pour de futures modélisations.

¹⁴ Les paramètres temporels internes peuvent être « faussés » par rapport à leur valeur standard par l'effet des influences externes en cours : pour la modélisation, il y a donc un bouclage plus ou moins délicat à envisager avec les variables externes du physicien.

8. Conclusion

Nous n'avons proposé ici qu'un cadre très général sur la perception du temps par le sujet humain ainsi que son intégration dans des actions complexes. Nous en retirons d'ores et déjà les points suivants :

- Nous n'avons pas à chercher un seul « sens du temps » caché dans le cerveau ; le sujet peut construire plusieurs temps.
- Il n'est pas étonnant de trouver une variabilité de résultats concernant la perception du temps. Il faut la prendre, non comme manifestant des biais cachant le vrai temps, mais comme le reflet d'une grande diversité de « systèmes » produisant des temps différents, et fonction d'une multitude de paramètres.
- Le travail à conduire est de relier ces temps les uns aux autres en tentant, autant que faire se peut, de comprendre la variété des temps par les différences de structures des systèmes (appuyés sur des morceaux d'espace parcourus par des signaux de vitesse donnée) mis en route par autant d'expérimentations ou d'expériences vécues.
- Les différents systèmes temporels peuvent correspondre à des jeux différenciés des relations entre présent, passé et futur.
- Les différents systèmes peuvent être séparés les uns des autres par des délais temporels plus ou moins longs.
- Lorsqu'il s'agit de modélisation physico-mathématique, on peut envisager des modèles à plusieurs temps (temps lent / temps rapide).
- Les relations entre les différents temps peuvent être précisées. Ils correspondent à des échelles d'espace différentes, reliées entre elles par des processus de moyennisation. On peut proposer des relations quantitatives basées sur les rapports des vitesses en correspondance.

De façon générale, un changement de paradigme temporel nous apparaît nécessaire. Les considérations précédentes peuvent-elles déboucher à moyen terme sur des façons nouvelles d'aborder tel ou tel problème mettant en jeu les estimations du temps par le sujet humain ? L'avenir nous le dira.

Remerciements

Je remercie sincèrement Philip Gabel (University of the Sunshine Coast, Australie) d'avoir, par ses questions à distance, montré qu'un changement de paradigme temporel était attendu dans son domaine, initié la rédaction de ce texte et fourni une intéressante bibliographie.

Références

- Ancori B. (2019) *Le manège du temps*, ISTE Editions, 321 p.
- Andresen B. & Essex C. (2017) Eigentimes and very slow processes, *Entropy*, 19, 492, 8 p.
- Asai Y., Tasaka Y., Nomura K., Nomura T., Casadio M. & Morasso P. (2009) A model of postural control in quiet standing : robust compensation of delay-induced instability using intermittent activation of feedback control, *Plos One*, 4, 7, e6 169, 14 p.
- Caruso E., Boven Leaf Van, Chin Mark, and Ward Andrew (2013) The Temporal Doppler Effect: When the Future Feels Closer Than the Past, *Psychological Science* 24(4) 530–536.
- Collectif (2018) Les paradoxes du temps, *Pour la Science*, novembre 2018 - janvier 2019, 122 p.
- Coull J.T. & Droit-Volet S. (2018) Explicit understanding of duration develops implicitly through action, *Trends in cognitive sciences*, 22, 10, 923-937.
- Dobbs A.C. & Broad C.D. (1951) The relation between the Time of Psychology and the Time of Physics, part 1, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 2, 6, 122-141.
- Droit-Volet Sylvie (2001) Les différentes facettes du temps, *Vivre le temps, Enfances et Psy*, 1, 13, 26-40.
- Essex C. & Andresen B. (2015) Maxwellian velocity distributions in slow time, *J. non-equilib. Thermodyn.*, 13 p.
- Fraisse P. (1984) Perception and estimation of time, *Ann. Rev. Psychol.*, 35, 1-36.
- Gabel C. P. & Mendoza S. (2013) Slacklining, a self-generated, graded training program for lower limb rehabilitation, *IJATT*, 18, 4, 14-19.
- Gabel C. P. (2014) Slacklining : a novel exercise to enhance quadriceps recruitment, core strength and balance control, *J. Nov. Physiother.*, 4, 229.
- Guy B. (2011) Penser ensemble le temps et l'espace, *Philosophia Scientiae*, 15, 3, 91-113.
- James W. (1890) *The principles of psychology*, Henry Holt and Company, New York.
- Leclerc Olive M. (2015) Au-delà des épistémologies sédentaires, *Les changements urbains au miroir de l'exil, Parcours anthropologiques*, 10, 24-45.
- Lestienne Rémy (2019) Les fils du temps. *Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Science, The Time Era*, 10.18713/JIMIS-210219-7-5, hal-02119494.

- Matthews W.J. & Meck W.H. (2014) Time perception: the bad news and the good, *WIREs Cognitive Science*, 5, 429-446.
- Paoletti P. & Mahadevan L. (2012) Balancing on tightropes and slacklines, *J. R. Soc. Interface*, 9, 2097-2108.
- Scholtz J.P. & Schöner G. (1999) The uncontrolled manifold concept: identifying control variables for a functional task, *Exp. Brain Res.*, 126, 289-306.
- Wittmann M. (2009) The inner experience of time, *Phil. Trans. R. Soc. B*, 364, 1955-1967.

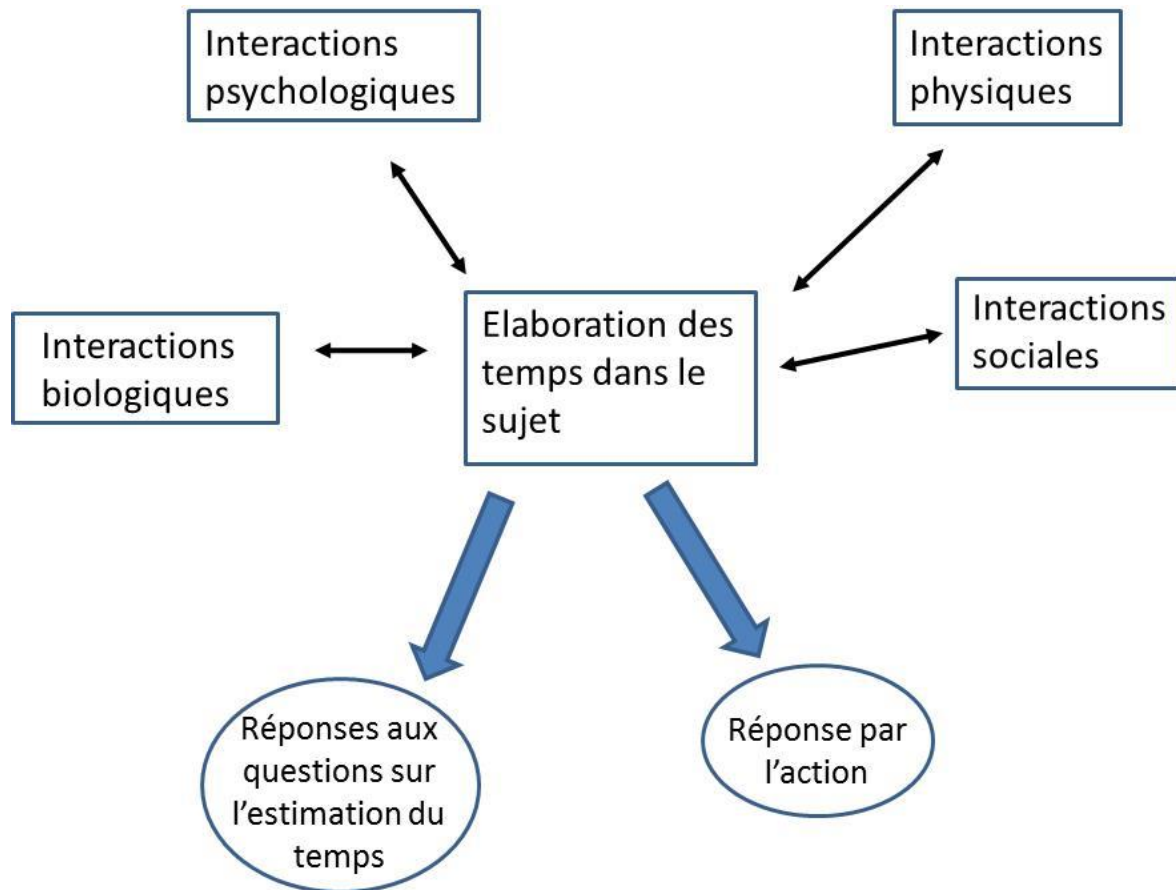


Figure 1

Construction des temps par le sujet

Le sujet compare les « mouvements » qui lui sont donnés par les différentes interactions qu'il a avec l'extérieur (interactions physiques, psychologiques, biologiques, sociales) aux « mouvements » qu'il perçoit dans sa conscience. Il en dérive une façon d'évaluer le temps social externe ; celle-ci est calibrée sur l'habitude mais elle peut présenter des variations suivant les circonstances (d'où l'utilisation du pluriel dans : élaboration *des* temps dans le sujet) ; voir texte.

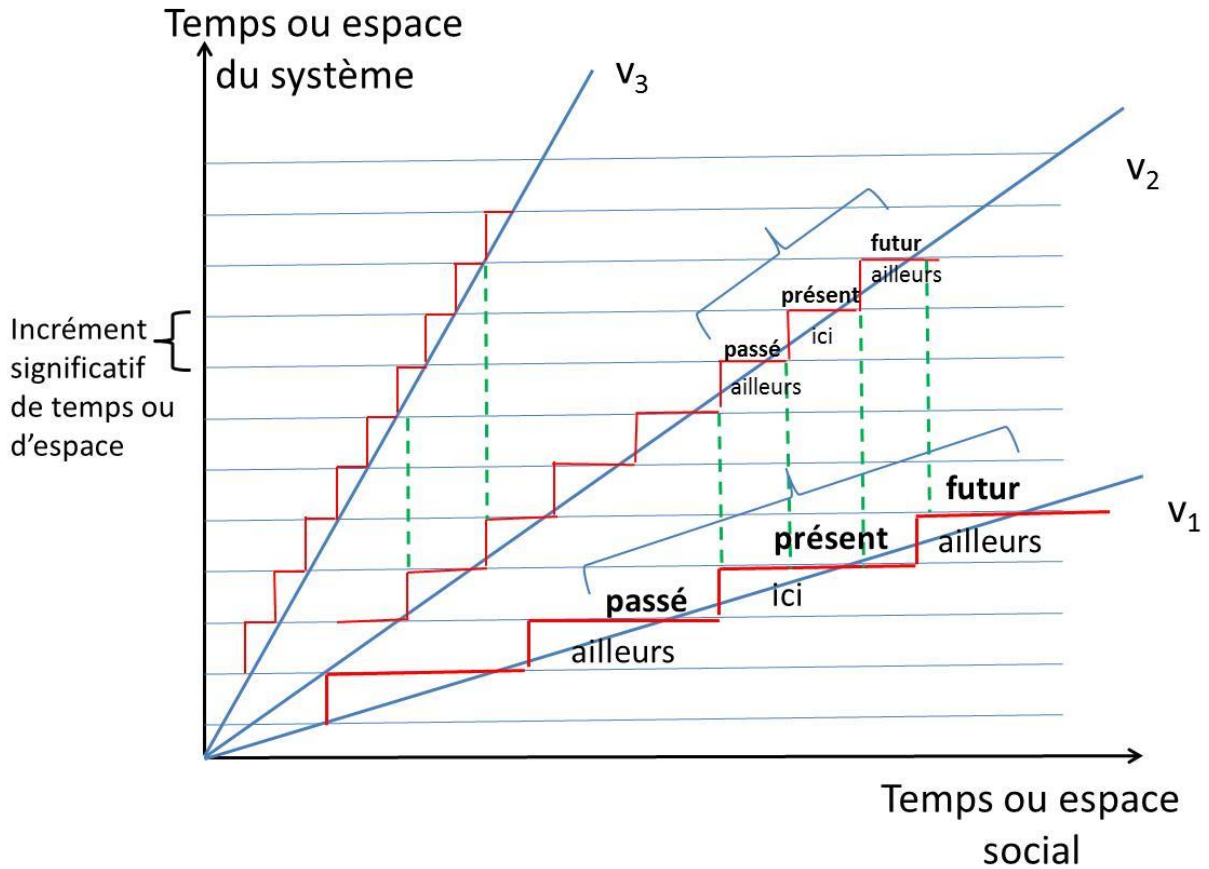


Figure 2
Correspondance entre les trilogies passé/présent/futur et ailleurs/ici/ailleurs pour diverses « horloges » de vitesses v_i différentes

Le temps ou espace social est marqué en abscisse ; le temps ou espace des systèmes étudiés (considérés comme autant d'horloges), de vitesse v_i , en ordonnée. L'incrément Δx en ordonnée est normalisé pour les différentes « horloges » : c'est la valeur qui compte pour voir « passer le temps ». Il permet un découpage entre le présent (borné), le passé et le futur (non bornés). Soit p_i l'amplitude horizontale d'une marche associée à v_i . Si α_i est l'angle de la droite de vitesse v_i avec l'horizontale, on a $\text{tg}\alpha_i = v_i = \Delta x/p_i$. Si l'on compare p_i et p_j à même Δx , on en tire : $p_i v_i = p_j v_j$. Donc p est plus petit si v est plus grand.