

Investigation des Delays Sensorimoteurs et leur Rôle dans l'Expérience de l'Ordre Temporel

Marieke Rohde

July 3, 2006

La question de recherche est inspirée par des études empiriques de Cunningham et al. sur l'adaptation aux delays sensorimoteurs. Longtemps, la recherche a considéré la capacité des être humains de ménager des delays sensorimoteurs allongés fixe. Tels delays existent évidemment dans l'interaction normale, mais on croyait que la magnitude de ces delays maniables serait fixe, et qu'il est impossible pour les humains de s'adapter à un delay allongé. Cette croyance était soutenu par des résultats expérimentaux: Sujets qui avaient été exposés aux delays allongés dans une tâche de dessin ne pouvaient pas retourner à leur performance initiale par l'entraînement. De plus, alors que le delay 'naturel' n'est pas perçu, les sujets restaient conscients du et ennuyés par le delay additionnel dans ces études (par exemple, Smith et Smith [12]).

Cunningham et al. [2], néanmoins, présentent des résultats contraires. Dans leurs études, les sujets retournent à leurs performance dans un 'ludiciel' simple, où ils doivent piloter un petit avion à travers un parcours d'obstacles. Un delay supplémentaire de 200 ms est ajouté entre le mouvement de la souris et le mouvement de l'avion. Dans un post-test, ils montrent que, si on enleve le delay supplémentaire après l'entraînement, la performance se détériore de façon significative comparée à la performance initiale. De plus,

“several subjects spontaneously reported, toward the end of training, the visual and proprioceptive feedback seemed simultaneous. Furthermore, when the delay was removed, the plane seemed to move before the mouse did – effect appeared to come before the cause.”
([2], p. 533).

Ces résultats étonnants posent plusieurs questions: Quelle est la difference entre ces expériences et les expériences décrites par Smith et Smith? Cunningham et al. concluent qu'il y a une pression inhérente à cette tâche de s'adapter aux delays – dans les autres expériences, la stratégie de ralentir les mouvements était viable pour gérer les differences dans le couplage sensorimoteur. Dans quelle mesure ces résultats sont-ils spécifiques? Cunningham et al. ont recréé ces résultats dans un simulateur de pilotage et ils ont montré que cette observation se transfère à une tâche multimodale avec un couplage sensorimoteur complex. De plus, Stetson et al. [13] décrivent des effets similaires dans une

tâche de pressage des boutons. La question plus intéressante pour moi est une question qui paraît accessoire aux auteurs: Ces résultats montrent une inversion de l'ordre temporel perçu par les sujets, une inversion de l'ordre de cause et conséquence au fil de l'adaptation sensorimotrice. Si l'expérience de l'ordre temporel est plastique, pourquoi est-ce qu'on a l'intuition qu'il y a un ordre fixe, *a priori* et rigide des événements? Quelles sont les régularités avec qui l'esprit humain construit l'ordre temporel? Comment est-ce que l'expérience réarrange des événements qui ont déjà un ordre dans le temps physique? Et quel est le rôle des délais sensorimoteurs dans ce processus?

Avec des expériences de la suppléance perceptive on peut étudier tels phénomènes de manière systématique. Le nouveau couplage sensorimoteur avec qui les sujets sont assortis ne font pas partie du monde perceptuel établi, donc, "these tools make it possible to follow with precision the constitution of a new sensory modality in the adult" (Lenay et al. [8], p. 6). Dans ce qui suit, je vais décrire les hypothèses et les montages expérimentaux que je projette pour l'investigation du sujet.

1 Montage Expérimental

Je veux investiguer le phénomène décrit dans un environnement virtuel minimal, où les sujets agissent dans un monde unidimensionnel circulaire, ça veut dire, une bande qu'enlace. Les mouvements sont contrôlés par une souris, et les sujets ont les yeux bandés. Ce montage est voisin du montage utilisé par Auvray, Lenay et Stewart dans [1]. Quand les sujets rencontrent un objet placé dans ce monde, un stimulus tactile est assorti. Par conséquent, les sensations reçues par le sujet dans le parcours du temps rendent une seule séquence des bits. La tâche est de conserver la stimulation tactile (c'est à dire, de suivre toucher l'objet dans la bande, considérant le delay).

Des variables qui vont être modifiées au parcours du temps sont

- Le delay entre le mouvement de la souris et le mouvement dans la bande.
- La position de l'objet placé dans la bande.

2 Hypothèses

Je veux identifier les conditions minimales dans lesquelles il y a une adaptation au delay sensorimoteur allongé, de manière que a) Après l'entraînement avec le delay sensorimoteur allongé, la performance dans la tâche décline dans un post-teste, comparé à un pre-teste, qui, les deux, sont conduits avec le delay sensorimoteur plus bref possible, y b) L'expérience subjective de l'ordre change de manière décrite, c'est à dire, on rend l'impression de la simultanéité du mouvement de la souris, du mouvement dans la bande et du stimulus tactile. La première hypothèse est qu'il y a toujours une coïncidence de a) et b). Dans le meilleur des cas, on va exprimer une régularité de ce qu'on perçoit comme simultané avec des *lois de contingence sensorimotrice*.

L'hypothèse general est que des sensation et des mouvement sont perçus comme simultanées quand les changement qu'ils passent sont liées avec un delay fixe dans le temps, et que l'adaptation au delay se produit seulement si le delay perturbe la relation établi d'une manière qu'influence continument la solution à la tâche. En particulier, ça produit les sub-hypothèses suivantes:

- Il n'y a pas une adaptation si l'objet est statique.
- Il n'y a pas une adaptation si l'objet mouve avec une velocity linéaire.
- Il n'y a pas une adaptation si l'objet est déplacé d'une manière discontinue.

Dans ces cas, on n'espère pas une adaptation parce-que la relation changée entre sensation et mouvement en vertu du delay sensorimoteur supplémentaire seulement se rends relevante temporairement, la tâche de rester proche au objet est indépendante du delay sensorimoteur précis. Les résultats, néanmoins, depends aussi de la stratégie comportemental utilisé par les sujets, en particulier dans le cas de la vitesse linéaire du objet.

Mon hypothèse en vue des conditions minimaux pour rendre une adaptation, enfin, est

- Il y a une adaptation si l'objet mouve continument avec une vitesse variable. (par exemple, une oscillation).

Par ailleurs, je suppose que

- Un delay variable pendant l'entraînement, comme il n'implique pas une liaison temporelle fixe entre sensation et mouvement, rends impossible une adaptation, si la variation est non-systématique.

L'investigation d'un delay que change d'une manière systématique serait une possibilité pour des expériences ultérieures.

Il est supposé de plus que

- Il'y a un delay maximal au que les sujets peuvent s'adapter.

Néanmoins, trouver ce limite paraît, au moment, moins relevant, bien qu'une direction interessante pour des expériences ultérieures est d'investiguer si un allongement des delays graduel peut augmenter ce limite, comparé à un allongement brusque.

3 Conclusion

Les résultats de ces expériences vont être mis ensemble avec des résultats des expériences de la robotique evolutionaire [5] du tâche dans les différents conditions, autant qu'avec des investigation de la perception du temps, et des sujets, et des autres provenances (notablement, de la phénoménologie [9, 6, 7])

l'investigation neurophénoménologique du granularité du temps [14, 4], l'investigation de la construction de la notion du temps chez l'enfant par Piaget [10] et des anomalies dans la perception du temps (par exemple [11]). Espérons que, de cette analyse interdisciplinaire, on peut générer des hypothèses nouvelles, et qu'on rends une compréhension meilleure des données. Une autre possibilité de miser sur ces expériences est, par exemple, l'investigation du croisement perceptif entre deux sujets dans le montage et les conditions décrits. Néanmoins, expériences ultérieures dépendent, évidemment, des résultats des expériences décrits.

Supplement: Depuis avoir écrit ce document, j'ai réalisé que j'ai oublié un facteur important. Dans les tâches originaux, la vision importe. Les relations spatiaux complexes rendent possible une *prédiction* de ce qu'il se passera. Dans la tâche proposée, les possibilités de prédire sont finies, il a besoin de reviser les hypothèses. Bon, les expériences ne sont pas encore mûrs, je me réjouis de tes commentaires!

References

- [1] Auvray, M., Lenay, C., & Stewart, J. (2006). The attribution of intentionality in a simulated environment: the case of minimalist devices. In Tenth Meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness, Oxford, UK, 23-26 June, 2006.
- [2] Cunningham, D.W., Billock, V.A. and Tsou, B.H. (2001): Sensorimotor adaptation to violations of temporal contiguity. *Psychological Science* 12(6), 532-535.
- [3] Cunningham, D.W., A. Chatziastros, M. von der Heyde and H.H. Bühlhoff (2001): Driving in the future: Temporal visuomotor adaptation and generalization. *Journal of Vision* 1(2), 88-98
- [4] van Gelder, T. (1999). Wooden iron? Husserlian phenomenology meets cognitive science. In Petitot, J., Varela, F. J., Pachoud, B., & Roy, J.-M. (Eds.), *Naturalizing phenomenology*, pp. 245-265. Stanford, CA: Stanford University Press.
- [5] Harvey, I., Di Paolo, E., Wood, R., Quinn, M. and Tuci, E. A. (2005). Evolutionary Robotics: A new scientific tool for studying cognition. *Artificial Life*, 11(1-2):79-98.
- [6] Heidegger, M. (1963): *Sein und Zeit*. Niemeyer, Tübingen.
- [7] Husserl, Edmund (1966): *Zur Phänomenologie des inneren Zeitbewusstseins (1893-1917)*. in: van Breda, H. L. *Husserliana* (ed.): *gesammelte Werke E. Husserl*. V.10, Haag, Nijhoff, 1966.

- [8] Lenay C., Gapenne O., Hanneton S., Marque C. et Genouëlle C. Traduction anglaise (2003). *Sensory Substitution, Limits and Perspectives*, in: *Touch for Knowing*, John Benjamins Publishers, Amsterdam.
- [9] Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of perception*. London: Routledge.
- [10] Piaget, J. (1969): *The child's conception of time*. Routledge.
- [11] Shanon, B. (2001). Altered temporality. *Journal of Consciousness Studies*, 8,35-58
- [12] Smith K.U. and W. M. Smith (1962): *Perception and motion: an analysis of space-structured behavior*. Philadelphia, Saunders.
- [13] Stetson, C, X. Cui, P. R. Montague and D. M. Eagleman: Illusory temporal reversal of action and effect reveals neural conflict response. Submitted to *Neuron*.
- [14] Varela, F. J. (1999). The specious present: A neurophenomenology of time consciousness. In Petitot, J., Varela, F. J., Pachoud, B., & Roy, J.-M. (Eds.), *Naturalizing phenomenology*, pp. 266-314. Stanford, CA: Stanford University Press.