



HAL
open science

Rôles fonctionnels de la variance et de l'invariance dans les processus de rétention et de reconstruction

Marie-Dominique Giraudo

► **To cite this version:**

Marie-Dominique Giraudo. Rôles fonctionnels de la variance et de l'invariance dans les processus de rétention et de reconstruction. 2005. hal-00003817

HAL Id: hal-00003817

<https://hal.science/hal-00003817>

Preprint submitted on 20 Jan 2005

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.

Invariants et invariabilité

Rôles fonctionnels de la variance et de l'invariance dans les processus de rétention et de reconstruction

Responsable scientifique : Marie-Dominique GIRAUDO

Marie-Dominique GIRAUDO

UPRES EA 3294 (Université de la Méditerranée)

« Sport et Adaptation »

Faculté des Sciences du Sport

163 Avenue de Luminy

CP 910, 13288 Marseille Cedex 9

Tél. : 04 91 17 22 64

Équipes partenaires

- UMR 6152 « Mouvement et Perception » (Université de la Méditerranée)
- UMSR 2164 « Aérodynamique et Biomécanique du Mouvement » (Aix-Marseille II)
- UPRES « Sport, Performance, Santé » (Université Montpellier I)
- UMR 7503 « Équipe Cortex » (Université Nancy II)

Rappel des enjeux et objectifs

L'articulation entre la variabilité constatée lors d'observations répétées d'un même phénomène et l'invariance censée exister en arrière plan pose de redoutables problèmes théoriques, épistémologiques et méthodologiques tant ces deux notions peuvent être considérées, a priori, comme antinomiques.

Cependant, il apparaît de plus en plus évident, tant à la lumière des développements théoriques récents (systèmes dynamiques) qu'à partir des multiples travaux empiriques, que les organismes vivants sont simultanément des « machines » à produire de l'équivalence et des « machines » à produire de la variabilité. Il devient ainsi difficile de continuer à considérer ces deux notions comme antagonistes et par conséquent exclusives l'une de l'autre.

À travers l'étude d'une part de la mémoire visuo-spatiale et en particulier de la stabilisation du souvenir (i.e., de la dynamique du processus de mémorisation), d'autre part de la mémoire motrice et en particulier de la reproductibilité du geste, nous souhaitons vérifier l'hypothèse selon laquelle invariants et variabilité, chacun à des échelles temporelles différentes constituent les dimensions pertinentes de l'interaction permanente de l'organisme avec son milieu. En d'autres termes, il s'agit d'identifier le niveau et la nature de la coopération entre invariants et variabilité et son évolution au cours du temps.

En outre, en abordant l'étude de l'invariance et de la variabilité dans le domaine de la mémoire visuo-spatiale et dans le domaine du comportement moteur à l'aide de protocoles expérimentaux comparables, on pourra non seulement rapprocher ces domaines traités jusqu'à maintenant comme totalement séparés, mais aussi développer des modèles et des méthodes d'analyse communs.

Rappel du calendrier des travaux

- Développement informatique : 3 mois (octobre 2001-décembre 2001)
- Passation de la première série d'expériences. Traitement et exploitation des données : 9 mois (janvier 2002-octobre 2002)
- Développement informatique : 3 mois (novembre 2002-janvier 2003)
- Passation de la seconde série d'expériences. Traitement et exploitation des données : 9 mois (février 2003-novembre 2003)

État d'avancement à mi-parcours (septembre 2002)

Plusieurs expériences ont été conduites, d'une part dans le domaine du comportement moteur, d'autre part dans le domaine de la mémoire visuo-spatiale. Dans une première série d'expériences, la stabilité du patron moteur, produit dans le cadre d'une tâche de pointage de précision à difficulté variable, a été étudiée. Dans des études antérieures nous avons déjà mis en évidence une structure dynamique sous-jacente unique (Mottet & Bootsma, 1999 ; Zaal et al., 1999), expliquant simultanément les variations de durée de l'action et les variations de la cinématique du geste observées lors de la manipulation de la précision requise. Dans le cadre du présent projet, les participants devaient effectuer des mouvements de pointage (de façon cyclique, entre deux cibles) dirigés vers des cibles petites (Indice de Difficulté ID = 6), moyennes (ID = 5) et grandes (ID = 4). Pendant l'exécution, la taille de la cible pouvait changer de façon inattendue, permettant d'étudier la manière dont le système se stabilise sur un niveau de précision requise. Le dépouillement des données est actuellement en cours, mais nous pouvons d'ores et déjà confirmer les points suivants.

Confrontés à un changement de taille de cible à viser, les participants passent d'un patron cinématique à un autre, les deux patrons relevant d'une paramétrisation différente de la même structure dynamique sous-jacente. Ainsi, le changement de taille des cibles — et donc de la précision de geste requise — amène à une re-paramétrisation de la dynamique. Cette re-paramétrisation de la dynamique se fait de façon assez rapide (pendant les deux premiers pointages suivant le changement), si la précision requise augmente. En revanche, lorsque la précision requise diminue, on observe une relaxation lente (au moins cinq pointages) d'une situation à l'autre. Il est intéressant de noter que la variabilité du geste est plus grande pour la forme cinématique la plus simple (mouvement harmonique), que l'on observe lorsque les sujets sont confrontés à des indices de difficulté basse. Pour des indices de difficulté élevée, la forme cinématique révèle des non-linéarités dynamiques importantes, donnant lieu à des gestes moins variables. Cette observation au niveau de la variabilité globale est confirmée au niveau de la reproductibilité de la trajectoire cinématique, mesurée à travers l'entropie approximative (Pincus, 1994). Ainsi, l'évolution de la forme cinématique produite et l'évolution de la variabilité associée montrent des parcours différents mais liés.

L'analyse de la dynamique du processus de mémorisation a été abordée dans une première série de 2 expériences en étudiant des patrons visuo-spatiaux dont les éléments sont présentés séquentiellement. Dans une deuxième série d'expériences, le patron visuo-spatial est composé d'éléments présentés simultanément mais les patrons diffèrent selon leur niveau de complexité (7, 12, ou 17 éléments composent le patron).

Lors des deux premières expériences une série de 8 points lumineux se succédant de la gauche vers la droite était présentée aux sujets à vingt reprises. Les intervalles de distance et de temps entre deux flashes étaient soit proportionnels (les différentes distances sont parcourues à vitesse constante), soit non proportionnels (certaines distances étant parcourue plus rapidement ou plus lentement). La tâche des sujets consistait à partir des 20 présentations successives à mémoriser le patron et ensuite à le reproduire 60 fois le plus précisément possible. Les sujets de la première expérience devaient reproduire à l'aide de la souris la séquence spatiale (les positions où apparaissent les points lumineux), alors que les sujets de la seconde expérience devaient reproduire à l'aide d'un bouton poussoir la séquence temporelle (le moment d'apparition des points lumineux).

Les résultats confirment ceux précédemment obtenus par Giraud et Pailhous (1999) en montrant que le processus portant sur l'exactitude de l'image et celui portant sur la variabilité de l'image sont indépendants. En outre, on retrouve également un seuil maximal de résolution de l'image qui s'avère équivalent que les sujets soient confrontés à des patrons proportionnels ou non proportionnels, à la reproduction de séquence spatiale ou de séquence temporelle. Enfin, il est intéressant de noter que la variabilité du souvenir est plus lente à se stabiliser pour les patrons apparemment les plus simples.

Dans la deuxième série d'expériences, des patrons composés de 7, 12, ou 17 éléments étaient présentés aux sujets pendant 5 secondes. La tâche du sujet consistait à mémoriser le patron puis à le reproduire le plus précisément possible. La tâche a été répétée 20 fois, la reproduction du patron s'effectuant entre chaque présentation. À partir du 21^e essai, les sujets devaient reproduire le patron encore 20 fois (jusqu'au 40^e essai) mais sans nouvelle présentation.

Les résultats, actuellement en cours de dépouillement, permettent toutefois de confirmer dès maintenant que quel que soit le niveau de complexité (7, 12 ou 17 éléments) la dynamique de l'exactitude et celle de la variabilité évoluent de manière globalement similaire et toujours indépendamment l'une de l'autre. En revanche on constate que le seuil de résolution de l'image est significativement plus élevé pour un patron à 7 éléments que pour un patron à 12 éléments ou à 17 éléments alors que la quantité d'information à traiter est plus faible (33 degrés de liberté pour une configuration à 17 éléments, 23 pour une configuration à 12 éléments, et 13 pour une configuration à 7 éléments). L'un des objectifs majeurs des traitements en cours est donc d'identifier, à l'état stable, le nombre de degrés de liberté simultanément gérés pour chacun des patrons.

Programme de travail prévu pour l'année 2003

La série d'expériences faisant varier la taille des cibles à atteindre sera complétée par une série d'expériences faisant varier la distance séparant les cibles. Ainsi, nous disposerons des effets des deux facteurs impliqués dans le conflit vitesse-précision (Woodworth, 1899 ; Fitts, 1954).

Sachant que le temps nécessaire pour effectuer un geste varie avec la précision spatiale requise, les séries temporelles des déplacements de l'effecteur obtenus dans ce cadre peuvent être comparées avec les séries temporelles obtenues lorsqu'on impose un rythme de mouvement sans contraindre la préci-

sion spatiale. Dans le premier cas on aura donc fixé la variabilité spatiale et laissé libre le temps d'exécution du geste, tandis que dans le second cas on aura fixé la durée du geste en laissant libre la variabilité spatiale. L'analyse portera sur la pertinence, pour les deux cas, de l'invariant dynamique identifiée par Mottet et Bootsma (1999), ainsi que sur la structure de la variabilité (spatio-temporelle) produite.

La série d'expériences portant sur des patrons séquentiels sera complétée par une nouvelle série d'expériences portant essentiellement sur l'analyse de la phase de relaxation. Ainsi, nous disposerons des informations permettant de comprendre comment les éléments se coordonnent au cours du temps les uns par rapport aux autres et d'approcher par conséquent plus

finement le processus de structuration de l'image en mémoire (i.e., la diminution de la variabilité par réduction du nombre de degrés de liberté du système).

Une deuxième série d'expériences portant toujours sur des patrons variant suivant leur niveau de complexité est projetée. Cependant, il s'agira principalement d'étudier le seuil de résolution de l'image avec des patrons dans lesquels aura été introduit un ordre structuré préalable versus des patrons non préalablement structurés. Dans les deux cas, l'analyse aura pour but d'identifier la présence d'un invariant dynamique comme déterminant de la consolidation du souvenir et le rôle de la variabilité comme dimension intrinsèque du système mnésique.

Publications issues du projet

- Mottet, D., & Bootsma, R.J. (2001). The dynamics of rhythmical aiming in 2D task space : Relations between geometry and kinematics under examination. *Human Movement Science*, 20, 213-241.
- Mottet, D., Guiard, Y., Ferrand, T., & Bootsma, R.J. (2001). Two-handed performance of a rhythmical Fitts' task by individuals and dyads. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 27, 1275-1286.
- Bootsma, R.J., Boulard, M., Fernandez, L. & Mottet, D. (sous presse). Informational constraints in human precision aiming. *Neuroscience Letters*.
- Sarrazin, J.-C., Giraudo, M.D., & Pailhous, J. (2001). Dynamics space and time dimensions in the memorizing process. In G. Burton and R. Schmidt (Eds.). *Studies in Perception and Action VI* (pp. 209-212). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Sarrazin, J.-C., Pailhous, J., & Giraudo, M.D. (en révision). Tau and Kappa effects revisited : dynamics of balancing space and time in memory. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*
- Sarrazin, J.-C., Giraudo, M. D. & Pittinger, J.-B. (soumis). Tau and Kappa effects in physical space : From vision to audition.
- Berberian, B., Sarrazin, J.-C., & Giraudo, M.D. (en préparation). Complexity and dynamics of image memorization.

