HAL
open science

Variations méthodologiques dans une tâche de TRS : quel est l'impact sur l'apprentissage ?

Stephanie Chambaron, Dominique Ginhac, Pierre Perruchet

▶ **To cite this version:**

Stephanie Chambaron, Dominique Ginhac, Pierre Perruchet. Variations méthodologiques dans une tâche de TRS : quel est l'impact sur l'apprentissage ?. L'Année psychologique, 2008, 108 (3), pp.465-486. hal-02659106

HAL Id: hal-02659106

https://hal.inrae.fr/hal-02659106v1

Submitted on 30 May 2020

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.

Variations méthodologiques dans une tâche de Temps de Réaction Sériel : quel est l'impact sur l'apprentissage ?

Stéphanie Chambaron[1]*, Dominique Ginhac[2] et Pierre Perruchet[3]
[1] *Séminaire de Recherche en Sciences Cognitives – Université Libre de Bruxelles*
[2] *Laboratoire Electronique Informatique Image – UMR CNRS 5158 – Université de Bourgogne*
[3] *Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement – UMR CNRS 5022 – Université de Bourgogne*

RÉSUMÉ

Dans une étude antérieure (Chambaron, Ginhac, Ferrel-Chapus & Perruchet, 2006), nous avons montré qu'il était difficile, voire impossible, de repérer et d'apprendre implicitement une régularité présente dans une tâche de poursuite continue. De tels résultats viennent contraster avec l'apparente facilité selon laquelle il est possible d'obtenir un apprentissage dans des tâches de TRS. Comment expliquer cette différence ? L'apprentissage en TRS est-il étroitement lié au matériel expérimental utilisé ? Afin de répondre à ces questions, nous avons modifié une tâche de TRS classique afin de la rendre la plus similaire possible à une tâche de poursuite continue, dans le but de voir quel était l'impact de ces modifications sur l'apprentissage : séquence répétée mêlée entre deux séquences aléatoires, utilisation d'une souris, ajout d'une contrainte de précision, déplacement autonome et « continu » de la cible. Les résultats indiquent que l'apprentissage continue à se manifester malgré les importantes variations méthodologiques introduites. In fine, l'ensemble de ces expériences apporte des éléments nouveaux en termes de procédure et de méthodologie à utiliser dans des tâches d'apprentissage implicite, et ouvre la voie vers de nouvelles recherches.

Is Learning in SRT Tasks Robust Across Methodological Variations?

ABSTRACT

In a previous study, we have shown (Chambaron, Ginhac, Ferrel-Chapus & Perruchet, 2006) that it was very difficult to draw benefit from a repetition in a continuous tracking task. Such results contrast with the apparent facility according to which it is possible to

* Correspondance Stéphanie Chambaron, Séminaire de Recherche en Sciences Cognitives, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. FD Roosevelt (CP 191), 1050 Bruxelles, Belgique. E-mail : schambar@ulb.ac.be

obtain such learning in SRT tasks. How can this discrepancy be explained? Is Learning in SRT tasks dependent of specific design used? We have modified a traditional SRT task in order to make this discrete task as similar as possible to a continuous task: 1) by mixing a repeated sequence between random sequences, 2) by using a computer mouse, 3) by adding a precision constraint, and 4) by making the displacement of the target autonomous and continuous. The goal was to investigate whether the implicit learning continued to appear with such modifications. The results show that implicit learning remains despite this major procedural variations. Our experiments represent a contribution of new procedures and open to a large array of future manipulations.

INTRODUCTION

La tâche de Temps de Réaction Sériel (TRS) est une tâche massivement utilisée dans les recherches portant sur l'apprentissage implicite. D'après Cleeremans (1993), ce paradigme présente l'avantage d'offrir des conditions d'apprentissage réellement incidentes. En effet, dans cette situation, les sujets ne sont jamais informés de la présence de régularités dans la tâche qu'ils doivent réaliser, donc rien ne les incite à tenter de découvrir des régularités dans le matériel. Autrement dit, aucune connaissance relative à la structure de la séquence n'est nécessaire pour effectuer la tâche. Un autre avantage concerne la fiabilité des mesures obtenues avec les tâches de TRS. Dans ce type de tâches, les mesures recueillies sont bien plus fiables que celles obtenues avec d'autres paradigmes d'apprentissage implicite, comme par exemple avec les tâches de grammaire artificielle (Salthouse, McGuthry & Hambrick, 1999). Cet aspect de fiabilité des mesures est évidemment crucial, et il fait des tâches de TRS, des tâches tout à fait appropriées pour étudier la préservation des capacités d'apprentissage implicite chez les personnes âgées (Curran, 1997 ; Howard & Howard, 1989) et/ou pour étudier les capacités de patients atteints de troubles neurologiques (Smith, Siegert, McDowall, & Abernethy, 2001; Zilmer & Spiers, 2001).

Cependant, bien que cette tâche de TRS présente de grandes qualités intrinsèques, elle comporte néanmoins certaines imperfections potentielles. Par conséquent, il est légitime de s'interroger sur la généralisation et sur la robustesse des conclusions tirées à partir de cette tâche. En effet, la tâche de TRS n'a pas reçu de modifications méthodologiques majeures depuis sa création par Nissen et Bullemer, en 1987. La version initiale de la tâche se présente de la façon suivante : une cible apparaît dans une des quatre positions possibles alignées horizontalement sur un écran d'ordinateur. La tâche des sujets consiste à appuyer le plus rapidement possible

sur la touche d'un clavier correspondant spatialement à la position de la cible sur l'écran, afin de faire disparaître cette cible. La cible suivante apparaît après un court intervalle (200 ms par exemple) et son apparition / disparition dépend de la réponse du sujet. Sans que les participants ne le sachent, la séquence d'événements présentés n'est pas aléatoire. Il s'agit d'une même séquence (généralement de 12 éléments) qui est continuellement cyclée. À l'issue de cette phase d'apprentissage, les sujets sont interrogés afin d'évaluer leurs connaissances explicites concernant les régularités présentes dans la séquence répétée.

Il existe, dans la littérature, certaines études ayant exploré des variantes du paradigme original de TRS et, qui ont montré que l'apprentissage de la séquence pouvait s'observer dans des conditions bien différentes de celles du paradigme de Nissen et Bullemer (1987). En effet, Stadler (1995) a introduit une tâche secondaire afin de voir quel était l'impact sur l'apprentissage implicite. Westwater, McDowall, Siegert, Mossman, et Abernethy (1998) ont utilisé une version verbale de la tâche de TRS (« verbal SRT task ») auprès de patients souffrant de la maladie de Parkinson. Ainsi, ils ont pu « éliminer » la composante motrice présente dans la tâche de TRS. D'autres auteurs (Albouy, Ruby, Phillips, Luxen, Peigneux, & Maquet, 2006) ont réalisé une tâche de TRS oculomotrice (« SORT »). Plus récemment, Goshke et Bolte (2007) ont utilisé une « serial naming task », c'est-à-dire une tâche de TRS dans laquelle les stimuli composant les séquences étaient des mots. Toutefois, après une revue de littérature, fort est de constater que les variations apportées à la tâche de TRS originale restent relativement limitées.

Néanmoins, la plupart des études concernant les tâches de TRS a essentiellement visé à améliorer les contrôles méthodologiques de l'étude initiale. En effet, dans leur tâche, Nissen et Bullemer comparaient les performances obtenues sur la séquence répétée aux performances obtenues sur des essais de séquences aléatoires. Seulement, en procédant ainsi, il n'est pas possible de savoir précisément ce que les sujets apprennent de la séquence répétée. C'est pourquoi, dans des études plus récentes (Destrebecqz & Cleeremans, 2003; Shanks, 2003), un « bloc de transfert » a été inséré après un certain nombre de blocs d'entraînement. Dans ce bloc de transfert, la séquence répétée est en fait remplacée par une autre séquence (séquence dont la nature a été parfaitement contrôlée). Si les temps de réaction sont plus longs sur la séquence de transfert que sur les séquences d'entraînement adjacentes, alors il possible d'inférer que les participants ont appris les caractéristiques sur lesquelles diffèrent les séquences d'entraînement et de transfert.

Traditionnellement, les tâches de TRS utilisent des séquences déterministes dans lesquelles une même séquence de stimuli est continuellement cyclée durant la phase d'entrainement. La principale limitation au fait d'utiliser une séquence fixe d'événements dans une tâche de TRS est que les participants ont tendance à apprendre explicitement des parties de celle-ci (Perruchet & Amorim, 1992; Cleeremans & Jimenez, 1998). Par conséquent, certains auteurs (Cleeremans & McClelland, 1991 ; Schvaneveldt &Gomez, 1998) ont utilisé des séquences probabilistes qui présentent l'avantage de rendre plus difficile la détection consciente de la structure de la séquence. Par exemple, dans la séquence répétée, les transitions 1-4 sont suivies par un stimulus à la position 3 avec une probabilité de 0.90, ou par un stimuli à la position 2 avec une probabilité de 0.10. Les résultats de ces études indiquent que les participants sont capables d'apprendre la structure probabiliste des séquences, ce qui se traduit par des temps de réaction plus rapides sur les transitions hautement probables de cette séquence.

Une de nos précédentes études (Chambaron et al., 2006) met en évidence qu'il est difficile, voire impossible, de tirer bénéfice de la structure de la répétition dans une tâche de poursuite continue. Nos tâches de poursuite continue sont directement basées sur celles utilisées par Wulf et collaborateurs (Wulf & Schmidt, 1997 ; Shea, Wulf et al., 2001) Dans notre tâche de poursuite continue (tâche de « tracking »), les sujets avaient pour consigne de poursuivre, au moyen d'une souris, un cercle bleu (la cible) qui se déplaçait horizontalement sur un écran d'ordinateur. Leur tâche consistait à placer le pointeur de souris le plus précisément possible à l'intérieur de la cible en déplacement. Chaque essai était divisé en trois segments (S_1, S_2 et S_3), avec le segment du milieu (S_2) qui était répété durant toute la session, tandis que le premier (S_1) et le troisième (S_3) segment étaient générés aléatoirement. Bien évidemment, les sujets n'étaient nullement informés de la présence d'une régularité dans le déplacement de la cible. Les résultats de cette étude révèlent que les participants ne sont pas capables de repérer et d'apprendre implicitement le segment répété. De tels résultats viennent constraster avec ceux des recherches utilisant une tâche de TRS dans lesquelles l'apprentissage se manifeste de manière robuste. Partant de cette constatation, nous nous posons les questions suivantes : Comment expliquer cette divergence entre les résultats issus des tâches de poursuite continue et ceux issus des tâches de TRS ? N'est-il pas possible de penser que les conclusions tirées à partir des tâches de TRS sont en fait étroitement liées au matériel expérimental spécifique utilisé dans celles-ci ? En effet, il existe de nombreuses différences entre les tâches discrètes (*i.e* les tâches de TRS) et les tâches de

poursuite continue, et certaines de ces différences pourraient sans doute expliquer qu'il y ait un apprentissage dans un type de situation et pas dans l'autre.

L'objectif de cet article est double. D'une part, l'ensemble des expériences présentées dans cet article a pour but d'introduire des variations méthodologiques dans la procédure utilisée classiquement dans une tâche de TRS afin de délimiter les conditions qui permettent l'obtention d'un apprentissage. D'autre part, ces variations visent à rendre cette tâche la plus similaire possible à une tâche de poursuite continue, afin d'expliquer la divergence de résultats existant entre ces deux tâches. Dans l'Expérience 1, la séquence répétée est entourée par deux séquences aléatoires de longueur identique, afin de rendre la détection de la régularité moins saillante. Dans l'Expérience 2, les participants réalisent la tâche de TRS avec une souris au lieu de la faire au clavier, ceci dans le but de casser la correspondance stimulus-réponse qui existe habituellement avec un clavier. Dans l'Expérience 3, nous avons introduit une contrainte de précision dans la tâche de TRS, en utilisant une cible de petite taille. Enfin, dans l'Expérience 4, nous avons modifié la tâche classique de TRS afin que la cible se déplace de manière « autonome ». De plus, nous avons augmenté le nombre possible d'apparitions de la cible sur l'écran. Ces différentes variations méthodologiques ont pour but de rendre la tâche de TRS la plus similaire possible à une tâche de poursuite continue, afin de voir quel est l'impact sur l'apprentissage. Toutefois, le « matching » réalisé entre les tâches de TRS « modifiées » et la tâche de poursuite continue n'est pas parfait. Il subsiste encore des différences entre les deux tâches, et en particulier des différences concernant la nature des séquences/segments de stimuli utilisés. Dans le cas des tâches continues, la cible peut apparaître dans une infinité de positions possibles alors que dans les tâches de TRS, le nombre de positions possible est fortement limité.

EXPÉRIENCE 1

Généralement, les séquences employées dans les tâches de TRS ne comportent pas d'aléatoire. En effet, la séquence répétée est continuellement cyclée sur elle-même. Cependant, les études rapportées par Curran (1997), par Meulemans, Van der Linden & Perruchet (1998) ou par Stadler (1993) font exception. En effet dans ces études là, des essais aléatoires sont mêlés à la séquence répétée à l'intérieur de chaque bloc

d'apprentissage. Toutefois, la quantité d'essais aléatoires n'excède pas la quantité d'essais répétés. *A contrario*, si l'on examine la construction des séquences de la tâche de tracking utilisées par Pew (1974), par Wulf & Schmidt (1997) ou par Shea et al. (2001), on s'aperçoit que dans ces études, le segment répété est entouré par deux segments aléatoires. Dans ces tâches de poursuite continue, la quantité « d'aléatoire » est donc plus importante que la quantité de « répété » (2/3 – 1/3). Dans cette première expérience, nous avons réalisé une tâche de TRS dans laquelle chaque séquence répétée est entourée par deux séquences aléatoires de longueur identique, comme c'est le cas dans les études de poursuite continue.

Méthode

Participants. Dix-sept étudiants de Psychologie (15 filles et 2 garçons) de l'Université de Bourgogne ont participé à cette étude. Aucun d'entre eux n'avait d'expérience antérieure avec la tâche. Tous avaient une vision normale ou parfaitement corrigée.

Matériel et Stimuli. La présentation des stimuli et l'enregistrement des temps de réaction (TRs) sont implémentés sur un ordinateur de type PC équipé d'un écran de « 14 pouces » avec une résolution de 1024 × 768 pixels. Quatre carrés de 5 cm de côté (équivalents à 200 pixels de côté) indiquent la position potentielle d'un stimulus sur l'écran. Ces quatre carrés sont positionnés horizontalement au milieu de l'écran d'ordinateur et restent affichés tout au long de l'expérience. La cible (un rond bleu de 2.5 cm soit 100 pixels de diamètre) peut apparaître au milieu de chaque carré.

Procédure. Les sujets sont assis face à l'écran, à une distance approximative de 65 cm. Ils ont pour consigne de répondre aussi vite et aussi précisément que possible à l'apparition de la cible dans une des quatre positions possibles à l'écran. Pour ce faire, ils doivent appuyer avec l'index et le majeur de chaque main sur la touche du clavier qui correspond spatialement à la position de la cible dans un des quatre carrés présents sur l'écran. Il s'agit respectivement des touches « W », « C », « B » ou « , » sur un clavier de type AZERTY.

L'expérience comporte 8 blocs d'entraînement séparés par une pause auto contrôlée par les sujets. Chaque bloc comprend sept séries de 36 essais. Chaque série débute par une séquence de 12 essais aléatoires, suivie par une séquence de 12 essais répétés et se termine par une nouvelle séquence de 12 essais aléatoires. À chaque essai, la cible est effacée immédiatement après que le sujet a appuyé sur la touche correcte. Une nouvelle cible apparaît après un intervalle inter stimuli de 200 ms. Si les participants font une erreur, la cible reste affichée à l'écran jusqu'à ce qu'ils appuient sur la bonne touche du clavier.

Chaque séquence de 12 essais, qu'il s'agisse d'une séquence répétée ou aléatoire, respecte les critères suivants : (1) deux essais consécutifs ne peuvent jamais apparaître à la même position, (2) chaque position (par exemple 1, 2, 3, 4) se produit trois fois dans chaque séquence de 12 essais. En outre, il n'y a aucune répétition à la jonction entre les séquences, de manière à ce qu'aucun indice

saillant n'indique le changement qui se produit lorsque l'on passe d'une séquence aléatoire à une séquence répétée, et vice versa. Différentes séquences aléatoires sont générées automatiquement par un programme informatique, pour chaque bloc et pour chaque sujet. Une séquence répétée différente est choisie au hasard pour chaque sujet afin d'éliminer tout biais potentiel, en particulier pour éviter d'avoir une séquence répétée ayant des caractéristiques spécifiques favorisant son apprentissage (comme par exemple des répétitions de type 1-2-3-4). La durée totale de l'expérience est d'environ 30 minutes.

Résultats

La Figure 1 illustre l'évolution du temps de réaction (TR) au fil des blocs, permettant ainsi de comparer les performances obtenues sur la séquence répétée (en trait plein sur la figure) par rapport à celles obtenues sur les séquences aléatoires (en pointillés sur la figure).

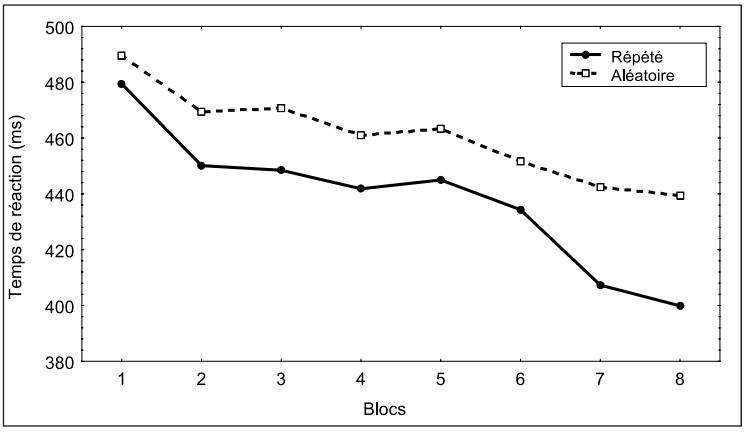

Figure 1. Évolution du temps de réaction (TR en ms) au fil des blocs de pratique pour les séquences répétées et aléatoires.

Figure 1. Evolution of Reaction Time (ms) across Training Blocks for repeated and random sequences.

La proportion moyenne d'erreurs étant très faible (0.11 %), cela rend toute analyse statistique sur les erreurs non pertinente. La moyenne des temps de réaction (TRs) pour les réponses correctes a été calculée séparément pour les séquences répétées et aléatoires de chaque bloc. Une analyse de variance (ANOVA) est réalisée avec les variables Blocs (8) et Type de séquence (répétée *vs* aléatoire) comme facteurs intra sujets.

L'analyse statistique effectuée sur ces données laisse apparaître un effet significatif des blocs ($F(7,112) = 6.78$; $p < .001$) qui indique que les temps de réaction diminuent significativement durant la phase d'entraînement. Les temps de réaction sont significativement plus courts pour la séquence répétée que pour les séquences aléatoires ($F(1,16) = 22.49$; $p < .001$). De plus, il y a une interaction significative blocs × séquences ($F(7,112) = 5.08$; $p < .001$). Comme le montre la Figure 1, cette interaction est due au fait que la différence entre séquences répétées et aléatoires augmente au fil des blocs. De plus, des comparaisons planifiées ont permis de révéler une différence significative entre les séquences répétées et aléatoires à partir du Bloc 2 ($F(1,16) = 21.63$; $p < .001$). Sur le Bloc 1, la différence entre les deux séquences est seulement marginalement significative $F(1,16) = 3.68$, $p = .07$). Ces résultats confirment le fait que, dans les tâches de TRS, l'apprentissage apparaît après une faible quantité de pratique (Perruchet & Amorim, 1992 ; Perruchet, Bigand, & Benoit-Gonin., 1997). De plus, les résultats issus de cette première expérience permettent de montrer que cet apprentissage se manifeste même lorsque la présence de la séquence répétée est fortement bruitée.

EXPÉRIENCE 2

Habituellement, les tâches de TRS sont réalisées grâce à un dispositif qui requiert l'utilisation d'un clavier. L'utilisation de ce type de matériel implique une association directe « stimulus – réponse », c'est-à-dire qu'une position à l'écran correspond à une touche du clavier, et correspond de ce fait à un mouvement spécifique. Dans ce cas, il est possible de se demander si l'apprentissage observé dans ce genre de situation n'est pas dû à la présence de cette association. Dans les tâches de poursuite continue telles que nous avons pu en réaliser (Chambaron et al., 2006), les participants utilisent une souris, ce qui n'implique donc pas ce genre de correspondance. C'est pourquoi, le fait d'utiliser une souris dans une tâche de TRS, en lieu et place d'un clavier, va nous permettre de « rompre » cette correspondance stimulus-réponse. En effet, l'intérêt d'une réponse à la souris par rapport à une réponse au clavier est qu'il n'existe plus cette association directe « position à l'écran – touche du clavier » puisque cette fois, trois mouvements sont possibles selon la position d'où vient le sujet. Par exemple, si la cible est apparue en position 2, les mouvements possibles sont en direction des positions 1, 3 ou 4. Dans

cette deuxième expérience, les participants sont répartis aléatoirement en deux groupes. Dans un premier groupe, les sujets doivent cliquer aussi vite et aussi précisément que possible sur une cible qui apparaît dans un des quatre carrés affichés sur l'écran. Dans un second groupe, les sujets doivent réaliser une tâche de TRS classique au moyen du clavier.

Excepté l'utilisation d'une souris dans un des deux groupes de participants, les séquences et la procédure générale de cette deuxième expérience sont empruntées à l'étude de Shanks (2003). Durant la phase d'entraînement (blocs 1 à11), la cible effectue toujours le même déplacement. Au bloc 12, un bloc de transfert est introduit, dans lequel la séquence régulière est remplacée par une séquence de déplacements aléatoires. Pour finir, dans les deux derniers blocs (13 et 14), la séquence d'entraînement est réintroduite.

Méthode

Participants. Vingt étudiants (15 filles et 5 garçons) inscrits en première année de Psychologie à l'Université de Bourgogne ont participé à cette expérience. Tous étaient droitiers et avaient une vision normale ou parfaitement corrigée. Aucun de ces sujets n'avait participé à la précédente expérience et ils n'étaient pas informés du but de cette expérience. Les sujets sont aléatoirement répartis en deux groupes : « groupe clavier » (n=10) et « groupe souris » (n=10).

Matériel et stimuli. Le matériel est identique à celui utilisé dans l'Expérience 1.Les séquences de stimuli utilisées dans cette expérience sont les mêmes que celles utilisées par Shanks (2003). Il s'agit des séquences d'entraînement et de test suivantes : A=1-2-1-3-4-2-3-1-4-3-2-4 et B= 4-2-4-3-1-2-3-4-1-3-2-1 dans lesquelles 1, 2, 3 et 4 représentent les positions possibles de la cible sur l'écran. Ces deux séquences sont structurellement identiques et sont reliées par la transformation 1 → 4. De plus, un contre-balancement de position et de fréquence d'apparition est effectué pour ces séquences. Chaque position (par exemple 1, 2, 3, 4) se produit trois fois dans chaque séquence de 12 essais, et chaque transition possible (par exemple 1-2, 1-3, 1-4, etc.) se produit une seule fois. Par contre, à un niveau de trois positions consécutives (ou plus), les deux séquences diffèrent. Par exemple, dans la séquence A mentionnée ci-dessus, 1-2 est toujours suivi par 1, alors que dans la séquence B, il est toujours suivi par 3. Reed & Johnson ont donné à ces séquences de trois positions le nom de SOCs (Second Order Conditionnal.). Cela renvoie au fait que, la prochaine position de la cible dans la séquence de mouvements peut être prédite à partir des deux dernières positions.

Procédure. La procédure utilisée ici est identique à celle utilisée par Shanks (2003). L'expérience est composée de 14 blocs d'entraînement de 96 essais, durant lesquels tous les participants sont exposés à une tâche de TRS standard où la cible peut apparaître dans une des quatre positions possibles sur l'écran. Durant les blocs 1 à 11, la cible se déplace selon la séquence SOC A (*i.e* 1-2-1-3-4-2-3-1-4-3-2-4). Au bloc 12 (qui est le bloc de transfert), la séquence SOC B est

utilisée (*i.e* 4-2-4-3-1-2-3-4-1-3-2-1). La séquence SOC A est réintroduite sur les deux derniers blocs 13 et 14. Un contre-balancement est effectué à l'intérieur de chaque groupe de sujets : pour la moitié des sujets, la séquence SOC A représente la phase d'entraînement et la séquence SOC B représente la phase de transfert et pour l'autre moitié des sujets, c'est l'inverse.

À chaque essai, la cible apparaît au centre d'un des quatre carrés affichés sur l'écran. Les participants ont pour consigne de réagir aussi vite et aussi précisément que possible : – en cliquant sur la cible, pour les sujets assignés au « groupe souris », – en appuyant sur la touche du clavier qui correspond spatialement à l'apparition de la cible, pour les sujets assignés au « groupe clavier ».

Chaque bloc d'essais commence avec la première position présente dans la séquence choisie, c'est-à-dire avec la position 1 pour la séquence SOC A ou avec la position 4 pour la séquence SOC B. Ensuite, la cible apparaît selon les séquences correspondantes au type de bloc. Une fois que le sujet a appuyé sur la touche du clavier qui correspond spatialement à la position de la cible sur l'écran ou qu'il a cliqué correctement sur la cible, celle-ci disparaît puis après un délai de 200 ms, le stimulus suivant apparaît. Les latences de réponse sont mesurées à partir du moment où la cible apparaît jusqu'à ce que la réponse correcte soit produite.

Résultats

La Figure 2 illustre l'évolution des temps de réaction (TRs) au fil des blocs, permettant ainsi de comparer les performances obtenues dans la condition « clavier » et « souris » selon la séquence SOC utilisée.

La variable dépendante mesurée pour les deux groupes de sujets est le temps de réaction (TR, en ms). Une analyse de variance (ANOVA) est réalisée avec les variables Groupe (clavier *vs* souris) et Séquence (SOC A *vs* SOC B) comme facteurs inter sujets et la variable Blocs (14) comme facteur intra sujets.

Premièrement, cette analyse ne révèle aucune différence entre les séquences SOC A et SOC B utilisées ($F(1,16) = .79$; ns). Un tel résultat s'explique par le fait que ces séquences sont construites de la même manière et que, par conséquent, elles sont de difficulté identique. Deuxièmement, le facteur Groupe approche quant à lui le niveau conventionnel de significativité ($F(1,16) = 3.53$; $p = .073$). Les temps de réaction sont plus courts pour le « groupe clavier » comparativement au « groupe souris ». Cette différence peut s'expliquer, de manière triviale, par le fait que les sujets assignés au « groupe souris » doivent, dans un premier temps, déplacer la souris afin d'atteindre la cible puis cliquer sur celle-ci, ce qui leur prend plus de temps qu'un simple appui sur une touche de clavier. Troisièmement, un effet significatif des Blocs est obtenu ($F(13,208) = 16.38$, $p < .001$) : les TRs diminuent tout au long de la phase d'entraînement (Bloc 1-11), ils atteignent les valeurs les plus hautes

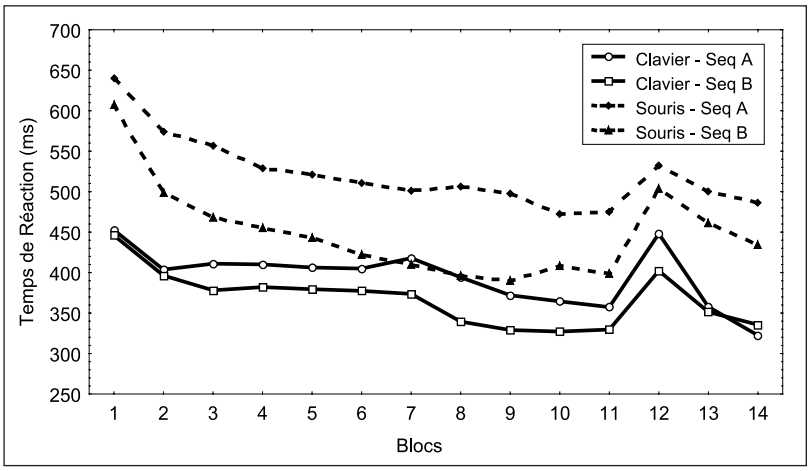

Figure 2. Evolution du temps de réaction (TR en ms) au fil des blocs de pratique et du bloc de transfert selon le périphérique (clavier / souris) et la séquence (SOC A / SOC B).

Figure 2. Evolution of Reaction Time (ms) across Training Blocks and Test Block for input devices (keyboard / mouse) and different sequences (SOC A / SOC B)

durant la phase de transfert (Bloc12), enfin, ils diminuent à nouveau sur les deux derniers blocs (Blocs 13 et 14) comme c'était le cas dans la phase d'entraînement. Il est important de remarquer que les performances suivent une évolution parallèle entre les deux groupes et pour les deux séquences (cf. Figure 2). En outre, on peut noter qu'aucune interaction n'est significative, excepté l'interaction Groupe × Blocs ($F(13,208) = 2.19$, $p < .011$). Cet effet pourrait refléter une différence d'apprentissage entre les deux groupes. Toutefois, une telle interprétation ne tient pas lorsque l'on fait des analyses plus approfondies. En effet, ce résultat est principalement dû au fait que les participants du « groupe souris » apprennent plus rapidement que les autres durant les premiers blocs de pratique. Mais par la suite, les performances des deux groupes suivent la même évolution, et ce même durant la phase de transfert.

De plus, nous avons moyenné les temps de réaction sur les Blocs 10, 11, 13 et 14 et nous avons réalisé une ANOVA sur le Groupe (clavier *vs* souris) comme variable inter sujets et sur les Blocs (Bloc 12 *vs* moyenne des Blocs 10, 11, 13, 14) comme variable intra sujets. Cette analyse indique que la variable Groupe approche du seuil de significativité ($F(1, 18) = 4.40$, $p < .051$). Les temps de réaction sont plus élevés pour les

sujets du « groupe souris », pour les mêmes raisons déjà décrites dans l'ANOVA précédente. D'autre part, l'analyse révèle un effet principal des Blocs ($F(1,18) = 40.75$, $p < .001$). Les temps de réaction sont significativement plus importants durant la phase de transfert (Bloc 12), ce qui atteste bien que les sujets ont acquis des connaissances sur la structure de la séquence d'entraînement. De plus, les performances des deux groupes de participants s'améliorent de manière tout à fait identique, comme l'indique l'absence d'interaction Groupe × Blocs ($F(1,18) = 0.64$, ns).

Au final, les participants apprennent les régularités présentes dans la séquence de la même manière quand ils utilisent un clavier et une souris. Par conséquent, le périphérique ne semble pas avoir d'influence sur l'apprentissage dans une tâche de TRS.

EXPÉRIENCE 3

Au-delà de la mise en évidence d'une « équivalence » entre le clavier et la souris (Expérience 2) lors de la réalisation d'une tâche de TRS, l'utilisation de la souris va nous permettre de manipuler d'autres variables que nous n'aurions pas pu manipuler en utilisant un clavier. C'est pourquoi, cette troisième expérience ainsi que l'expérience suivante seront réalisées au moyen d'une souris.

Une autre différence que nous allons examiner entre les tâches de poursuite continue et les tâches discrètes de TRS concerne la précision. En effet, dans les tâches de poursuite continue réalisées antérieurement, les sujets doivent positionner très précisément le pointeur de souris à l'intérieur d'une cible qui se déplace constamment, tandis que dans une tâche de TRS classique, l'accent est surtout mis sur la rapidité de réponse des sujets. Par conséquent, nous avons décidé d'introduire une contrainte de précision dans une tâche de TRS standard, en utilisant une cible de petite taille (dix fois plus petite que celle utilisée dans l'expérience précédente). Les sujets ont pour consigne de cliquer sur cette petite cible lorsqu'elle apparaît dans une des quatre positions possibles affichées sur l'écran.

Méthode

Participants. Vingt étudiants de Psychologie de l'Université de Bourgogne (17 filles et 3 garçons) ont participé à cette expérience. Il s'agit de sujets différents

de ceux qui ont participé aux expériences précédentes mais qui ont des caractéristiques similaires : sujets droitiers ayant une vision normale ou parfaitement corrigée.

Matériel, Stimuli et Procédure. Le matériel, les stimuli et la procédure sont identiques à ceux utilisés dans l'expérience précédente. Seulement, dans cette expérience, la cible est un rond bleu de 0.25 cm de diamètre (soit 10 pixels) au lieu de 2.5 cm (soit 100 pixels). Compte tenu de l'équivalence entre les séquences SOC A et SOC B que nous avons démontrée dans l'expérience 2, nous n'avons fait passer cette expérience que sur une seule séquence SOC (SOC A, en l'occurrence).

Résultats

Une première ANOVA est réalisée avec les Blocs (14) comme facteur à mesures répétées. Un effet significatif des Blocs ressort : ($F(13,247) = 16.24$, $p < .001$). Les TRs diminuent tout au long de la phase d'entraînement (Bloc 1-11), puis augmentent brutalement durant la phase de transfert (Bloc12), avant de chuter sur les deux derniers blocs (Blocs 13 et 14). Il s'agit du même pattern d'évolution que celui observé dans l'expérience précédente. La Figure 3 illustre l'évolution des Temps de Réaction (TRs) au fil des blocs d'entraînement et de transfert.

Figure 3. Évolution du Temps de Réaction (ms) au fil des blocs de pratique et du bloc de transfert.

Figure 3. Evolution of Reaction Time (ms) across Training Blocks and Transfer Block

Afin d'évaluer l'apprentissage implicite, nous avons calculé la moyenne des temps de réaction des blocs 10, 11, 13 et 14, et nous avons réalisé une seconde ANOVA avec les Blocs (Bloc 12 *vs* moyenne des Blocs 10, 11,

13 et 14) comme variable intra sujets. L'effet principal des Blocs ($F(1,19) = 15.65$, $p < .001$) indique qu'il existe une différence significative de performance entre le bloc de transfert et les autres. Ce résultat fait écho à celui obtenu dans l'expérience précédente. Il confirme que les sujets apprennent les régularités présentes dans le déplacement de la cible. Enfin, il nous a semblé utile de comparer les résultats obtenus ici dans le cas de l'utilisation d'une cible de petite taille avec ceux obtenus dans l'expérience précédente avec une cible de taille 10 fois plus importante. Cette comparaison permet de mesurer l'influence de la taille de la cible sur l'apprentissage. Une analyse de variance a été réalisée avec les variables Cible (petite *vs* grande) comme facteur inter sujets et la variable Blocs (14) comme facteur intra sujets. Premièrement, un effet significatif des blocs est obtenu ($F(13,364) = 18.45$, $p < .001$), ce qui indique que les temps de réaction diminuent durant la phase d'entraînement. Deuxièmement, il ressort un effet significatif de la cible ($F(1,28) = 118.65$; $p < .001$). Les temps de réaction sont largement supérieurs dans le cas des cibles de petite taille du fait de la contrainte de précision imposée. Enfin, aucun effet de l'interaction Cible × Blocs n'apparaît ($F(13,364) = 1.26$; ns) en raison d'une évolution parallèle des 2 courbes. Ce résultat est très intéressant car il montre que l'apprentissage de la séquence est indépendant de la taille de la cible.

Au final, le fait d'introduire une cible de petite taille rajoute uniquement une forte contrainte de précision entraînant une augmentation significative du temps de réaction mais n'altère en rien la présence d'un apprentissage implicite.

EXPÉRIENCE 4

Dans les tâches classiques de TRS, le déplacement de la cible est dépendant du temps de latence de réponse des sujets. Au contraire, dans les tâches continues, la cible se déplace indépendamment du comportement du sujet. C'est pourquoi, nous avons modifié une tâche standard de TRS afin que la cible se déplace de manière « autonome ». Désormais, la cible apparaît sur l'écran pendant un temps prédéfini, puis disparaît pour apparaître à une nouvelle position, et ceci, indépendamment du comportement du sujet. À présent, les participants doivent positionner le pointeur de souris, le plus rapidement possible, sur la cible dès que celle-ci apparaît et y rester jusqu'à sa disparition. De plus, dans la plupart des

tâches de TRS, la cible ne se déplace que sur quatre positions possibles (ou six positions, voir Jimenez, Mendez, Cleeremans, 1996). Dans cette expérience, nous avons augmenté le nombre de positions possibles dans lesquelles la cible peut apparaître : la cible va pouvoir se déplacer sur 8 positions au lieu de 4. En plus, aucun carré indiquant le lieu d'apparition de la cible n'est affiché sur l'écran. Ainsi, les sujets sont incapables de visualiser précisément à quel endroit peut apparaître la cible. Ils ne savent pas avec exactitude combien il existe de positions potentielles d'apparition. En procédant ainsi, nous rendons la tâche de TRS la plus semblable possible à une tâche de poursuite continue. Il s'agit maintenant de savoir si l'apprentissage implicite va se produire dans une situation de TRS où le déplacement de la cible est devenu plus « continu ».

Méthode

Participants. Vingt étudiants inscrits en première année de Psychologie (16 filles et 4 garçons) ont été volontaires pour participer à cette expérience. Ils n'en connaissent pas le but et n'ont pas participé aux études précédentes. Tous ces sujets sont droitiers et ont une vision normale ou parfaitement corrigée.

Matériel. Le matériel est le même que celui utilisé dans les expériences précédentes, sauf que cette fois, il n'y a plus de carrés affichés sur l'écran pour indiquer les endroits d'apparition de la cible.

Stimuli. Des blocs de 88 essais sont présentés à tous les sujets. Chacun des blocs commence par quatre cibles aléatoires. Puis une séquence de 16 positions est répétée cinq fois. Enfin, chaque bloc se termine par quatre nouveaux essais aléatoires.

Un programme informatique permet de trouver un ensemble de séquences répétées qui doivent respecter les conditions suivantes. Premièrement, une nouvelle cible est autorisée à apparaître uniquement juste à droite ou juste à gauche de sa position précédente (c'est-à-dire que, par exemple, la position 4 est toujours suivie soit par la position 5, soit par la position 3). Il s'agit d'une propriété importante à respecter puisqu'elle rend la séquence générée plus « continue » que dans les expériences précédentes dans lesquelles l'apparition de la cible pouvait être suivie par n'importe laquelle des trois autres positions. Deuxièmement, le choix d'une des deux positions possibles d'apparition de la cible n'est pas complètement aléatoire. Une probabilité de 70% a été arbitrairement choisie pour privilégier la continuité du déplacement de la cible (c'est-à-dire que la séquence 2-3-4 est suivie par 5 dans 70% des cas). Une telle contrainte permet d'éviter un certain nombre de petits mouvements. Troisièmement, les séquences sont générées de manière à ce que 6 positions parmi les 8 possibles apparaissent au moins une fois. Ainsi, cela garantit une représentation quasi complète des différentes positions sur l'écran.

Par exemple, la séquence S = 4-3-4-5-6-5-4-3-2-1-2-1-2-3-2-3 respecte les trois conditions mentionnées précédemment. Cependant, on peut remarquer que

ces séquences de 16 positions ne sont pas contrebalancées en ce qui concerne la position et la fréquence de transition, comme c'était le cas avec les séquences SOC utilisées dans les expériences 1 à 3. Par exemple dans la séquence S ci-dessus, la position 2 apparaît quatre fois, la position 5 apparaît deux fois et la position 8 n'apparaît jamais dans cette séquence. Pour éviter des biais potentiels, nous avons ajouté une contrainte supplémentaire en ce qui concerne la génération de la séquence de transfert. Cette séquence est en effet construite à partir de l'ensemble des positions utilisées dans la phase d'entraînement. Par conséquent, la séquence de transfert est générée en mélangeant les éléments de la séquence d'entraînement. Par exemple, la séquence de transfert correspondant à la séquence d'entraînement ci-dessus est la suivante : T = 3-2-1-2-3-2-1-2-3-4-5-6-5-4-3-4. Du fait de ce mode de génération, les séquences de transfert respectent les trois critères utilisés pour construire les séquences d'entraînement. Cependant, il est possible qu'une séquence de transfert soit plus facile ou plus difficile que la séquence d'entraînement à partir de laquelle elle est dérivée. C'est pourquoi, afin d'éviter tout biais potentiel, chaque couple de séquences (S et T) est utilisée pour deux participants : la séquence d'apprentissage pour le premier sujet sert de séquence de transfert pour le deuxième participant, et inversement pour l'autre séquence.

Procédure. Tous les participants effectuent 14 blocs d'entraînement de 88 essais. Durant les blocs 1 à 11, la séquence répétée est utilisée pour définir le déplacement de la cible. Le bloc 12 représente le bloc de transfert. Aux blocs 13 et 14, la séquence d'entraînement est réintroduite. Afin d'éviter tout biais, les séquences sont différentes pour chaque sujet.

Cette procédure diffère de celles utilisées aux expériences 2 et 3 sur les aspects suivants : (1) la cible peut apparaître sur une position parmi huit sur l'écran, au lieu des quatre positions classiquement utilisées ; (2) les différentes positions possibles d'apparition ne sont plus affichées sur l'écran pendant la session ; (3) la cible reste affichée sur l'écran pendant 600ms avant qu'une nouvelle cible apparaisse, et ceci indépendamment de la réponse des sujets. Les participants ont pour consigne de positionner le curseur à l'intérieur de la cible le plus longtemps possible. Cette fois, la variable dépendante mesurée est donc le Temps sur Cible (TC, en ms), au lieu du Temps de Réaction.

Résultats

Comme nous pouvons le constater sur la Figure 4, le Temps sur Cible augmente durant les blocs d'entraînement (Blocs 1 à 11) puis il diminue de façon très importante sur le bloc de transfert (Bloc 12) avant d'augmenter à nouveau lorsque les séquences d'entraînement sont réintroduites lors des deux derniers blocs (Blocs 13 et 14). Il est important de noter qu'ici une bonne performance se traduit par une augmentation du temps sur cible.

Cette observation est confirmée par l'ANOVA réalisée sur la variable Blocs (14) comme facteur à mesures répétées, qui révèle un effet principal des Blocs ($F(13,247) = 17.91$, $p < .001$).

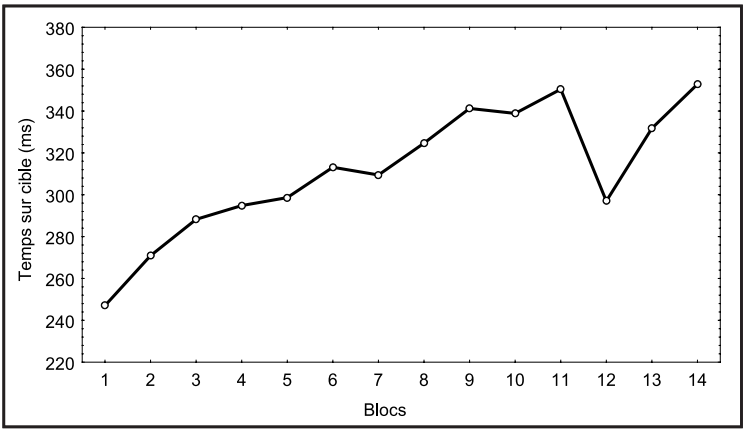

Figure 4. Evolution du temps sur cible (TC en ms) au fil des blocs de pratique et du bloc de transfert.

Figure 4. Evolution of Time on Target (ms) across Training Blocks and Test Block.

Une seconde ANOVA est réalisée afin de comparer les temps sur cible entre la phase de transfert (Bloc 12) et les quatre blocs qui l'entourent (Blocs 10, 11, 13 et 14). Un effet principal des Blocs ($F(1,19) = 42.52$; $p < .001$) indique qu'il existe une différence de performance significative entre le bloc de transfert et les autres : les temps sur cible sont considérablement plus faibles sur le bloc de transfert. Le fait d'introduire une nouvelle séquence perturbe fortement les sujets, comme c'était le cas dans l'expérience précédente.

Les résultats de cette 4e expérience indiquent que les participants continuent à apprendre les régularités présentes dans la séquence même lorsque le déplacement de la cible dans une tâche de TRS est rendu plus « continu ».

DISCUSSION

Cette série d'expériences a été principalement motivée par le contraste saisissant qui existe entre, d'une part la généralisation des conclusions tirées à partir de la tâche standard de TRS, et d'autre part, la difficulté à mettre en évidence un apprentissage implicite dans les tâches de

poursuite continue (Chambaron et al., 2006). Les quatre expériences rapportées dans cet article montrent que l'apprentissage dans les tâches de TRS est extrêmement robuste, malgré l'introduction d'importantes variations méthodologiques visant à rendre cette tâche la plus similaire possible à une tâche de poursuite continue.

Les résultats obtenus dans l'Expérience 1 montrent qu'une amélioration sélective des performances est obtenue lorsque l'on modifie la procédure d'une tâche de TRS standard et que l'on mêle la séquence répétée au milieu de séquences aléatoires. Des études antérieures (Curran, 1997; Meulemans et al., 1998; Stadler, 1993) ont également mis en évidence un tel apprentissage lorsque la séquence répétée était entourée par des essais aléatoires. Toutefois, dans ces expériences, le nombre d'essais aléatoires était toujours plus faible que celui utilisé dans notre expérience. Les expériences 2 et 3 se sont quant à elles focalisées sur des différences, en terme de paramètres, qui existent entre tâches continues et tâches discrètes. L'expérience 2 a étudié l'influence du périphérique utilisé (clavier *versus* souris) sur les performances dans une tâche classique de TRS. En effet, l'utilisation d'un clavier implique une association directe stimulus-réponse. Par exemple, la cible apparaissant en position 1 sur l'écran est toujours associée à l'appui sur la touche « W ». *A contrario*, l'utilisation d'une souris n'implique pas une telle association. En effet, pour cliquer sur la cible apparaissant en position 1, il n'existe pas un mouvement unique mais trois mouvements potentiels, selon que l'on vient de la position 2, 3 ou 4. Par conséquent, le fait d'utiliser une souris n'implique pas l'existence d'une liaison directe entre une position affichée à l'écran et un mouvement particulier. Les résultats de cette seconde expérience indiquent que les sujets apprennent de la même manière les régularités présentes dans la séquence qu'ils utilisent un clavier ou une souris pour répondre à l'apparition de la cible sur l'écran. Toutefois, nous avons noté que les sujets assignés au groupe « souris » obtiennent des temps de réaction un peu plus élevés que les participants du groupe « clavier ». De tels résultats peuvent s'expliquer par le fait que les sujets utilisant la souris doivent d'abord la déplacer afin d'atteindre la cible puis cliquer dessus, ce qui leur demande un peu plus de temps. Cependant, leurs performances suivent le même pattern d'évolution que celui des sujets utilisant un clavier. L'expérience 3 s'est intéressée à une autre différence entre les tâches de poursuite continue et les tâches de TRS, à savoir la précision requise dans chacune d'entre elles. En effet, généralement, les tâches de TRS sont définies comme des « tâches de vitesse » dans lesquelles les sujets ont pour consigne de réagir à l'apparition d'une cible en appuyant aussi vite que possible sur une touche du clavier qui correspond spatialement à la posi-

tion de la cible sur l'écran. Au contraire, dans les tâches de poursuite continue, l'important est que les sujets positionnent le pointeur de souris le plus précisément possible à l'intérieur d'une cible qui se déplace. Afin de tester ce paramètre, une contrainte de précision a été introduite dans une tâche standard de TRS : les sujets devaient positionner le pointeur de souris sur une cible de petite taille pouvant apparaître dans une des quatre positions possibles sur l'écran et cliquer dessus afin de la faire disparaître. Le fait que la cible soit de petite taille forçait les participants à être précis. De ce fait, ils devaient à la fois être rapides et précis, comme c'est le cas dans une tâche de poursuite continue. Malgré l'ajout de cette contrainte de précision, les résultats indiquent une augmentation des temps de réaction sur le bloc de transfert suivie par un retour des temps de réaction à leurs niveaux les plus bas sur les deux derniers blocs, ce qui reflète l'apprentissage de la séquence d'entraînement. Enfin, dans l'Expérience 4, nous avons modifié une tâche de TRS standard afin que la cible se déplace de manière « autonome », c'est-à-dire de façon à ce que son déplacement soit indépendant de la latence de réponse des participants. Nous avons également augmenté le nombre de positions possibles d'apparition de la cible à l'écran (passant de 4 à 8 positions) avec la volonté de nous rapprocher encore plus d'une situation continue dans laquelle il existe une infinité de positions possibles. De plus, aucun carré n'était affiché sur l'écran afin que les sujets ne puissent pas visualiser les endroits possibles d'apparition de la cible. Par conséquent, ils ne pouvaient pas connaître précisément le nombre de positions potentielles où la cible allait apparaître. À la différence des autres expériences, nous avons cette fois mesuré le temps sur cible. Les résultats obtenus dans cette quatrième expérience montrent que les sujets apprennent sans difficulté, même lorsque la cible se déplace de manière « autonome ». L'absence d'indication quant à l'apparition potentielle de la cible ne perturbe pas les participants. Finalement, les résultats indiquent que les sujets sont capables d'apprendre implicitement les régularités présentes dans le déplacement de la cible, même lorsque celui-ci ne respecte plus un rythme d'apparition discret, et tend à être perçu comme une tâche « continue ».

Au-delà de ces implications initiales, à savoir la volonté de rendre la tâche de TRS la plus similaire possible à une tâche de poursuite continue, cet ensemble d'expériences donne accès à de nouvelles procédures permettant d'explorer une variété de questions dans des recherches futures. En effet, la méthodologie utilisée dans notre première expérience permet de mesurer l'apprentissage tout au long de la phase d'apprentissage, alors qu'avec le paradigme standard de TRS, l'apprentissage est seulement mesuré à la fin de la phase d'entraînement. En effet, dans une

tâche de TRS classique, l'apprentissage est seulement évalué à la fin de la phase de pratique en mesurant l'effet néfaste que produit l'introduction d'un bloc de transfert (généralement, une forte augmentation du temps de réaction). Dans des articles plus récents, le bloc de transfert est présenté après une phase de pratique relativement longue (par exemple, 96 répétitions dans Shanks, 2003), ce qui suggère que l'apprentissage dans les tâches de TRS nécessite un grand nombre de répétitions pour se manifester. La méthode que nous avons utilisée ici (insérer une séquence répétée entre deux séquences aléatoires), nous permet d'observer l'apprentissage au fil du temps, ce qui rend alors possible la génération de courbes d'apprentissage. Nos résultats révèlent deux phénomènes importants. Premièrement, une amélioration sélective des performances semble se produire très tôt durant la phase d'entraînement. Ce résultat est conforme aux résultats obtenus par quelques études qui s'intéressaient directement à cet aspect (Perruchet & Amorim, 1992; Perruchet et al., 1997). Deuxièmement, la différence qui existe entre les séquences aléatoires et répétées continue à augmenter durant toute la phase de pratique. De manière générale, les résultats obtenus dans cette expérience ne cherchent pas à invalider l'utilisation d'un grand nombre d'essais d'entraînement, mais ils suggèrent que ce qui est observé dans la plupart des études de TRS correspond à une quantité importante de « surapprentissage », et ne peut donc pas se généraliser aux premières parties de l'apprentissage. De plus, l'utilisation de la souris (Expérience 2) permet d'explorer un nombre d'issues qu'il n'était pas possible d'envisager avec la procédure standard de TRS. En effet, il devient alors possible de manipuler d'autres variables, comme la précision (Expérience 3), le nombre de positions d'apparition de la cible et la nature du déplacement de la cible (Expérience 4). Le fait de montrer une « équivalence » entre ces deux périphériques, pour une tâche de TRS, va nous permettre de dépasser certaines contraintes qui étaient liées à l'utilisation d'un clavier. Il est désormais possible d'envisager de faire des tâches de TRS avec un nombre plus important de positions potentielles et également avec différents agencements de ces positions sur l'écran (matrice, cercle, etc.), ce qui n'était pas trivial à mettre en oeuvre, voire impossible, avec l'utilisation d'un clavier (du fait de la limite physique imposée en terme de positionnement possible des doigts).

Au final, cette série d'expériences met en évidence la robustesse d'un apprentissage implicite quelles que soient les modifications méthodologiques introduites dans une tâche standard de TRS. Bien qu'il ne soit pas possible aujourd'hui de fournir une réponse unanime pour expliquer pourquoi il est plus difficile d'obtenir un apprentissage dans les tâches de

poursuite continue comparativement aux tâches de TRS, l'ensemble de ces expériences permet de délimiter plus clairement un certain nombre de situations dans lesquelles l'apprentissage est possible. Arriver à trouver les caractéristiques qui font que l'apprentissage est possible ou impossible dans les arrangements séquentiels, qu'ils soient discrets ou continus, représente un point crucial pour notre compréhension des mécanismes d'apprentissage implicite.

BIBLIOGRAPHIE

Albouy G, Ruby P, Phillips C, Luxen A, Peigneux P, & Maquet P. (2006). Implicit oculomotor sequence learning in humans: Time course of offline processing. *Brain Res*, *1090(1)*, 163-171

Chambaron, S., Ginhac, D., Ferrel-Chapus, C., & Perruchet, P. (2006). Implicit Learning of a Repeated Segment in Continuous Tracking: A Reappraisal. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59A*, 845-854.

Cleeremans, A. (1993). *Attention and awareness in sequence learning.* Paper presented at the 15th Annual Conference of the Cognitive Science Society.

Cleeremans, A. & Jiménez, L. (1998). Implicit sequence learning: The truth is in the details. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of Implicit Learning* (pp. 323-364). Thousand Oaks: Sage Publications.

Cleeremans, A. & McClelland, J. L. (1991). Learning the structure of event sequences. *Journal of Experimental Psychology: General, 120*, 235-253.

Curran, T. (1997). Effects of aging on implicit sequence learning: Accounting for sequence structure and explicit knowledge *Psychological Research, 60*, 24-41.

Destrebecqz, A. & Cleeremans, A. (2003). Temporal factors in sequence learning. In Attention and Implicit Learning, Luis Jiménez (Ed.) John Benjamins Publishing Company (Amsterdam & Philadelphia).

Goschke, T. & Bolte, A. (2007). Implicit Learning of Semantic Category Sequences: Response-Independent Acquisition of Abstract Sequential Regularities *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*, 2, 394–406

Howard, D.V. & Howard, J.H. (1989). Age differences in learning serial patterns: Direct versus indirect measures. *Psychology and Aging*, 4, 357-364.

Jiménez, L., Mendez, C. & Cleeremans, A. (1996). Comparing Direct and Indirect Measures of Sequence Learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 22 (4)*,948-969.

Meulemans, T., Van Der Linden, M. & Perruchet, P. (1998). Implicit Sequence Learning in Children. *Journal of Experimental Child Psychology, 69*, 199-221.

Nissen, M. J. & Bullemer, P. (1987). Attentional requirement of learning: Evidence fromperformance measures. *Cognitive Psychology, 19,* 1-32.

Perruchet, P. & Amorim, M. A. (1992). Conscious knowledge and changes in performance in sequence learning : Evidence against dissociation. *Journal of Experimental Psycholog: Learning Memory and Cognition, 18*, 785-800.

Perruchet, P., Bigand, E. & Benoit-Gonin, F. (1997). The emergence of explicit knowledge during the early phase of learning in sequential reaction time. *Psychological Research, 60*, 4-14.

Pew, R. W. (1974). Levels of analysis in motor control. *Brain Research, 71*, 393-400.

Reed, J. & Johnson, P. (1994). Assessing implicit learning with indirect tests : Determining what is learned about sequence structure. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition, 20*, 585-594.

Salthouse, T. A., McGuthry, K. E., & Hambrick, D. Z. (1999). A framework for analyzing and interpreting differential aging patterns: Application to three measures of implicit learning. *Aging Neuropsychology & Cognition, 6,* 1–18.

Schvaneveldt, R. W. & Gomez, R. L. (1998). Attention and probabilistic sequence learning. *Psychological Research*, 61, 175-190.

Shanks, D. R. (2003). Attention, awareness, and implicit learning. In L. Jimenez (Ed.), *Attention and implicit learning* (Vol. 48, pp. 11-42). Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins.

Shea, C. H., Wulf, G., Whitacre, C. A. & Park, J. H. (2001). Surfing the implicit wave. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 54*(3), 841-862.

Smith, J., Siegert, R., McDowall, J., & Abernethy, D. (2001). Preserved implicit learning on both the serial reaction time task and artificial grammar in patients with Parkinson's disease. *Brain and Cognition,* 45, 378–391.

Stadler, M.A. (1995). The role of attention in implicit learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *21*, 674–685.

Stadler, M. A. (1993). Implicit serial learning : Questions inspired by Hebb (1961). *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition, 21*, 819-827.

Westwater, H., McDowall, J., Siegert, R., Mossman, S., & Abernethy, D. (1998). Implicit learning in Parkinson's Disease: Evidence from a verbal version of the serial reaction time task. Journal *of Clinical and Experimental Neuropsychology, 20*, 1-6.

Wulf, G. & Schmidt, R. A. (1997). Variability of practice and implicit motor learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23*, 987-1006.

Zilmer, E. & Spiers, M. (2001). Principles of Neuropsychology. Belmont, CA: Wadsworth.