

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR PASCAL HAINS

INFLUENCE DE LA DISPOSITION SPATIALE DES STIMULI VISUELS SUR
LA DISCRIMINATION D'INTENSITÉS CHEZ LE PIGEON

JUILLET 2003

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Ce document est rédigé sous la forme d'un article scientifique, tel qu'il est stipulé dans les règlements des études de cycles supérieurs (art. 16.4) de l'Université du Québec à Trois-Rivières. L'article a été rédigé selon les normes de publication d'une revue reconnue et approuvée par le Comité d'études de cycles supérieurs en psychologie. Le nom du directeur de recherche pourrait donc apparaître comme co-auteur de l'article soumis pour publication.

Remerciements

Je tiens à remercier tout spécialement mon directeur, monsieur Dom Miceli, d'avoir bien voulu croire en moi pour la réalisation de ce projet. Son vaste champ de compétences, de concert avec de judicieux conseils, ont fait en sorte de rendre cette expérience très enrichissante tant du point de vue académique que personnel. De plus, je lui suis reconnaissant de m'avoir permis d'entretenir des interactions fructueuses avec des chercheurs internationaux de passage à notre laboratoire. Aussi, je tiens à remercier monsieur Roger Ward pour les discussions plus qu'intéressantes que nous avons entretenues. Enfin, je remercie les membres du Groupes de Recherche en Neurosciences, plus particulièrement madame Marie-Ève Lemire et monsieur Jocelyn Denoncourt.

Table des matières

Titre	1
Résumé	2
Introduction	3
Méthode	6
Résultats	10
Discussion	14
Remerciements	21
Références	22
Figures	27

**Influence de la disposition spatiale des stimuli visuels
sur la discrimination d'intensités chez le pigeon.**

Hains, Pascal et Miceli, Dom

Groupe de Recherche en Neurosciences

Université du Québec, Trois-Rivières, Canada

Manuscrit : 32 pages ; 5 figures

Correspondance : Dr. Dom Miceli

Département de psychologie

Université du Québec

C.P. 500

Trois-Rivières, Québec

G9A 5H7, Canada

Tel : (819) 376-5085

Courriel : Dom_Miceli@uqtr.ca

Résumé

L'étude avait pour objectif d'analyser l'effet de la position de stimuli visuels présentés horizontalement sur la discrimination de cinq intensités lumineuses. Onze pigeons ont été entraînés à picorer, sur un écran tactile, le stimulus cible le « plus faible » parmi cinq stimuli, les quatre autres étant de même niveau de gris. Les résultats montrent que la performance diminue lorsque les différences d'intensités sont plus faibles et dans les positions latérales. Les temps de réponses diminuent avec l'augmentation de la différence d'intensités et augmentent avec le stimulus cible en position latérale. Les résultats ont été discutés en termes de capacités de discrimination d'intensités selon différents paramètres de la disposition spatiale des stimuli visuels.

Mots-clés : Vision ; Discrimination d'intensités ; Effet de position ; Pigeon ; Écran tactile

Summary

The aim of the present study was to analyse the effect of the position of visual stimuli presented horizontally upon the discrimination of 5 luminance intensities. Eleven pigeons were trained to peck, on a touchscreen, the "darker" stimulus target among 5 stimuli, the other 4 being of the same grey level. The results showed that performance decreased when intensity differences were lower and at the lateral positions. Response times diminished with increasing intensity differences and increased with target stimuli at the lateral position. The results are discussed in terms of the capacities for intensity discrimination depending on different parameters of the spatial arrangement of visual stimuli.

Key Words: Vision; Intensity discrimination; Position effects; Pigeon; Touchscreen

Introduction

Les pigeons sont depuis longtemps utilisés comme sujets dans les études de différents comportements optiquement guidés (voir Hodos et al., 1985). L'utilisation de cette espèce en particulier est liée aux dimensions importantes des structures cérébrales impliquées dans le traitement des informations visuelles (Bloch et al., 1982 ; Young et al., 1999) et à leur grande capacité d'apprentissage de tâches visuelles complexes (Blough, 1975 ; Cook, 1992a ; Wasserman, 1995a).

Plusieurs travaux chez le pigeon ont étudiés les capacités de discrimination d'intensités lumineuses utilisant différentes méthodes. La plus classique est l'utilisation de faisceaux lumineux illuminant des clés de réponses. L'utilisation de cette procédure permet la discrimination de stimuli de luminosités différentes dans des tâches de conditionnement discriminatif. De façon générale, dans ce type de tâches les pigeons doivent choisir, à partir de différents critères, entre deux clés de réponses (gauche ou droite) suivant l'illumination d'une clé centrale servant de point de comparaison (Hodos et al., 1972 ; 1976 ; Blough, 1971 ; 1975). Dans une étude de détection de différences d'intensités visuelles chez le pigeon, Hodos et al. (1972), ont montré que la différence pouvant être détectée par les animaux est de 80 cd/m^2 pour des intensités de stimuli se situant aux environs de 318 cd/m^2 . Toutefois, ils mentionnent, en regard de la loi de Weber, que cette différence est moindre pour des intensités se situant entre 5 et 50 cd/m^2 ce qui suggère qu'il est important de tenir compte des niveaux d'intensités lumineuses dans les études de discriminations.

Dans une étude sur les différences fonctionnelles entre diverses parties du champ de vision chez le pigeon, Nye (1973), rapporte que les capacités de discrimination de la structure de l'image, du mouvement, de la couleur et de la luminance ne sont pas uniformes dans le champ frontal et les champs latéraux. Les résultats, sur l'ensemble des différents types de discriminations, montrent une moins bonne performance quand les stimuli sont situés dans les champs visuels latéraux. Dans une autre tâche, il a aussi été démontré que les capacités de détection de stimuli visuels varient selon la position de la cible à détecter. Ces capacités se sont avérées supérieures lorsque la cible était située plus au centre qu'en périphérie et ce, à partir d'une disposition des stimuli dans un plan frontal utilisant une procédure par point de fixation (Wilkie et al., 1994). De façon générale, les travaux qui se sont intéressés à ce type de phénomène utilisaient une procédure similaire avec une position fixe de la tête permettant de présenter les stimuli dans certaines parties spécifiques du champ visuel (Bloch et al., 1982 ; Nye, 1973).

Plus récemment, certaines études se sont intéressées à d'autres aspects de la perception tels que la discrimination de textures, d'objets, de formes ou de couleurs et souvent dans des tâches où les stimuli devaient être discriminés comme étant « pareils ou différents ». Nos connaissances concernant ces types de discrimination se sont approfondies au cours des dernières années grâce, en partie, à l'utilisation de la plus récente technologie d'écran tactile qui a, entre autre, permis de mieux définir les différentes habiletés conceptuelles du pigeon. Par rapport à ceci, on note des tâches de discriminations complexes, directement à l'écran, de plus de 16 images qui, auparavant, ne pouvaient être étudiées qu'avec deux stimuli (Young et al., 1997, 2001 ; Wasserman, 1995b). Cette technologie a aussi permis d'étudier la perception et la discrimination des changements rapides de la texture de stimuli présentés dans un ensemble imposant d'éléments distracteurs ainsi que l'acquisition et le transfert de discrimination sur des stimuli plus complexes (Cook et

al., 1997a, 1997b). Enfin, il a été démontré que les tâches de recherche visuelle, dont l'apprentissage de la configuration d'un ensemble de points de repère, étudiées à l'aide de la technologie d'écran tactile, apparaissent être plus représentatives de la réalité écologique des pigeons (Spetch et al., 1996).

Il a été démontré que l'intensité d'un stimulus influence directement le temps de réaction dans des tâches comportementales. Blough et al., (1978), ont rapporté chez le pigeon une augmentation du temps de réaction dans les régions de luminance de stimulation élevée. De plus, des travaux plus récents ont étudié la vitesse selon laquelle une cible est identifiée (temps de réaction ou de réponses) dans des tâches de détection ou de discrimination visuelle avec l'utilisation de la technologie d'écran tactile (Blough, 1986, 1993 ; Cheng et al., 1996). Ainsi, en plus de permettre l'élaboration de tâches plus complexes où le nombre de stimuli est supérieur à deux, cette technologie devient intéressante afin de bien cerner les temps de réponses et de faciliter l'obtention de ceux-ci.

La présente étude a pour objectif d'étudier, chez le pigeon, les capacités de discrimination de différentes intensités dans un registre de luminance de 4.3 à 53 cd/m² en employant la technologie d'écran tactile où les stimuli sont présentés à différentes positions. La tâche expérimentale consiste à picorer le stimulus d'intensité « plus faible » parmi cinq stimuli présentés horizontalement, les quatre autres étant d'une même intensité lumineuse plus élevée. Une procédure de vision libre et de mouvements sans restriction a été employée du fait que les discriminations sur les cinq stimuli horizontaux se font sur une distance maximale de plus de 20 cm ce qui nécessite des déplacements chez les pigeons afin de donner les réponses de picorage à l'écran. Ainsi, en raison du nombre et de l'emplacement des stimuli à être présentés, l'utilisation

de l'écran tactile en vision libre apparaît être la méthode idéale. Les résultats obtenus nous permettront d'aborder diverses questions importantes qui restent à être clairement élucidées, et qui concernent non seulement les différences dans les capacités de discrimination des intensités en vision libre mais également, l'influence de la disposition spatiale des stimuli sur les capacités de détection visuelle (Wilkie et al., 1994).

De plus, nous allons étudier les impacts qu'ont la position des stimuli dans le champ visuel et leurs niveaux d'intensités lumineuses sur les temps de réponses. Enfin, dans ce type de tâche discriminative, il apparaît important de vérifier quel critère est utilisé par les pigeons. Ce critère pourrait être soit « pareil ou différent » faisant alors référence aux capacités conceptuelles du pigeon, ou « plus faible ». Pour tenter de répondre à ce questionnement, une deuxième tâche fut conduite où les discriminations à effectuer étaient de type « pareil ou différent » c'est-à-dire, où le stimulus cible était soit d'une intensité « plus faible » ou « plus élevée ». Ces diverses données furent analysées en fonction de la performance soit le pourcentage de bonnes discriminations.

Méthode

Sujets

Onze pigeons adultes naïfs (*Columbia Livia*) obtenus d'un éleveur privé (Élevage Magny enr.) étaient âgés entre un et deux ans au début de l'expérience. Les sujets étaient logés dans des cages individuelles sous un cycle diurne/nocturne de 12 heures (les lumières ouvrant à 7:00 am). Pendant le conditionnement et l'expérimentation, l'eau était disponible (*ad lib*) dans chaque cage. Les sujets ont été maintenus entre 80 et 85 % de leur poids normal. La ration de nourriture

excédentaire était administrée après les récompenses (PJC-0045, Research Diets inc.) reçues lors des sessions expérimentales.

Appareillage

La chambre de conditionnement mesurait 36 cm (P) x 34 cm (L) x 36 cm (H). Tous les panneaux étaient fabriqués de plexiglas noir outre le plafond fabriqué de plexiglas transparent. Une caméra vidéo, installée à l'arrière de la chambre de conditionnement et reliée à un téléviseur, permettait d'observer et d'enregistrer les sujets lors de l'expérimentation. L'écran tactile (Carroll Touch #S2081) du moniteur (SONY, #CDP-E100) prend place dans une ouverture du panneau avant. Les animaux avaient accès aux récompenses alimentaires via un réceptacle (#ENV-200, Med Associates inc.) fixé au panneau latéral droit près de l'écran. Ce renforcement était dispensé par un distributeur de nourriture (#ENV-203, Med Associates inc.) situé à l'extérieur de la chambre de conditionnement le reliant à une carte d'interface (#DIG-750B, Med Associates inc.) pour ordinateur personnel (Pentium III 450 MHz). Afin de ne pas endommager l'écran tactile, nous y avons fixé une feuille acétate transparente changée au besoin.

Stimuli

Tous les sujets ont été entraînés à picorer le stimulus le « plus foncé » parmi cinq stimuli, quatre stimuli de comparaison de même intensité (I), plus un stimulus « plus foncé ». Les stimuli étaient tous de forme rectangulaire et mesuraient 2.5 (L) x 4 cm (H). Ils étaient présentés horizontalement au haut de l'écran à 14 cm du plancher. La distance entre chacun d'eux était de 2 cm couvrant ainsi une distance totale de 20.5 cm. Les valeurs des stimuli prédéfinies de façon équidistante en Visual Basic 6.0 étaient, I1 : 208, I2 : 160, I3 : 112, I4 : 64 et I5 : 16. La luminance de ces stimuli était, I1 : 53 cd/m², I2 : 30 cd/m², I3 : 14 cd/m², I4 : 6.5 cd/m² et I5 :

4.3 cd/m². Quant au fond de l'écran, sa luminance était de 85 cd/m². Ces mesures de luminance ont été obtenues à l'aide d'un luminancemètre (type 1100, Bruell et Kjaer).

Procédure générale

Toutes les sessions (de conditionnement et expérimentales) ont eu lieu entre 8:00 et 12:00 à raison de cinq jours par semaine. Pendant la phase d'entraînement préliminaire, la durée d'une session était de 15 à 20 minutes par sujet. Suite à l'atteinte du critère de 80 % de bonnes réponses au cours de trois sessions consécutives, les pigeons ont débuté la tâche expérimentale qui consiste en cinquante présentations par session pour une période de cinq jours.

Entraînement préliminaire

Les animaux ont été entraînés à manger dans le réceptacle de nourriture à l'intérieur de la boîte de conditionnement. Lorsque cette étape fut franchie, le comportement de picorer l'écran permettait aux sujets d'obtenir une récompense. Subséquemment, nous avons affiché le stimulus d'intensité « plus faible » (I5) au centre de l'écran. Lorsque ce critère fut acquis par tous les sujets, deux autres stimuli de I « plus élevée » (I1, I2, I3 ou I4) ont été insérés de chaque côté du stimulus I5 situé en position **c** et les animaux devaient, afin d'obtenir une récompense, picorer ce rectangle seulement. Ensuite, ce rectangle I5 pouvait occuper une des 3 positions (**b**, **c** ou **d**) et, enfin, deux autres rectangles (position **a** et **e**) ont été insérés, pour un total de cinq. Le stimulus I5 pouvait alors prendre une des cinq positions (**a**, **b**, **c**, **d** ou **e**) et les autres rectangles étaient tous de même I (I1, I2, I3 ou I4). Enfin, les pigeons ont été entraînés sur la tâche expérimentale jusqu'à l'atteinte du critère de performance.

Tâche expérimentale

Une session expérimentale comprenait cinq répétitions des dix combinaisons de stimuli cible/comparaison pour un total de cinquante présentations aléatoires. Ainsi, on retrouvait toutes les combinaisons des stimuli cible/comparaison (ΔI), se traduisant comme suit : $\Delta 1$ pour les intensités 2 à 5, $\Delta 2$ pour les intensités 3 à 5, $\Delta 3$ pour les intensités 4 et 5, et $\Delta 4$ pour l'intensité 5 seulement. Chaque présentation fut répétée aléatoirement cinq fois afin que le stimulus cible (« plus faible ») se retrouve à une reprise à chacune des positions lors d'une session expérimentale. Cinq sessions complètes furent enregistrées pour chaque sujet ($n = 11$).

Les sessions de la tâche expérimentale ont été suivies d'une seconde tâche de discrimination « plus faible/plus élevée » pour déterminer si les pigeons répondaient à la tâche expérimentale selon un critère de « plus foncé » ou de « différent ». Dans cette nouvelle tâche, cent présentations aléatoires comprenant les cinquante présentations de la tâche expérimentale (stimulus cible « plus faible ») accompagnées de cinquante nouvelles présentations composées des mêmes intensités utilisées dans la tâche précédente mais où le stimulus cible était « plus élevé ». La performance des pigeons fut analysée à partir d'une session complète pour chaque sujet.

Analyse des résultats

Les données ont été enregistrées et analysées en fonction 1) du pourcentage de bonnes réponses 2) et des temps de réponses. Les variables indépendantes suivantes ont été considérées 1) Delta-Intensité (ΔI), $\Delta 1$ ($\Delta 1I5$, $\Delta 1I4$, $\Delta 1I3$ et $\Delta 1I2$), $\Delta 2$ ($\Delta 2I5$, $\Delta 2I4$ et $\Delta 2I3$), $\Delta 3$ ($\Delta 3I5$ et $\Delta 3I4$) et $\Delta 4$ ($\Delta 4I1$) 2) la position (a, b, c, d et e) et 3) l'intensité (2, 3, 4 et 5). Toutes les

analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de l'analyse de variance (ANOVA) tandis que les comparaisons de moyennes à posteriori ont été faites à partir du test de Scheffé.

Résultats

Intensités

Le seuil de performance globale, fixé à 80%, a été atteint par la totalité des pigeons. D'ailleurs, de façon générale, aucune différence significative n'est remarquée entre les diverses sessions.

À l'analyse du pourcentage d'erreurs, on observe des différences significatives en fonction de l'intensité du stimulus cible [$F(3, 530) = 24.224, p < .0001$]. La moyenne du pourcentage de bonnes réponses pour chaque I se chiffre de la façon suivante : 90.2 % (I2), 96.2 % (I3), 89.2 % (I4) avec une valeur minimale de 74.2 % à I5. Les résultats démontrent que la performance à chaque I diffère de façon significative par rapport à I5 ($p < .0005$). Ainsi, il n'y a aucune différence statistique lorsque I2, I3 et I4 sont comparées entre elles.

De façon générale, on observe des différences significatives concernant le pourcentage de bonnes réponses en fonction de ΔI [$F(3, 530) = 47.827, p < .0001$]. La figure 1 illustre le pourcentage de bonnes réponses retrouvé à chaque ΔI . Plus précisément, à $\Delta 1$ ce pourcentage de bonnes réponses est de 72.0 %, et augmente par la suite à 90.3 % pour $\Delta 2$, à 97.5 % pour $\Delta 3$ et atteint un très haut pourcentage à $\Delta 4$ (99.3 %). Mis à part entre $\Delta 3$ et $\Delta 4$, où la différence observée de 1.8 % est non-significative ($p > .05$), les résultats indiquent que la performance diffère pour

tous les ΔI lorsque comparés à $\Delta 1$ ($p < .0001$). Aucune différence n'est observée entre $\Delta 1/\Delta 2$ et $\Delta 2/\Delta 3$.

À l'analyse des différents types de présentation composant chacun des ΔI , c'est-à-dire le I du stimulus cible associé à un des ΔI (stimuli cible/comparaison), on observe des différences significatives en regard du pourcentage de bonnes réponses [$F(9, 100) = 114.201, p < .0001$]. La figure 2 montre le pourcentage de bonnes réponses enregistré aux différentes I en fonction des ΔI . On y distingue trois conditions où le pourcentage de bonnes réponses est inférieur à 90 % soit, $\Delta 1,I4$ à 72.7 % et $\Delta 2,I5$ à 74.9 % avec la plus faible valeur de 28.4 % observée à $\Delta 1,I5$. Plus précisément, les résultats obtenus aux diverses présentations de $\Delta 1$, montrent des différences significatives concernant le pourcentage de bonnes réponses entre $\Delta 1,I5$ (28.4 %), $\Delta 1,I4$ (72.7 %), $\Delta 1,I3$ (93.8 %) et $\Delta 1,I2$ (90.2 %); $p < .0005$, mis à part, entre $\Delta 1,I3$ et $\Delta 1,I2$ qui est non-significatif ($p > .05$).

Positions

Globalement, on observe des différences significatives concernant le pourcentage de bonnes réponses en fonction de la position du stimulus cible [$F(4,50) = 8.354, p < .0001$]. Plus précisément, la figure 3 montre un plus grand nombre d'erreurs en position **a** et **e**, soit les deux positions situées aux extrémités horizontales de l'écran. En effet, le pourcentage de bonnes réponses se chiffre respectivement à 83.4 % pour la position **a** et 77.6 % en position **e** qui ne diffèrent toutefois pas de façon significative ($p > .05$). Lorsqu'on compare les résultats obtenus à chaque position, on observe un plus haut pourcentage de bonnes réponses à la position **b** par rapport à **e** (différence 12.4 %, $p < .0005$) et en position **c** par rapport à **e** (différence de 6.7 %, p

$< .001$). La moyenne du pourcentage de bonnes réponses enregistrés aux positions **b** et **d** est respectivement de 90.0 % et 84.4 %. La comparaison de la position centrale **c** (88.9 %) avec les positions adjacentes **b** et **d** indique aucune différence significative concernant la performance ($p > .05$). De plus, aucune interaction n'est observée entre Position et ΔI [$F(12, 530) = .703, p = .7489$] et Position et I [$F(12, 530) = .362, p = .9758$].

Temps des bonnes réponses

De façon générale, concernant les temps de réponses, il n'y a aucune différence significative [$F(1, 2742) = .408, p = .5230$] entre les bonnes réponses et les erreurs. En ce qui concerne les temps des bonnes réponses il y a, globalement, des différences significatives entre les positions [$F(4, 2314) = 8.685, p < .0001$]. La figure 4 montre que les plus hauts temps de bonnes réponses (2.11 sec.) sont observés en position **e** tandis que les temps de bonnes réponses les plus bas sont observés en position **c** (1.59 sec.). Plus précisément, les temps des bonnes réponses sont significativement plus élevés en position **e** (2.11 sec.) par rapport à toutes les autres positions [**a** (1.74 sec.), **b** (1.71 sec.), **c** (1.59 sec.), et **d** (1.65 sec.)]; $p < .005$, l'analyse statistique ne révélant toutefois aucune différence entre ces dernières. Lorsqu'on observe les temps des bonnes réponses associés aux ΔI , globalement, il y a des différences significatives entre ceux-ci [$F(3, 2314) = 12.649, p < .0001$]. La figure 5 montre qu'on observe une diminution des temps des bonnes réponses en fonction de l'augmentation des ΔI . Les temps des bonnes réponses pour les ΔI sont : $\Delta 1$ (1.98 sec.), $\Delta 2$ (1.73 sec.), $\Delta 3$ (1.58 sec.) et $\Delta 4$ (1.53 sec.). Les temps des bonnes réponses observés à $\Delta 1$ sont significativement différents des autres ($\Delta 2, \Delta 3$ et $\Delta 4$) à $p < .01$ où aucune différence n'est toutefois observée entre ces derniers. Un effet principal est observé

pour I concernant les temps des bonnes réponses [$F(3, 2314) = 36.626, p < .0001$]. La moyenne de temps de réponse en secondes pour chaque I est I2 : 2.53, I3 : 1.92, I4 : 1.62 et I5 : 1.53. Toutes les comparaisons entre ces dernières diffèrent significativement ($p < .01$) mise à part entre I4 et I5. Aucun effet d'interaction est observé entre Position et I [$F(12, 2314) = 1.115, p = .3427$] et, Position et ΔI [$F(12, 2314) = .429, p = .9528$] concernant les temps des bonnes réponses.

Temps de réponses pour les erreurs

Pour les temps des mauvaises réponses, il n'y a aucune différence significative en fonction de la position picorée [$F(4, 411) = .866, p = .4844$] (Fig. 4) et en fonction de ΔI [$F(3, 412) = .963, p = .4099$] (Fig. 5). Toutefois, les temps de réponses associés à $\Delta 4$ (0.52 sec.) sont très bas comparativement aux autres : $\Delta 1$ (1.76 sec.), $\Delta 2$ (1.70 sec.) et $\Delta 3$ (2.15 sec.). Malgré cette différence importante, ils demeurent néanmoins non-significatifs dû au faible nombre d'erreurs ($n = 2$) observé à $\Delta 4$. De plus, dû à des valeurs manquantes pour ΔI et Position (les pigeons font aucune erreur dans certaines conditions) une analyse de l'interaction concernant les temps des mauvaises réponses s'est avérée impossible. On observe un effet principal de I concernant les temps des mauvaises réponses [$F(3, 396) = 15.623, p < .0001$]. Toutes les I diffèrent significativement de I2 ($p < .001$) où aucune différence n'est observée entre I3, I4 et I5. La moyenne du temps des mauvaises réponses en seconde pour chaque I est : I2 (3.22), I3 (1.92), I4 (1.62) et I5 (1.53). De plus, un effet d'interaction est observé entre la position picorée et I concernant les temps des mauvaises réponses [$F(12, 396) = 2.908, p < .001$]. Des différences significatives sont observées à partir de : I3/Position(**b**), I4/Position(**c**), I5/Position(**a**), I5/Position(**b**), I5/Position(**c**) et I5/Position(**d**) lorsque comparée à I2/Position(**a**), qui correspond à la condition où l'on observe les plus hauts temps de réponses pour les erreurs.

Enfin, l'analyse statistique démontre aussi des différences concernant les temps de réponses en fonction de la position lorsque l'on combine les temps des bonnes et des mauvaises réponses [$F(4, 2745) = 6.617, p < .0001$]. Les différences observées entre les positions sont similaires à celles obtenues avec les temps des bonnes réponses, c'est-à-dire que les temps de réponses associés aux positions **b**, **c** et **d** sont significativement différents par rapport à **e** ($p < .01$).

Tâche « plus faible/ plus élevée »

Lorsque l'on compare le pourcentage de bonnes réponses obtenu à la seconde tâche sur les cinquante présentations où le stimulus cible est d'une intensité « plus faible » avec le pourcentage de bonnes réponses observé dans la principale tâche expérimentale, les résultats montrent que les pigeons font significativement plus d'erreurs [$F(1, 20) = 8.695, p < .05$] dans la seconde tâche, c'est-à-dire lorsque ces mêmes présentations sont présentées de façon aléatoire avec des présentations opposées où le stimulus cible est « plus élevée ». Le pourcentage de bonnes réponses est de l'ordre de 78.9 % tandis que dans la tâche expérimentale, il est à 84.9 %. De plus, le pourcentage de bonnes réponses pour les présentations où le stimulus cible est « plus élevée », n'atteint que 3,1 % comparativement à 78.9 % pour les présentations avec un stimulus cible « plus faible » [$F(1, 20) = 1471.142, p < .0001$].

Discussion

Discrimination des intensités

De façon générale, les résultats montrent clairement que les discriminations s'effectuent à partir du stimulus cible I5 s'avèrent plus difficiles. Cette diminution de la performance dans la présente

étude semble s'expliquer en majeure partie par les présentations constituées du stimulus cible I5 et du stimulus de comparaison I4. En effet, lors de cette condition, le pourcentage de bonnes réponses est apparu très peu élevé, soit 28 %. Lorsque les stimuli de comparaisons sont de luminosité plus élevée (I1, I2 et I3), le pourcentage de discriminations réussies est égal ou supérieur à 75 % correspondant au seuil de discrimination, à mi-chemin entre le seuil de chance (50 %) et la détection parfaite (100 %), (Hodos, 1993). En regard de l'étude de Hodos (1972), les données recueillies dans la présente étude concernant les discriminations des stimuli I5 (4.3 cd/m²) et I4 (6.5 cd/m²) supportent la position de « no threshold ». De plus, l'analyse des résultats montre que la performance dans la tâche expérimentale « plus faible » s'améliore en fonction de la différence d'intensité des stimuli (ΔI). Ainsi, les performances observées pour $\Delta 2$, $\Delta 3$ et $\Delta 4$ se sont avérées supérieures qu'à $\Delta 1$. Globalement, dans le registre de stimuli utilisé dans cette étude (aux environs de 5 – 50 cd/m²) les discriminations d'en moyenne 24 cd/m² et plus s'avèrent supérieures à celles de 12 cd/m² correspondant à la moyenne des différences d'intensités de $\Delta 1$ où le pourcentage de bonnes réponses (72 %) n'atteint pas le pourcentage du seuil de discrimination.

Discrimination différentielle en fonction de la position

Les données recueillies montrent que la discrimination des stimuli dans le champ visuel varie en fonction de la position. Les meilleures performances sont observées aux positions centrales, tandis que les plus hauts pourcentages d'erreurs le sont à la position latérale e. Dans une précédente étude chez le pigeon employant une procédure par point de fixation, il a été démontré que la probabilité de détecter une cible était meilleure lorsque celle-ci se situait plus au centre qu'en périphérie (Wilkie et al., 1994). Les auteurs interprètent leurs résultats sur la base d'une non-uniformité des capacités de détection dans le champ visuel avec de meilleures capacités pour

la détection de stimuli centraux *vs* périphériques. Dans une autre étude portant sur diverses discriminations visuelles (structure de l'image, mouvement, couleur et luminance) chez le pigeon utilisant un point de fixation, Nye (1973) rapporte que la performance s'affaiblie, indépendamment des types de discriminations à effectuer, lorsque les stimuli sont situés dans les champs de vision latéraux gauche et droit. Dans la présente étude, ces divers phénomènes sont observés que pour la position extrême droite (e). Ce résultat peut s'interpréter en terme d'une latéralisation des capacités de discrimination chez le pigeon. Ainsi, Roberts et al. (1996), ont rapporté chez le pigeon une latéralisation de la performance dans le champ latéral gauche lors d'une tâche de choix de stimulus par rapport à une référence (« matching to sample »). Toutefois, comme il est mentionné dans leur étude, ce résultat peut s'expliquer par la position de la mangeoire (panneau latéral droit) pouvant favoriser un traitement préférentiel des stimuli situés à gauche ou à l'inverse, encourager le pigeon à porter une plus grande attention aux stimuli situés à droite. Cependant, l'influence de l'environnement apparaît difficilement mesurable et donc, il est également difficile d'évaluer l'impact d'une asymétrie dans l'emplacement des différentes composantes de la chambre de conditionnement telles que la localisation de la mangeoire ou de la porte d'accès au panneau latéral droit.

D'un autre côté, Güntürkün (1985), dans une tâche où les pigeons sont appelés à effectuer les discriminations qu'avec un œil (gauche ou droit), montre qu'il existe une latéralisation des capacités de discrimination visuelle avec une légère supériorité de l'œil droit. Aussi, dans une étude de localisation d'une cible chez l'humain, Yund et al., (1990) montre une supériorité du champ visuel droit concernant les capacités de détection visuelle. Toutefois, dans une autre étude chez le pigeon de Güntürkün, cette asymétrie n'est pas retrouvée dans le cadre d'une tâche d'acuité visuelle (Güntürkün et al., 1994). De plus, dans une étude sur des discriminations de

stimuli suivant différentes organisations spatiales (Wasserman et al., 2000), les résultats montrent que la localisation du picorage était moins précise (plus éloignée des stimuli) pour le côté droit que pour le côté gauche. Concernant cette question sur le phénomène de latéralisation et en raison notamment des différents résultats retrouvés dans la littérature, il est actuellement difficile d'évaluer à quel degré ce phénomène est impliqué dans les performances de discrimination observées dans cette étude.

La présente étude fut effectuée sans point de fixation où les sujets étaient libres de se déplacer. L'ensemble des stimuli présentés à l'écran occupait un écart total de 20.5 cm dans un plan horizontal. La distance à parcourir à partir du point central des stimuli était plus grande pour les stimuli cibles se retrouvant aux positions latérales (18 cm) par rapport au stimulus cible en position centrale (9 cm). En effet, lors des présentations où un stimulus cible était à l'une des positions latérales, le sujet devait comparer ce stimulus avec les autres stimuli dont celui situé à distance à l'autre extrémité. Ainsi, le fait que les comparaisons d'intensités s'effectuent sur des distances plus grandes pourrait expliquer la performance nettement moins bonne pour les stimuli cibles situés à la position latérale **e**. Toutefois, comme les résultats le démontrent, ce phénomène n'est pas observé dans le cas des stimuli cibles se situant en position latérale gauche (**a**). Les observations qualitatives du comportement des sujets, effectuées à partir des enregistrements vidéo, montrent que, dans la majorité des cas, les pigeons tendent à traiter préférentiellement en premier lieu, les stimuli se situant à gauche de l'écran. De cette façon, l'accès au réceptacle de nourriture apparaît plus facile pour les animaux. Toutefois, en analysant les stimuli de gauche à droite, la probabilité d'effectuer une fausse détection lorsque le stimulus cible est en position extrême droite (**e**) s'avère augmentée et du même coup, s'avère diminuée pour les stimuli cibles en position extrême gauche (**a**).

De plus, les observations des enregistrements vidéo, montrent que les animaux analysent les stimuli en se déplaçant dans la boîte avec des mouvements rapides horizontaux de la tête avant de répondre. Cette observation suggère que le pigeon utilise son champ de vue frontal pour effectuer des discriminations visuelles d'intensités lumineuses. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par Maldonado et al., (1988). En effet, dans une étude où une barre lumineuse était soit fixe, en mouvement lent ou en mouvement rapide, ces auteurs ont observé que les pigeons, lors de la condition de mouvements rapides, adoptaient un regard fixe latéral et dans la condition de mouvement lent, un mouvement continu de la tête en vision frontale afin de suivre le stimulus. Dans la condition fixe, comme il était le cas dans notre expérience, ils ont observé un regard fixe frontal. De plus, la distance de l'écran adoptée par les pigeons (environ 10 cm) suggère l'utilisation préférentielle du champ de vision frontal, distance à laquelle Bloch et al., (1982), ont observé les meilleures performances dans une tâche d'acuité visuelle.

Une autre explication de nos résultats peut être liée à la disposition des stimuli de comparaison lorsque les stimuli cibles sont situés soit en position centrale ou latérale. Dans les positions centrales nous retrouvons, de chaque côté du stimulus cible, deux stimuli de comparaison, tandis qu'aux positions latérales, quatre stimuli de comparaison se retrouvent soit à gauche, soit à droite. Dans ce dernier cas et, contrairement aux stimuli se retrouvant aux positions centrales, le stimulus cible n'est pas immédiatement bordé par deux stimuli à gauche ou à droite, mais par quatre stimuli de comparaison. Les sujets devaient donc effectuer leurs comparaisons d'un même côté du stimulus cible et sur une plus grande distance. Compte tenu du comportement des animaux observés en vision libre, il est possible que certains processus mnésiques puissent être impliqués dans ce type de tâche. En effet, le sujet devait mémoriser ou retenir le niveau

d'intensité du stimulus en se déplaçant sur une distance plus importante, afin d'effectuer les discriminations par rapport aux quatre stimuli de comparaison.

Temps de réponses

Les différences observées pour les temps des bonnes réponses montrent que ceux-ci sont plus élevés en position e que dans toutes les autres positions, et que la performance tend à diminuer lorsque le stimulus cible se retrouve à cette même position. Dans une étude de Efron et al., (1996), on observe que la détection chez l'humain est légèrement plus rapide lorsque le stimulus cible se retrouve dans le champ de vision latéral droit. Ce résultat pourrait suggérer que, chez l'humain comme chez le pigeon, il existerait une supériorité d'un des champs de vision latéraux. Cependant, il est plutôt vraisemblable que des facteurs d'asymétrie dans la disposition des équipements liés aux stratégies adoptées par les pigeons en vision libre pourraient influencer plus directement non seulement la performance générale de bonnes réponses, mais aussi les temps de réponses.

Concernant ΔI , les temps de bonnes réponses sont congruents avec le niveau de difficulté des discriminations et des différences entre les intensités des stimuli cibles/comparaisons. Ainsi, plus les intensités à discriminer sont rapprochées et théoriquement plus difficiles, plus les temps de réponses augmentent (Blough, 1988). Dans une étude de Cook (1992b), les pigeons devaient discriminer une région qui se différenciait soit par rapport à sa texture, sa couleur ou sa forme. Les temps de réponses obtenus, se situaient tous sous la barre d'une seconde, temps relativement plus courts que ceux de la présente étude. La tâche utilisée par Cook était cependant assez simple et la période d'entraînement préliminaire fut courte et facile pour les sujets. Le fait que nous retrouvions des temps de réponses plus longs, suppose par rapport à l'étude pré-citée, que la tâche

dans la présente étude ainsi que les stratégies utilisées par les animaux étaient plus complexes.

Toutefois, les temps des bonnes réponses diffèrent de ceux des mauvaises réponses pour lesquelles aucune corrélation n'a été observée par rapport à ΔI . En effet, pour ces derniers, on observe des temps de réponses très variables, par exemple 0.5 seconde à $\Delta 4$ sous-tendant que les sujets n'ont pas pris le temps nécessaire afin de répondre correctement. À l'inverse, pour $\Delta 2$ on observe des temps de réponses plus élevés pour les erreurs que pour les bonnes réponses suggérant l'utilisation d'une stratégie de comparaison inefficace.

Tâche « plus faible/ plus élevée »

Dans la seconde tâche, visant à déterminer si les pigeons utilisaient le concept de « pareil ou différent » ou « plus faible » pour répondre, les résultats montrent clairement que les repères étaient en effet basés sur ce dernier critère. Le pourcentage de bonnes réponses aux présentations du stimulus cible « plus élevée » est de 3,3 %, celui-ci se retrouvant largement sous le seuil de chance de 20 %. De plus, l'ajout des présentations où le stimulus cible est « plus élevée » dans la seconde tâche, a vraisemblablement eu un effet d'interférence sur les discriminations des présentations où le stimulus cible est « plus faible ». Ainsi, dans cette condition, le pourcentage de bonnes réponses a chuté de façon significative à 78.9 %, comparativement à 84.9 % lors des sessions expérimentales de la première tâche où le stimulus cible était « plus faible ».

La présente étude montre que les capacités de discrimination d'intensités lumineuses sont influencées par la disposition des stimuli dans un plan horizontal. Les résultats peuvent s'expliquer par la distance entre le stimulus cible et les stimuli de comparaison ainsi que par la disposition spatiale des stimuli dans le plan horizontal. Jusqu'à présent, les temps de réponses ont été étudiés principalement en fonction de divers paramètres de la stimulation tels que la

texture ou l'orientation, sans tenir compte de la disposition spatiale. Nos résultats montrent que la position des stimuli dans le champ visuel influence non seulement les capacités de discrimination des intensités, mais également les temps de réponses. Par ailleurs, la variation du nombre de stimuli présenté à l'écran (voir Allan et al., 1989 ; Efron et al., 1996), ainsi que la forme des stimuli utilisée (Wills et al., 1999), pourraient représenter d'autres facteurs importants à considérer dans les capacités de discrimination d'intensités lumineuses. Dans l'avenir, il serait important d'analyser ces derniers aspects et d'étudier de manière plus approfondie, la contribution des facteurs mnésiques et attentionnels dans les tâches de discrimination.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier monsieur Sylvain Tourigny pour la conception du programme informatique ainsi que monsieur Jean-Claude Montplaisir pour son aide technique en photométrie.

Références

Allan, S. E., & Blough, D. S., (1989). Featured-based search asymmetries in pigeons and humans. *Perception & Psychophysics*, 46, 456-464.

Bloch, S., & Martinoya, C., (1982). Comparing frontal and lateral viewing in the pigeon. I. Tachistopic visual acuity as a function of distance. *Behavioural Brain Research*, 5, 231-244.

Blough, D. S., (1993). Reaction time drifts identify objects of attention in pigeon visual search. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, 19, 107-120.

Blough, D. S., (1988). Quantitative relations between visual search speed and target-distractor similarity. *Perception & Psychophysics*, 43, 57-71.

Blough, D. S., (1986). Odd-item search by pigeons : method, instrumentation and uses. *Behavior Research Methods, Instrumentations & Computers*, 18, 413-419.

Blough, P. M., & Blough, D. S., (1978). The reaction-time/luminance relationship for pigeons to lights of different spectral compositions. *Perception & Psychophysics*, 23, 468-474.

Blough, P. M., (1975). The pigeon's perception of saturation. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 24, 135-148.

Blough, P. M., (1971). The visual acuity of the pigeon for distant targets. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 15*, 57-67.

Cheng, K., Spetch, M. L., & Miceli, P., (1996). Averaging temporal duration and spatial position. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 22*, 175-182.

Cook, R. G., Cavoto, B. R., Katz, J. S., & Cavoto, K. K., (1997a). Pigeon perception and discrimination of rapidly changing texture stimuli. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 23*, 390-400.

Cook, R. G., Katz, J. S., & Cavoto, B. R., (1997b). Pigeon same-different concept learning with multiple stimulus classes. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Process, 18*, 417-433.

Cook, R. G., (1992a). Acquisition and transfer of visual texture discriminations by pigeons. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Process, 18*, 341-353.

Cook, R. G., (1992b). Dimensional organization and texture discrimination in pigeons. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 18*, 354-363.

Efron, R., & Yund, E. W., (1996). Spatial nonuniformities in visual search. *Brain and Cognition, 31*, 331-368.

- Güntürkün, O., (1985). Lateralization of visually controlled behavior in pigeons. *Physiology and Behavior*, 34, 575-577.
- Güntürkün, O., & Hahmann, U., (1994). Visual acuity and hemispheric asymmetries in pigeons. *Behavioural Brain Research*, 60, 171-175.
- Hodos, W. (1993). The visual capabilities of birds. Dans Zeigler and Bischof (Eds), *Vision, Brain and Behavior in birds* (pp. 63-76). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hodos, W., Bessette, B. B., Macko, K. A., & Weiss, S. R. B., (1985). Normative data for pigeon vision. *Vision Research*, 25, 1525-1527.
- Hodos, W., Leibowitz, R. W., & Bonbright, J. C. Jr., (1976). Near-field visual acuity of pigeons : Effects of head location and stimulus luminance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 25, 129-141.
- Hodos, W., & Bonbright, J. C. Jr., (1972). The detection of visual intensity differences by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 471-479.
- Maldonado, P. E., Maturana, H., & Varela, F. J., (1988). Frontal and lateral visual system in birds. *Brain Behavior & Evolution*, 32, 57-62.
- Nye, P. W., (1973). On the functional differences between frontal and lateral visual fields of the pigeon. *Vision Research*, 13, 559-574.

Roberts, W. A., Phelps, M. T., Macuda, T., Brodbeck, D. R., & Russ, T., (1996).

Intraocular transfer and simultaneous processing of stimuli presented in different visual fields of the pigeon. *Behavioural Neuroscience*, 110, 290-299.

Spetch, M. L., MacDonald, S. E., & Cheng, K., (1996). Learning the configuration of a landmark array : I. Touch-screen studies with pigeons and humans. *Journal of Comparative Psychology*, 110, 55-68.

Wasserman, E. A., Young, M. E., & Nolan, B. C., (2000). Display variability and spatial organisation as contributors to the pigeon's discrimination of complex visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, 26, 133-143.

Wasserman, E. A., (1995a). The conceptual abilities of pigeons. *American Scientist*, 83, 246-255.

Wasserman, E. A., Hugart, J. A., & Kirkpatrick-Steger, K., (1995b). Pigeons show same-different conceptualization after training with complex visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, 21, 248-252.

Wilkie, D. M., & Saksida, L.M., (1994). The spatial distribution of pigeons' target detection. *Behavioural Brain Research*, 60, 137-140.

Wills, S., & Mackintosh, N. J., (1999). Relational learning in pigeons ?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 52B*, 31-52.

Young M. E., & Wasserman, E. A., (2001). Evidence for a conceptual account of same-different discrimination learning in the pigeon. *Psychonomic Bulletin & Review, 8*, 677-684.

Young, M. E., Wasserman, E. A., MacKenzie, A. H., & Dalrymple, R., (1999). The pigeon's variability discrimination with lists of successively presented visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 25*, 475-490.

Young, M. E., Wasserman E. A., & Garner, K. L., (1997). Effects of number of items on the pigeon's discrimination of same from different visual displays. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 23*, 491-501.

Yund, E. W., Efron, R., & Nichols, D. R., (1990). Detectability gradients as a function of target location. *Brain and Cognition, 12*, 1-16.

Sous-titres des figures

Figure 1 : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Delta-Intensités (1-4).

Figure 2 : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Delta (1-4) en fonction des Intensités (2-5).

Figure 3 : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Positions (a-e).

Figure 4 : Moyennes des temps de réponses (sec.) pour Positions (a-e) dans le cas des bonnes réponses et des erreurs.

Figure 5 : Moyennes des temps de réponses (sec.) pour Delta-Intensités (1-4) dans le cas des bonnes réponses et des erreurs.

Figure 1

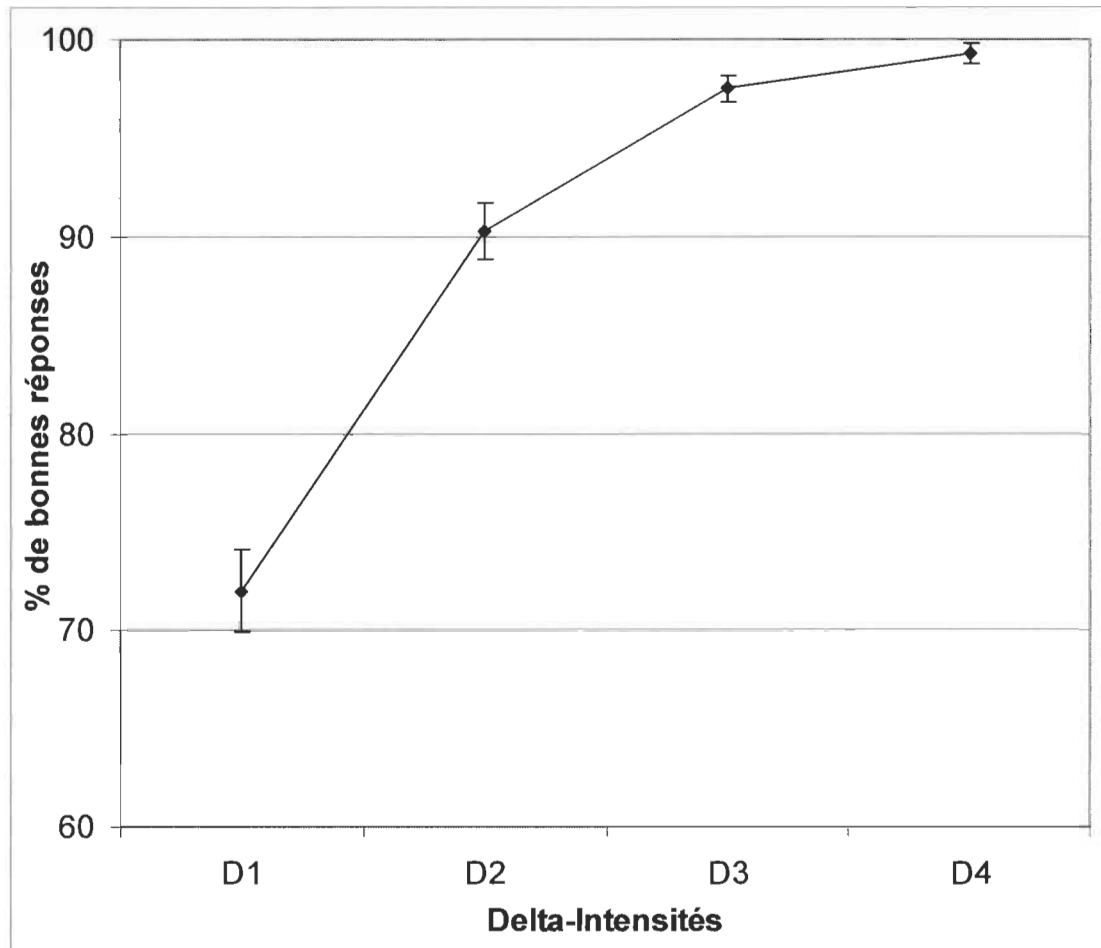


Figure 2

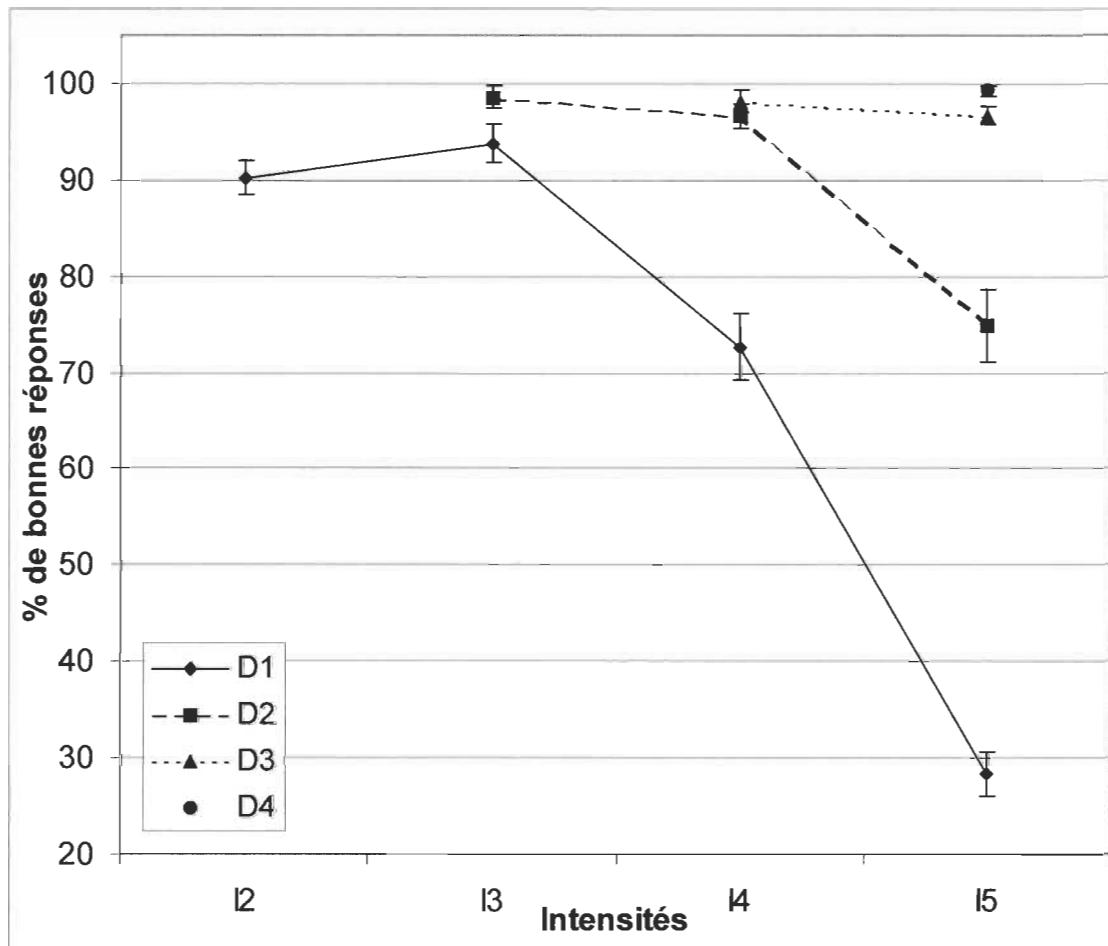


Figure 3

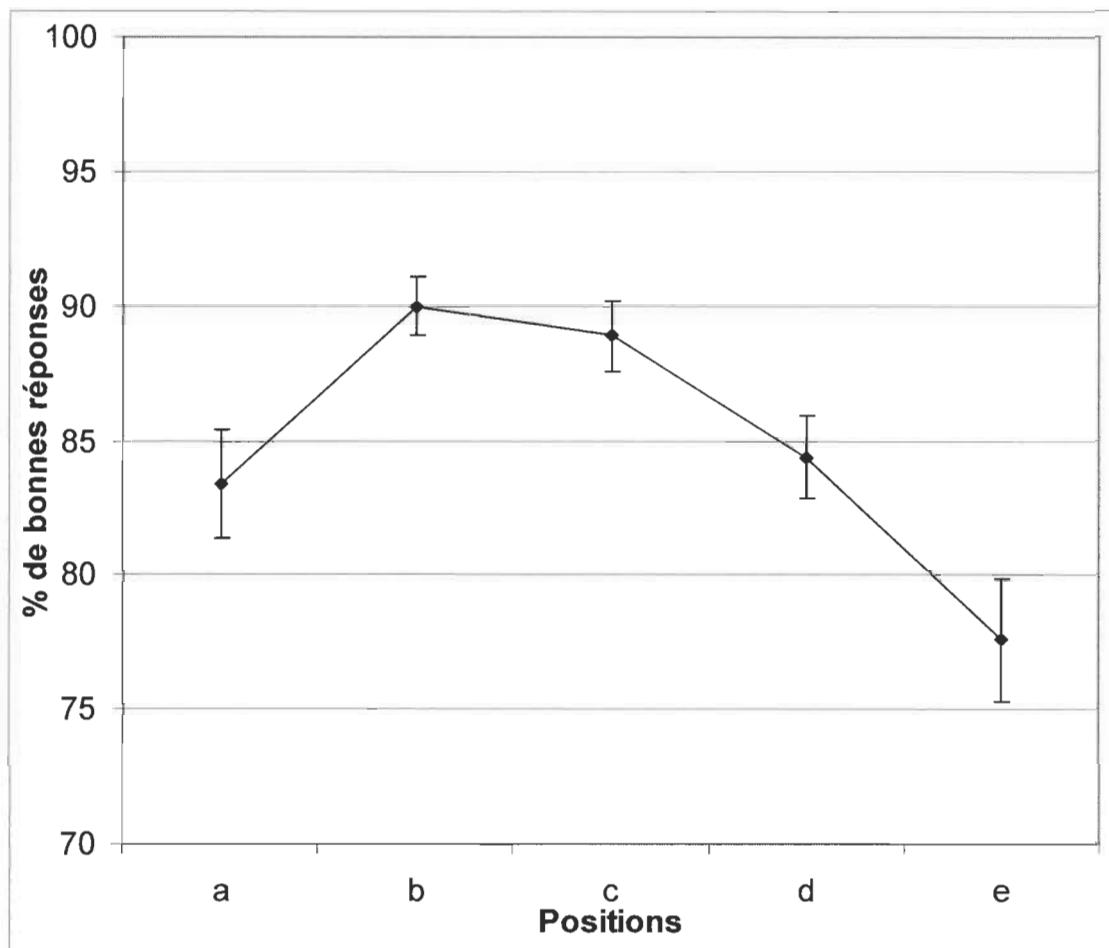


Figure 4

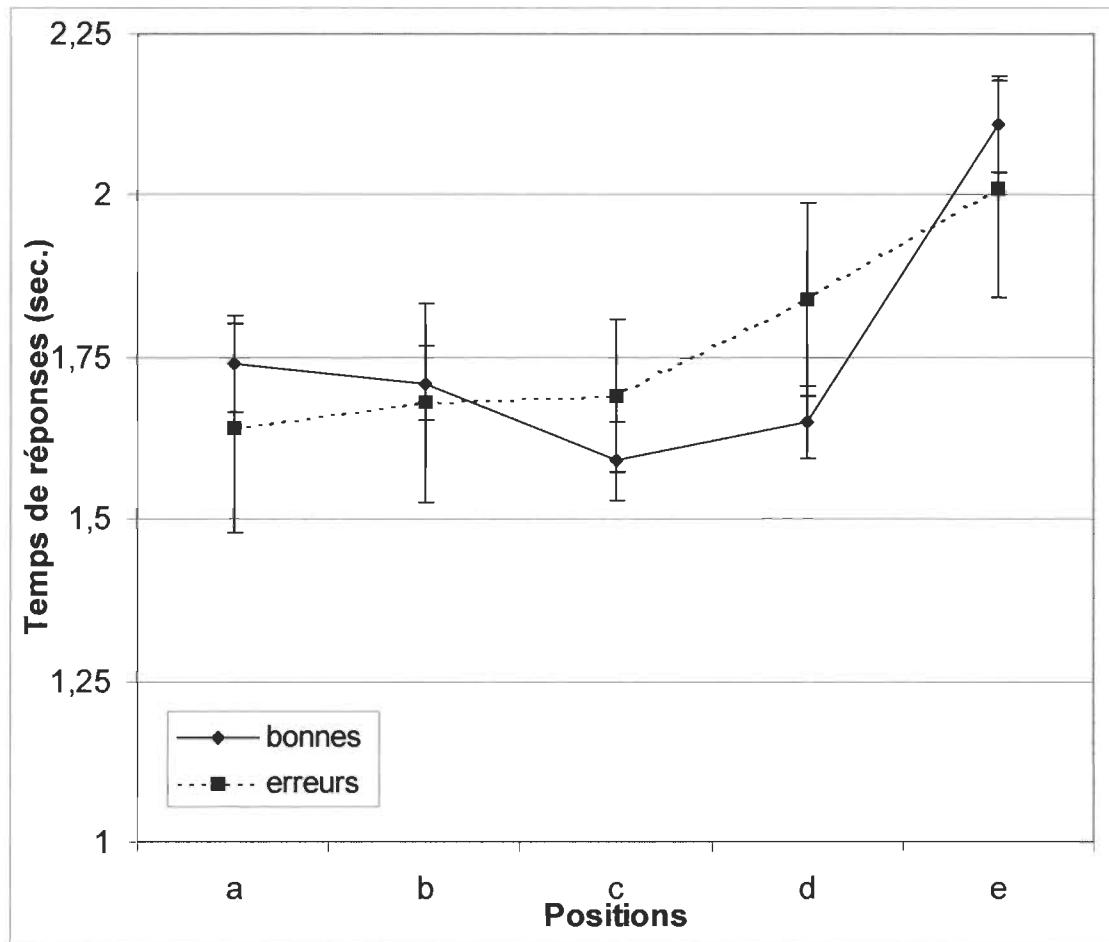


Figure 5

