

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

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

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR JOCELYN DENONCOURT

EFFETS DU NOMBRE DE STIMULI DE COMPARAISON ET DE LA POSITION  
DE LA CIBLE SUR LA DISCRIMINATION VISUELLE  
D'INTENSITÉS CHEZ LE PIGEON

AOÛT 2005

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.

### Remerciement

En premier lieu, je tiens sincèrement à offrir toute ma gratitude à mon directeur de recherche, monsieur Dom Miceli, pour le support et la patience dont il a su faire preuve tout au long de la réalisation de notre projet. Son expertise, en matière de recherche animale, internationalement reconnue, a été d'un apport précieux autant dans l'élaboration de notre projet que dans l'analyse ultérieure de nos résultats. Par ailleurs, je ne peux passer sous silence le professionnalisme de madame Rolande Caron, technicienne en animalerie, pour l'aide précieuse qu'elle m'a apportée, aussi bien concernant le soin des animaux, que ses nombreuses suggestions pertinentes. Je tiens finalement à remercier les membres du Groupe de Recherche en Neurosciences, notamment madame Marie-Ève Lemire et monsieur Pascal Hains.

Table des matières

Titre.....	1
Résumé.....	2
Introduction .....	3
Méthode.....	8
Résultats .....	11
Discussion.....	17
Remerciement .....	25
Références .....	26
Figures .....	33

**Effets du nombre de stimuli de comparaison et de la position de la cible  
sur la discrimination visuelle d'intensités chez le pigeon.**

Denoncourt, Jocelyn et Miceli, Dom  
Groupe de Recherche en Neurosciences  
Université du Québec, Trois-Rivières, Canada

Manuscrit : 42 pages ; 9 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](mailto:Dom_Miceli@uqtr.ca)

*Résumé*

L'objectif de cette étude était d'analyser l'effet de la position d'une cible, présentée dans un ensemble de 3, 5 ou 7 stimuli, sur la discrimination de cinq niveaux d'intensité lumineuse. Des pigeons ont été conditionnés à picorer, sur un écran tactile, un stimulus plus « foncé » parmi des stimuli de comparaison d'égale intensité. Les résultats indiquent une baisse de performance aux niveaux d'intensité plus élevés, avec des écarts d'intensité plus courts, aux extrémités de la distribution et avec l'augmentation du nombre de stimuli. Les temps de réaction diminuent aux intensités plus faibles, avec l'écart de luminance, et augmentent avec le stimulus cible en position centrale et à la droite de la distribution. Les résultats ont été discutés en terme de capacités de discrimination des pigeons en fonction de différentes intensités visuelles, du nombre et de la disposition spatiale des stimuli.

*Mots-clés :* Vision ; Nombre ; Discrimination d'intensités ; Position ; Pigeon ; Écran tactile

*Summary*

Pigeons were tested in an intensity discrimination task using 5 intensity levels, the effect of the position of a target stimulus presented among 3, 5 or 7 stimuli and were trained on a touch screen to peck the lowest intensity target stimulus. The results showed lower performance at more elevated intensity levels, with narrower intensity differences, with target stimuli at the more lateral positions and with increasing number of comparison stimuli. Reaction times were shorter with decreasing intensity levels and with increasing intensity differences between target and comparison stimuli, but were longer with target stimuli in central position and at right positions. The data are discussed in terms of the intensity discrimination capacities of pigeons as a function of different stimulus intensity, number and position parameters.

*Keywords :* Vision ; Number ; Intensity discrimination ; Position ; Pigeon ; Touchscreen

*Introduction*

Diverses expériences psychophysiques ont pour objet d'étude le système visuel aviaire. Le pigeon est d'ailleurs un sujet abondamment utilisé dans ce champ d'investigation (Hubert, 1999) puisqu'il possède un système visuel hautement sensitif (Allan & Blough, 1989 ; Hodos, Bessette, Macko & Weiss, 1985 ; Hodos, 1993). De plus, les pigeons disposent d'un cerveau incluant des aires visuelles très développées (Bloch & Martinoya, 1982 ; Miceli, Marchand, Repérant & Rio, 1990 ; Young, Wasserman, MacKenzie & Dalrymple, 1999) et sont notamment réputés pour leur excellente vision chromatique (Blough, 1975). Leurs capacités de discrimination visuelle leur permettent d'utiliser un niveau d'abstraction lors de tâches de reconnaissances complexes, précédemment attribué qu'aux humains (Young, Wasserman & Garner, 1997). Cette espèce animale possède un haut degré d'acquisition et de transfert d'apprentissages (Cook, 1992a ; Wasserman, 1995a).

La chambre de conditionnement demeure l'un des outils expérimentaux les plus utilisés, parmi l'ensemble des appareils disponibles, pour l'étude de la discrimination d'intensités visuelles chez le pigeon. Généralement, on retrouve, dans cette dernière, trois clefs de réponse rétroéclairées, dont deux d'entre-elles doivent être activées par les sujets préalablement entraînés à cette tâche. La présentation de stimuli lumineux a lieu dans la clef centrale où les pigeons doivent discriminer un stimulus spécifique, tandis que les clefs situées de part et d'autre de ce dernier servent essentiellement à la réponse de l'animal (Blough, 1971; 1975 ; Hodos & Bonbright, 1972 ; Hodos, Leibowitz & Bonbright 1976). Hodos & Bonbright (1972), démontrent dans une expérience portant sur la détection de différences d'intensités visuelles, que le seuil d'intensité

pouvant être discriminé par les pigeons se situe à  $80 \text{ cd/m}^2$ . Néanmoins, les auteurs précisent que le seuil de différence rapporté dans leur étude n'est valable que pour des stimuli d'intensités situées au voisinage de  $318.5 \text{ cd/m}^2$  car, en conformité avec la loi de Weber, la différence est moins élevée lorsque les stimuli sont de plus faible intensité (entre 5 et  $50 \text{ cd/m}^2$ ). Dans une autre recherche visant à étudier le rôle de l'intensité et de la taille des stimuli (visages d'hommes et de femmes photographiés en noir et blanc) sur leur catégorisation, Troje, Huber, Loidolt, Aust & Fieder (1999), démontrent que l'intensité des photographies, qui était de plus faible luminance pour les visages d'hommes, était une variable qui permettait une meilleure catégorisation des stimuli que la dimension des images. D'ailleurs, les auteurs ont fait varier la grandeur des photos sans pour autant obtenir un meilleur pourcentage de reconnaissance, tandis que les visages les plus foncés (de plus faible luminance) étaient reconnus avec plus de facilité.

Par ailleurs, la discrimination spatiale d'un stimulus cible ne s'effectue pas de la même manière dépendamment de la position de celui-ci dans les différents champs visuels du pigeon. Wilkie & Saksida (1994), rapportent, d'après une étude portant sur la détection d'un stimulus dans une distribution spatiale, que l'habileté des sujets à discriminer un stimulus cible décroît au fur et à mesure que celui-ci se retrouve en périphérie d'un point de fixation. Les auteurs précisent que cette caractéristique est valable aussi bien dans un plan horizontal que vertical. Dans une recherche comparative entre les différents champs frontaux et latéraux des pigeons, des chercheurs observent que l'acuité visuelle frontale des sujets tend à diminuer, plus la distance entre l'animal et la cible est grande, tandis que l'habileté à reconnaître des cibles dans les champs latéraux augmente avec la distance (Bloch & Martinoya, 1982). Les résultats dégagés d'une autre expérience, portant sur le même sujet d'investigation, démontrent que le niveau de performance, en relation avec divers types de discriminations (structure, mouvement, couleur et luminance), est

plus élevé lorsque le stimulus cible est situé dans le champ visuel frontal que dans les champs visuels latéraux des sujets (Nye, 1973).

D'autres auteurs, qui se sont penchés sur la discrimination de stimuli de patrons « identiques versus différents », démontrent que des pigeons bien entraînés peuvent généraliser un patron de stimuli « identiques ou différents » déjà connu, à autre patron de stimuli « identiques ou différents » jamais vu auparavant. Les pigeons sont donc capables de généralisation (Wasserman, Hugart & Kirkpatrick-Steger, 1995b) même dans les cas où l'organisation spatiale et l'orientation des stimuli sont modifiées (Young, 2001).

De nos jours, l'usage d'écrans tactiles permet l'émergence d'autres avenues d'exploration possible du système visuel des pigeons, notamment au niveau de la discrimination de stimuli plus complexes, mettant en jeu la reconnaissance de formes, de textures, de couleurs et d'objets, où la capacité d'abstraction des pigeons est largement démontrée (Cook, 1992b ; Cook, Cavoto & Cavoto, 1995 ; Cook, Katz & Cavoto, 1997b ; Khallad, 2004 ; Wills & Mackintosh, 1999). De plus, certaines conditions expérimentales, comportant des changements rapides de textures parmi un ensemble variable de stimuli de comparaison, sont également élaborées à l'aide d'écrans tactiles, aussi bien lors de tâches de perception visuelle que de discrimination spatiale (Cook, 1997a).

Certains chercheurs ont exploré l'effet du nombre de stimuli sur la capacité de discrimination spatiale des pigeons. Les résultats obtenus, lors de tâches de discriminations de stimuli « identiques versus différents », attestent que la différenciation de patrons de stimuli différents est supérieure lorsqu'on retrouve un nombre de stimuli plus élevé dans le cas d'une reconnaissance

« différente » (Young et al., 1997). À l'inverse, dans une étude visant à mesurer l'effet d'amorçage sur l'exactitude de la discrimination spatiale, Vreven & Blough (1998), notent plutôt une diminution de la performance de reconnaissance visuelle, d'un ou de plusieurs stimuli, avec l'augmentation du nombre de stimuli de comparaison. L'étude de Blough (1979), portant sur l'effet du nombre et de la forme des stimuli sur la discrimination visuelle des pigeons, va dans le même sens. L'auteur précise qu'en plus d'observer un niveau de performance à la baisse, avec l'accroissement du nombre de stimuli de comparaison, il remarque également une augmentation des temps de réponse dans le même contexte. De plus, Allan & Blough (1989), obtiennent des temps de réaction plus longs et un pourcentage d'erreurs plus élevé dans une recherche menée sur l'asymétrie visuelle chez l'humain et le pigeon. Les auteurs soulignent que ces observations sont relatives à la forme des stimuli et à l'accroissement du nombre de stimuli de comparaison.

D'autre part, une expérience visant à explorer le nombre de réponses en fonction de la reconnaissance d'un symbole numérique, a permis à Xia, Siemann & Delius (2000) de démontrer une baisse de performance lorsque les pigeons avaient à émettre un plus grand nombre de réponses.

L'utilisation d'écrans tactiles en laboratoire permet également l'évaluation des temps de réaction en fonction de l'intensité d'un stimulus, notamment lors d'identifications de stimuli à l'intérieur de tâches de discriminations visuo-spatiales (Blough, 1986 ; Cheng, Spetch & Miceli, 1996). Blough (1993) remarque dans une recherche impliquant des tâches de discrimination visuelles, une variabilité des temps de réponse lorsque certaines caractéristiques des stimuli de comparaison et du stimulus cible étaient modifiées. De fait, en faisant varier la forme d'un stimulus (un carré) soit en y ajoutant ou en y retirant une caractéristique (un trait ou une ouverture), l'auteur obtient différents temps de réponse pour chaque ensemble de stimulus cible/comparaison. D'autre part,

les résultats d'une recherche portant sur l'investigation du temps de réponse, en relation avec la luminance du stimulus cible, indiquent que les temps de réaction sont nettement plus rapides lors de la présentation de stimuli de faibles luminances (Blough & Blough, 1978).

La présente étude a pour objectif d'analyser la capacité visuelle de discrimination spatiale des pigeons, de même que leur aptitude à reconnaître différentes intensités lumineuses, dans un spectre de luminance de  $4.8 \text{ cd/m}^2$  à  $57 \text{ cd/m}^2$  (calculées en valeurs équidistantes réelles). Pour ce faire, à l'aide de la technologie d'écran tactile, nous avons entraîné neuf pigeons à picorer un stimulus cible de plus faible luminance parmi un ensemble de stimuli de comparaison d'égale intensité. L'expérimentation s'est déroulée en trois étapes, comportant chacune cinq sessions expérimentales. Les sujets devaient discriminer un stimulus cible plus « foncé » parmi : 1) cinq stimuli, 2) trois stimuli et 3) sept stimuli de comparaison de même intensité. Chacun de ces trois types de présentation s'est effectué sur une distribution spatiale horizontale de 23 cm de large. La distance que devaient parcourir les pigeons afin de picorer la cible, se retrouvant à diverses positions aléatoires, a nécessité une procédure de vision libre sans mouvement restrictif. L'analyse des données, recueillies lors des sessions expérimentales, nous permettra d'éclaircir l'influence de l'intensité lumineuse du stimulus cible sur le choix des réponses, ainsi que sur les temps de réaction des sujets. De plus, la position du stimulus cible, ainsi que le nombre de stimuli de comparaison, seront considérés en fonction du pourcentage d'erreurs et du temps de réponse des pigeons.

### *Méthode*

#### *Sujets*

Notre étude a nécessité le concours de neuf pigeons (*Columbia livia*), provenant d'un élevage privé local, qui étaient tous âgés entre deux et trois ans au moment de l'expérience. Pendant l'expérimentation, les pigeons étaient maintenus à 85% du poids atteint au moment où la nourriture leur était distribuée *ad libitum*. L'excédent de nourriture qui était donné, après les sessions expérimentales, était principalement constitué d'un mélange de grains, d'écailles d'huîtres et de gravillons de granit. Les oiseaux avaient librement accès à l'eau et étaient logés individuellement. L'ensemble des sujets était soumis à un cycle diurne/nocturne de 12 heures dans un environnement où la température était maintenue à 20 degrés Celsius.

#### *Matériel*

L'expérimentation s'est déroulée à l'intérieur d'une chambre fabriquée de plexiglas noir mat (36 cm de profond x 34 cm de large x 36 cm de haut) dont le fond a été surélevé de 4 cm. Le dessus de la boîte était transparent et permettait, par l'intermédiaire d'une caméra vidéo reliée à un moniteur, d'observer et d'enregistrer les sujets lors des sessions expérimentales. Tous les stimuli ont été présentés sur un moniteur de 15 po. (SONY, #CDP-E100) sur lequel était directement fixé un écran tactile (Carroll Touch #S2081). L'accès aux stimuli s'effectuait par une large ouverture pratiquée sur le devant de la chambre, elle-même raccordée à l'écran tactile. Un réceptacle de nourriture (#ENV-200, Med Associates inc.), situé à l'intérieur de la boîte sur le panneau latéral droit, était relié à un distributeur (#ENV-203, Med Associates inc.) par un tube de vinyle qui assurait le transport des granules de récompense (PJC-0045, Research Diets inc.). Une carte d'interface (#DIG-750B, Med Associates inc.) assurait le fonctionnement du distributeur de

nourriture. L'expérimentation a été entièrement contrôlée et enregistrée par un ordinateur de type Pentium III de 450 MHz.

### *Stimuli*

De forme rectangulaire, les stimuli mesuraient 2.5 cm (L) X 4 cm (H) et étaient tous situés en haut de l'écran à 14 cm du fond de la chambre d'expérimentation. L'ensemble des rectangles couvrait un plan horizontal de 23.5 cm de large. Puisque trois types de présentation ont été utilisés lors de l'expérimentation ( $N=3, 5$  et  $7$ ), et que la distance totale entre les deux extrémités de chaque groupe de stimuli demeurait toujours la même dans les trois cas, l'espace entre ces derniers variait. Lors des trois conditions expérimentales, on retrouvait un espacement de 8 cm ( $N=3$ ), 2,7 cm ( $N=5$ ) et 1 cm ( $N=7$ ) entre chacun des stimuli. L'espace entre chaque rectangle diminuait donc au fur et à mesure que leur nombre augmentait. La valeur des stimuli, en *visual basic*, préalablement définie de façon équidistante réelle à l'aide d'un luminancemètre de type 1100, (Bruell et Kjaer) était, pour chacune des intensités : I1 : 208, I2 : 184, I3 : 157, I4 : 121 et I5 : 16 ; la luminance correspondante se chiffrait comme suit : I1 : 57 cd/m<sup>2</sup>, I2 : 43.95 cd/m<sup>2</sup>, I3 : 30.9 cd/m<sup>2</sup>, I4 : 17.85 cd/m<sup>2</sup> et I5 : 4.8 cd/m<sup>2</sup>. Les présentations ont toutes eu lieu sur un fond d'écran blanc homogène de 85 cd/m<sup>2</sup> afin de conserver un degré constant d'adaptation lumineuse.

### *Procédure*

D'abord, les sujets ont appris à manger dans le réceptacle de nourriture. Ensuite, ils ont été conditionnés à picorer l'écran tactile afin d'obtenir la récompense associée. Après l'acquisition de ce comportement, un premier stimulus est apparu à l'écran ; les sujets étaient récompensés que lorsqu'ils picoraient ce dernier. Ce stimulus, de plus faible luminance (I5), était situé au centre de l'écran tactile. Ensuite, deux autres stimuli, d'intensité plus élevée (stimuli de

comparaison I2, I3, I4 ou I5), ont été ajoutés de part et d'autre du premier stimulus (stimulus cible). Les sujets devaient alors picorer le stimulus le plus « foncé », situé à l'une des trois positions, pour obtenir la récompense. Les pigeons ont, par la suite, été soumis à une tâche d'entraînement nécessitant toujours la reconnaissance du stimulus le plus « foncé », mais parmi quatre autres stimuli d'égale intensité. Finalement, ce conditionnement s'est poursuivi avec l'ajout de deux autres stimuli de comparaison, totalisant cette fois-ci sept éléments dans la distribution spatiale. Le conditionnement s'est ainsi déroulé jusqu'à l'atteinte du critère de performance, fixé à 80% de bonnes réponses durant trois sessions consécutives, dans les trois types de présentation ( $N=3, 5$  et  $7$ ). Les tâches expérimentales ont pu débuter par la suite. Ces dernières consistaient, pour tous les sujets, en cinquante ( $N=5$ ) présentations aléatoires par session durant une période de cinq jours, à raison d'une session par jour pour chaque sujet. Une fois cette tâche expérimentale achevée, soixante-dix ( $N=7$ ) présentations ont été affichées à l'écran pour chacun des sujets en respectant le même protocole. Finalement, trente ( $N=3$ ) présentations, toujours selon la même règle pour l'ensemble des sujets, sont venues mettre un terme à l'expérimentation.

### *Tâche expérimentale*

Chacune des sessions expérimentales comportait dix types de présentation possibles concernant les écarts ( $\Delta$ ) des niveaux d'intensité entre les stimuli cible/comparaisons :  $\Delta 1$  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. L'expérimentation comprenait trois conditions expérimentales ( $N=3, 5$  et  $7$ ) où le stimulus cible se retrouvait aléatoirement à trois, cinq ou sept positions différentes correspondant à trente, cinquante et soixante-dix présentations exposées lors des tâches expérimentales. Dans les trois cas, cinq sessions par pigeon furent répertoriées ( $n = 9$ ).

### *Analyse des résultats*

Les données enregistrées lors de l'expérimentation ont été analysées en fonction des deux variables dépendantes suivantes : 1) le pourcentage de bonnes et de mauvaises réponses et 2) les temps de réaction. Les variables indépendantes, quant à elles, étaient représentées par : 1) Les Delta Intensité ( $\Delta I$ ),  $\Delta 1$  ( $\Delta 1I_2$ ,  $\Delta 1I_3$ ,  $\Delta 1I_4$  et  $\Delta 1I_5$ ),  $\Delta 2$  ( $\Delta 2I_3$ ,  $\Delta 2I_4$  et  $\Delta 2I_5$ ),  $\Delta 3$  ( $\Delta 3I_4$  et  $\Delta 3I_5$ ) et  $\Delta 4$  ( $\Delta 4I_1$ ), 2) les intensités (2, 3, 4 et 5), 3) les positions (selon les trois types de présentation) et finalement, 4) le nombre de stimuli de comparaison ( $N=3$ , 5 ou 7). Les analyses statistiques ont été produites à l'aide de l'analyse de variance (ANOVA) et les calculs *post oc* effectués avec le test de Bonferroni.

### *Résultats*

#### *Intensités*

L'ensemble des sujets a atteint le seuil de performance préalablement établi à 80% de bonnes réponses et aucune différence significative n'est observée entre les différentes sessions expérimentales [ $F(4, 6745) = 1.35, p = .2503$ ]. L'analyse du pourcentage d'erreurs laisse voir des différences significatives en regard de l'intensité du stimulus cible [ $F(3, 6.738) = 30.72, p < .0001$ ] et du nombre de stimuli [ $F(2, 6.738) = 17.35, p < .0001$ ] où on retrouve d'ailleurs une interaction entre ces deux variables [ $F(6, 6.738) = 6.24, p < .0001$ ]. Le pourcentage de bonnes réponses obtenu à chaque intensité, en fonction du nombre de stimuli, tel qu'illustré à la figure 1, s'exprime par les moyennes suivantes :  $N=3$  : 90.3 % (I2), 91.9 % (I3), 93.3 % (I4), 92.6 % (I5) ;  $N=5$  : 83.6 % (I2), 90 % (I3), 88.9 % (I4), 91.9 % (I5) ;  $N=7$  : 72.4 % (I2), 82.1 % (I3), 88 % (I4), 91.7 % (I5). L'analyse des tests *post oc* démontre également que les pourcentages de bonnes

réponses, en rapport avec le nombre de stimuli, diffèrent tous significativement entre eux : 92% ( $N=3$ ), 88.6% ( $N=5$ ) et 83.5% ( $N=7$ ),  $p < .05$ . Par ailleurs, le niveau de performance est aussi influencé de façon significative par l'intensité,  $p < .05$ , sauf dans le cas où l'on compare I3 (88%) et I4 (90.1%) ensemble, ainsi que I4 et I5 (92.1%) entre elles. Le pourcentage de mauvaises réponses le plus bas se chiffre à 82.1% pour I2.

En général, le niveau de performance est significativement affecté par la variable  $\Delta I$  [ $F(2, 6.738) = 19.49, p < .0001$ ] et par le nombre de stimuli [ $F(3, 6.738) = 316.06, p < .0001$ ] où une interaction est relevée entre la  $\Delta I$  et le nombre de stimuli [ $F(6, 6.738) = 4.198, p < .0001$ ]. La figure 2 indique le pourcentage de bonnes réponses retrouvé à chaque  $\Delta I$ , se chiffrant comme suit : à  $\Delta 1$  (D1) les bonnes réponses atteignent 75.52 %, la  $\Delta 2$  (D2) rejoint le seuil de 96.15%, tandis que les  $\Delta 3$  (D3) et  $\Delta 4$  (D4) ont respectivement un pourcentage de 99.33% et 99.7%, une fois les trois types de présentation associés. À la lecture des tests *post hoc*, on remarque que le pourcentage de bonnes réponses est différent pour tous les  $\Delta I$  ( $p < .05$ ), sauf dans le cas où les  $\Delta 3$  et  $\Delta 4$  sont conjointement comparées ; cette particularité se retrouve également dans chacun des trois types de présentation.

De façon globale, on observe des différences significatives concernant les pourcentages de bonnes réponses obtenues par toutes les combinaisons possibles où chaque  $\Delta$  est associé au I du stimulus cible, [ $F(9, 6720) = 110.41, p < .0001$ ]. On observe également des différences significatives en regard du nombre de stimuli [ $F(2, 6720) = 19.66, p < .0001$ ] et une interaction entre cette dernière variable et le  $\Delta I$  [ $F(18, 6720) = 3.69, p < .0001$ ]. On remarque distinctement quatre situations, illustrées à la figure 3, où le pourcentage de bonnes réponses se retrouve en deçà de 80 %, soit :  $\Delta 1$ , I2 à 79.7 %,  $\Delta 1$ , I3 à 77.48 %,  $\Delta 1$ , I4 à 71.26 % et  $\Delta 1$ , I5 à 73.63 %.

Les données révèlent aussi des différences significatives concernant le pourcentage de bonnes réponses obtenues à différentes combinaisons de présentations de  $\triangle 1$ , en l'occurrence lorsque  $\triangle 1, I2$  (79.70 %) est comparée avec  $\triangle 1, I4$  (71.26 %) et  $\triangle 1, I5$  (73.63 %); et quand  $\triangle 1, I3$  (77.48 %) et  $\triangle 1, I4$  sont comparées entre elles,  $p < .05$ . On ne retrouve toutefois aucune différence significative dans le cas où  $\triangle 1, I5$  est comparée avec  $\triangle 1, I3$  et  $\triangle 1, I4$  et où  $\triangle 1, I2$  l'est avec  $\triangle 1, I3$ , ( $p > .05$ ).

### *Positions*

Afin de pouvoir comparer statistiquement les trois types de présentation entre eux ( $N=3, 5$  et  $7$ ), on a dû éliminer les positions intermédiaires et conserver la position du centre et les deux extrémités (**A**, **D** et **G**), lesquelles se retrouvent exactement au même endroit sur l'écran tactile dans chacune des trois conditions expérimentales. De façon générale, les résultats obtenus lors de l'analyse des données démontrent des différences significatives en ce qui a trait au pourcentage de bonnes réponses et à la position du stimulus cible [ $F(2,4014) = 29.78, p < .0001$ ]. Les résultats indiquent clairement que les trois positions (**A**, **D** et **G**) sont toutes différentes ( $p < .05$ ). La figure 4 révèle significativement plus d'erreurs à gauche (9,56%) qu'au centre (7,63%) et dévoile une majorité d'erreurs se situant à droite (16,37%). On ne retrouve toutefois aucune différence significative entre la position des stimuli et leur nombre ( $p > .05$ ).

Lorsque l'on regroupe les données des trois types de présentation séparément, tel qu'illustré à la figure 5, on retrouve des différences significatives au niveau des positions [ $F(2,1347) = 11.26, p < .0001$ ],  $N=3$ ; [ $F(4,2245) = 5.71, p < .0001$ ],  $N=5$  et [ $F(6,3143) = 8.06, p < .0001$ ],  $N=7$ . Dans un premier temps, on remarque, pour les présentations concernant trois stimuli, que la majorité

des erreurs se retrouve significativement plus élevée à droite, soit à la position **G** (12%), qu'au centre, à la position **D** (3.78%) et à gauche à la position **A** (6.89%),  $p < .05$ . La position **A**, quant à elle, est statistiquement non significative lorsque comparée avec **D** ( $p > .05$ ). Dans un deuxième temps, lorsque l'on compare les résultats obtenus, dans le cas des présentations de cinq stimuli, on observe encore une majorité d'erreurs situées à la position **G** (15.33%), toujours à l'extrême droite du plan horizontal, qui diffère significativement avec les positions **A** (8.89%) et **B'** (6%) ( $p < .05$ ) situées à gauche. Cependant, les positions **A**, **B'**, **D** (10%) et **E'** (10.89%) sont toutes non significatives lorsque comparées entre elles ( $p < .05$ ). Le même phénomène se répète, lors de l'expérimentation avec sept stimuli, dans quel cas le pourcentage d'erreurs le plus élevé se situe à la position **G** (21.78%), soit la position la plus à droite sur la distribution, qui est d'ailleurs significativement différente des positions **A** (12.89%), **B**, (8.22%), **C** (11.78%) et **D** (9.11%),  $p < .05$ . On retrouve aussi une différence significative entre les positions **D** et **F** (15.33%),  $p < .05$ . Cependant, on ne relève aucune différence entre les positions **A**, **B**, **C**, **D** et **E** (13.78%),  $p > .05$ .

### *Temps des bonnes réponses*

On observe globalement une différence significative au niveau des temps de réponse, révélée par le test de l'égalité des moyennes [ $Z = -6.41, p < .05$ ], où les temps des bonnes réponses sont nettement plus rapides que les mauvaises réponses. L'analyse globale du temps des bonnes réponses, telle que démontrée à la figure 6, indique des différences significatives en ce qui concerne l'intensité du stimulus cible [ $F(3, 5988) = 239.89, p < .0001$ ], mais ne laisse voir aucune influence du nombre de stimuli [ $F(2, 5988) = 2.23, = 0.1078$ ] ni aucun effet d'interaction entre ces deux variables [ $F(6, 5988) = 0.47, = 0.8325$ ]. On remarque, à l'analyse des tests *post hoc*, que plus la luminance de l'intensité du stimulus cible est faible, plus le temps des bonnes réponses diminue significativement, ( $p < .05$ ). Les temps moyens, pour les trois types

de stimuli, qui sont tous différents pour chaque intensité, se détaillent comme suit : 1.938 sec. (I2), 1.426 sec. (I3), 1.113 sec. (I4) et 0.976 sec. pour (I5). En ce qui a trait aux  $\Delta I$ , tel qu'indiqué à la figure 7, les temps des bonnes réponses deviennent significativement plus rapides au fur et à mesure que le  $\Delta I$  augmente [ $F(3, 5996) = 73,64, p < .0001$ ] et diffèrent tous, ( $p < .05$ ) sauf dans le cas où  $\Delta 3$  et  $\Delta 4$  sont conjointement comparées. Cependant, on ne retrouve pas cette particularité pour les réponses enregistrées en regard des erreurs ; bien que les temps de réaction soient plus longs que les bonnes réponses, ils ne démontrent pas de différence significative en fonction des  $\Delta I$ .

En ce qui concerne les positions, (voir figure 8), lorsque ces dernières sont regroupées en trois catégories (**A**, **D** et **G**), on observe une différence significative qui indique une augmentation du temps des bonnes réponses pour les stimuli situés au centre et à droite de la distribution [ $F(2, 3595) = 22,33, p < .0001$ ]. Néanmoins, on ne relève aucune différence entre ces deux dernières positions : 1.249 sec. (**D**) et 1.235 sec. (**G**), ( $p < .05$ ). Le temps de réponse le plus rapide est enregistré pour la position de gauche, soit 1.035 sec. (**A**). Lorsque chacun des trois types de présentation sont observés individuellement, on remarque également une tendance pour des temps de réponse plus longs dans les positions de droite par rapport à celles de gauche. En effet, on constate ( $N=3$ ) une augmentation significative [ $F(2, 1245) = 11,46, p < .0001$ ] des temps des bonnes réponses aux positions **D** (1.263 sec.) et **G** (1.209 sec.), qui sont plus élevés qu'en position **A** (1.004 sec.),  $p < .05$ . De plus, on observe aussi une différence significative entre les positions ( $N=5$ ) [ $F(4, 2015) = 6,89, p < .0001$ ] où on remarque un temps de réaction plus long à la position **E'** (1.412 sec.) qu'aux positions **A** (1.098 sec.) et **B'** (1.115 sec.). Aucune différence n'est toutefois observée entre les positions **A**, **B'**, **D** (1.219 sec.) et **G** (1.274 sec.)  $p < .05$ . Par ailleurs, en ce qui concerne les temps des bonnes réponses obtenus lors de la présentation de sept

stimuli, on retrouve une fois de plus une différence significative entre les positions [ $F(6, 2725) = 20.34, p < .0001$ ]. On note les plus longs temps de réaction, en regard des bonnes réponses, aux positions **D** (1.264 sec.), **E** (1.477 sec.) et **F** (1.341 sec.) qui diffèrent significativement des positions **A** (1.000 sec.), **B** (1.045) et **C** (1.067),  $p < .05$ . On constate également une différence significative des temps de réaction pour les positions **D**, **E** et **G** (1.222 sec.),  $p < .05$ .

#### *Temps de réponse pour les erreurs*

L’analyse du temps des mauvaises réponses, illustrée à la figure 9, démontre des différences significatives en ce qui a trait à l’intensité du stimulus cible [ $F(3, 738) = 45.21, p < .0001$ ] et ne n’indique aucune influence du nombre de stimuli. Par ailleurs, aucune différence de  $\Delta I$  sur le temps des mauvaises réponses, ni aucune interaction entre cette variable et le nombre de stimuli n’a été relevé. On observe, à l’analyse détaillée des résultats, que plus la luminance de l’intensité du stimulus cible est faible, plus le temps des mauvaises réponses diminue significativement,  $p < .05$ , sauf dans le cas où I3 et I4 sont comparées l’une avec l’autre. Les temps moyens qui diffèrent tous entre eux pour chaque intensité, sauf dans le cas où I3 est comparée avec I4, se détaillent comme suit : 2.49 sec. (I2), 1.685 sec. (I3), 1.315 sec. (I4) et 0.965 sec. pour (I5).

En ce qui a trait aux positions, lorsque regroupées en trois catégories (**A**, **D** et **G**), on remarque une différence significative qui s’observe par une augmentation du temps des mauvaises réponses pour les stimuli situés au centre de la distribution [ $F(2, 407) = 4.88, p < .05$ ] où la position de gauche diffère de la position du centre. Cependant, cette dernière n’est pas significativement différente de celle de droite : 1.258 sec. (**A**), 1.731 sec. (**D**) et 1.577 sec. (**G**), ( $p < .05$ ). Lorsque l’on analyse chacun des trois types de présentation, dans le cas où  $N=3$  [ $F(2, 99) = 2.72, = p 0.71$ ], on ne remarque aucune différence significative entre les positions. Les présentations de

cinq stimuli ne relèvent encore une fois aucune différence significative entre les positions [ $F(4, 225) = 1,23, = p < .2980$ ]. Finalement, en ce qui concerne les temps des mauvaises réponses propres à la présentation de sept stimuli, on remarque cette fois-ci une différence significative entre les positions [ $F(6, 411) = 5.485, p < .0001$ ]. En effet, les plus hauts temps de réponse sont enregistrés aux positions **D** (1.840 sec.), **E** (2.138 sec.) et **F** (1.675) et sont significativement plus élevés lorsqu'ils sont comparés avec les positions : **A** (1.222 SEC.), **B** (1.269 SEC.) et **C** (1.475). La position **G** (1.506 sec.), quant à elle, n'est significativement différente qu'avec la position **D**,  $p < .05$ . À l'instar des bonnes réponses, on retrouve une même tendance pour des temps de réaction plus longs situés à droite de la distribution, dans le cas des présentations de sept stimuli.

### *Discussion*

#### *Discrimination des intensités*

Les résultats analysés lors de la présente étude, révèlent un niveau de performance qui atteint son plus faible pourcentage de bonnes réponses pour I2 (82.1%), statistiquement différent de I3, I4 et I5. Notons précisément que plus le nombre de stimuli de comparaison est élevé, abstraction faite des intensités, plus le nombre d'erreurs augmente significativement : 8% ( $N=3$ ), 11.4% ( $N=5$ ) et 16.5% ( $N=7$ ). De plus, on retrouve une interaction entre le nombre de stimuli et les intensités. De fait, on note en moyenne autant de bonnes réponses pour chaque intensité respective dans le cas où seulement trois stimuli sont présentés à l'écran. Néanmoins, lors des sessions impliquant cinq stimuli, I2 se différencie significativement de I3 et I5. Finalement, toutes les intensités, sauf I4 et I5, diffèrent entre elles dans la condition expérimentale où sept stimuli sont utilisés. On note donc un accroissement du pourcentage d'erreurs, au niveau de la reconnaissance d'intensités

lumineuses, en fonction de l'augmentation du nombre de stimuli de comparaison. Cette particularité est compatible avec la progression de la difficulté de la tâche de reconnaissance.

Très peu d'études se sont penchées sur l'effet du nombre de stimuli de comparaison, sur la reconnaissance d'un seul stimulus cible, lors de tâches de discrimination visuo-spatiales. Young et al. (1997), ont observé une meilleure performance des sujets, dans des tâches discriminatives, avec l'accroissement du nombre de stimuli dans le cas d'une reconnaissance de patrons différents. Il est probable, dans ce cas-ci, que la reconnaissance des stimuli ait été facilitée par leur augmentation en nombre. En effet, la tâche expérimentale devenait davantage une tâche de discrimination de densité ou de texture, entre deux plages de comparaison, plutôt que la reconnaissance d'un stimulus cible parmi un nombre plus élevé de stimuli. Dans un contexte de recherche, où le protocole était plus près de celui du présent travail, Vreven & Blough (1998), à l'instar de notre étude, ont observé un appauvrissement du niveau de performance en fonction de l'accroissement du nombre de stimuli de comparaison. Les auteurs ont attribué les résultats de l'une de leurs expériences à un phénomène de surcharge attentionnelle associée à des demandes perceptuelles et mnésiques exigeantes.

Par ailleurs, les résultats obtenus dans notre étude permettent également d'affirmer que lorsque les trois types de présentation sont associés, les sujets ont tendance à faire plus d'erreurs au fur et à mesure que la luminance du stimulus cible augmente. D'autre part, cet effet est d'autant plus prononcé que le nombre de stimuli de comparaison augmente. Effectivement, dans le cas des présentations de sept stimuli, tous les niveaux d'intensité sont statistiquement différents. Comme l'ont aussi observé Hodos & Bonbright Jr. (1972), plus la luminance des intensités est élevée, plus il s'avère difficile pour les pigeons de les discriminer entre elles ; c'est à ce moment que les

paramètres de la loi de Fechner-Weber s'appliquent. Cette loi stipule qu'une variation d'intensité, pour un stimulus donné, doit atteindre un certain seuil pour qu'on puisse percevoir la différence. Il existe donc un rapport constant entre l'intensité d'un stimulus et la variation minimale qu'il faut lui apporter pour qu'une différence subjective soit perçue.

De plus, le niveau de performance est également influencé de façon significative par la delta intensité. De fait, on retrouve une moyenne de bonnes réponses se chiffrant seulement à 75.5% à  $\Delta 1$ , tandis que les performances de  $\Delta 2$ ,  $\Delta 3$  et  $\Delta 4$  sont nettement supérieures et se situent en moyenne autour de 98.4% de bonnes réponses. Cette tendance s'exprime de la même manière pour les trois types de présentation. On relève toutefois une interaction entre le nombre de stimuli et la delta intensité qui indique que plus le nombre de stimuli est élevé, plus on retrouve d'erreurs pour le  $\Delta 1$ . Nos résultats démontrent donc que le niveau de performance des sujets est affecté à la baisse par l'accroissement du nombre de stimuli de comparaison, l'augmentation de la luminance des intensités et la diminution de l'écart ( $\Delta I$ ) entre les intensités.

#### *Discrimination en fonction de la position*

Visiblement, la reconnaissance d'un stimulus cible, dans les divers champs visuels du pigeon, s'effectue différemment en fonction de sa position dans une distribution spatiale. Les données recueillies lors de l'expérimentation indiquent que lorsque les trois types de présentation sont associés, la moyenne du pourcentage de bonnes réponses la plus élevée se situe au centre de la distribution, tandis que la majorité des erreurs se retrouve aux extrémités. Nye (1973), démontre clairement dans une recherche portant sur les différences fonctionnelles entre les divers champs visuels du pigeon, que les sujets performent mieux lors de reconnaissances de stimulus cibles situés dans le champ frontal plutôt que dans les champs latéraux. L'auteur précise qu'il en est de

même lors de la détection de cibles en mouvement et pendant la reconnaissance de stimuli de luminances et de couleurs différentes. Wilkie & Saksida (1994), remarquent, dans une recherche portant sur la détection d'un stimulus à l'intérieur d'une distribution spatiale, une difficulté croissante qu'éprouvent les sujets à discriminer un stimulus cible au fur et à mesure que celui-ci se retrouve en périphérie d'un point de fixation. Ce phénomène résulte, selon les auteurs, d'une disparité entre les champs visuels monoculaires et binoculaires du pigeon, où le traitement préférentiel des informations s'effectuerait au niveau du champ visuel frontal. Maldonado, Maturana & Varela (1988), lors d'une étude portant sur le système visuel frontal et latéral du pigeon, rapportent que les sujets utilisent davantage leur champ visuel frontal dans une tâche de reconnaissance de stimuli statiques tels que retrouvés dans la présente étude.

Il existe une autre hypothèse qui permet d'expliquer nos résultats concernant l'effet de la position du stimulus cible dans la distribution spatiale ; il s'agit de l'efficience des champs visuels monoculaires et binoculaires du pigeon. Une des caractéristiques des rétines des oiseaux granivores, notamment le pigeon, consiste en la présence de deux champs de spécialisation rétinienne. L'un, situé dans le quadrant supérieur temporal de la rétine, appelé le champ « rouge », représente l'aire de projection du bec de l'animal et correspond à son champ visuel frontal (Hayes, Hodos, Holden & Low, 1987 ; Martinoya, Rey & Bloch, 1981). L'autre, appelé le champ « jaune », se retrouve dans la partie restante de la rétine incluant l'hémirétine nasale et correspond au champ de vision latérale du pigeon. Ainsi, le champ rouge (vision frontale) serait spécialisé dans la vision binoculaire à courte distance, tandis que le champ jaune (vision latérale) monoculaire se spécialise dans la vision à plus longue distance (Güntürkün, Miceli & Watanabe, 1993 ; Miceli, Gioanni, Repérant & Peryrichoux, 1979 ; Nalbach, Wolf-Oberholzer & Kirschfeld, 1990).

La présente étude a été réalisée en utilisant une procédure de vision libre sans mouvement de restriction, dans laquelle un nombre variable de stimuli de comparaison était présenté à l'écran sur un plan horizontal s'étalant sur une distance de 23 centimètres. Ce contexte expérimental suggère l'utilisation de la vision à distance impliquant une vision monoculaire (champ jaune) lorsque le stimulus cible se retrouve aux extrémités du plan horizontal. De fait, les sujets devaient alors discriminer ce dernier avec les autres stimuli de comparaison, jusqu'à l'extrémité opposée. Le pourcentage élevé d'erreurs retrouvées aux positions latérales pourrait résulter de cette particularité. En effet, les sujets devaient effectuer des comparaisons sur de plus grandes distances, employant ainsi leur vision monoculaire considérée moins effective que leur vision binoculaire. Cette interprétation est en accord avec les résultats de Bloch & Martinoya (1982), qui ont démontré que l'acuité visuelle frontale des pigeons tend à diminuer plus la distance est élevée entre l'animal et le stimulus cible. Ceci pourrait expliquer le niveau de performance plus bas retrouvé aux extrémités de la distribution spatiale, tandis qu'on observe le plus haut taux de réussite dans la position centrale, là où les sujets utilisent leur vision binoculaire frontale.

Les résultats de notre étude peuvent donc aussi s'expliquer par la disposition particulière des stimuli dans les trois types de présentation. Effectivement, on ne retrouve pas le même nombre de stimuli de comparaison, de chaque côté d'un stimulus central, dans les trois conditions expérimentales. Dans la condition où on retrouve trois stimuli au total, il n'y a qu'un seul stimulus de comparaison de chaque côté du stimulus cible, tandis que, lors de la deuxième situation ( $N=5$ ), on en retrouve deux de part et d'autre. Finalement ( $N=7$ ), dans le cas où on observe le plus grand nombre de stimuli de comparaison, on en identifie trois de chaque côté du stimulus central. Ce contexte expérimental est toutefois différent lorsqu'un stimulus cible se retrouve à l'une des deux extrémités de la distribution, où dans toutes les situations, le nombre de

stimuli de comparaison est doublé, soit à gauche ou à droite du stimulus cible. Dans ce cas précis, la comparaison doit donc toujours s'effectuer sur une plus grande distance, nécessitant alors une vision latérale monoculaire.

En dépit des différences statistiques, observées dans la performance entre la position du stimulus cible central (**D**) par rapport aux positions latérales (**A** et **G**), on constate néanmoins un pourcentage d'erreur notamment plus élevé (16.4%) à la position située à l'extrême droite de la distribution (**G**). En accord avec ces résultats, Wasserman, Young & Noltan (2000), dans une étude portant sur la discrimination visuelle de différents patrons de stimuli complexes (pareils-différents), démontrent également que la réponse des sujets était imprécise en ce qui concerne les stimuli situés du côté droit de la distribution spatiale. Cependant, d'autres recherches visant le même type d'investigation, effectuées aussi bien chez l'humain que chez le pigeon, signalent une supériorité du champ visuel droit lors de tâches de discriminations spatiales (Güntürkün, 1985 ; Yund, Efron & Nichols, 1990). Bien que Güntürkün soit arrivé à cette dernière conclusion, il n'en demeure pas moins que lors d'une étude ultérieure portant toujours sur l'acuité visuelle du pigeon, les résultats obtenus n'ont pas permis cette fois-ci de reproduire le même phénomène de latéralisation discriminative (Güntürkün, 1994).

#### *Temps de réponse*

Nos résultats démontrent clairement que les temps des bonnes réponses sont plus rapides que les temps des mauvaises réponses. Par ailleurs, l'intensité du stimulus cible influence nettement les temps des bonnes réponses. De fait, plus la luminance du stimulus cible est faible, plus les temps de réaction des sujets diminuent significativement. Dans le même ordre d'idées, on remarque également qu'au fur et à mesure que la différence de luminance entre les stimuli de comparaison

et le stimulus cible augmente (contexte de reconnaissance en principe facilitateur), que les temps de réponse sont significativement plus rapides. D'ailleurs, Blough (1988), dans une étude portant sur la relation entre les temps de réponse et la reconnaissance d'un stimulus cible, rapporte que plus la luminance de l'intensité du stimulus cible se rapproche de celle des stimuli de comparaison, plus les temps de réponse augmentent significativement.

Les temps de réaction les plus longs enregistrés lors des mauvaises réponses, pendant la reconnaissance des intensités lumineuses, se situaient tous autour de  $57 \text{ cd/m}^2$  (I1) et  $44 \text{ cd/m}^2$  (I2). La discrimination d'intensités visuelles situées dans un spectre de luminance plus élevé est plus difficile (Hodos & Bonbright, 1972). Ceci coïncide avec les résultats obtenus dans la présente étude, concernant l'augmentation du pourcentage d'erreurs à ces hauts niveaux de luminance, en lien avec la loi de Fechner-Weber. Il est intéressant de constater que les temps de réaction concernant les mauvaises réponses diminuent eux aussi significativement en fonction de l'intensité. Comme pour les bonnes réponses, les erreurs affichent un temps de réaction moyen plus rapide pour les intensités plus faibles :  $18 \text{ cd/m}^2$  (I4) et  $5 \text{ cd/m}^2$  (I5). Les temps de réaction diminuent visiblement en conformité avec le niveau de difficulté de la tâche, notamment lorsque la luminance des intensités est faible.

En ce qui a trait à l'influence des positions sur les temps de réaction, on observe une augmentation significative des temps de mauvaises réponses à la position centrale et à la droite de la distribution (G) dans le cas des bonnes réponses. On relève également une augmentation des temps de réaction pour les positions situées à droite de la distribution et ce, pour les trois types de présentation. Ceci correspond aux positions où le plus grand nombre d'erreurs a également été observé. Cette baisse de performance, ainsi que des temps de réaction plus longs du côté droit de

la distribution, indiquent une plus grande faiblesse du champ visuel droit des sujets. Le même type d'imprécision de la réponse des pigeons, concernant les stimuli situés du côté droit d'une distribution spatiale, a été rapporté par Wasserman et al. (2000). Efron & Yund (1996), observent, pour leur part, que la détection d'une cible chez l'humain est plus rapide dans son champ visuel droit.

Les résultats dégagés de la présente étude indiquent clairement que l'emplacement du stimulus cible, dans un plan horizontal, ainsi que le nombre de stimuli de comparaison, influencent les capacités de discrimination visuelles des intensités lumineuses. La distance entre le stimulus cible et les stimuli de comparaison, de même que la disposition spatiale de ces éléments dans le champ visuel des sujets, peuvent expliquer les différences observées dans les capacités de discriminations visuo-spatiales des pigeons qui sont rapportées dans la littérature. De plus, les données recueillies permettent aussi d'affirmer que la disposition spatiale des stimuli influence également les temps de réaction des sujets. Par ailleurs, Efron et al. (1987), remarquent chez l'humain, qu'il existe des différences significatives de latéralisation entre les hommes et les femmes en regard de la discrimination visuelle d'un stimulus cible. Il pourrait être intéressant de vérifier ultérieurement si cette différence, observée au niveau du genre, se retrouve également auprès des pigeons. De plus, l'approfondissement de l'effet de la distance de présentation des stimuli sur le niveau de performance (Dawkins & Woodington 1997) pourrait constituer, en plus du phénomène de latéralisation, un autre facteur non négligeable dans l'analyse future des capacités de discrimination visuelles des pigeons.

*Remerciements*

Les auteurs remercient le professeur Jean-François Quessy pour son aide au niveau des analyses statistiques et monsieur Jean-Claude Montplaisir pour le prêt d'un appareil photométrique et ses nombreux conseils.

*Références*

- Allan, S. E., & Blough, D. S., (1989). Feature-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, D. S. (1979). Effects of number and form of stimuli on visual search in pigeons. *Journal of experimental psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 211-223.
- 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*, 23, 417-433.

Cook, R. G., Cavoto, K. K., & Cavoto, B. R., (1995). Same-different texture discrimination and concept learning by pigeons. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Process*, 21, 253-260.

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

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

Dawkins, M. S., & Woodington, A., (1997). Distance and the presentation of visual stimuli to birds. *Animal Behavior*, 54, 1019-1025.

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

Efron, R., Yund, E. W., & Nichols, D. R., (1987). Scanning the visual field without eye movements : a sex difference. *Neuropsychologia*, 25, 637-644.

Güntürkün, O., Miceli, D., Watanabe, M., (1993). Anatomy of the Avian Thalamofugal Pathway. Dans Zeigler and Bischof (Eds), *Vision, Brain and Behavior in birds* (pp. 115-135). Cambridge, MA: MIT Press.

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.

Hayes, B. P., Hodos, W., Holden, A. L., & Low, J. C. (1987). The projection of the visual field upon the retina in the pigeon. *Vision Research*, 27, 31-40.

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.

Hubert, L., (1999). Generic perception : open-ended categorisation of natural classes. *Current Psychology of Cognition*, 18, 845-887.

Khallad, Y., (2004). Conceptualization in pigeon : what do we know ?. *International Journal of Psychology*, 39, 73-94.

Maldonado, P. E., Maturana, H., & Varela, F. J., (1988). Frontal and lateral visual system in birds. *Brain Behavior & Evolution*, 32, 57-62.

Martinoya, C., Rey, J., & Bloch, S., (1981). Limits of the pigeon's binocular field and direction for best binocular viewing. *Vision Research*, 21, 1197-1200.

Miceli, D., Marchant, L., Repérant, J. & Rio, J. P., (1990). Projections of the dorsolateral anterior complex and adjacent thalamic nuclei upon the visual Wulst in the pigeon. *Brain Research*, 518, 317-323.

Miceli, D., Gioanni, H., Repérant, J. & Peyrichoux, J., (1979). The avian wulst : I. An anatomical study of afferent and efferent pathways. II. An electrophysiological study of the functional properties of single neurons. Dans A. M. Granda & J. H. Maxwell (Eds.), *Neural mechanisms of behavior in the pigeon* (pp. 223-254). New York: Plenum.

Nalbach, H. O., Wolf-Oberholzenzer, F., & Kirschfeld, K. (1990). The pigeon's eye viewed through an ophthalmoscopic microscope: orientation of retinal landmarks and significance of eye movements. *Vision Research*, 30, 529-540.

Nye, P. W., (1973). On the functional differences between frontal and lateral visual fields of the pigeon. *Vision Research*, 13, 559-574.

Troje, N. F., Huber, L., Loidolt, M., Aust, U., & Fieder, M., (1999). Categorical learning in pigeons: the role of texture and shape in complex static stimuli. *Vision Research*, 39 353–366.

Vreven, D., & Blough, G. H., (1998). Searching for one or many targets : effects of extended experience on the runs advantage. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Process*, 24, 98-105.

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.

Xia, L., Siemann, M., & Delius, J. D., (2000). Matching of numerical symbols with number of responses by pigeons. *Animal cognition*, 3, 35 - 43.

*Sous-titres des figures*

*Figure 1* : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Nombres ( $N=3, 5$  et  $7$ ) et Intensités (2-5).

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

*Figure 3* : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Delta (1-4) en fonction des Intensités (2-5).

*Figure 4* : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Positions cumulées (A, D et G).

*Figure 5* : Moyennes des pourcentages de bonnes réponses pour Positions (A-G).

*Figure 6* : Moyennes des temps de réponse pour Intensités (2-5) et Nombres ( $N=3, 5$  et  $7$ ) dans le cas des bonnes réponses.

*Figure 7* : Moyennes des temps de réponse (sec.) pour les Delta Intensités (1-4) dans le cas des bonnes réponses et des erreurs.

*Figure 8* : Moyennes des temps de réponse (sec.) pour Positions cumulées (A, D et G) dans le cas des bonnes réponses et des erreurs.

*Figure 9* : Moyennes des temps de réponse (sec.) pour Intensités (2-5) et Nombres ( $N=3, 5$  et  $7$ ) dans le cas des erreurs.

Figure 1

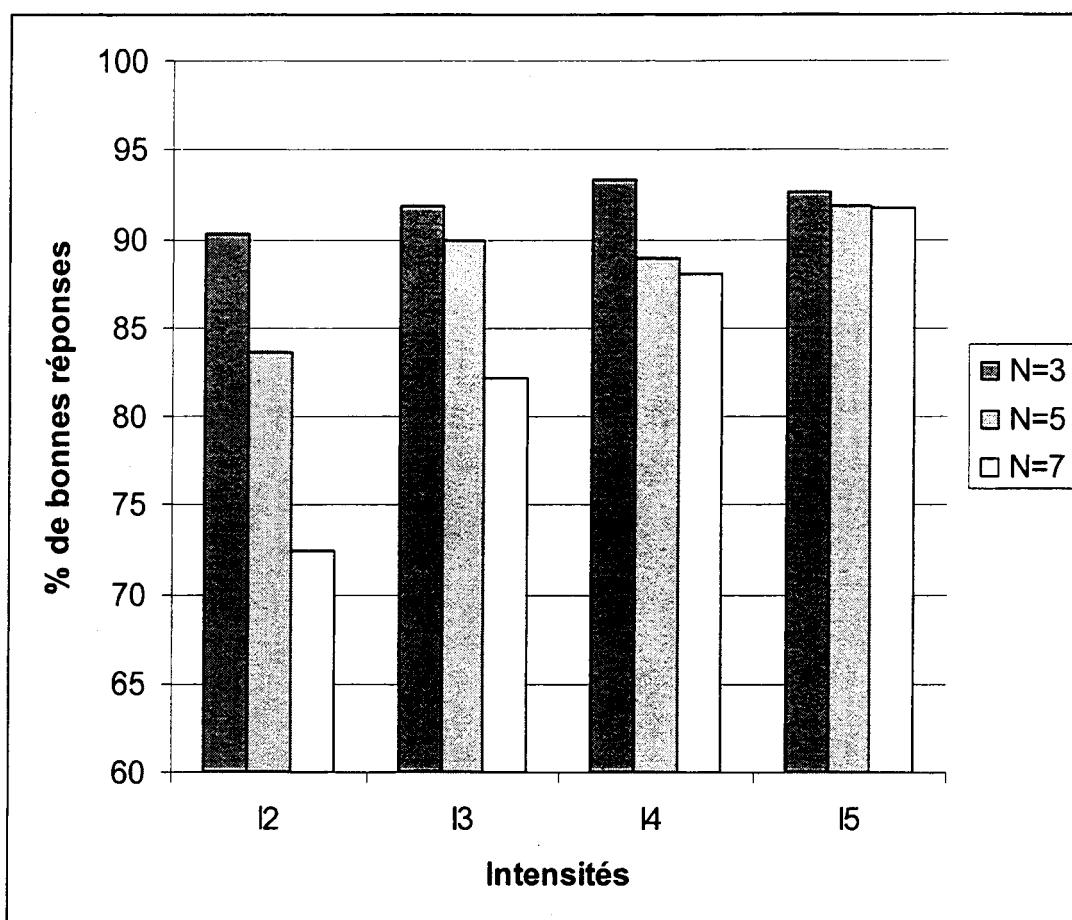


Figure 2

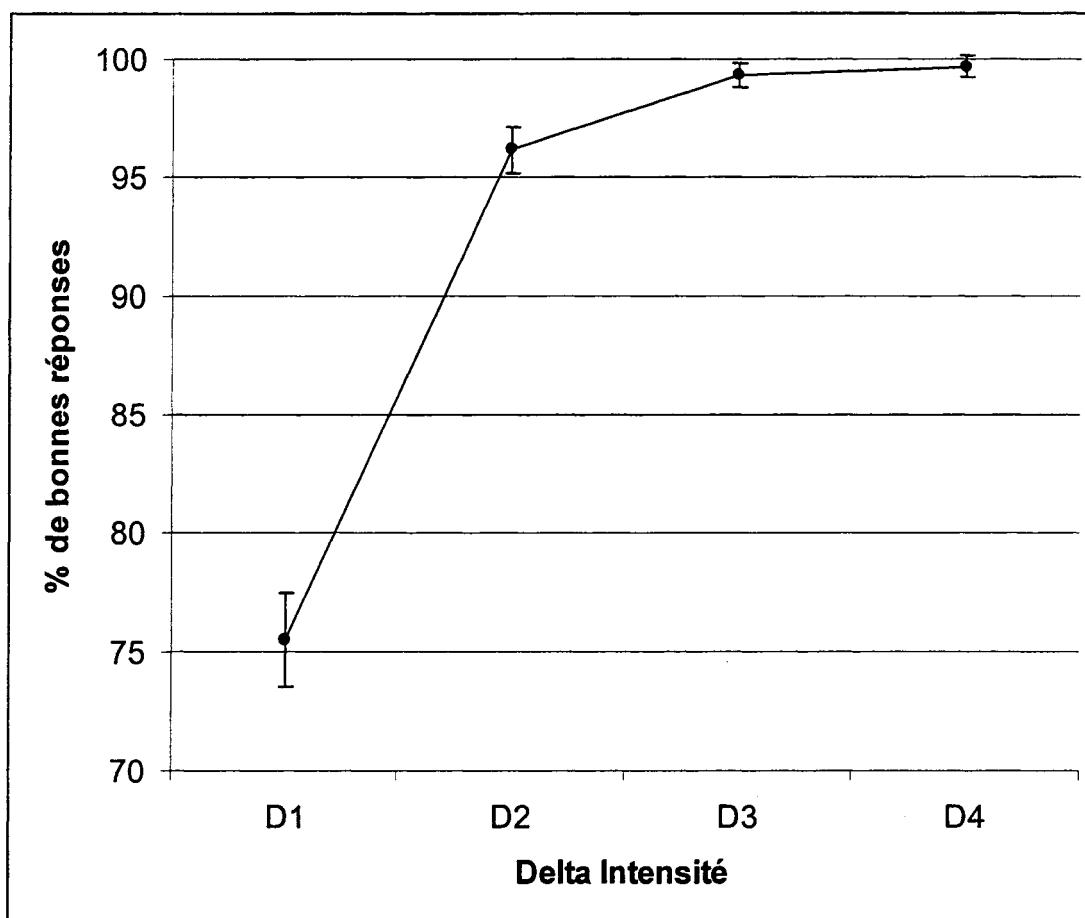


Figure 3

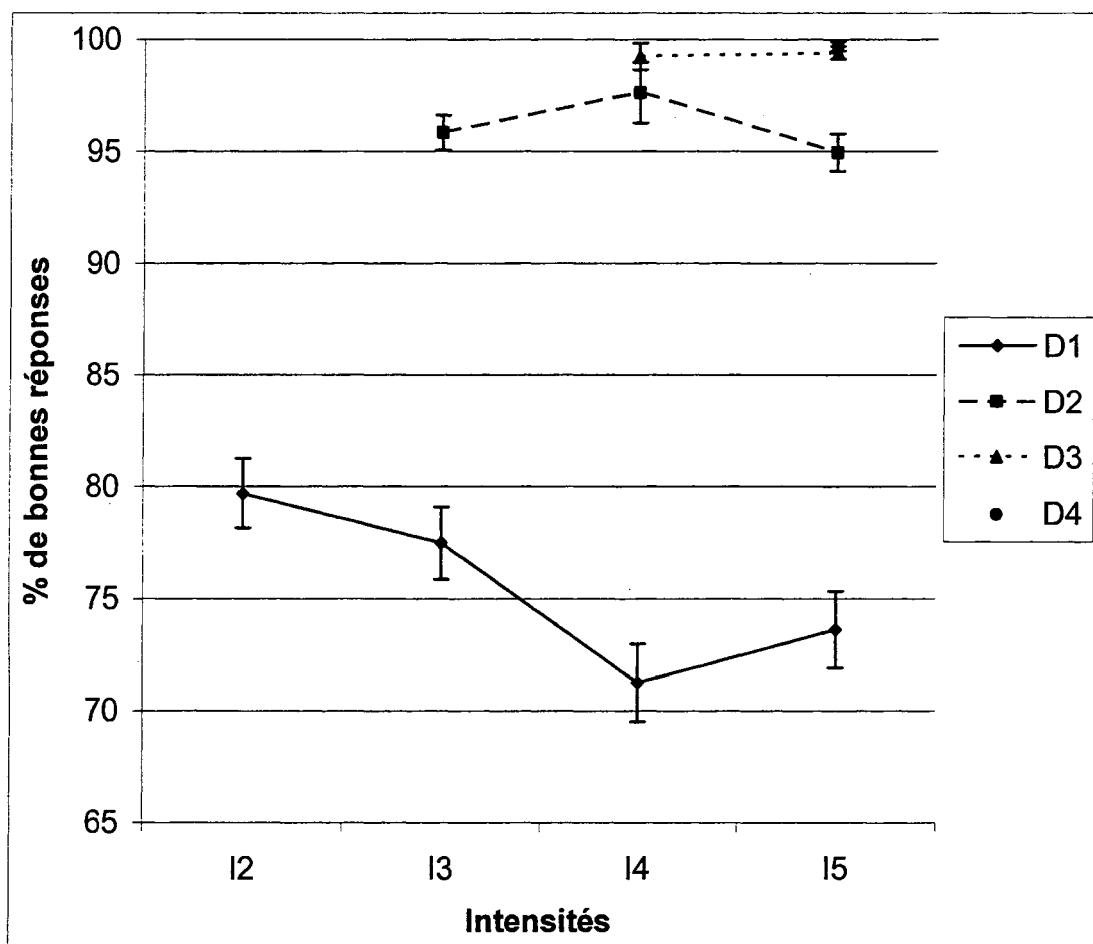


Figure 4

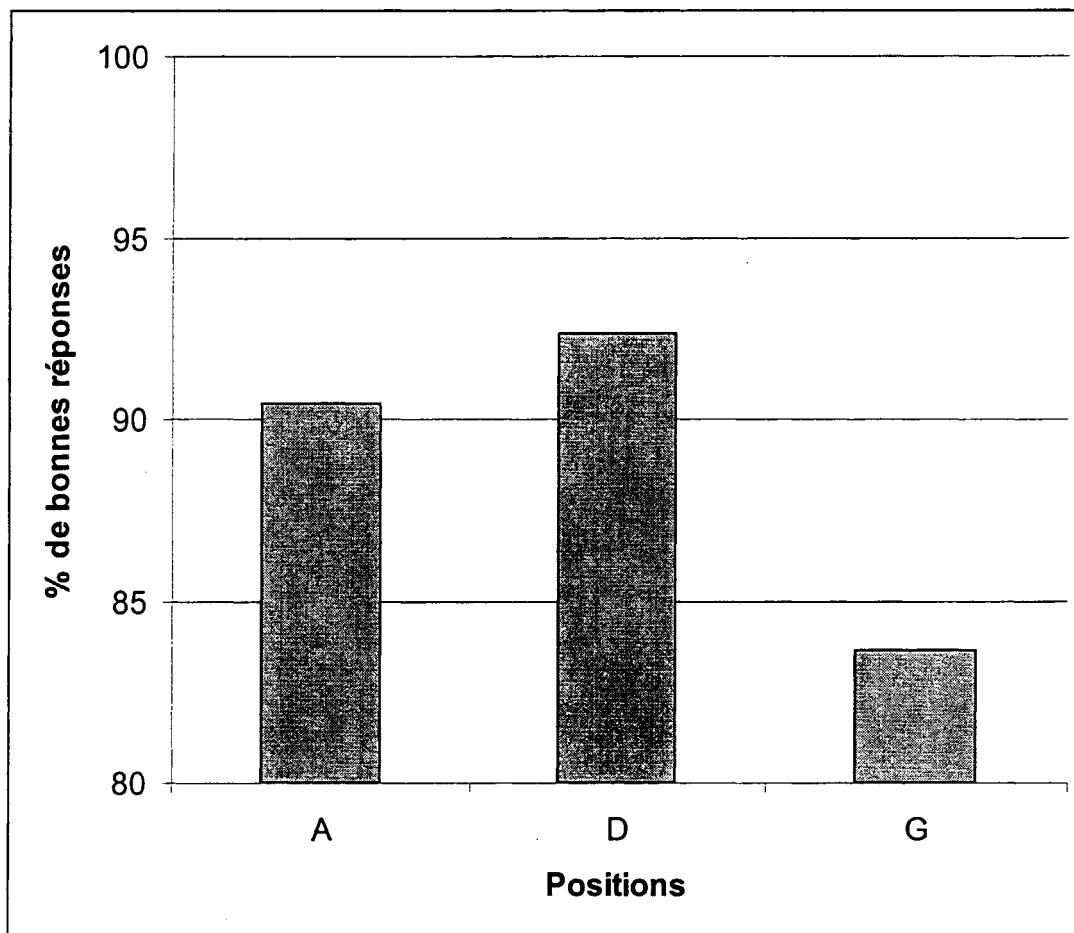


Figure 5

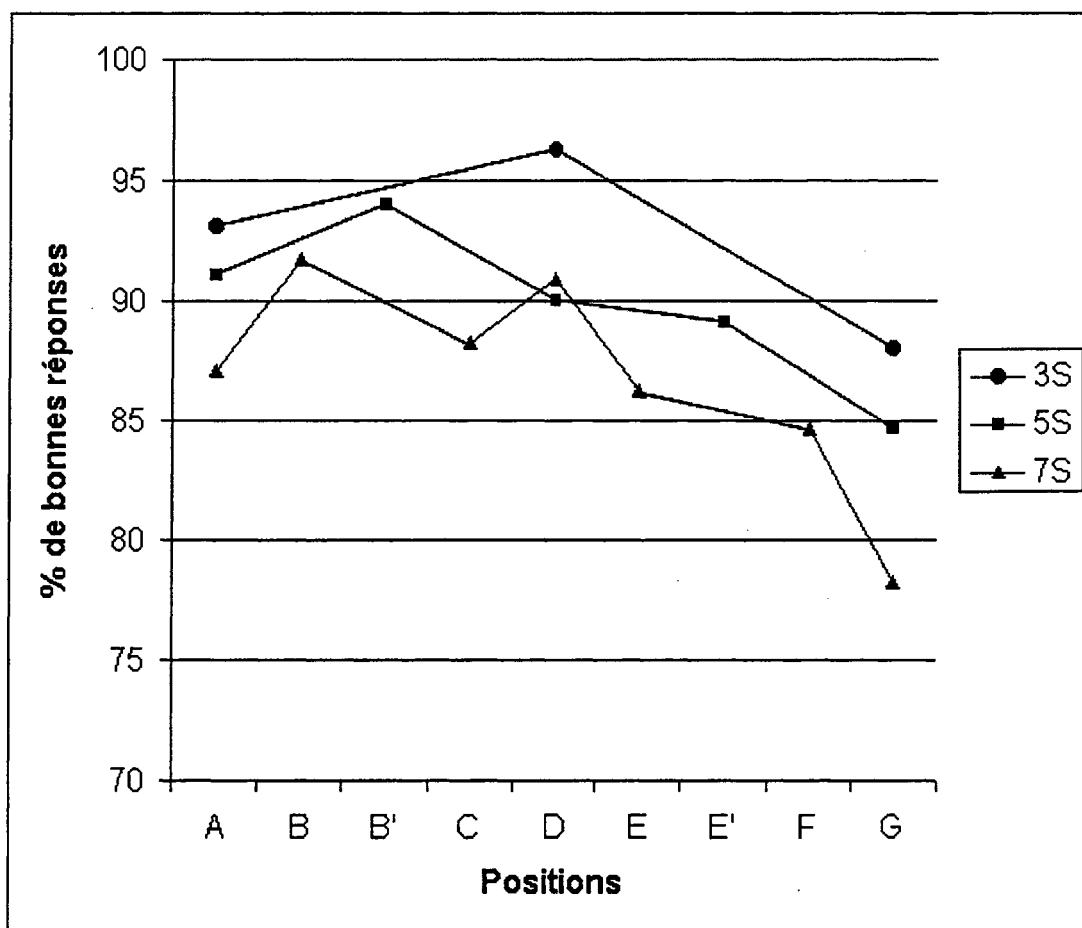


Figure 6

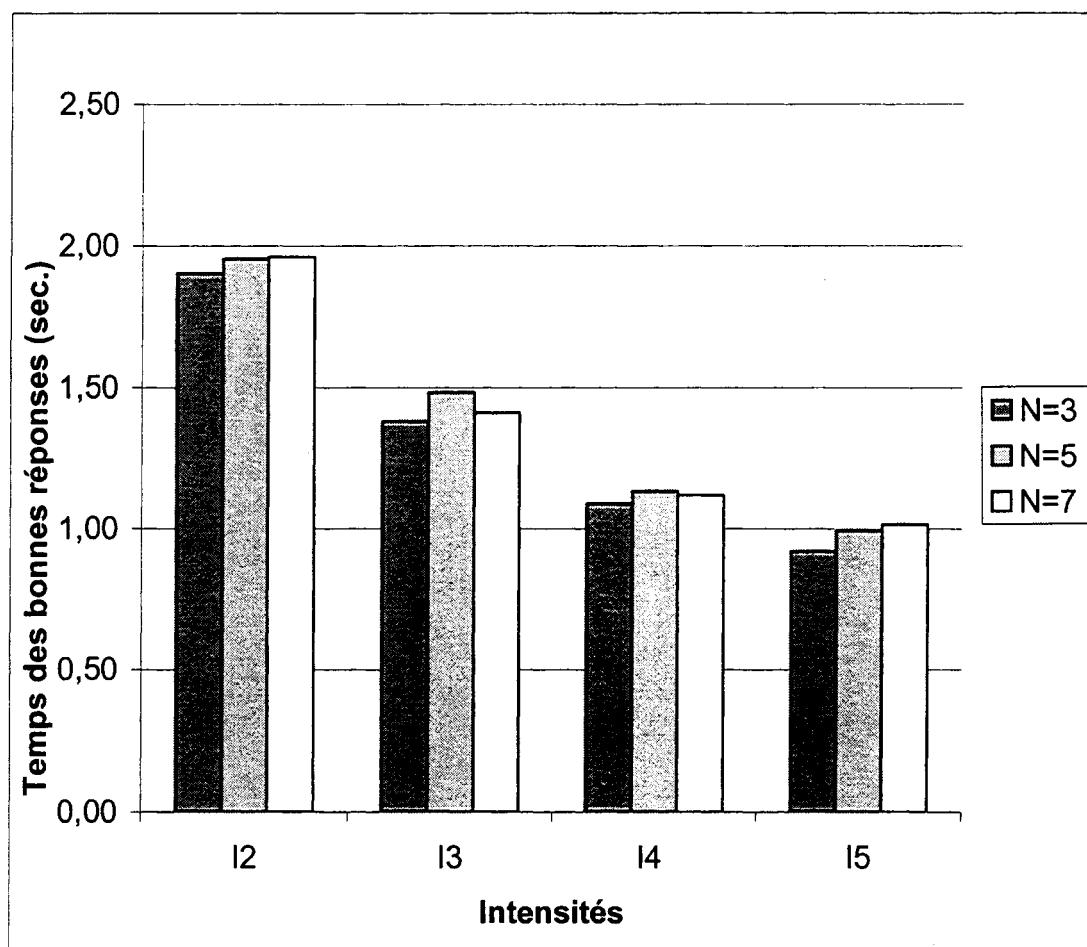


Figure 7

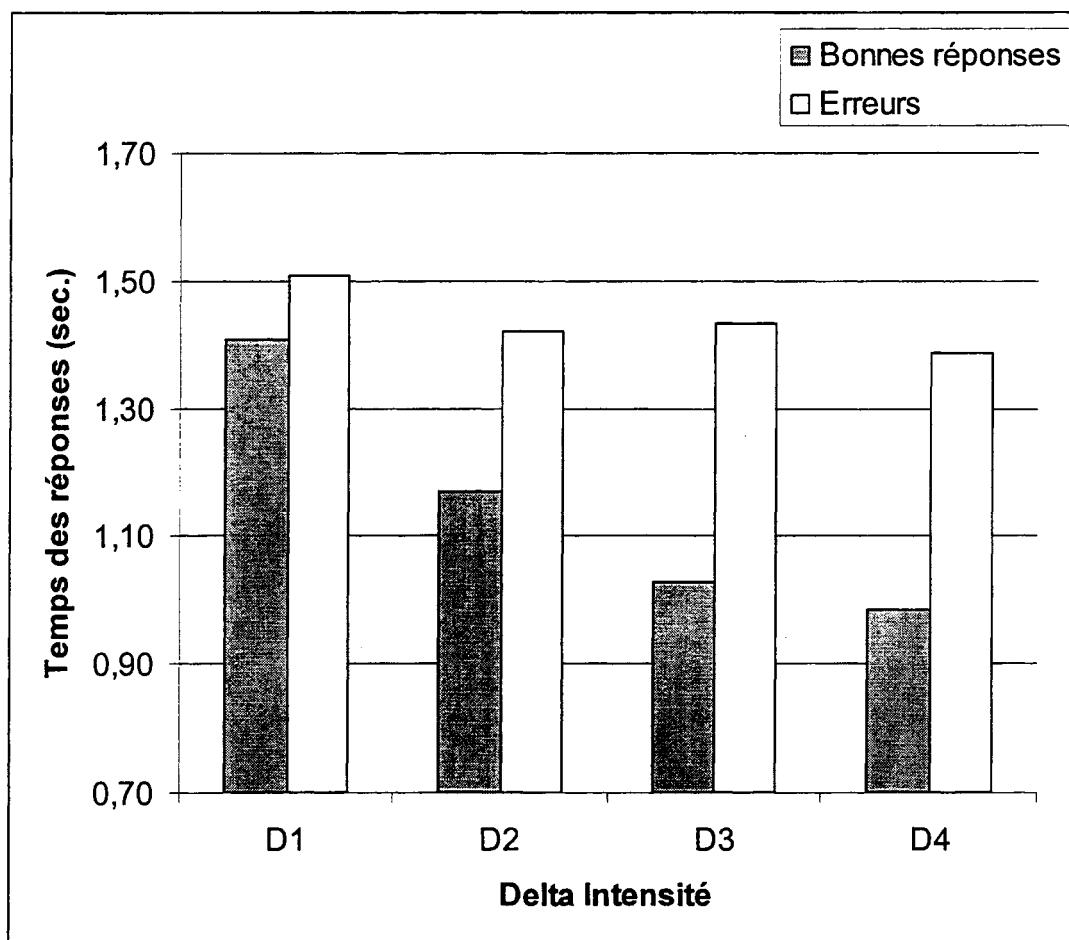


Figure 8

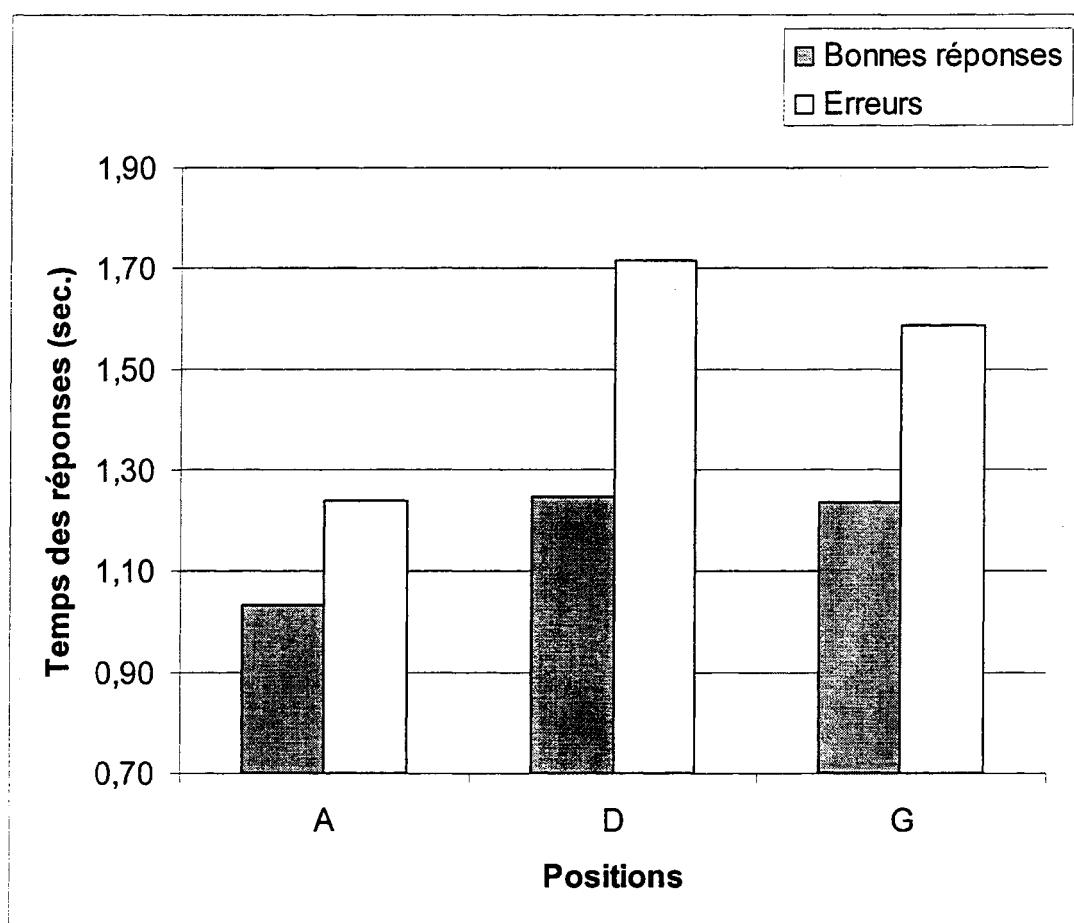


Figure 9

