

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉTUDE DES DIFFÉRENCES INDIVIDUELLES IMPLIQUÉES DANS L'APPRENTISSAGE
DE CATÉGORIES

THÈSE DE SPÉCIALISATION
PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU BACCALAURÉAT EN PSYCHOLOGIE

PAR

CAROLINE CYR

SOUS LA SUPERVISION DE

STEVAN HARNARD

26 AVRIL 2021

Résumé

Cette étude porte sur les différences individuelles favorisant l'apprentissage de catégories. Celles-ci ont été établies en matière de traits cognitifs (attention sélective visuelle, raisonnement perceptif, mémoire, inhibition, flexibilité mentale et indépendance du cadre [*field independence*]) et de stratégies d'apprentissage (attention globale ou locale portée aux catégories). Cette étude est constituée de trois échantillons (n = 11, n = 10, n = 149). Chaque participant a complété une tâche de catégorisation de textures abstraites en laboratoire. Le premier échantillon a rempli un questionnaire concernant leurs stratégies d'apprentissage, le deuxième a complété des tests mesurant des traits cognitifs et le troisième a fait les deux. Les traits cognitifs ont été mesurés à l'aide de tests psychométriques normés. Les résultats indiquent que le score du test « images à compléter » du WAIS-IV (qui mesure la perception visuelle) est positivement corrélé au score de perception catégorielle. Les participants ayant utilisé une stratégie d'attention globale ont eu un taux de succès au 4^e bloc de catégorisation significativement plus élevé que ceux ayant utilisé une stratégie d'attention locale. Les participants ayant porté attention aux formes, aux lignes, à la taille ou à l'aspect lisse/rugueux des textures ont eu un taux de succès au 4^e bloc de catégorisation significativement supérieur à ceux qui n'y ont pas porté attention. Les habiletés de perception visuelles prédisent positivement l'attention portée aux formes dans les textures. Cette étude démontre que les traits cognitifs ont une influence sur la stratégie et sur le succès à apprendre les catégories, ainsi que sur les effets perceptifs de l'apprentissage.

MOTS CLÉS : apprentissage, catégorisation, fonctions cognitives, stratégies d'apprentissage

Table des matières

Liste des tableaux	4
Liste des figures	5
Remerciements	6
1. Introduction	7
1.1 La problématique.....	7
1.2 Contexte théorique.....	7
1.2.1 Traits cognitifs.....	7
1.2.2 Stratégies d'apprentissage	9
1.3 Hypothèses	11
2. Méthodologie.....	11
2.1 Données provenant de la première expérience	11
2.1.1 Participants	11
2.1.2 Procédure.....	12
2.2 Deuxième étude	12
2.2.1 Participants	13
2.2.2 Procédure.....	13
2.3 Troisième étude	14
2.3.1 Participants	14
2.3.2 Procédure.....	14
2.4 Mesures.....	14
2.4.1 Succès d'apprentissage	15
2.4.2 Perception catégorielle.....	15
2.4.3 Traits cognitifs.....	15
2.4.4 Stratégies d'apprentissage.	16
2.5 Analyses statistiques.....	17
3. Résultats	19
3.1 Relation entre traits cognitifs et succès d'apprentissage.....	19
3.2 Traits cognitifs et perception catégorielle.....	20
3.3 Relation entre stratégies d'apprentissage et succès d'apprentissage.....	21
3.4 Traits cognitifs et stratégies d'apprentissage	26
4. Discussion.....	26
5. Conclusion	29
Bibliographie	30
Annexe	32

Annexe 1 : Détails des tests psychométriques	33
Annexe 2. Détails des sous-types de stratégies globales	34
Annexe 3. Coefficients de corrélations entre le score de perception catégorielle et les scores aux tests mesurant les traits cognitifs	34
Annexe 4. Coefficients de l'analyse de variance avec le taux de succès au 4 ^e bloc de catégorisation comme variable dépendante et les sous-types de stratégies d'apprentissage comme variables dépendantes.....	36
Annexe 5. Coefficients de l'analyse de variance avec le score d'images à compléter en variable dépendante, et les sous-types de stratégies en variables indépendantes.....	37
Annexe 6. Lettres d'approbation éthique.....	38

Liste des tableaux

Tableau

1	Variables utilisées dans des corrélations pour étudier la relation entre les traits cognitifs et le succès d'apprentissage	17
2	Description des tests statistiques réalisés pour étudier la relation entre les stratégies d'apprentissage et le succès d'apprentissage	18
3	Variables utilisées dans des modèles de régressions multiples pour étudier la relation entre les traits cognitifs et les stratégies d'apprentissage	19

Liste des figures

Figure

1	Conception des catégories	13
2	Exemples de textures figurant dans les catégories Lakamite et Kalamite	14
3	Nuage de points représentant le score obtenu au test de dénomination de couleurs du Stroop sur le taux de succès au 4 ^e bloc d'apprentissage	20
4	Nuage de point représentant le score obtenu au test de d'Images à compléter sur le score de perception catégorielle	21
5	Histogramme représentant le taux de succès au 4 ^e bloc d'apprentissage selon l'utilisation de stratégies locales, globales ou aléatoires	22
6	Histogramme des fréquences de l'utilisation d'une stratégie selon le type d'apprenant	23
7	Histogramme représentant le taux de succès au 4 ^e bloc de catégorisation selon le type de changement de stratégies	24
8	Histogramme du nombre de participants ayant fait mention ou non des formes dans leurs règles en fonction du type d'apprenant	25

Remerciements

Je souhaite tout d'abord exprimer ma reconnaissance envers Étienne Harnad pour m'avoir permis de réaliser un tel projet. J'ai beaucoup apprécié sa grande disponibilité et ses conseils.

Merci à tous ceux qui m'ont partagé leur temps et leurs données : Fernada Pérez- Gay, Marie Véronneau, Catherine Provost, Lucas House et Pascal Louis. Je remercie Esther pour sa collaboration qui a rendu cette thèse encore plus stimulante!

Je remercie également ma famille pour leur présence. Je tenais finalement à remercier Mickael et Zeineb pour leur aide et pour leur soutien pendant la réalisation de ce projet.

1. Introduction

1.1 La problématique

Une catégorie est un « type de choses », qui peut comprendre des objets, des évènements, des actions, des états ou des propriétés (Pérez-Gay et al., 2017). La catégorisation est l'action de faire ce qu'il faut faire avec les membres d'une certaine catégorie et non avec les membres d'autres catégories. Elle repose sur la détection des attributs qui distinguent les membres des non-membres d'une catégorie. La perception catégorielle consiste en une augmentation de la discriminabilité entre les membres et les non-membres d'une catégorie (Harnad, 2017). Après avoir appris la catégorie, un participant perçoit les membres comme étant plus distincts des non-membres.

Divers chercheurs ont étudié le processus de catégorisation au travers de tâches dans lesquelles les participants doivent apprendre à catégoriser des stimuli (Ashby et al., 1998 ; Zeithamova et al., 2007). La performance à ces tâches de catégorisation varie même si des participants font le même entraînement : certains arrivent à catégoriser les stimuli correctement, d'autres non. Cette variabilité du succès à l'apprentissage de catégorie n'est pas bien expliquée dans la littérature. Quels sont les facteurs individuels qui favorisent l'apprentissage des catégories? Nous proposons une étude explorant les différences individuelles en termes de (1) traits cognitifs mesurés par des tests psychométriques ainsi qu'en termes (2) d'utilisation des stratégies individuelles rapportées par chaque participant.

1.2 Contexte théorique

1.2.1 Traits cognitifs

Pour apprendre les catégories, il faut détecter les attributs pertinents : ceux qui permettent de distinguer les membres et les non-membres de la catégorie. Certaines capacités cognitives sont utiles à la discrimination des attributs pertinents. Nous résumons ci-dessous l'attention sélective, l'inhibition, la flexibilité mentale, l'indépendance du cadre, la mémoire visuo-spatiale et l'intelligence.

Attention sélective. L'attention sélective est un filtre qui permet de trier les informations pertinentes et non pertinentes à l'accomplissement d'une tâche (Dayan, 2000). Walker et al. (2008) ainsi que Blanco et al. (2019) montrent que les processus attentionnels sont importants lors de la catégorisation. Une scène visuelle simple (par exemple, un ou plusieurs objets) peut être catégorisée avec des capacités attentionnelles limitées, mais ce n'est pas le cas pour une scène visuelle plus complexe (par exemple des scènes de nature) (Walker and al., 2008). L'attention sélective permet un meilleur apprentissage des catégories en focalisant la concentration sur les attributs pertinents et moins sur les attributs non pertinents (Blanco et al., 2019). Les tests du Stroop, du Ruff2&7 et du Map Search mesurent l'attention sélective (Golden et al., 2002 ; Ruff, R. M. et al., 1996 ; Robertson, I.H. et al., 1994).

Inhibition. L'inhibition est la capacité à bloquer des comportements ou des pensées qui ne sont pas pertinentes (Houdé, 2000). L'attention sélective est facilitée par l'inhibition des informations non pertinentes. Best (2013) suggère que l'attention sélective et l'inhibition sont liées. En effet, ce sont des processus cognitifs qui sont tous les deux impliqués durant l'apprentissage de catégories chez les adultes, mais ce n'était pas le cas chez les enfants. Selon Qiang et al. (2017), de meilleures capacités d'inhibition sont liées à une meilleure performance d'apprentissage de catégories. Le test du Stroop mesure l'inhibition (Golden et al., 2002).

Flexibilité mentale. Pang et al. (2016) décrivent la flexibilité mentale comme étant un facteur cognitif qui permet d'ajuster nos connaissances à la suite de l'arrivée de nouvelles informations. Elle est particulièrement importante dans l'apprentissage de catégories lorsqu'un participant se trompe sur l'identification des attributs pertinents à une catégorie (Best, 2013). Dans ce cas, le fait de porter attention aux attributs non pertinents va affecter négativement l'apprentissage des catégories. Ainsi, la flexibilité mentale peut corriger cela. Le test du Stroop donne une mesure indiquant de flexibilité mentale (Golden et al., 2002).

Field Independence. L'indépendance du cadre est la capacité qui permet de déconstruire une image globale en plusieurs composantes. Elle permet donc d'arriver à extraire les informations pertinentes d'un ensemble (Evans et al., 2013). Cette capacité se rattache à l'attention sélective et

l'inhibition, puisqu'elle occasionne la négligence d'éléments pour se concentrer sur certains points en particulier. Elle est corrélée avec la performance lors d'une tâche d'attention (Guisande et al., 2007). Les figures enchevêtrées sont un test permettant d'évaluer l'indépendance du cadre (Happé, 2013).

Mémoire visuospatiale. La mémoire visuo-spatiale est nécessaire au processus de catégorisation. Selon Zeithamova et al. (2007), elle impacte fortement la vitesse d'apprentissage et joue un rôle dans l'analyse des stimuli. Xing et al. (2017) montrent que la mémoire visuospatiale joue un rôle dans l'apprentissage de catégories de type d'intégration d'information (« *Information Integration* »). Le BVMT-R et le test des portes, un sous test du *People and Doors*, sont des tests qui évaluent la mémoire visuospatiale (Baddeley, 1994 ; Benedict, 1997).

Intelligence. La discrimination sensorielle, facteur important lors de la catégorisation, est liée à l'intelligence (Acton, 2001). Selon Deary et al., (2004), les fonctions sensorielles sont fortement reliées à la cognition. Troche et al. (2009) suggèrent que la discrimination générale est associée à des habiletés mentales supérieures. L'Indice du raisonnement perceptif du WAIS-IV sont des sous-tests qui évaluent l'intelligence (Wechsler, 2008).

1.2.2 Stratégies d'apprentissage

Lors de l'apprentissage de catégories, les participants utilisent différentes stratégies pour distinguer et identifier les catégories. Certains auteurs mettent en valeur une distinction entre une attention « globale » ou « locale » dans la perception. Une attention globale est une attention qui se porte sur l'image générale d'un objet de la catégorie, tandis que l'attention locale se porte sur un ou plusieurs détails de l'objet d'une catégorie. Navon (1981) suggère que la structure globale est perçue avant l'analyse de détails locaux. Fink et al. (1998) proposent que l'aire Brodmann 19 (BA19) est responsable de l'effort perceptif et attentionnel additionnel qui est requis pour contrer les effets de l'attention globale. Cet effort est nécessaire à l'analyse de détails locaux (Fink et al., 1998). Pérez-Gay et al. notent deux types de stratégies lors de l'apprentissage des catégories : des stratégies qui se concentrent sur l'image globale et des stratégies qui se concentrent sur des détails

locaux. L'apprentissage de catégories s'appuie donc sur une *stratégie* d'attention globale ou locale dans l'abstraction des attributs sensoriels des catégories.

Deng et al. (2016) soulèvent la possibilité que les adultes s'imaginent spontanément une règle lorsqu'ils focalisent leur attention sur ce qui permet de distinguer deux catégories. Les règles sont une description des attributs qui permet de distinguer les membres des non-membres d'une catégorie. Dans les expériences de Deng et al., les participants montrent en majorité une bonne mémoire des attributs pertinents et une mauvaise mémoire des attributs non-pertinents à la catégorisation.

Rittle-Johnson et al. (2017) suggèrent que l'élaboration des règles permet de mieux généraliser et de porter attention aux attributs pertinents. Cependant, il ne faut pas croire que la formulation d'une règle amène nécessairement à un meilleur apprentissage de catégories (Williams et al., 2013). La formulation de règles peut être compliquée selon la complexité de la tâche de catégorisation : il est parfois difficile de discerner les attributs pertinents à l'apprentissage.

Dans les études de Ashby et al. (1998), les participants décrivent des règles durant l'apprentissage de catégories. Ashby et al. et Nomura et al. (2007), suggèrent que deux systèmes différents - implicite et explicite - sont impliqués dans l'apprentissage des catégories et dans la formulation de règles. D'abord, le système explicite est impliqué dans la catégorisation. Ce système intervient dans des tâches de catégorisation (*Rule-based task*) où la règle est simple à définir verbalement et une seule dimension (par exemple : taille, direction, forme) est pertinente à l'identification d'une catégorie. Le système explicite est lié au cortex préfrontal et au lobe temporal médian. Ensuite, le système implicite est aussi impliqué dans la catégorisation. Ce système intervient dans des tâches d'apprentissage où une règle ne peut pas être définie verbalement (« *Information-integration task*»). Une règle doit décrire plusieurs dimensions pour permettre un apprentissage des catégories. Comme une telle règle est plus complexe à formuler, les participants font une description approximative et non optimale. Certains participants qui ont réussi à apprendre les catégories évoquent répondre par « instinct », ce qui témoigne de la présence d'un processus implicite. Le système implicite dépend du striatum (Aron et al., 2004, Reiss et al., 2005). Selon Nomura, les systèmes implicite et explicite sont engagés dans une forme de compétition : c'est le système qui a la plus grande probabilité de succès qui est employé dans les tâches de catégorisation.

1.3 Hypothèses

Un but de cette étude est d'évaluer l'hypothèse selon laquelle le taux de succès en apprentissage de catégories (1) et le degré de perception catégorielle (2) sont positivement corrélés avec les scores des tests mesurant l'attention, l'inhibition, la flexibilité mentale, l'indépendance du cadre, la mémoire visuo-spatiale et l'intelligence. Ces tests sont décrits plus en détails dans la section 2.4.3 et dans l'annexe. La prédiction est qu'un meilleur apprentissage et une vitesse d'apprentissage moins grande seront associées à l'utilisation de stratégies globales (3). Un but de cette étude est également d'évaluer les liens entre l'utilisation de certaines stratégies d'apprentissage et les scores des tests mesurant les traits cognitifs (4).

2. Méthodologie

Les données provenant de trois expériences précédentes qui ont déjà été menées seront analysées afin d'éprouver ces hypothèses. Ce présent travail concerne la quantification et les analyses des (a) données sur le taux de succès lors de l'apprentissage de catégories, des (b) rapports verbaux de la part des participants décrivant leurs stratégies, et des (c) scores sur les tests cognitifs pour évaluer la performance aux traits cognitifs.

2.1 Données provenant de la première expérience

Cette expérience a récolté les données sur l'apprentissage de catégories, les stratégies d'apprentissage des participants et les scores sur les tests psychométriques.

2.1.1 Participants

Onze étudiants universitaires (âgés de 20 à 30 ans) ont été recrutés par l'intermédiaire d'annonces publiées sur des groupes Facebook (Concordia, McGill, UQAM et UdeM), de listes d'envoi du département en psychologie aux étudiants et d'annonces affichées sur le site web du laboratoire cognition-communication. Les participants ont reçu une compensation de 15\$ par séance. Les participants étaient francophones ou anglophones. Aucun de ces participants n'avait de trouble neurologique. Tous ont donné leur consentement avant de participer à l'étude. Un comité d'éthique

(CIEREH) a remis un certificat éthique afin de permettre la cueillette de données et l'analyse de cette expérience et des expériences 2 et 3.

2.1.2 Procédure

Les participants sont assis sur une chaise, face à un ordinateur et une souris. Une séance est composée de quatre blocs présentant chacun une tâche de discrimination ABX, une tâche de catégorisation (Kalamites [K] vs. Lakamites [L]), et une autre tâche de discrimination ABX.

La tâche de discrimination ABX évalue la perception catégorielle. Elle est constituée de 48 essais, durant lesquels s'affichent l'une après l'autre deux textures différentes (texture A et B). Ensuite, l'écran d'ordinateur affiche une troisième texture (texture X). Les participants doivent indiquer si la texture X est identique à la texture A ou à la texture B (donc si c'était ABA ou ABB). Les textures A et B peuvent appartenir soit à la même catégorie (donc Ka Kb ou La Lb) ou à différentes catégories (Ka Lb ou La Kb).

La tâche de catégorisation vise à faire apprendre aux participants de nouvelles catégories de textures visuelles : Kalamite (K) et Lakamite (L). Chaque participant est confronté à 4 blocs de 100 images de textures. Chaque participant catégorise chaque texture en appuyant sur le bouton correspondant (K ou L), puis reçoit une rétroaction corrective du système lui indiquant la réussite ou l'échec.

À la fin de chacun des quatre blocs, les participants doivent remplir un court questionnaire. Les questions concernent leur perception de la difficulté de la tâche (sur une échelle de 1 à 4, 1 étant « très facile », 4 étant « très difficile ») et leur sentiment d'avoir appris les catégories (Oui ou Non). Si les participants utilisent une règle afin de catégoriser les textures, ils sont invités à la décrire. Onze participants ont complété les questionnaires.

Les participants prennent part à cinq autres séances de ce type, et à une autre séance dans laquelle ils complètent des tests psychométriques : quatre sous-tests de l'indice de raisonnement perceptif (IRP) et le test des portes. Les détails de la procédure des tests psychométriques sont présentés en annexe.

2.2 Deuxième étude

Cette analyse vise à évaluer les stratégies d'apprentissage en fonction du taux de succès dans l'apprentissage des catégories.

2.2.1 Participants

Le recrutement de cent quarante-neuf participants, âgés de 18 à 35 ans, a été réalisé à partir de Kijiji et des annonces publiées sur les sites de l'UQAM et de McGill, avec les mêmes considérations que la première étude. Une partie du groupe (57 participants) a complété le test chez eux, l'autre partie l'a complété au laboratoire avec un casque électroencéphalogramme (EEG) (93 participants).

2.2.2 Procédure

Tout comme la première expérience, les participants font une tâche de catégorisation et complètent le questionnaire concernant les règles utilisées pour répondre à la tâche, et ceci à la fin de chaque bloc de catégorisation. Cet échantillon a pris part à une seule séance. Les attributs pertinents, des matrices, qui permettent de définir une catégorie sont présentés à la figure 1. Deux à cinq paires binaires de matrice sont pertinentes pour identifier si la catégorie est un Lakamite ou un Kalamite. La figure 2 montre deux exemples de textures de la Catégorie Lakamite ou Kalamite.

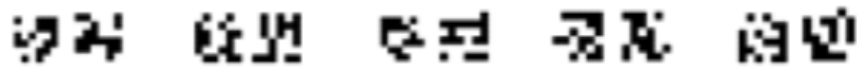


Figure 1. Conception des catégories. Cinq matrices sont appariées, donnant cinq paires de matrices.

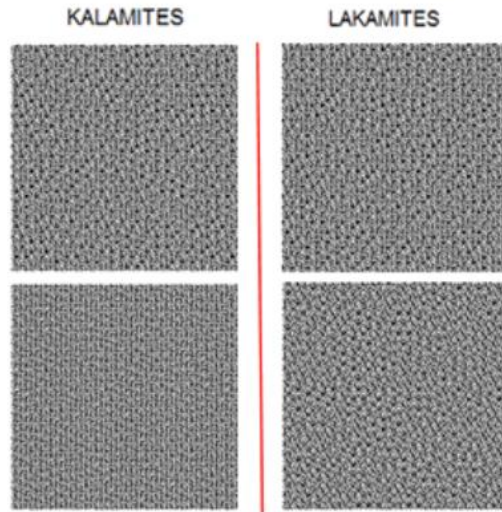


Figure 2. Exemples de textures figurant dans les catégories Lakamite et Kalamite. Les composantes sont si petites qu'elles ne sont pas identifiables visuellement

2.3 Troisième étude

Cette analyse vise à comparer le taux de succès en l'apprentissage de catégories et les scores des participants sur des tests psychométriques cognitifs.

2.3.1 Participants

Dix participants ont été recrutés de la même façon que pour l'expérience 1 et 2. Les participants ont reçu une compensation de 20 \$ par séance.

2.3.2 Procédure

Les participants réalisent une séance comportant quatre blocs constitués chacun de : une tâche de discrimination ABX, une tâche de catégorisation suivie d'une autre tâche de discrimination ABX. Ils prennent part à une autre séance de deux heures durant laquelle ils doivent compléter des tests psychométriques : RUFF2&7, Map Search, Figures enchevêtrées, BVMTR, le Test des portes, le Stroop et l'Indice du raisonnement perceptuel du WAIS-IV (test des blocs, matrices, casse-têtes visuels et images à compléter). Les détails de la procédure des tests psychométriques sont présentés en annexe.

2.4 Mesures

Les mesures décrites ci-dessous permettent d'évaluer le niveau d'apprentissage, la présence de perception catégorielle, la performance aux tests cognitifs et les types de stratégies d'apprentissage.

2.4.1 Succès d'apprentissage

Les participants qui obtiennent un taux de réussite de 80% sur le dernier bloc d'entraînement sont considérés comme des « apprenants ». Les participants qui obtiennent un taux de réussite de 80% aux 40 premières textures sont des « apprenants immédiats ». Les participants qui atteignent un taux de 80% de réussite à un des blocs de catégorisation, mais pas au dernier bloc sont considérés comme des « apprenants limites ». Les participants qui n'atteignent jamais un taux de 80% de réussite aux blocs de catégorisation sont considérés comme des « non-apprenants ».

Le taux de succès est défini comme le pourcentage de réponses correctes dans un bloc d'apprentissage. Le « point d'apprentissage » est défini comme le moment où le participant atteint 80% de succès.

2.4.2 Perception catégorielle

Pour la tâche de discrimination ABX, la perception catégorielle acquise de « séparation » mesure la différence de discriminabilité entre deux objets de catégories différentes. Si cette différence est positive, il y a « séparation » par rapport à leur distance avant l'apprentissage de la catégorie. Une différence de discriminabilité négative entre les textures de la même catégorie indique une perception catégorielle acquise de « compression ». Le score de perception catégorielle global est établi par une soustraction du score de séparation au score de compression.

2.4.3 Traits cognitifs

La procédure des tests portant sur les traits cognitifs se trouve dans l'annexe. Les scores de chaque participant ont été calculés pour tous les tests. Le WAIS-IV permet d'évaluer les diverses composantes de l'intelligence. Des scores sont obtenus à partir de sous-tests de l'Indice du raisonnement perceptif pour évaluer les composantes de l'intelligence. Les coefficients de fiabilité test-retest du WAIS-IV varient de 0,74 à 0,90 (Wechsler, D., 2008). La fiabilité interne entre les sous-tests varie de 0,97 à 0,98. Selon le WAIS-IV Canadian Manual (2008), le coefficient global pour l'Indice de raisonnement perceptuel est de 0,94.

L'Indice du raisonnement perceptif du WAIS-IV comprend 4 sous-tests (Wechsler, D., 2008). Le test des blocs mesure la coordination visuo-motrice, le raisonnement conceptuel et les habiletés visuo-spatiales. Le test des matrices mesure l'organisation perceptuelle. Le test du casse-tête visuel mesure les habiletés à analyser les stimuli visuels abstraits. Puis, le test de d'images à compléter mesure la perception visuelle et l'attention aux détails.

L'attention sélective est évaluée grâce à trois tests : le Stroop (Golden et al., 2002), le Ruff2&7 (Ruff et al., 1996) et le *Map Search* (Robertson, I.H. et al., 1994). Le *Map Search* est un sous-test du *Test of Everyday Attention*. Le test Stroop donne aussi un score évaluant l'inhibition (Golden et al., 2002). Les figures enchevêtrées sont utilisées pour évaluer l'indépendance du cadre (Happé, 2013). Le BVMT-R (Benedict, 1997) et le test des portes, qui est un sous-test du *People and Doors* (Baddeley A.D., 1994), évaluent la mémoire visuo-spatiale. Les coefficients de fiabilité du BVMT-R varient entre 0,96 et 0,97 (Benedict, 1997). Les coefficients de fiabilité test-retest varient entre 0,60 pour le premier essai à 0,84 pour le troisième essai.

2.4.4 Stratégies d'apprentissage.

Les règles formulées par les participants indiquent les éléments auxquels ils se réfèrent pour distinguer deux catégories. Celles-ci étant créées par une combinaison de pixels trop complexe à comprendre durant les tâches d'apprentissage, les règles formulées par les participants ne dévoilent pas « la bonne façon de faire » pour les distinguer. Les règles renseignent plutôt sur les stratégies d'attention des participants. Si le participant mentionne dans les règles porter attention à des caractéristiques visuelles qui concernent l'ensemble de la texture, il utilise une stratégie dite « globale ». S'il porte attention seulement à quelques éléments, il utilise une stratégie dite « locale ». S'il catégorise au hasard les textures, il utilise une stratégie « aléatoire ».

Les participants peuvent changer de stratégies au cours des quatre blocs de catégorisation. Le « changement de stratégie » est une variable qui indique s'il y a un changement de règle entre le premier bloc d'apprentissage et le dernier bloc d'apprentissage (Oui, Non). La variable « type de changement » qualifie la nature du changement de stratégie entre le premier bloc d'apprentissage et le dernier. Ainsi, cette dernière comprend six niveaux : « toujours global », « toujours local », « toujours aléatoire », « changement vers stratégies globales », « vers local » ou « vers aléatoire ».

Parmi les stratégies globales, nous avons créé plusieurs variables qui indiquent plus spécifiquement ce que le participant mentionne dans ses règles, donc: « des lignes », « des formes », « la densité », « des vagues », « la taille », « la couleur », « l'organisation », ou « l'aspect lisse ou rugueux de la texture ». Plus d'informations concernant ces variables sont en annexe 2. Parmi les stratégies locales, une variable « Section » informe si le participant porte attention seulement à une partie restreinte de la texture. Toutes ces variables informant sur les sous-types de stratégies sont dichotomiques (0= mention, 1 = pas de mention).

2.5 Analyses statistiques

Relation entre traits cognitifs et succès d'apprentissage. Pour éprouver l'hypothèse selon laquelle un meilleur apprentissage des catégories est lié à une meilleure performance aux tests cognitifs, nous avons utilisé des corrélations de Pearson. Nous avons étudié les corrélations entre chacune des variables indépendantes avec les variables dépendantes identifiées dans le tableau 2.

Variables indépendantes	Variables dépendantes
1) Score du Map Search	1) Taux de succès au 4 ^e bloc
2) Score du Ruff2&7	2) Score de perception catégorielle global
3) Score du BVMT-R	
4) Score du Stroop	
5) Score du test des portes	
6) Score des figures enchevêtrées	
7) Indice de raisonnement perceptif global (et ses 4 sous tests)	

Tableau 1. Variables utilisées dans des corrélations pour étudier la relation entre les traits cognitifs et le succès d'apprentissage

Relation entre stratégies d'apprentissage et succès d'apprentissage. Nous avons utilisé un chi carré pour étudier la distribution des stratégies « globales », « locales » et « aléatoires » chez les participants. Nous avons aussi observé les distributions « d'apprenants », de « non apprenants », « d'apprenants limites » et « d'apprenants immédiats » qui utilisent des stratégies soit « globales », « locales » ou « aléatoires ».

Nous avons réalisé plusieurs ANOVA et plusieurs régressions pour comprendre l'impact de certaines variables sur le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation et sur la vitesse d'apprentissage. Les variables et les tests statistiques employés sont décrits dans le tableau 3.

Variabiles dépendantes	Taux de succès au 4^e bloc de catégorisation	Point d'apprentissage
Variabiles indépendantes		
Stratégies d'apprentissage	ANOVA	
Changement de stratégies	Régression linéaire simple	
Types de changement	ANOVA	
Sous-types de stratégies globales (variables ligne, formes, densité, organisé, lisse, couleur, taille, vagues)	Régression linéaire multiple	Régression linéaire multiple
Sous-type de stratégies locales (section)	Régression linéaire multiple	Régression linéaire multiple

Tableau 2. Description des tests statistiques réalisés pour étudier la relation entre les stratégies d'apprentissage et le succès d'apprentissage.

Relation entre traits cognitifs et stratégies d'apprentissage. Afin d'examiner les liens entre les sous-types de règles globales et les traits cognitifs, nous avons exécuté six régressions linéaires multiples. Les variables utilisées dans ces régressions sont identifiées dans le tableau 4.

Variables indépendantes	Variables dépendantes
1. Sous-types de stratégies globales (variables ligne, formes, densité, organisé, lisse, couleur, taille, vagues)	1. Indice de Raisonnement perceptuel 2. Score des Blocs 3. Score des Matrices 4. Score des Casse-têtes visuels 5. Score d'images à compléter 6. Score au test des portes

Tableau 3. Variables utilisées dans des modèles de régressions multiples pour étudier la relation entre les traits cognitifs et les stratégies d'apprentissage

3. Résultats

Les résultats dans cette section présentent les liens entre : les scores des tests psychométriques et le succès aux tâches de catégorisation (section 3.1), les scores des tests psychométriques et le score de perception catégorielle global (section 3.2), les stratégies d'apprentissage et le succès aux tâches de catégorisation (section 3.3) et les scores des tests psychométriques et les stratégies d'apprentissage (section 3.4).

3.1 Relation entre traits cognitifs et succès d'apprentissage

Nous avons effectué plusieurs corrélations de Pearson afin de comprendre les liens entre les traits cognitifs et l'apprentissage de catégories. La corrélation entre le score de « images à compléter » et le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation montre une tendance positive, $r(9) = 0,563$, $p = 0,071$. Le score de dénomination de couleurs du Stroop est corrélé de façon négative et significative avec le taux de succès au 4^e bloc d'apprentissage, $r(8) = -0,658$, $p = 0,039$. La figure 3 expose le lien entre ce score du Stroop et le taux de succès au 4^e bloc. Les détails des corrélations des scores psychométriques sur le taux de succès au 4^e bloc d'apprentissage sont présentés en annexe 3.

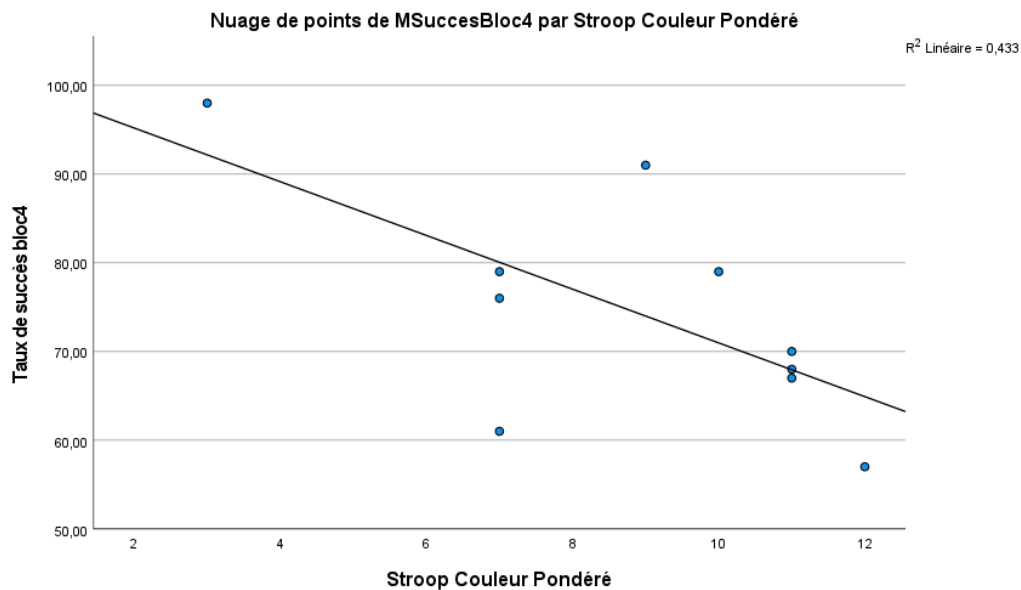


Figure 3. Nuage de points représentant le score obtenu au test de dénomination de couleurs du Stroop sur le taux de succès au 4^e bloc d'apprentissage, $r(8) = -0,658$, $p = 0,039$.

3.2 Traits cognitifs et perception catégorielle

Parmi les scores mesurant les traits cognitifs, le score total au test de « Images à compléter » (mesurant la perception visuelle) est corrélé de manière significative avec le score de perception catégorielle, $r(8) = 0,789$, $p = 0,011$. La figure 4 montre le lien positif entre le score de « Images à

compléter » et de perception catégorielle. Les détails des corrélations des scores psychométriques sur le score de perception catégorielle sont présentés en annexe 3.

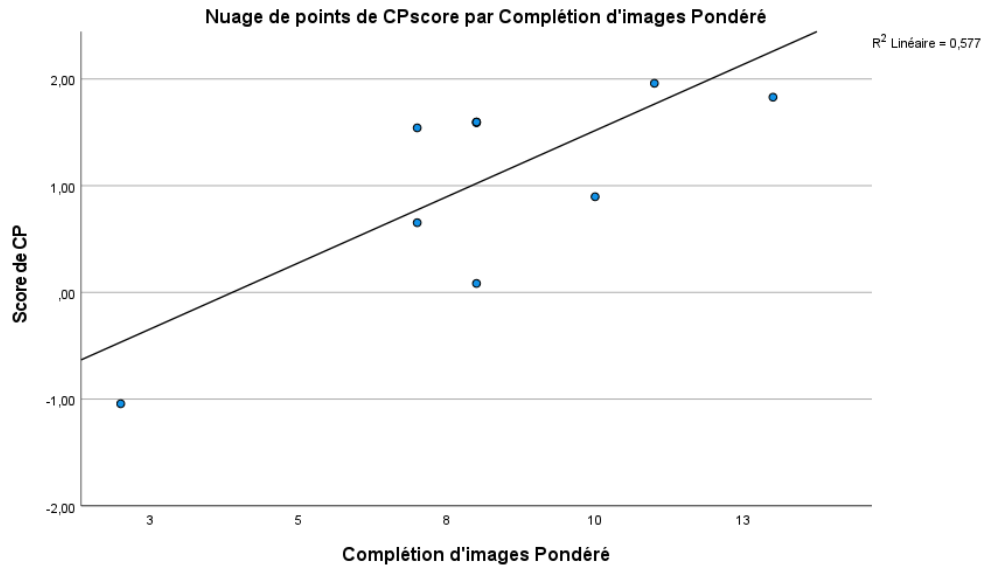


Figure 4. Nuage de point représentant le score obtenu au test d'Images à compléter sur le score de perception catégorielle, $r(8) = 0,789$, $p = 0,011$.

3.3 Relation entre stratégies d'apprentissage et succès d'apprentissage

Cette section présente la relation entre les stratégies d'apprentissage et le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation. D'abord, par l'impact des stratégies d'attention globales, locales ou aléatoires (1). Ensuite, par l'impact du changement de stratégie (2) et puis par l'impact des sous-types de stratégies d'attention (formes, lignes, vagues, densité, organisation, taille, aspect lisse/rugueux, couleur, section) (3).

Stratégies d'attention

Les participants utilisent en grande majorité des stratégies globales (n = 112) plutôt que des stratégies locales (n=17) ou aléatoires (n=20), $X^2(2, N = 149) = 117,436, p < 0,001$, au premier bloc d'apprentissage. Cette tendance se maintient dans les 4 blocs de catégorisation.

L'utilisation de stratégies globale, locale ou aléatoire a un impact sur la performance au 4^e bloc de catégorisation, $F(2, 149) = 18,985, p < 0,001$. L'analyse post-hoc de Tukey indique que les participants qui utilisent une stratégie de type global (M = 79,56, ET = 16,73) ont un taux de succès significativement supérieur aux participants qui utilisent des règles de type local (M = 57,67, ET = 18,14) ou aléatoire (M = 55,13, ET = 11,65). Il n'y a pas de différence significative entre les participants qui utilisent des stratégies locales et ceux qui ont utilisé des stratégies aléatoires. La figure 5 montre le score moyen des participants ayant utilisé une stratégie « globale », « locale » ou « aléatoire ». Un Chi carré révèle une utilisation différente des stratégies d'apprentissage selon les catégories d'apprenants, $X^2(6, 149) = 34,104, p < 0,001$, tel que présenté à la figure 6. L'analyse des résidus standards indique que le nombre de non apprenants qui utilisent une stratégie « aléatoire » (n=12) est plus élevé que le compte attendu. Les stratégies d'attention globales favorisent donc une meilleure performance aux tâches de catégorisation, mais pas suffisamment pour distinguer les apprenants des non apprenants.

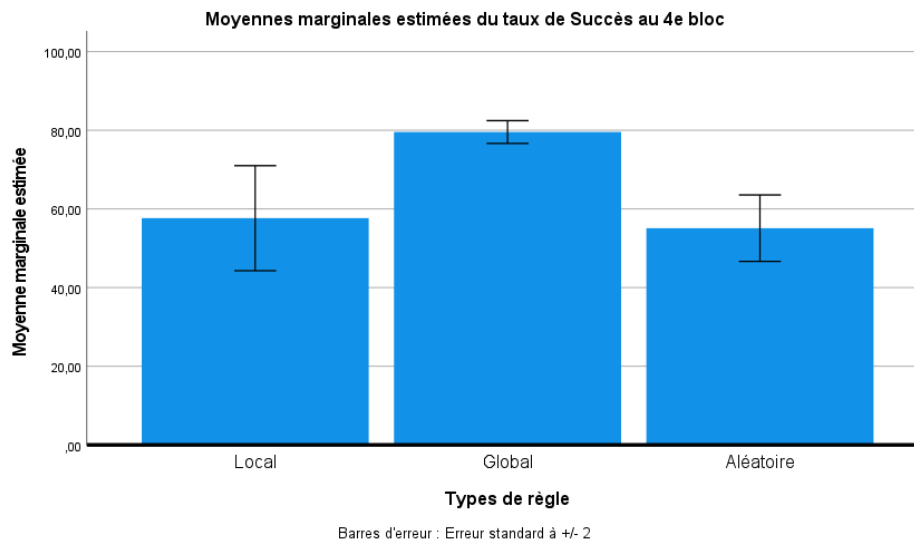


Figure 5. Histogramme représentant le taux de succès au 4^e bloc d'apprentissage selon l'utilisation de stratégies locales, globales ou aléatoires

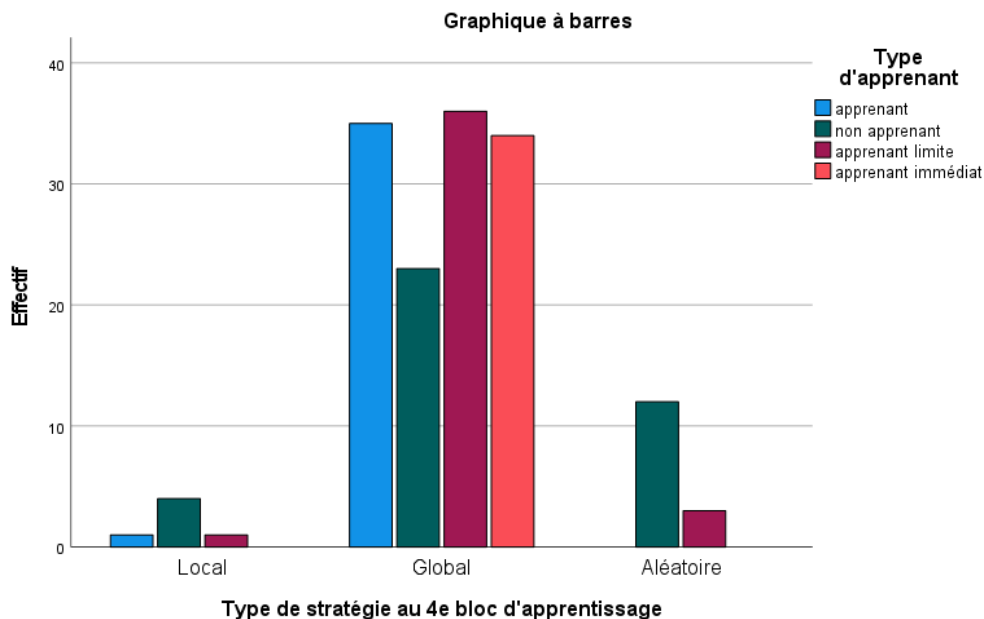


Figure 6. Histogramme des fréquences de l'utilisation d'une stratégie selon le type d'apprenant

Changement de stratégies

Le fait de changer de stratégie a un impact sur l'apprentissage, $F(1, 147) = 14,518, p < 0,001$. L'analyse de post-hoc (Tukey) montre que les participants qui changent de stratégies entre le premier bloc et le dernier bloc de catégorisation ont une moins bonne performance ($M = 68,19, ET = 17,36$) que ceux qui ne changent pas de stratégie ($M = 79,9, ET = 17,507$). Le type de changement a également un impact sur l'apprentissage, $F(4,143) = 9,391, p < 0,001$. Un seul participant correspondait au niveau « toujours local », donc il n'a pas été pris en compte lors des analyses. L'analyse post-hoc (Tukey) montre que les participants qui utilisent uniquement des stratégies globales ($M = 80,676, ET = 1,621$) ont un score significativement supérieur aux participants ayant utilisé une stratégie uniquement aléatoire ($M = 54,6, ET = 5,177$). Il n'y a pas de différence significative entre les gens ayant changé de stratégie pour une stratégie locale ($M = 59,8, ET = 7,321$), pour une stratégie globale ($M = 75,192, ET = 3,211$) ou pour une stratégie aléatoire ($M = 54,6, ET = 7,321$). Ces résultats impliquent que la meilleure stratégie à adopter pour apprendre

des catégories est de se concentrer uniquement sur des caractéristiques globales. La figure 7 montre le pourcentage moyen au 4^e bloc de catégorisation selon le type de changement de stratégies.

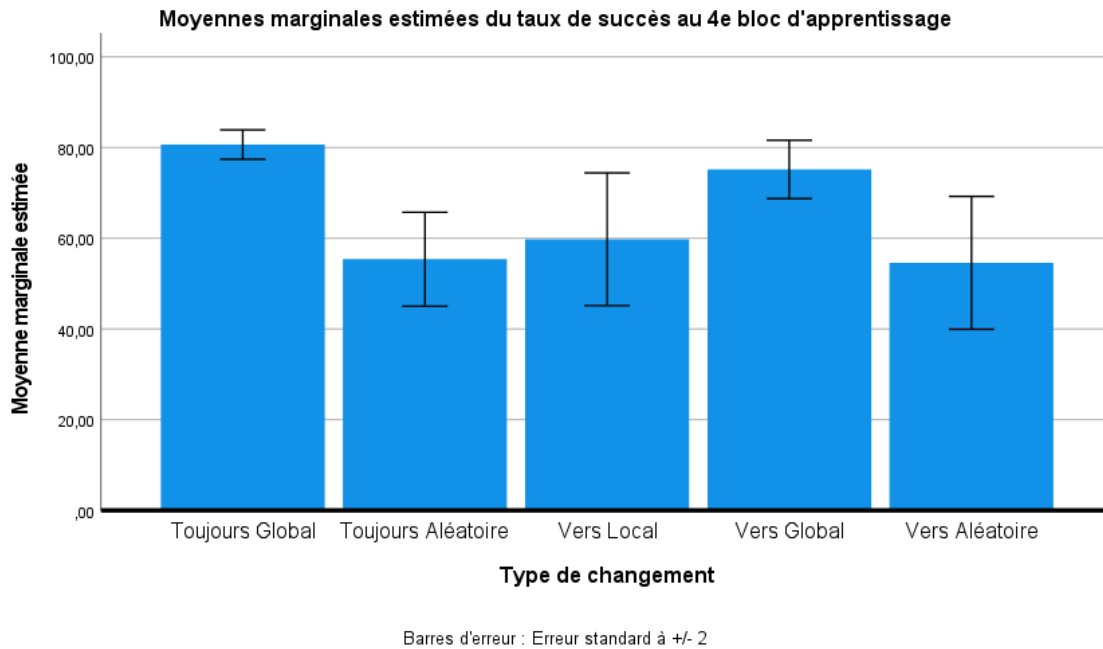


Figure 7. Histogramme représentant le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation selon le type de changement de stratégies.

Sous-types de stratégies

Parmi tous les participants, l'utilisation d'un certain sous-type de stratégies globales est liée à une meilleure performance au dernier bloc de catégorisation, $F(8, 140) = 8,418, p < 0,001$. Quatre variables sont des prédicteurs significatifs : la mention de formes, $b = 10,682, t = 3,302, p = 0,001$, la mention de lignes, $b = 14,693, t = 5,349, p < 0,001$, la mention de l'aspect lisse ou rugueux de la texture, $b = 14,499, t = 2,519, p = 0,013$ et la mention de la taille, $b = 7,747, t = 0,925, p = 0,042$. La mention de couleurs, d'organisation, de vagues ou de densité n'est pas associée à une meilleure performance. Les détails des coefficients de cette analyse sont en annexe 4. De plus, la mention de formes permet de distinguer les non apprenants des apprenants, $X^2(3, N=149) = 15,804, p = 0,001$. L'analyse des résidus standard indique que le nombre de non apprenants qui portent

attention aux formes (n=3) est plus faible que le compte attendu. Le nombre d'apprenants immédiats qui portent attention aux formes (n=16) est plus élevé que le compte attendu. La figure 8 montre le nombre de participants ayant fait mention ou non des formes dans leurs règles en fonction du type d'apprenant.

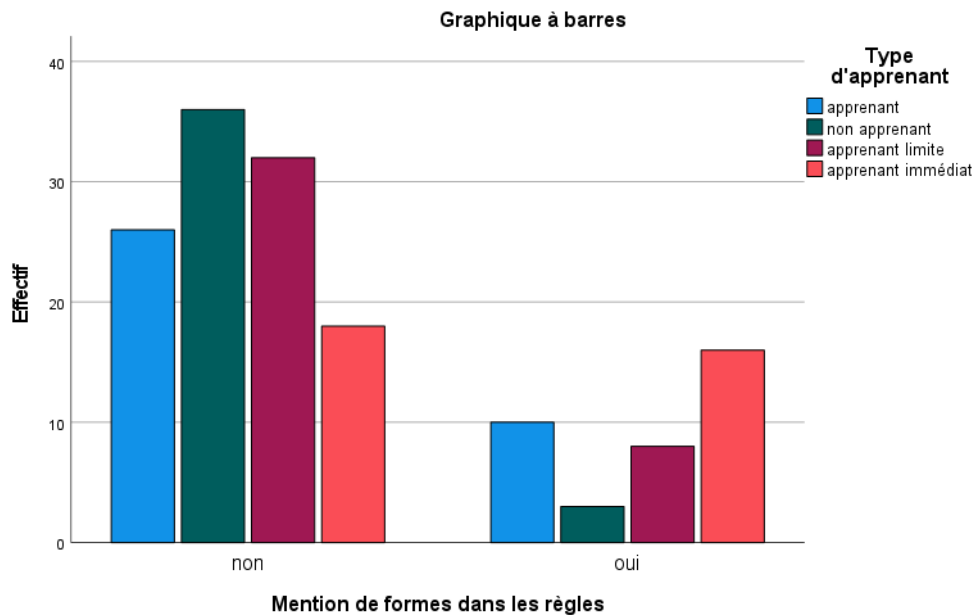


Figure 8. Histogramme du nombre de participants ayant fait mention ou non des formes dans leurs règles en fonction du type d'apprenant.

Nous avons également effectué une régression linéaire afin de comprendre l'impact du sous-type de règle locale sur l'apprentissage. Le modèle général est significatif, $F(1, 146) = 11,532$, $p = 0,001$. La variable Section est donc un prédicateur significatif, $b = -24,887$, $t = -3,396$, $p = 0,001$ et est associée à une moins bonne performance. La description des sous-types de règles locale et globales sont en annexe.

Pour finir, nous avons utilisé une régression multiple afin de comprendre l'impact des « sous-types de stratégies » sur le « point d'apprentissage ». Le modèle général n'est pas significatif, $F(8, 118) = 1,345$, $p = 0,232$. Toutefois, parmi les sous-types de règle, une variable est un prédicateur

significatif : les formes, $b = -55,162$, $t = -2,425$, $p = 0,017$. Ainsi, seule la mention de forme dans les règles est associée à une plus grande vitesse d'apprentissage.

3.4 Traits cognitifs et stratégies d'apprentissage

Des régressions ont été utilisées pour voir si les scores aux différents tests cognitifs peuvent prédire l'utilisation de sous-types de stratégies.

Lorsque la variable dépendante est le score de « images à compléter », le modèle combiné est un prédicteur significatif, $F(5,10) = 8,912$, $p = 0,016$ et explique 89,9% de la variabilité (79,8% de la variabilité ajustée). Parmi les sous-types de stratégies, la mention de l'organisation est un prédicteur significatif, $b = 4,659$, $t = 4,238$, $p = 0,008$, ainsi que la mention de la forme, $b = 5,780$, $t = 3,645$, $p = 0,015$. Les détails des coefficients de cette analyse se trouvent en annexe 5. Les modèles de régression impliquant le score pondéré au test des « blocs », du « casse-tête visuel », de « images à compléter », de « matrices », de l'Indice du raisonnement perceptif, ou du test des portes ne sont pas significatifs.

4. Discussion

La présente recherche visait à identifier les facteurs qui permettent de favoriser l'apprentissage de catégories. La catégorisation nécessite de savoir repérer les éléments qui distinguent deux catégories et qui regroupent les membres d'une même catégorie (Pérez-Gay et al., 2017, Harnad, 2017). Nous rappelons que les participants qui atteignent un taux de succès plus grand ou égal à 80% au dernier bloc de catégorisation sont considérés comme des apprenants. La présente recherche a évalué si des habiletés à ces traits cognitifs sont liées à un meilleur apprentissage de catégories. Des études indiquent que certains traits cognitifs sont importants pour la discrimination des attributs pertinents, telles que l'attention sélective, l'inhibition, l'indépendance du cadre, la flexibilité mentale, la mémoire visuo-spatiale et l'intelligence (Blanco et al., 2019, Qiang et al., 2017, Best, 2013, Evans et al., 2013, Zeithamova et al., 2007, Xing et al., 2017, Acton, 2001, Troche et al., 2009). De plus, différentes stratégies d'attention sont impliquées dans l'apprentissage des catégories : les stratégies d'attention globale ou locale (Pérez-Gay et al., 2017). Cette étude a permis d'explorer les liens entre les stratégies d'apprentissage et l'apprentissage des

catégories. Cette étude visait également à explorer les liens entre les traits cognitifs et les stratégies d'apprentissage.

En ce qui concerne les stratégies d'apprentissage, les résultats indiquent que les stratégies d'apprentissage globales sont plus fréquentes que les stratégies d'apprentissage locales. Ces résultats confirment ceux de Pérez-Gay et al. (2017) et de Fink et al. (1998). Les participants qui utilisent une stratégie d'apprentissage globale ont un taux de succès au 4^e bloc de catégorisation significativement supérieur à ceux qui ont utilisé des stratégies locales. Néanmoins, les apprenants n'utilisent pas significativement plus de stratégies d'attention globales que les non-apprenants.

Les catégories de cette étude ont été créées de sorte que la règle les définissant ne puisse pas être verbalisée. Le succès des participants aux tâches de catégorisation témoigne que l'apprentissage de ces catégories implique une part de processus implicites. En effet, ils ont implicitement reconnu et distingué les catégories, alors qu'ils n'ont pas explicitement identifié l'agencement de matrices qui les caractérise.

Il est intéressant de noter que certaines caractéristiques visuelles favorisent la performance. Par exemple, porter attention aux formes, aux lignes, à l'aspect lisse/rugueux ou à la taille est associé à un plus haut taux de succès au 4^e bloc des tâches de catégorisation, ce qui n'est pas le cas de l'organisation, de la couleur, de la densité ou des vagues. Ces sous-types de stratégies mentionnées par les participants sont des caractéristiques émergentes qui ne définissent pourtant pas les catégories. À notre connaissance, aucune autre étude ne s'est penchée sur l'attention à des caractéristiques spécifiques pour expliquer la performance à l'apprentissage de catégories. Néanmoins, certaines rapportent qu'il existe un traitement différent en fonction de diverses informations visuelles. Les informations visuelles sont encodées par des filtres sensibles à l'orientation et aux fréquences spatiales et temporelles (DeValois et al., dans Loffler et al., 2003). Selon Mikhailova et al. (2020), les mécanismes neuronaux qui traitent l'orientation des lignes sont situés dans les aires visuelles précoces, striées et extra striées. Les résultats de Kim (2021), montrent également un lien positif entre la perception catégorielle et le fait de porter attention aux lignes. Il est possible qu'il existe dans le cerveau des mécanismes qui facilitent le traitement de ce type d'information (e.g. formes, lignes) au profit du traitement d'autres informations (e.g. la densité, la couleur). Cela pourrait expliquer la raison pour laquelle l'attention portée aux lignes et aux formes suggère un plus haut taux de succès dans les tâches de catégorisation.

En ce qui concerne les traits cognitifs, les résultats indiquent que des habiletés en perception visuelle, et plus précisément la vigilance aux détails visuels (mesurés par le sous-test de « images à compléter » du WAIS-IV), sont liées à une meilleure performance pendant l'apprentissage de catégories. Ces résultats confirment l'importance de capacités de discrimination dans la catégorisation, comme le soulèvent Troche et al. (2009). De plus, le score de vitesse au test de dénomination des couleurs du Stroop est négativement corrélé avec le taux de succès au 4^e bloc. Une bonne capacité à identifier des couleurs prédit donc une moins bonne performance aux tâches de catégorisation. Ce résultat est contre-intuitif et difficile à interpréter. Peut-être que les participants qui sont plus rapides pour dénommer des couleurs ont plus porté attention à la teinte des textures (plus noires ou blanches, sombres ou claires), ce qui n'est pas une stratégie qui prédit positivement le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation. Étant donné le faible échantillon (n=10), d'autres recherches devraient étudier cette relation avec plus de participants.

Nos résultats n'ont pas pu montrer que les autres traits cognitifs évalués, tels que l'attention sélective, la flexibilité mentale, l'indépendance du cadre, l'inhibition et la mémoire visuo-spatiale sont des facteurs favorisant l'apprentissage de catégories. Certaines études soulèvent l'importance de ces traits cognitifs dans le processus de catégorisation (Xing et al. 2017, Walker et al., 2008, Blanco et al., 2019, Evans et al., 2013, Wiang et al., 2017, Best. 2013, Qiang et al. 2017). Nos échantillons sont petits, ce qui peut expliquer notre difficulté à dégager des résultats significatifs.

Nos résultats montrent que les habiletés de perception visuelle sont corrélées positivement avec la stratégie d'attention portée aux formes pour définir les catégories. De plus, les participants ayant porté attention aux formes pour définir les catégories ont eu un taux de succès au 4^e bloc de catégorisation significativement plus élevé que ceux n'y ayant pas porté attention. En outre, les habiletés en perception visuelle sont corrélées de manière positive et marginale respectivement avec le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation et avec le score de perception catégorielle global. Il semble donc y avoir un lien entre de bonnes capacités de perception visuelle, la détection de formes et l'apprentissage de catégories de texture.

Cette étude comporte plusieurs limites. D'abord, deux des échantillons étudiés pour cette recherche sont petits, (n=11 et n=10). Les participants sont uniquement de jeunes adultes. Bien que des résultats significatifs se soient dégagés, ils sont difficiles à généraliser. Ensuite, les résultats concernant les sous-types de stratégies d'apprentissage sont des caractéristiques

émergentes de nos textures. Une mention particulière a été soulevée pour la détection de formes, de lignes, de taille et de l'aspect lisse ou rugueux, mais ces résultats ne sont peut-être pas applicables à d'autres types de catégories visuelles. Enfin, nous n'avons pas mesuré l'acuité visuelle des participants.

Des prochaines recherches devraient répéter cette expérience avec d'autres types de catégories visuelles complexes. Cela permettrait de confirmer que l'attention portée aux formes, aux lignes, à l'organisation, à l'aspect lisse ou rugueux de la texture et à la taille est positivement liée à la performance. Les échantillons devraient être également plus conséquents et plus diversifiés afin de pouvoir généraliser les résultats. Il serait intéressant d'établir des liens entre les mesures neuropsychologiques (e.g. par électroencéphalogramme) et les stratégies d'apprentissage. Il semble y avoir des activations différentes en fonction d'une attention globale versus locale (Fink et al., (1998). Par exemple, l'aire Brodmann 19 contribue à l'analyse des détails locaux. Peut-être existe-t-il également une activation neuronale spécifique aux stratégies d'apprentissage associées à une meilleure performance dans cette expérience (mention de lignes, formes, taille et aspect lisse/rugueux).

5. Conclusion

En somme, nous avons pu montrer qu'il existe des différences individuelles dans l'apprentissage de catégories, en matière de traits cognitifs et de stratégies d'apprentissage. Nous avons mis en évidence que de bonnes habiletés en perception visuelle et des stratégies d'apprentissage globales (attention portée aux formes, lignes, taille, aspect lisse ou rugueux) prédisent une meilleure performance aux tâches de catégorisation. Également, les stratégies d'attention portées aux formes prédisent de meilleures habiletés en perception visuelle. Les résultats de cette étude sont cependant limités, puisque les données concernant les traits cognitifs proviennent de petits échantillons.

Bibliographie

- Acton, G. S., & Schroeder, D. H. (2001). Sensory discrimination as related to general intelligence. *Intelligence, 29*(3), 263-271. doi : 10.1016/S0160-2896(01)00066-6
- Aron, A. R., Shohamy, D., Clark, J., Myers, C., Gluck, M. A., & Poldrack, R. A. (2004). Human midbrain sensitivity to cognitive feedback and uncertainty during classification learning. *Journal of neurophysiology, 92*(2), 1144-1152. doi : 10.1152/jn.01209.2003
- Ashby, F. G., Alfonso-Reese, L. A., & Waldron, E. M. (1998). A neuropsychological theory of multiple systems in category learning. *Psychological review, 105*(3), 442.
- Baddeley A. D., Emslie H., & Nimmo-Smith I. (1994). The Doors and People Test: A test of visual and verbal recall and recognition. Bury-St-Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Benedict, R.H.B. (1997). Brief Visuospatial Memory Test–Revised: Manual. Odessa, Florida: Psychological Assessment Resources.
- Best, C. A. (2013). The cost of selective attention in category learning: Developmental differences between adults and infants. *Journal of Experimental Child Psychology, 116*(2), 105. doi : 10.1016/j.jecp.2013.05.002
- Blanco, N. J., & Sloutsky, V. M. (2019). Adaptive flexibility in category learning? Young children exhibit smaller costs of selective attention than adults. *Developmental psychology, 55*(10), 2060. doi : 10.1037/dev0000777
- Deng, Q.D., & Sloutsky, V. M. (2016). Selective attention, diffused attention, and the development of categorization. *Cognitive Psychology, 91*, 24. doi :10.1016/j.cogpsych.2016.09.002
- Dayan, P. (2000). Learning and selective attention. *Nature neuroscience [Nat Neurosci] NLMUID: 9809671, 3*(11), 1218.
- Deary, I. J., Bell, P. J., Bell, A. J., Campbell, M. L., & Fazal, N. D. (2004). Sensory discrimination and intelligence: Testing Spearman's other hypothesis. *The American journal of psychology, 117*(1), 1–18. doi : 10.2307/1423593
- Evans, C. (2013). Field independence: Reviewing the evidence. *British Journal of Educational Psychology, 83*(2), 210. doi : 10.1111/bjep.12015
- Fink, G., Marshall, J., Halligan, P., & Dolan, R. J. (1998). Hemispheric asymmetries in global/local processing are modulated by perceptual salience. *Neuropsychologia, 37*(1), 31-40. doi : 10.1016/S0028-3932(98)00047-5
- Golden, C. J., and Freshwater, S. M. (2002). The Stroop Color and Word Test: A Manual for Clinical and Experimental Uses. Chicago, IL: Stoelting.

- Happé, F. (2013). Embedded Figures Test (EFT). In F. R. Volkmar (Ed.), *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders* (pp. 1077-1078). New York, NY: Springer New York.
- Harnad, S. (2017). To cognize is to categorize: Cognition is categorization. In *Handbook of categorization in cognitive science* (pp. 21-54): Elsevier. doi : 10.1016/B978-0-08-101107-2.00002-6
- Houdé, O. (2000). Shifting from the perceptual brain to the logical brain: The neural impact of cognitive inhibition training. *Journal of cognitive neuroscience [J Cogn Neurosci]* NLMUID: 8910747, 12(5), 721. doi :10.1162/089892900562525
- Kim, E. (2021). The Effect of Category Learning Strategies on Categorical Perception (CP) [document en préparation]
- Loffler, G., Wilson, H. R., & Wilkinson, F. (2003). Local and global contributions to shape discrimination. *Vision Research*, 43(5), 519-530. doi : 10.1016/S0042-6989(02)00686-7
- Mikhailova, E., Gerasimenko, N. Y., & Slavutskaya, A. (2020). Sensory Mechanisms in Early Orientation Discrimination in a Model of Visual Working Memory. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 50(6), 700-709. doi : 10.1007/s11055-020-00958-3
- Navon, D. (1981). The forest revisited: More on global precedence. *Psychological research*, 43(1), 1-32.
- Nomura, E., Maddox, W., Filoteo, J., Ing, A., Gitelman, D., Parrish, T., . . . Reber, P. (2007). Neural correlates of rule-based and information-integration visual category learning. *Cerebral Cortex*, 17(1), 37-43. doi :10.1093/cercor/bhj122
- Pang, E. W., Dunkley, B. T., Doesburg, S. M., da Costa, L., & Taylor, M. J. (2016). Reduced brain connectivity and mental flexibility in mild traumatic brain injury. *Annals of clinical and translational neurology*, 3(2), 124-131. doi :10.1002/acn3.280
- Pérez-Gay Juárez, F., Thériault, C., Gregory, M., Rivas, D., Sabri, H., & Harnad, S. (2017). How and Why Does Category Learning Cause Categorical Perception? *International Journal of Comparative Psychology*, 30.
- Qiang, X., Rui, W., & Zeyan, L. (2017). Effects of Types of Training and Inhibition Ability on Probabilistic Category Learning. *Psychological Exploration*(6), 5.
- Robertson, I. H., Ward, T., Ridgeway, V., & Nimmo-Smith, I. (1994). The test of everyday attention (TEA). Bury St. Edmunds, UK: Thames Valley Test Company, 197-221.
- Reiss, J. P., Campbell, D. W., Leslie, W. D., Paulus, M. P., Stroman, P. W., Polimeni, J. O., Malcolmson, K. A., Sareen, J. (2005). The role of the striatum in implicit learning: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroreport*, 16(12), 1291-1295. doi: 10.1097/01.wnr.0000175615.93312.1a

- Rittle-Johnson, B., & Loehr, A. M. (2017). Eliciting explanations: Constraints on when self-explanation aids learning. *Psychonomic bulletin & review*, 24(5), 1501-1510. doi : 10.3758/s13423-016-1079-5
- Ruff, R. M., & Allen, C. C. (1996). *Ruff 2 & 7 Selective Attention Test*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Troche, S. J., & Rammsayer, T. H. (2009). Temporal and non-temporal sensory discrimination and their predictions of capacity- and speed-related aspects of psychometric intelligence. *Personality and Individual Differences*, 47(1), 52-57. doi: 10.1016/j.paid.2009.02.001
- Walker, S., Stafford, P., & Davis, G. (2008). Ultra-rapid categorization requires visual attention: Scenes with multiple foreground objects. *Journal of Vision*, 8(4), 21-21. doi :10.1167/8.4.21
- Wechsler, D. (2008). *WAIS-IV Manual*. New York: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D (2008), *Wechsler Adult Intelligence Scale : Technical and interpretive manual* (4th ed.), San Antonio, TX : Pearson.
- Williams, J. J., Lombrozo, T., & Rehder, B. (2013). The hazards of explanation: Overgeneralization in the face of exceptions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(4), 1006. doi :10.1037/a0030996
- Xing, Q., & Sun, H. (2017). Differential Impact of Visuospatial Working Memory on Rule-based and Information-integration Category Learning. *Frontiers in psychology*, 8, 530. doi : 10.3389/fpsyg.2017.00530
- Zeithamova, D., & Maddox, W. T. (2007). The role of visuospatial and verbal working memory in perceptual category learning. *Memory & Cognition*, 35(6), 1380-1398. doi : 10.3758/BF03193609

Annexe

Annexe 1 : Détails des tests psychométriques

Test des portes	Vingt-quatre images de portes sont présentées aux participants : 12 dans le groupe A et 12 dans le groupe B. Après avoir vu un groupe, les participants doivent déterminer parmi 4 portes laquelle ils ont déjà vue. Avant de commencer avec les groupes A et B, les participants ont un essai constitué de deux portes. Le groupe de portes A est considéré comme plus difficile que le groupe de portes B.
Ruff2&7	Ce test indique aux participants d'encercler les chiffres 2 et 7 parmi une série de chiffres. Ils ont 20 essais à compléter.
<i>Map Search</i>	Le <i>Map Search</i> est un sous-test du <i>Test of Everyday Attention</i> . Durant cette tâche, les participants doivent repérer des symboles sur une carte de la Philadelphie.
Figures enchevêtrées	Les participants doivent nommer l'élément présent dans 8 images présentées un à une. Ensuite, ces images sont enchevêtrées deux par deux, et les participants doivent nommer les deux éléments présents dans la figure enchevêtrée.
BVMT-R	Durant ce test, les participants doivent regarder une forme géométrique pendant 10 secondes. Ensuite, ils sont invités à la retracer de mémoire. Ce test est constitué de 6 formes géométriques.
Stroop	Les participants voient une série de noms de couleur écrits dans une couleur différente. Par exemple, le mot Rouge est écrit dans une encre bleue. Durant la première partie du test, les participants doivent nommer la couleur de l'encre. Durant la deuxième partie du test, les participants doivent lire le nom de la couleur.
Sous-tests de L'indice de	Durant le test des blocs, les participants doivent répliquer une image à l'aide de blocs rouges et blancs.

Raisonnement Perceptif du WAIS-IV	<p>Pour le test des matrices, les participants doivent, à partir de plusieurs images abstraites, en sélectionner une qui complète une suite d'images.</p> <p>Durant le test des casse-têtes visuels, les participants voient une image et doivent sélectionner 3 formes qui, mises ensemble, permettent sa reconstruction.</p> <p>Pour le test d'Images à compléter, on montre aux participants une image dont il manque un élément crucial. Ils doivent l'identifier.</p>
-----------------------------------	--

Annexe 2. Détails des sous-types de stratégies globales

Sous-types de stratégies	
Taille	Mention de la taille des différents éléments de la texture
Formes	Mention de formes dans la texture, que ce soient des points, des carrés ou des formes plus abstraites
Lignes	Mention de lignes et de la direction des lignes
Couleur	Mention de blanc et de noir qui s'agencent différemment selon les catégories
Densité	Mention de densité, ou de concentration d'éléments dans la texture
Aspect lisse ou rugueux de la texture	Mention littérale des termes « lisse » ou « rugueux » par les participants (rough ou smooth en anglais)
Organisation	Mention de l'aspect organisé ou régulier des textures
Vagues	Mention de vagues dans les textures

Annexe 3. Coefficients de corrélations entre le score de perception catégorielle et les scores aux tests mesurant les traits cognitifs

Corrélations	Score de Perception catégorielle global, n = 10.		Taux de succès au 4e bloc d'apprentissage, n=10.	
Ruff2&7	-0,249	n.s.	0,099	n.s.
Map Search 1 minute	0,536	n.s.	-0,035	n.s.
Map Search 2 minutes	0,321	n.s.	0,253	n.s.
Figures enchevêtrées	0,277	n.s.	-0,068	n.s.
BWMTR Temps 1	0,232	n.s.	-0,165	n.s.
BVMTR Temps 2	-0,026	n.s.	-0,075	n.s.
Test des portes	-0,315	n.s.	-0,231	n.s.
Stroop denomination couleur	-0,241	n.s.	*-0,658	p = 0,039
Stroop denomination mots	-0,039	n.s.	-0,337	n.s.
Stroop Inhibition	-0,064	n.s.	-0,158	n.s.
Stroop Flexibilité	0,187	n.s.	-0,076	n.s.
Matrices	-0,326	n.s.	0,273	n.s.
Casse-têtes visuels	0,032	n.s.	0.408	n.s.

Images à compléter	*0,759	p = 0,011	-0,099	n.s.
Indice Perceptif du WAIS	-0,006	n.s.	-0,376	n.s.

* significatif à $< 0,05$

Annexe 4. Coefficients de l'analyse de variance avec le taux de succès au 4^e bloc de catégorisation comme variable dépendante et les sous-types de stratégies d'apprentissage comme variables dépendantes.

Coefficients	B	ES	<i>p</i>
Formes	61	3,235	0,001
Lignes	10,682	3,247	0,000
Couleurs	5,223	3,339	0,127
Densité	7,302	4,710	0,123
Lisse/Rugueux	14,499	5,755	0,013
Organisation	5,644	3,148	0,075
Vagues	4,472	4,834	0,357
Taille	7,747	3,766	0,042

Annexe 5. Coefficients de l'analyse de variance avec le score d'Images à compléter en variable dépendante, et les sous-types de stratégies en variables indépendantes.

	B	ES	<i>p</i>
Taille	2,110	1,278	0,160
Lignes	-2,646	1,364	0,110
Couleurs	-1,683	1,468	0,304
Organisation	4,659	1,099	0,008
Formes	5,780	1,586	0,015

Annexe 6. Lettres d'approbation éthique



Le 20 octobre 2020
Monsieur Stevan Harnad
Professeur
Département de psychologie

Objet : Modification apportées au projet

Titre du projet : *L'effet d'apprendre une nouvelle catégorie sur la perception catégorielle: corrélats électrophysiologiques DANS Étude sur les potentiels cérébraux pré-moteurs/Recherche en catégorisation*

No : 803_e_2020 rapport 1209

Source de financement : s/o

Monsieur,

La présente vise à confirmer l'approbation, au plan de l'éthique de la recherche avec de êtres humains, de l'ensemble des modifications apportées au projet mentionné en objet.

Le rapport porte sur :

- Équipe de recherche
- Étudiante réalisant son projet de recherche dans le cadre de cette demande :
Caroline Cyr (UQAM)

L'approbation de ces modifications est valide jusqu'au **1 janvier 2021**.

Le comité vous remercie d'avoir porté à son attention ces modifications et vous prie de recevoir l'expression de ses sentiments les meilleurs.

Le président,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yanick Farmer'.

Yanick Farmer, Ph. D.
Professeur

Le 21 janvier 2021
Monsieur Stevan Harnad
Professeur
Département de psychologie

Objet : Modification apportées au projet

Titre du projet : *L'effet d'apprendre une nouvelle catégorie sur la perception catégorielle: corrélats électrophysiologiques DANS Étude sur les potentiels cérébraux pré-moteurs/Recherche en catégorisation*

No : 803_e_2021 rapport 1338

Source de financement : s/o

Monsieur,

La présente vise à confirmer l'approbation, au plan de l'éthique de la recherche avec de êtres humains, de l'ensemble des modifications apportées au projet mentionné en objet. Le rapport porte sur :

- Outils de collecte de données

L'approbation de ces modifications est valide jusqu'au **1 janvier 2022**.

Le comité vous remercie d'avoir porté à son attention ces modifications et vous prie de recevoir l'expression de ses sentiments les meilleurs.

Le président,



Yanick Farmer, Ph. D.
Professeur