

Projet tutoré :
Intelligence, prise de perspective et empathie

BALABASCARIN Vijaykumar & BELOUAL Mehdi

Master 1 Sciences Cognitives - IDMC - Université de Lorraine
Projet encadré par Alexandre Aubry et Hélène Maire - 2LPN
Année 2021-2022

SOMMAIRE

I. Présentation du sujet	2
II. Rappel de l'état de l'art	3
La structure hiérarchique de l'intelligence	3
L'empathie	4
La prise de perspective	5
III. Problématique et hypothèses	6
IV. Travail réalisé	9
Matériel et méthodes	9
Mesure de l'intelligence	9
Mesure du traitement visuel Gv	10
Mesure de l'empathie	12
Mesure de la prise de perspective de niveau 2	12
Participants	15
Système et appareil	15
Procédure	16
Résultats	17
Retour sur les passations	20
Discussion	21
V. Conclusion	23
VI. Bibliographie	24

I. Présentation du sujet

Ce projet tutoré s'inscrit dans les axes de recherche du Laboratoire Lorrain de Dynamique du Comportement en Psychologie et Neurosciences (2LPN). Il a pour principal objectif d'examiner la relation entre capacités intellectuelles et compétences sociales chez les étudiant.e.s. Les capacités intellectuelles d'une personne renvoient à l'ensemble des capacités cognitives impliquées dans le fonctionnement général de l'individu. Les aptitudes sociales renvoient à la capacité à avoir le comportement adapté face à une action ou situation sociale avec d'autres individus. Parmi ces compétences sociales, l'empathie et la prise de perspective semblent être des aptitudes cruciales dans le développement des compétences dans le domaine social (Decety & Jackson, 2004; Ward et al., 2019). En effet, l'empathie encourage les comportements prosociaux dirigés vers des personnes inconnues ou en difficulté (Gilet et al., 2013). Quant à la prise de perspective, elle est la capacité à mettre de côté notre propre perspective et de représenter mentalement un point de vue différent du sien (Frick et al., 2014 ; Samson et al., 2010). Notre recherche vise à examiner les liens entre la prise de perspective, l'empathie et les compétences intellectuelles dans le cadre d'une approche plus large cherchant à expliquer l'établissement et le maintien des relations sociales chez les individus à haut potentiel intellectuel.

Après une revue de la littérature menée au premier semestre, ce rapport vise à présenter des protocoles expérimentaux établis pour étudier le lien entre la prise de perspective, l'empathie et les capacités intellectuelles des étudiant.e.s. Le rapport est structuré de telle sorte que d'abord les éléments de la revue bibliographique préliminaire sont rappelés puis la problématique et les hypothèses de cette recherche sont suivies et ensuite le travail effectué est présenté. Les mesures et la procédure retenue/mise en place sont décrites en détail, les résultats obtenus après nos expérimentations sont commentés et ce rapport est enfin clôturé par une discussion et une conclusion générale du projet encadré.

II. Rappel de l'état de l'art

A. La structure hiérarchique de l'intelligence

L'intelligence est la capacité de raisonnement abstrait d'un individu afin de s'adapter à son environnement (Gottfredson, 1997). Cette dernière n'est pas unidimensionnelle, elle est multifactorielle ou multidimensionnelle (Aubry, 2018 ; Schneider & McGrew, 2012). Les différents tests psychométriques actuels reposent principalement sur ce modèle hiérarchique des aptitudes cognitives, appelé le modèle Cattell-Horn-Carroll (voir Figure 1) (CHC ; Aubry, 2018).

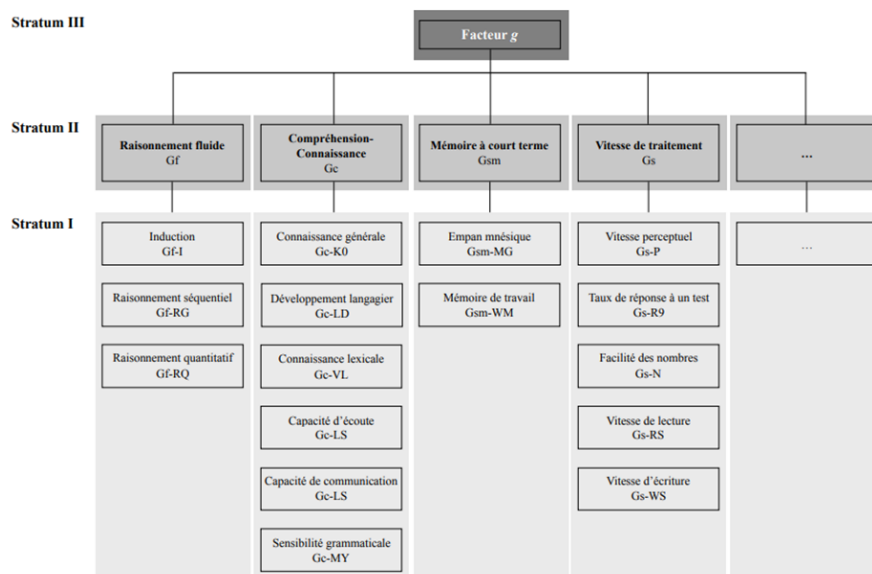


Figure 1 : Représentation partielle du modèle Cattell-Horn-Carroll (Aubry, 2018).

Le modèle CHC comprend 3 niveaux allant du plus général au plus spécifique (stratum ; Figure 3). Au sommet de cette hiérarchie (Stratum III), le facteur général de l'intelligence (g) réfère au niveau le plus abstrait des aptitudes cognitives (Schneider & McGrew, 2012). Ce facteur g joue un rôle crucial dans la gestion des aptitudes cognitives générales au niveau intermédiaire (Stratum II). Il existe 16 aptitudes cognitives générales telles que le raisonnement fluide (Gf), les aptitudes de compréhension-connaissance (Gc), le

traitement visuel (Gv), etc. (Schneider & McGrew, 2012). Chaque aptitude cognitive générale gère plusieurs aptitudes cognitives spécifiques telles que l'induction, la visualisation, etc. (Aubry, 2018; Schneider & McGrew, 2012). Ces aptitudes cognitives spécifiques constituent le niveau inférieur du modèle CHC.

Les différentes aptitudes cognitives générales ont un lien plus ou moins fort avec le facteur g. Par exemple, les aptitudes cognitives générales de raisonnement fluide (Gf) qui sont la capacité à résoudre des problèmes nouveaux où les expériences ou connaissances antérieures ne sont pas requises et le traitement visuel (Gv) qui sont la capacité de résolution de problème de nature visuo-spatiale utilisant une imagerie mentale simulée (ex : rotation mentale), sont fortement liées au facteur g (voir Schneider & McGrew, 2012 pour une discussion). Certaines études ont montré une corrélation parfaite entre le facteur Gf et le facteur g (Caemmerer et al., 2020; Schneider & McGrew, 2012). Cette relation suggère qu'une combinaison de tests mesurant Gf peut être considérée comme une mesure directe du facteur g (Caemmerer et al., 2020). Le facteur Gf peut donc être utilisé afin d'aborder le facteur g et pour avoir une idée des capacités intellectuelles générales d'un individu (Caemmerer et al., 2020).

B. L'empathie

L'empathie est définie comme la capacité d'imaginer, ressentir et comprendre ce qu'une autre personne vit (Gilet et al., 2013). Cette capacité peut être le fruit d'une déduction (Decety & Jackson, 2004) à laquelle découle également la notion de se représenter le monde tel qu'il est vécu par l'autre (Mattan et al., 2016).

L'empathie comprend deux composantes : une composante affective et une composante cognitive. La composante affective de l'empathie est la sensibilité aux sentiments d'une autre personne (Mattan et al., 2016). Cette sensibilité se témoigne d'un sentiment de préoccupation, de compassion envers les autres ainsi qu'une capacité à comprendre et partager la souffrance ou le mal-être d'autrui (Gilet et al., 2013). La composante cognitive, quant à elle, est la prise de conscience et l'utilisation flexible des états mentaux des autres (Mattan et al., 2016). Cette dernière comprend deux aptitudes : la fantaisie qui est la tendance des personnes à s'impliquer dans des situations fictives et à

s'identifier à des personnages fictifs présents dans des livres, des films ou tout autre œuvre (Gilet et al., 2013), ainsi que la prise de perspective, qui est l'adoption de la perspective de quelqu'un d'autre (Gilet et al., 2013).

L'empathie découle d'observations des émotions d'une autre personne, de connaissances sur ce que les autres personnes pensent ou ressentent qui, combinées à un raisonnement, permettent d'avoir un aperçu des pensées et des sentiments des autres. Elle témoigne d'une conscience de soi et d'une capacité d'auto-régulation des émotions, cette régulation s'enclenche lors d'une interaction avec une autre personne ou même l'imagination d'une interaction semblable. Elle permet de moduler sa propre émotion provoquée afin qu'elle ne soit pas vécue comme sentiment aversive. L'empathie nécessite donc une forme de mécanisme inhibiteur de ses émotions afin d'accéder au ressenti de l'autre (Decety & Jackson, 2004). Cette empathie montre également une capacité d'immersion subjective de l'individu dans un environnement donné et une faculté de mentalisation, qui est la capacité à adopter le point de vue d'autrui conflictuel ou non (flexibilité mentale) associé au maintien de la distinction entre son expérience personnelle et celle de l'autre (Mattan et al., 2016). Il est important de noter qu'un exercice empathique provoque un coût de traitement, car l'individu doit sélectionner ou inhiber une perspective qui peut être contradictoire ou conflictuelle avec la sienne (Mattan et al., 2016). L'empathie peut donc bien être définie comme la clé dans nos interactions sociales et un témoin des aptitudes sociales d'une personne, d'une part en sélectionnant les comportements prosociaux (écoute, communication, entraide) et d'autre part en inhibant les comportements agressifs envers les autres (Gilet et al., 2013).

C. La prise de perspective

La prise de perspective est la capacité à mettre de côté notre propre perspective et de représenter mentalement un point de vue différent du sien (Frick et al., 2014 ; Samson et al., 2010). Ici, «le point de vue différent du sien» correspond à l'expérience visuelle d'autrui. Il existe deux niveaux de prise de perspective : le niveau 1 apparaît avant l'âge de 4 ans, alors que le niveau 2 semble apparaître à partir de 4-5 ans et s'améliore entre 6 et 8 ans (Frick et al., 2014). Donc, cette capacité se développe dès l'enfance. D'une part, le niveau 1, consiste simplement à juger la capacité d'un individu à percevoir ou non un stimulus perçu par un autre individu. D'autre part, le niveau 2 exige de juger la manière dont l'individu perçoit un

stimulus depuis la position d'un autre individu (Samson et al., 2010). De cette façon, les enfants du niveau 1 savent qu'une autre personne peut voir des objets qu'ils ne peuvent pas voir, et vice versa (Frick et al., 2014). Certaines études ont montré que des enfants âgés de 14 mois peuvent prendre en compte le fait que les objets qui leur sont visibles ne le sont pas nécessairement pour les autres (Sodian et al., 2007).

La prise de perspective implique des transformations spatiales au niveau mental (Hegarty & Waller, 2004). Il existe trois systèmes de référence spatiale différents : le système de référence de l'objet, le système de référence égocentré et le système de référence de l'environnement (Hegarty & Waller, 2004). Le système de référence de l'objet permet de situer un objet et son état (forme, mouvement, etc.) par rapport à l'environnement et la position de l'observateur. Le système de référence égocentré s'agit de la représentation de la position de l'objet cible par rapport au corps de l'observateur. Enfin, le système de référence de l'environnement est la représentation de l'environnement dans lequel sont situés l'objet cible et l'observateur. Plus précisément, la prise de perspective visuelle nécessite d'effectuer des transformations spatiales égocentriques dans lesquelles le système de référence égocentré change par rapport à l'environnement, mais les systèmes de référence des objets et de l'environnement eux ne changent pas (Hegarty & Waller, 2004). Ce changement de référence égocentré correspond à l'imagination de se déplacer à une autre position par rapport à l'environnement et l'objet.

Pour conclure, la prise de perspective est un processus essentiel qui permet à un individu de comprendre l'environnement du point de vue d'autrui (Ward et al., 2019). Cette capacité est considérée comme un processus fondamental de la socialisation favorisant ainsi l'interaction sociale (Masden et al., 2015).

III. Problématique et hypothèses

Notre recherche consiste à investiguer le lien entre l'intelligence, la prise de perspective de niveau 2 et l'empathie chez les étudiant.e.s. Ces tâches peuvent être réalisées avec des enfants et des étudiant.e.s adultes. Nous avons choisi de procéder avec des étudiants

adultes, car cela est plus facile vis-à-vis du protocole de consentement. Sachant que le lien entre la prise de perspective et l'empathie est déjà établi, nous pouvons supposer ainsi que si ajouter à ce lien, nous arrivons à mettre en évidence la relation entre l'intelligence et la prise de perspective ainsi que l'intelligence et l'empathie. Nous pourrions ainsi conclure qu'il existe bel et bien une relation entre l'intelligence, la prise de perspective et l'empathie.

Pour ce faire, nous chercherons tout d'abord à mettre en évidence le lien entre l'intelligence et la prise de perspective. De plus, certains articles suggèrent que les tâches de prise de perspective pourraient nécessiter une rotation mentale (Kozhevnikov et al., 2006). Or, les tests mesurant le traitement visuel (Gv) sont conçus pour mesurer la manière dont les individus résolvent les problèmes de nature visuo-spatiale tels que la prise de perspective (Schneider & McGrew, 2012). Ces tests comprennent la capacité de visualisation (Vz), qui mesure la capacité à percevoir des motifs complexes et à simuler mentalement leur apparence lorsqu'ils sont transformés (par rotation mentale). Cependant, notre étude de recherche porte sur l'existence possible d'un lien entre l'intelligence et la prise de perspective indépendamment de la rotation mentale.

Les expériences de Hegarty & Waller en 2004 ont révélé une dissociation entre la prise de perspective et la rotation mentale. Hegarty & Waller (2004) ont créé une tâche de prise de perspective dans laquelle les participants ne pouvaient utiliser que la stratégie de prise de perspective (c.-à-d., s'imaginer se déplacer à une certaine position par rapport à l'objet et l'environnement) et pas la stratégie de rotation mentale (c.-à-d., imaginer la transformation spatiale de l'objet). Les résultats ont permis de conclure sur la dissociation entre la rotation mentale et la prise de perspective. Ainsi, le test de prise de perspective, qui est résolu principalement en imaginant une transformation spatiale égocentrique, peut être séparé du test de rotation mentale, qui est résolu principalement en imaginant une transformation spatiale basée sur l'objet (Hegarty & Waller, 2004). Néanmoins, l'étude d'Hegarty & Waller (2004) montre une forte corrélation entre prise de perspective de niveau 2 et rotation mentale (Gv). Donc, nous incluons les tests de Gv pour voir si nous obtenons une corrélation significative entre le score de Gv et les scores de prise de perspective. Le Paper Folding Test et le Card Rotation Test évaluent les capacités de traitement visuel Gv.

Afin de pouvoir étudier la relation entre l'intelligence et la prise de perspective de niveau 2, nous allons d'abord réaliser les tests de *Matrice Progressive Avancée de Raven*

(APM) et le *Letter Sets Test* afin de mesurer le facteur *Gf* des participants. Ensuite, nous allons mener la *Pictures Test*, une tâche de prise de perspective de niveau 2 décrite auparavant (voir Figure 8). Puisque, cette dernière peut être considérée comme la version adaptée aux adultes de la tâche utilisant des figurines Playmobil© créé par Frick et ses collaborateurs (voir Figure 5). Nous avons pu constater dans la tâche avec les figurines Playmobil©, une grande différence individuelle à l'âge de 8 ans et certains d'entre eux étaient très performants (39 - 100% de réponses correctes). De même manière, si une différence de ce genre est observée chez les adultes et que les adultes plus performants dans la tâche de *Pictures Test* ont un score élevé en APM et *Letter Sets Test* et les adultes moins performants ont un score faible, nous pouvons en conclure que cette différence individuelle est liée à l'intelligence si et seulement si cette différence est statistiquement significative. De plus, nous faisons l'hypothèse que si la prise de perspective est un aspect du facteur *Gf*, plus le facteur *Gf* est important chez les individus, meilleures seront leurs performances dans la tâche de prise de perspective (c.-à-d., moins d'erreurs égocentriques). Les erreurs égocentriques font référence à l'incapacité de passer outre sa propre perspective lorsqu'on adopte celle d'un autre individu.

Ensuite pour mettre en évidence le lien entre l'intelligence et l'empathie, nous allons réaliser un test IRI avec des items renvoyant aux différentes notions qui définissent l'empathie vues précédemment. Ce test permettra ainsi d'établir un score d'empathie. Ce dernier sera alors mis en relation avec les résultats sur l'intelligence et à l'aide d'une étude statistique. Il sera alors établi ou non si l'intelligence est corrélé positivement et significativement à l'empathie.

Nous faisons l'hypothèse que si le score *Gf* (APM et *Letter Sets Test*) d'un.e étudiant.e est élevé, il fera moins d'erreurs égocentriques dans la tâche de prise de perspective et obtiendra un meilleur score d'empathie par rapport aux étudiant.e.s ayant un score *Gf* moyen.

IV. Travail réalisé

A. Matériel et méthodes

1. Mesure de l'intelligence

Il existe de nombreux tests standardisés d'intelligence, mais l'un des tests les plus populaires et les plus classiques est la *Matrice Progressive Avancée de Raven (APM)*. Il évalue spécifiquement l'aptitude de raisonnement fluide (Arthur & Day, 1994). Il existe deux formes d'APM qui diffèrent par leur longueur. La forme longue est un test de 36 items dont la durée de réalisation est de 40 à 60 minutes (Arthur & Day, 1994). La forme courte est un test de 12 items dont la durée de réalisation est d'environ 15 minutes (Arthur & Day, 1994). Il a été démontré que les deux formes présentent la même efficacité (Arthur & Day, 1994).

Les items de l'APM peuvent être considérés comme une suite logique d'illustrations géométriques (Babcock, 1994). Ce test consiste en une série d'items avec une difficulté croissante. La matrice est affichée au format 3x3, et le neuvième et dernier élément de la matrice est laissé vide (voir Figure 2). Ensuite, pour chaque item, 8 choix sont proposés aux participants afin qu'ils puissent déterminer lequel des huit choix complète le mieux la cellule manquante de la matrice (Babcock, 1994).

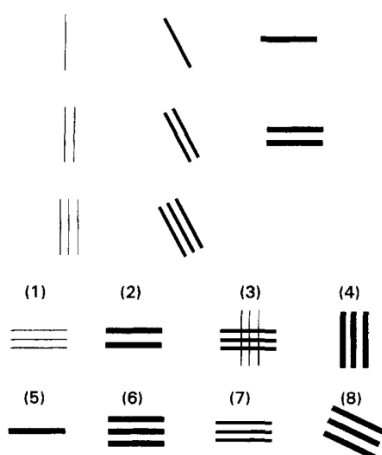


Figure 2 : Exemple d'item utilisé dans la version courte du test APM (Babcock, 1994)

Le *Letter Sets Test* (Ekstrom et al., 1976) se compose de 30 items à résoudre. Un item se compose de 5 séries de 4 lettres qui sont affichées simultanément à l'écran. Le principe est de trouver la série intruse parmi les 5 présentées dans l'item. Donc, 4 de ces séries se ressemblent et suivent une certaine logique (voir Figure 3). Les règles logiques ne sont jamais basées sur le son des lettres, la forme des lettres ou sur la combinaison de lettres formant des mots ou des parties de mots. Par exemple, dans la Figure 3, les 4 séries suivent l'ordre alphabétique, donc la série "DBFL" est l'intruse dans cet item. A la fin de cette évaluation, un score est attribué aux participants en fonction du nombre de bonnes réponses.



Figure 3 : Exemple d'item utilisé dans le *Letter Sets Test*

Pour conclure, les 2 tâches présentées permettent d'évaluer le facteur Gf. Pour rappel, le facteur Gf et le facteur g sont parfaitement corrélés (Caemmerer et al., 2020 ; Schneider & McGrew, 2012). Donc, plus le facteur Gf d'un individu est élevé, plus le facteur g sera élevé lui aussi.

2. Mesure du traitement visuel Gv

Afin de mesurer les capacités de traitement visuel un core Gv à été calculé sur la base des performances à deux tests informatisés : le Paper Folding Test et le Card Rotation Test (Ekstrom et al., 1976). Le Paper Folding Test est composé de 20 items à résoudre. Pour chacun d'eux, une série d'images est d'abord présentée en même temps aux participant.e.s. Ces images représentent une feuille de papier qui a été pliée entre une et trois fois et au travers duquel des trous ont été percés (voir figure 4). La tâche des participant.e.s est de trouver la position des trous une fois la feuille de papier dépliée en totalité.

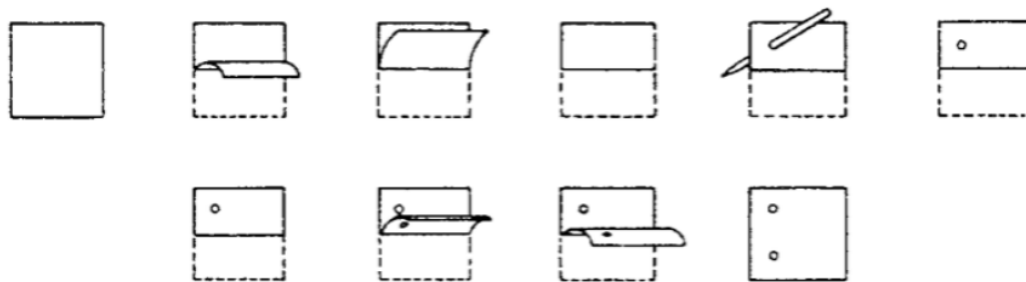


Figure 4 : Explication du pliage de papier

Pour cela, les participant.e.s sont amené.e.s à choisir entre 5 propositions qui représentent le papier déplié et dont la position des trous est différente, ce qui correspond au résultat obtenu après le pli présenté en amont. La tâche est structurée en 2 parties, chacune comportant 10 items. Les participant.e.s disposent de 3 minutes pour répondre à un maximum d'items de chaque partie. A la fin de cette tâche, les participants se voient attribuer un nombre de points correspondant au nombre de bonnes réponses.

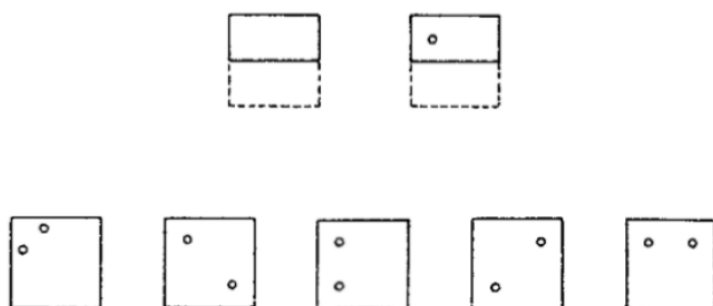


Figure 5 : Exemple d'item utilisé dans le Paper Folding Test. La bonne réponse est la troisième.

Le *Card Rotation Test* est composé de stimuli abstraits, c'est-à-dire une forme en 2 dimensions. Pour chaque item, les participant.e.s se voient présenter un stimulus abstrait. Ensuite, huit autres images sont affichées en dessous de ce stimulus. Certaines de ces images sont identiques à la première à la seule différence qu'elle aurait subi une rotation (horaire ou anti-horaire), tandis que les autres ne peuvent jamais être obtenues par une simple rotation car elle nécessite d'être retournée. Ce sont des images miroir de la première forme. Les participant.e.s doivent déterminer lesquelles des options proposées sont les images similaires au stimulus d'origine, c'est-à-dire celles qui ne nécessitent qu'une rotation (voir figure 6). Cette tâche est composée de 16 items divisés en deux parties : 8 items chacune. Pour chaque partie, les participant.e.s disposent d'un temps total de trois minutes pour répondre à un

maximum d'items dans le temps imparti. À la suite de cette évaluation, un score leur est attribué. Il correspond au nombre de bonnes réponses.



Figure 6 : Exemple d'item utilisé dans le Card Rotation Test. Les bonnes réponses sont les numéros 1, 3 et 4.

3. Mesure de l'empathie

Pour mesurer le niveau d'empathie d'un individu adulte, nous avons utilisé le questionnaire IRI (Indice de Réactivité Interpersonnelle)(Gilet et al., 2013). Le questionnaire que nous avons distribué aux participant.e.s contenait 14 questions évaluant les composantes affectives et cognitives de l'empathie, à savoir, la préoccupation empathique et la prise de perspective respectivement. Nous avons utilisé une échelle de 7 points allant de 1 (ne me décrit pas bien) à 7 (me décrit très bien) (voir figure 7) . Donc, un score total de 98 pourrait être atteint.

	Questions	1	2	3	4	5	6	7
1	J'éprouve souvent de la tendresse pour les gens moins chanceux que moi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 7 : Exemple d'un item utilisé dans le questionnaire IRI

4. Mesure de la prise de perspective de niveau 2

Il s'agit d'une tâche similaire à celle de Hegarty et Waller (2004) nommée *Pictures Test*. Dans cette tâche une scène avec deux ou trois personnages face à des objets sont présentés à gauche de l'écran des participants (voir figure 9). Nous avons choisi de limiter le nombre de personnages à 3 afin d'éviter l'encombrement qui signifie qu'un des personnages de la scène ne doit pas avoir un autre personnage de la scène dans son champ de vision.

Ensuite, un point de vue de cette scène est affiché à droite de l'écran (voir figure 9). Les visages des personnages présents dans la scène sont affichés en bas de l'écran. Ainsi, l'objectif est d'identifier le personnage qui voit l'image affichée à droite de l'écran. Une fois que le participant a identifié le personnage, il doit cliquer avec la souris sur le visage du personnage présenté en bas de l'écran. De plus, si aucun des personnages ne voit la scène présentée, le participant doit cliquer sur la croix. Le fait d'inclure un leurre va permettre d'inciter les participants à prendre la perspective de chaque personnage présent dans la scène pour répondre à la question. Sinon, les participants répondent par élimination ce qui empêcherait la prise de perspective.

Le participant doit d'abord effectuer 4 essais d'entraînement et ne doit faire aucune erreur pour passer à l'exercice. Sinon, il/elle doit s'entraîner à nouveau. La tâche est composée au total de 32 scènes réparties en 4 blocs de 8 scènes. Les scènes de chaque bloc présentent une différence angulaire variable entre les perspectives du participant et des personnages présents dans la scène et une complexité variable (nombre de personnages dans la disposition). Le 1er bloc est constitué de scènes avec 2 personnages dont leur angles de position varient. Nous avons choisi soigneusement les angles afin d'éviter qu'ils ne se regardent pas et avec la restriction qu'aucun angle n'était présenté deux fois de suite. Ainsi, nous avons choisi 4 angles différents, 0° , 30° , 60° et 90° . Pour le second bloc, nous avons suivi le même processus mais avec 3 autres angles cette fois-ci, 120° , 150° , 180° , afin que la tâche ne soit pas répétitive et qu'elle augmente également la difficulté. Le 3ème bloc contient cette fois-ci, 3 personnages avec les mêmes angles que le 1er bloc. Alors que le 4ème bloc contient 3 personnages avec les mêmes angles que le 2ème bloc.

Afin de ne pas créer de biais dans les choix des réponses des items avec une série de réponses justes qui se répéterait (Exemple : "réponse A, réponse B, réponse C..." en boucle) ou bien alors une trop forte présence d'un choix de réponse et par conséquent une faible présence des autres choix de réponse (Exemple : sur 32 items, 26 bonnes réponses A), nous avons répartis les choix de réponses possibles de manière "semi-aléatoire". Comme nous l'avons dit précédemment, l'expérience contient 2 blocs de 16 items contenant 2 personnages, par conséquent ces 16 items ont 3 choix de réponses possibles : personnage A, personnage B et "aucun des personnages". Pour les 2 blocs suivants il y a donc 4 choix de réponses possibles : personnage A, personnage B, personnage C et "aucun des personnages". Afin de contrer le biais d'une répartition inégale des choix de réponses possibles nous avons défini le

nombre d'apparition des choix de réponses possibles de manière équitables en regroupant les blocs contenant le même nombre de personnages. Pour répartir les différents choix possibles à travers les items il faut donc faire : (Nombre d'items) ÷ (Nombre de choix possibles). Pour les blocs 3 et 4, il faut donc faire $16 \div 4$ ce qui est égale à 4. Il faut donc répartir 4 fois chaque choix de réponses sur les 16 items contenant 3 personnages. Par contre pour les blocs 1 et 2, on obtient $16 \div 3 = 5,33$. Il fallait donc premièrement choisir de manière aléatoire laquelle des réponses entre A, B et aucun allait apparaître une fois de plus que les autres. Pour le choix aléatoire de la bonne réponse nous avons utilisé l'outil en ligne de *random.org*. Ce site fournit de l'aléatoire basé sur le bruit atmosphérique. Il suffisait ainsi d'affecter à "A" la valeur 1, "B" la valeur 2 et "aucun" la valeur 3 et choisir un chiffre entre 1 et 3 aléatoirement. Nous avons ainsi obtenu 3, donc "aucun personnage", par conséquent ce choix de réponses apparaît 6 fois et les 2 autres 5. Une fois le nombre d'apparitions de réponses justes défini, nous sommes passés à la répartition aléatoire de ces bonnes réponses. Avec 2 listes, une liste pour les blocs 1 et 2 (Cinq "A", cinq "B" et six "aucun personnage" représenté par la lettre "N" pour *None*) et une liste pour les blocs 3 et 4 (Quatre "A", "B", "C" et "N"), nous avons aléatoirement mélanger cette liste informatisée avec l'aide de l'outil en ligne *randomize-list* de *random-ize.com*. Et cela en s'assurant qu'il n'y ait pas d'enchaînement particulier de bonnes réponses pouvant créer un biais comme évoqué plus haut (voir figure 8).

Bloc 1	N	B	N	A	B	N	N	B
Bloc 2	A	N	A	B	A	B	A	N
Bloc 3	A	C	N	N	B	C	B	A
Bloc 4	B	A	N	A	N	C	C	B

Figure 8 : Tableau des bonnes réponses générées semi-aléatoirement

Le nombre de bonnes et de mauvaises réponses est enregistré. Chaque bonne réponse vaut 1 point alors que les mauvaises réponses valent 0 point avec un score maximal de 32. Ainsi, nous avons repris l'idée de la tâche *Pictures Test* conçue par Hegarty et Waller (2004) et nous l'avons adaptée à notre convenance en tenant compte des outils dont nous disposons pour la développer.

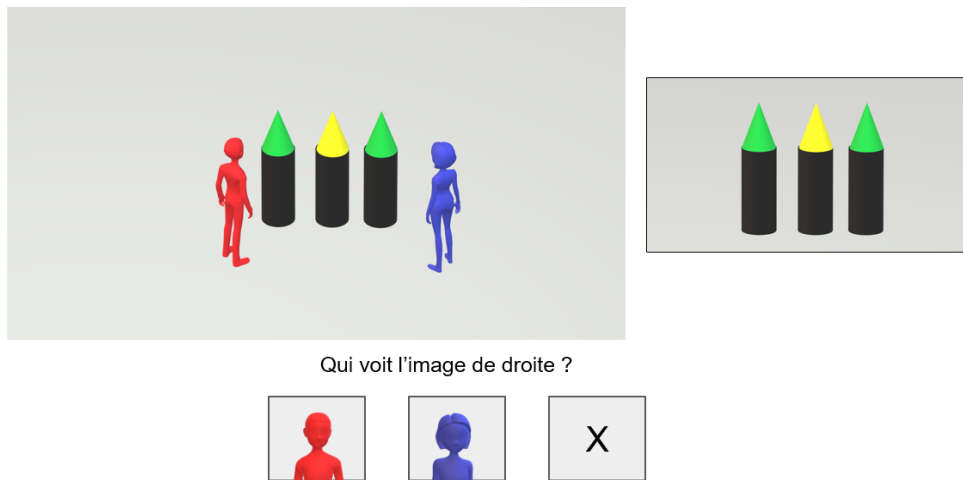


Figure 9 : Exemple d'un item de la tâche de prise de perspective niveau 2 effectuée. Ici, les personnages "rouge" et "bleu" sont positionnés à un angle de 30°.

B. Participants

Les participants étaient au nombre de 5 avec 2 hommes et 3 femmes. Leur âge allait de 18 à 23 ans. Ils se sont portés volontaires pour participer à cette expérience suite à l'appel aux participants que nous avons lancé par e-mail à tous les étudiants de notre classe et à notre demande personnelle. Tous les participants ont donné leur consentement par écrit. Toutes les procédures utilisées dans cette recherche ont été menées conformément aux directives éthiques. Les participants étaient globalement en bonne santé générale et ne présentaient aucun critère d'exclusion: troubles visuels non corrigés, troubles psychiatriques ou neurologiques graves.

C. Système et appareil

Pour créer différentes scènes dans cette tâche, nous avons utilisé le logiciel appelé *Paint 3D*. Son utilisation était très intuitive et permettait de créer des scènes en 3D, permettant la réalisation de captures d'écran de différentes perspectives. Pour développer la tâche, le logiciel *PsychoPy* (Peirce et al., 2019) a été choisi car il est open source et permet d'exécuter des tâches préalablement écrites dans le langage de programmation Python. Nous avons utilisé le builder du logiciel avec les composants intégrés à celui-ci ainsi que de la

programmation en Python pour développer la tâche de prise de perspective de niveau 2, *Pictures Test*, directement dans celui-ci. Tandis que les autres tâches du raisonnement logique ont été écrites dans le langage de programmation Python. Pour mener à bien ce projet deux ordinateurs portables identiques, de marque HP nous ont été fournis par le laboratoire 2LPN. Cependant la tâche de prise de perspective de niveau 2 que nous avons créé ne fonctionnait pas sur ces ordinateurs. Nous avons donc finalement dû passer les expériences sur nos propres ordinateurs.

D. Procédure

Les passations se sont déroulées dans les locaux de l'IDMC (Institut des sciences du Digital, Management et Cognition, Université de Lorraine), dans une salle de cours du bâtiment où seuls le sujet et l'expérimentateur étaient présents. Nous avons pris soin de reproduire des conditions similaires pour chaque participant, en éclairant bien la salle et en évitant les nuisances sonores pour éviter toute déconcentration. Certaines passations n'ont pas pu être effectuées sur le campus universitaire. Pour celles-ci, nous avons essayé de trouver un environnement similaire.

Avant de débiter le test nous avons demandé aux participant.e.s de remplir et signer un protocole de consentement. Ensuite, nous avons posé quelques questions nous permettant d'accéder à des renseignements supplémentaires tels que : la présence de troubles visuels, notamment le daltonisme, de la prise de traitement médicamenteux, la consommation de substances psychoactives.

Ensuite, nous leur avons aussi rappelé la durée de l'expérience (1 heure), l'objectif de l'étude, le fait que les résultats étaient anonymes et qu'à tout moment il était possible de demander de se retirer de l'étude. Avant d'effectuer les tâches informatisées, nous leur avons fait remplir le questionnaire IRI qui mesure le niveau d'empathie.

Une fois que les participant.e.s ont fini de remplir le questionnaire, nous leur avons expliqué que toutes les tâches informatisées s'effectuaient avec la souris et qu'à tout moment il était possible de nous appeler en cas de problème et de nous poser une question. Enfin, nous avons procédé au recueil des informations sur les participant.e.s : leur nom, prénom, date de

naissance, genre, latéralité (gaucher ou droitier). Ces derniers devaient être rentrés dans PsychoPy avant de démarrer la session.

Les participant.e.s étaient ensuite laissé.e.s en autonomie pour effectuer la passation qui était constituée de 5 tâches : Matrices Progressives Avancées de Raven, Letter Sets Test, Card Rotation Test, Paper Folding Test et Pictures Test dans l'ordre avec la possibilité de faire des pauses entre chaque tâche et une pause de 10 secondes entre chaque bloc constituant les tâches.

E. Résultats

Une fois toutes les passations terminées, afin d'analyser les données recueillies, nous avons d'abord calculé les scores de chaque participant dans chaque tâche (voir figure 10). Nous avons pu mesurer les performances en raisonnement fluide Gf avec les scores des participant.e.s aux Matrices Progressives Avancées de Raven et le *Letter Sets Test*. Les performances en traitement visuel Gv ont été mesurées grâce aux scores au *Card Rotation test* et au *Paper Folding test*. Les performances dans la tâche de prise de perspective sont mesurées grâce aux scores obtenus par les participant.e.s dans la tâche que nous avons conçue en nous inspirant du *Pictures test* de Hegarty & Waller, 2004. Enfin, les scores calculés à partir du questionnaire IRI nous ont permis d'obtenir le niveau d'empathie de chaque participant. Les scores correspondent ici au nombre de bonnes réponses dans chaque tâche.

Ces scores devraient nous aider à répondre à notre problématique qui est de voir s'il existe un lien entre l'intelligence, la prise de perspective et l'empathie. Et, notre hypothèse est qu'il doit y avoir une corrélation positive ainsi que significative entre Gf et prise de perspective, Gf et empathie, enfin entre empathie et prise de perspective.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, certains suggèrent que la tâche de prise de perspective nécessite une rotation mentale qui est une sous-aptitude du traitement visuel Gv (Kozhevnikov et al., 2006; Schneider & McGrew, 2012). Au contraire, Hegarty et Waller (2004) suggèrent qu'il existe une dissociation entre la prise de perspective et la rotation mentale. Ils ont également indiqué qu'il pourrait y avoir une corrélation entre la rotation

mentale et la prise de perspective. Ainsi, pour tester ces 2 concepts, les scores Gv calculés à partir du *Card Rotation test* et du *Paper Folding test* devraient être utiles ici.

En examinant les scores, nous pouvons dire que les participants P2 et P5 qui ont obtenu un score plus élevé au test de Matrices Progressives Avancées de Raven ainsi qu'au *Letter Sets Test* semblent avoir de meilleures performances dans la tâche de prise de perspective et un meilleur niveau d'empathie que les autres participants. Pour prouver cette corrélation, nous devons effectuer des tests statistiques tels que le test de corrélation de Pearson. Ce dernier est utilisé pour déterminer une relation statistique entre 2 variables. Mais, comme nous n'avons que 5 participants, ce n'est pas suffisant pour faire des analyses statistiques et arriver à une conclusion significative. Ainsi, cette contrainte nous limite à faire une analyse descriptive et à simplement commenter les résultats obtenus.

Participant.e	Matrice Progressive de Raven	Letter Sets test	Card rotation test	Paper folding test	Prise de perspective de niveau 2	Empathie
P1	11	23	97	13	22	52
P2	12	25	153	16	28	64
P3	13	19	117	16	28	59
P4	12	20	115	13	25	61
P5	13	27	134	13	28	63

Figure 10 : Les scores des participants dans chaque tâche effectuée

Facteur	Test	Moyenne	Min - Max	Skewness	Kurtosis	Ecart-type
Gf	Matrice Progressive de Raven	12,2	11,0 - 13,0	-0,51	-0,61	0,84
Gf	Letter Sets test	22,8	19,0 - 27,0	0,09	-1,97	3,35
Gv	Card rotation test	123,2	97,0 - 153,0	0,39	-0,07	21,19
Gv	Paper folding test	14,2	13,0 - 16,0	0,61	-3,33	1,64
Prise de perspective de niveau 2	Pictures Test	26,2	22,0 - 28,0	-1,26	0,31	2,68
Empathie	Questionnaire IRI	59,8	52,0 - 64,0	-1,41	1,99	4,76

Figure 11 : Statistiques descriptives des différentes tâches mesurant les facteurs Gf, Gv, la prise de perspective de niveau 2 et l'empathie.

D'une part le coefficient de Skewness consiste en mesurer la symétrie de la distribution d'une variable quantitative, plus il est proche de 0, plus la distribution est symétrique. D'autre part, le coefficient de Kurtosis, également appelé coefficient d'aplatissement, mesure la taille des extrémités de la distribution d'une variable. Une distribution normale a un coefficient de Kurtosis égal à 3. Si il est supérieur à 3, la distribution a plus d'individus situés dans les extrémités qu'une distribution normale et moins si il est inférieur à 3.

Rappelons que la tâche de prise de perspective que nous avons créée comprend différents bloc d'items. Les scènes de chaque bloc présentent une différence angulaire variable entre les perspectives du participant et des personnages présents dans la scène et une complexité variable (nombre de personnages dans la disposition). Le 1er bloc et le 2ème bloc sont constitués de scènes avec 2 personnages dont leur angles de position varient, à savoir, 0°, 30°, 60°, 90° et 120°, 150°, 180° respectivement (cela inclut également l'inverse de ces angles par exemple : -30°, -120° etc.). Le 3ème bloc et le 4ème bloc contiennent cette fois-ci, 3 personnages avec les mêmes angles que le 1er bloc et le 2ème bloc respectivement. Au vu des résultats obtenus, nous pouvons constater qu'en moyenne les participant.e.s ont un pourcentage de bonnes réponses plus élevé quand il y a 2 personnages dans la scène que 3

(voir figure 12). Nous pouvons également dire que l'angle de la personne dont un individu prend la perspective pourrait avoir un effet sur le pourcentage de bonnes réponses. Il semble qu'avec des angles supérieurs à 120°, 150° et 180°, la moyenne des bonnes réponses est meilleure qu'avec des angles de 0°, 30°, 60° et 90° (voir figure 12).

Prise de perspective de niveau 2	Moyenne	Min - Max	Ecart-type	Skewness	Kurtosis	Variation des angles
Bloc 1 (2 personnages)	92,5	87,5 - 100	6,85	0,61	-3,33	-90°, -60°, -30°, 0°, 30°, 60°, 90°
Bloc 2 (2 personnages)	95	87,95 - 100	6,85	-0,61	-3,33	-180°, -150°, -120°, 120°, 150°, 180°
Bloc 3 (3 personnages)	60	50 - 62,5	5,59	-2,23	5	-90°, -60°, -30°, 0°, 30°, 60°, 90°
Bloc 4 (3 personnages)	80	37,5- 100	24,37	-1,94	4,17	-180°, -150°, -120°, 120°, 150°, 180°

Figure 12 : Statistiques descriptives des bonnes réponses de la tâche de prise de perspective de niveau 2 en fonction des blocs d'items.

F. Retour sur les passations

Suite aux différentes passations, nous avons demandé à chaque participant.e leur ressenti. Sur les 5 personnes, 3 ont souligné la fatigue que provoque l'expérience allant de "heureusement qu'il y avait des pauses" jusqu'à dire que l'expérience était trop longue. Les consignes ont été globalement bien comprises. Pour ce qui est de la tâche de prise de perspective de niveau 2, celle que nous avons réalisée, les participant.e.s soulignent le fait que certaines images sont plus dures que d'autres. Il a été également rapporté que sur certaines images il y avait le sentiment de ne pas avoir de perspective ou qu'il y avait une

difficulté de savoir quelle face d'un objet (notamment pour les cubes et les pyramides) la personne regardait.

G. Discussion

Ce projet tutoré, encadré par Dr. Alexandre Aubry et Dr. Hélène Maire consiste à étudier le lien entre l'intelligence, la prise de perspective et l'empathie. Il s'agit d'une étape préliminaire pour ensuite, essayer de comprendre quels sont les aspects cognitifs qui sont à l'origine de la socialisation des individus à haut potentiel. Ce projet envisage d'utiliser un protocole complet. Pour ce faire, nous sommes passés par différentes étapes. Pour commencer, réalisation d'une synthèse de l'état de l'art sur le lien entre les capacités intellectuelles, la prise de perspective et l'empathie. Ensuite, la conception et le développement d'une tâche informatisée de perspective de niveau 2 à partir de zéro. Puis, la passation des expériences, l'analyse descriptive des données collectées et enfin, la rédaction synthétique de l'ensemble du projet.

En raison des contraintes de temps, nous n'avons pu obtenir que 5 participants, ce qui n'est pas suffisant pour valider ou non notre hypothèse. En comparant simplement les scores des participants à chaque tâche, nous pouvons dire qu'il pourrait y avoir une corrélation entre l'intelligence, la prise de perspective et l'empathie. Mais, pour le prouver statistiquement, il faudrait idéalement un échantillon contenant plus de 40 participants car cette étude concerne une large population. Puisque le thème de ce projet touche à la socialisation, qui se développe dès l'enfance, les participants idéaux pour cette étude seraient des écoliers. Cependant, nous avons choisi d'étudier des étudiants adultes ce qui nous a simplifié la tâche en termes de protocoles de consentement. Néanmoins, de nombreuses études précédentes ont également été menées auprès d'étudiants, et nous avons donc choisi nos participants en tenant compte de ce fait.

En examinant les scores, certains participants qui sont plus performants au test de Matrices Progressives Avancées de Raven ainsi qu'au *Letter Sets Test* semblent avoir de meilleures performances dans la tâche de prise de perspective et un meilleur niveau d'empathie que les autres participants. Au vu des résultats obtenus, nous pouvons aussi constater qu'en moyenne les participant.e.s ont un pourcentage de bonnes réponses plus élevé quand il y a 2 personnages dans la scène que 3. Nous pouvons également dire que l'angle de

la personne dont on prend la perspective pourrait avoir un effet sur le pourcentage de bonnes réponses ici. Il semble qu'avec des angles supérieurs à 120°, 150° et 180°, la moyenne des bonnes réponses est meilleure qu'avec des angles de 0°, 30°, 60° et 90°. Or, d'après Surtees et ses collaborateurs (2013), la prise de perspective visuelle de niveau 2 devient plus difficile à mesure que notre point de vue diffère de celui de la personne dont un individu adopte la perspective. Mais, dans leur étude, l'effet de l'angle dans la tâche de prise de perspective a été mesuré sur la base du temps de réponses. Ainsi, dans le futur, il serait intéressant de mesurer l'effet de l'angle sur la vitesse des réponses.D

Compte tenu des retours des participants, certains aménagements devront être apportés à l'avenir. Tout d'abord, dans la réalisation de nos items un des personnages représentés dans les différentes scènes a une apparence féminine, or cela peut créer un coût supplémentaire au participant (même infime). Une piste d'amélioration serait donc de rendre "neutre" tous les personnages de la tâche de prise de perspective de niveau 2. Autre aménagement possible pour cette tâche est l'attention au couleur et aux angles des captures d'écran. Ces derniers peuvent créer une difficulté supplémentaire comme l'ont souligné plusieurs participants. Étant donné le coût cognitif que chaque tâche exige, et le retour des participants sur la fatigue engendrée à la fin de l'expérience, il faudrait envisager de diviser l'expérience en deux parties. La première partie comprendrait le *Matrice Progressive de Raven*, le *Letter Sets test*, le *Card rotation test* et le *Paper folding test*. Et, le jour suivant ou quelques jours plus tard, la seconde partie avec le questionnaire d'empathie et la tâche de prise de perspective. Dans ce type de démarche, il faut donc veiller à la disponibilité des participants. Il pourrait être intéressant de mener des recherches comparatives entre 2 groupes comme l'étude menée par Tarshis et ses collaborateurs en 1991. Un groupe d'individus à haut potentiel intellectuel, c'est-à-dire, un groupe d'individus à QI supérieur à la norme à un groupe d'individus à QI dans la norme. De plus, avec un nombre suffisant de participants, il serait intéressant de chercher plus précisément le lien entre le traitement visuel Gv (rotation mentale) et la prise de perspective. La création d'un test de perspective en trois dimensions (par exemple, en utilisant une table d'objets réels ou un test informatisé en trois dimensions) peut éliminer l'utilisation de stratégies de rotation et encourager les participants à utiliser un cadre de référence basé sur le corps (Kozhevnikov et al., 2006). Ainsi, avec la tâche de prise de perspective que nous avons créée, nous ne nous attendons à aucune corrélation entre Gv et la prise de perspective.

V. Conclusion

Ce projet a été intéressant à réaliser pour nous du fait qu'il nous a amené à utiliser des outils informatiques afin de répondre à une problématique liée aux sciences cognitives. Au premier semestre, la partie bibliographique de ce projet nous a permis de mieux cerner les construits et l'enjeu qui pouvaient sembler abstraits au début. Notre formation nous a été utile dans ce projet notamment grâce aux compétences techniques que nous avons acquises avec les cours sur le langage de programmation Python. Ainsi que l'aspect organisationnel du projet avec les différents projets que nous avons eu à réaliser ainsi que le cours de gestion de projet. Ce qui nous a éventuellement manqué dans notre formation universitaire était un cours dédié spécifiquement à la rédaction d'articles scientifiques. Ce qui nous aurait facilité la tâche dans la rédaction des différents écrits pour avoir une approche la plus scientifique possible. Cependant grâce aux différents projets réalisés dans l'année ainsi qu'aux échanges et conseils apportés par M.Aubry et Mme.Maire, nous avons pu apprendre beaucoup sur cet aspect et sur la recherche scientifique en général.

VI. Bibliographie

- Arthur, W., & Day, D. V. (1994). Development of a Short form for the Raven Advanced Progressive Matrices Test. *Educational and Psychological Measurement*, 54(2), 394-403. <https://doi.org/10.1177/0013164494054002013>
- Aubry, A. (2018). *Le fonctionnement cognitif des enfants et adolescents à haut potentiel intellectuel : Investigation de la mémoire de travail et des réseaux attentionnels* [These de doctorat, Amiens]. <https://www.theses.fr/2018AMIE0063>
- Babcock, R. L. (1994). Analysis of adult age differences on the Raven's Advanced Progressive Matrices Test. *Psychology and Aging*, 9(2), 303-314. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.9.2.303>
- Bruce, C. D., Davis, B., Sinclair, N., McGarvey, L., Hallowell, D., Drefs, M., Francis, K., Hawes, Z., Moss, J., Mulligan, J., Okamoto, Y., Whiteley, W., & Woolcott, G. (2017). Understanding gaps in research networks : Using “spatial reasoning” as a window into the importance of networked educational research. *Educational Studies in Mathematics*, 95(2), 143-161. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9743-2>
- Caemmerer, J. M., Keith, T. Z., & Reynolds, M. R. (2020). Beyond individual intelligence tests : Application of Cattell-Horn-Carroll Theory. *Intelligence*, 79, 101433. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101433>
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The Functional Architecture of Human Empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71-100. <https://doi.org/10.1177/1534582304267187>
- Ekstrom, R. B., French, J., & Harmon, H. H. (1976). Manual for kit of factor-referenced cognitive tests. *Princeton, NJ: Educational Testing Service.*

- Frick, A., Möhring, W., & Newcombe, N. S. (2014). Picturing perspectives : Development of perspective-taking abilities in 4- to 8-year-olds. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00386>
- Gilet, A.-L., Mella, N., Studer, J., Grünh, D., & Labouvie-Vief, G. (2013). Assessing dispositional empathy in adults : A French validation of the Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 45(1), 42-48. <https://doi.org/10.1037/a0030425>
- Giménez-Espert, M. del C., & Prado-Gascó, V. J. (2018). The role of empathy and emotional intelligence in nurses' communication attitudes using regression models and fuzzy-set qualitative comparative analysis models. *Journal of Clinical Nursing*, 27(13-14), 2661-2672. <https://doi.org/10.1111/jocn.14325>
- Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence : An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, 24(1), 13-23. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(97\)90011-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(97)90011-8)
- Hegarty, M. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2003.12.001>
- Hogan, R. (1969). Development of an empathy scale. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 33(3), 307-316. <https://doi.org/10.1037/h0027580>
- Inagaki, H., Meguro, K., Shimada, M., Ishizaki, J., Okuzumi, H., & Yamadori, A. (2002). Discrepancy Between Mental Rotation and Perspective-Taking Abilities in Normal Aging Assessed by Piaget's Three-Mountain Task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(1), 18-25. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.1.18.969>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Rasch, B., & Blajenkova, O. (2006). Perspective-taking vs. Mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance.

- Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 397-417. <https://doi.org/10.1002/acp.1192>
- Levine, L. E., & Hoffman, M. L. (1975). Empathy and cooperation in 4-year-olds. *Developmental Psychology*, 11(4), 533-534. <https://doi.org/10.1037/h0076680>
- Masden, C. A., Leung, O. N., Shore, B. M., Schneider, B. H., & Udvari, S. J. (2015). Social-perspective coordination and gifted adolescents' friendship quality. *High Ability Studies*, 26(1), 3-38. <https://doi.org/10.1080/13598139.2015.1028613>
- Mattan, B. D., Rotshtein, P., & Quinn, K. A. (2016). Empathy and visual perspective-taking performance. *Cognitive Neuroscience*, 7(1-4), 170-181. <https://doi.org/10.1080/17588928.2015.1085372>
- Mehrabian, A. (1996). Manual for the Balanced Emotional Empathy Scale (BEES). (Available from Albert Mehrabian, 1130 Alta Mesa Road, Monterey, CA, USA 93940).
- Mounoud, P. (1996). *Perspective taking and belief attribution : From Piaget's theory to children's theory of minds*. 11.
- Samson, D., Apperly, I. A., Braithwaite, J. J., Andrews, B. J., & Bodley Scott, S. E. (2010). Seeing it their way : Evidence for rapid and involuntary computation of what other people see. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(5), 1255-1266. <https://doi.org/10.1037/a0018729>
- Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In *Contemporary intellectual assessment : Theories, tests, and issues, 3rd ed* (p. 99-144). The Guilford Press.
- Sodian, B., Thoermer, C., & Metz, U. (2007). Now I see it but you don't : 14-month-olds can represent another person's visual perspective. *Developmental Science*, 10(2), 199-204. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00580.x>

- Strand, J. (1982). *RELATIONSHIP BETWEEN EMPATHY, IQ, AND PERSPECTIVE-TAKING IN YOUNG CHILDREN*. 70.
- Tarshis, E., & Shore, B. M. (1991). PERSPECTIVE TAKING IN HIGH AND ABOVE AVERAGE IQ PRESCHOOL CHILDREN. *European Journal of High Ability*, 2(2), 201-211. <https://doi.org/10.1080/0937445910020209>
- Ward, E., Ganis, G., & Bach, P. (2019). Spontaneous Vicarious Perception of the Content of Another's Visual Perspective. *Current Biology*, 29(5), 874-880.e4. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.01.046>