



Mise en place d'un protocole de test de Turing non verbal

Anaëlle Carrignon, Sarah Dehecq, Juliette Krebs

Encadrant : Frédéric Verhaegen

Co-encadrants : Yann Boniface, Amine Boumaza

Alain Dutech, Fabrice Louis

Manuel Rebuschi

Master 1 Sciences de la Cognition et Applications
Année 2014/2015



Mise en place d'un protocole de test de Turing non verbal



Anaëlle Carrignon, Sarah Dehecq, Juliette Krebs

Encadrant : Frédéric Verhaegen

Co-encadrants : Yann Boniface, Amine Boumaza

Alain Dutech, Fabrice Louis

Manuel Rebuschi

Equipe PsyPhINe

Projet tutoré soutenu en juin 2015

Table des matières

I. Remerciements.....	5
II. Introduction.....	6
III. Contexte.....	6
A. Contexte du projet PsyPhINe.....	6
B. Hypothèse théorique et opérationnelle.....	8
C. Discussion et déroulement du projet tutoré.....	8
D. Résumé des réalisations.....	9
IV. Méthode : Protocole de l'expérience.....	10
A. Participants.....	10
B. Matériel.....	11
1. Matériels physiques.....	11
Pièce de l'expérimentateur.....	11
Pièce de l'expérience.....	12
Pièce debriefing et questionnaire.....	12
2. Programmes informatiques.....	12
Interface de l'ampoule HUE Philips.....	13
Interface d'affichage des images.....	13
C. Procédure.....	14
1. Principe expérimental.....	14
VI et VD, nombre de groupes.....	14
Déroulement de l'expérience.....	15
Comportements de la lampe.....	15
2. Description du dispositif.....	16
3. Consignes.....	18
Participant.....	18
Expérimentateur.....	18
4. Recueil des données.....	19
Enregistrements vidéos.....	19
Questionnaire.....	19
V. Résultats.....	20
A. Analyse des questionnaires.....	20
1. Questions fermées.....	20
Échelles.....	20
Questions à choix.....	25
2. Questions ouvertes.....	25
B. Analyse des vidéos.....	26
VI. Discussions.....	28
A. Difficultés rencontrées et solutions apportées.....	28
B. Interprétation des données.....	28
C. Limites.....	30
VII. Conclusion.....	30
VIII. Références.....	31
IX. Annexes.....	32
A. Fiche de présentation.....	32
B. Consignes participant.....	33
C. Consignes expérimentateur.....	33
D. Images du jeu de tangram.....	34
E. Notice d'information du participant.....	35
F. Consentement du participant.....	36
G. Questionnaire.....	38
H. Graphiques.....	44

I. Remerciements

Nous tenons à remercier dans un premier temps Frédéric Verhaegen pour son aide précieuse pour toutes les questions psychologiques mais aussi dans la mise en place de l'expérience ainsi que pour sa présence continue lors des passations.

Nous tenons également à remercier Manuel Rebuschi pour tous ses conseils, ses avis et son savoir concernant la philosophie.

Nous remercions également, Yann Boniface, Amine Boumaza et Alain Dutech pour leur écoute et leur aide concernant les problèmes informatiques qui sans eux, auraient été bien plus compliqués à résoudre.

Nous n'oublions pas non plus de remercier chaleureusement les techniciens de l'IUT Charlemagne qui ont fait un travail remarquable pour le matériel expérimental et qui sont restés disponibles durant toute la passation de notre expérience.

II. Introduction

Dans le cadre du projet tutoré de master 1 en Sciences de la Cognition et ses Applications, nous avons souhaité travailler avec l'équipe du projet de recherche PsyPhIne. Cette équipe proposait d'élaborer un protocole de test de Turing ([Turing, A.M., 1950](#)) non verbal. Étant dans un cursus interdisciplinaire, ce projet est très pertinent car il allie philosophie, informatique mais aussi psychologie. C'est pourquoi l'envie de participer à ce projet était forte.

En souhaitant élaborer un protocole de test de Turing, l'équipe du projet PsyPhIne cherche à déterminer si il est possible d'attribuer de l'émotion, des comportements humains, voire même de la cognition humaine et par là, faire de l'anthropomorphisme envers des machines ou envers quelconque objet matériel. Le but est également de faire un pseudo test de Turing mais sans verbalisation pour observer si, même sans verbalisation il y a toujours de l'anthropomorphisme. On voit bien par là, que cette problématique s'inscrit dans la philosophie.

D'autre part, le fait de devoir concevoir un protocole expérimental est en lien avec la psychologie expérimentale, avec la mise en place de groupes expérimentaux, de plans expérimentaux et la réalisation de questionnaires. Pour élaborer le "test de Turing" nous avons besoin d'un "être" qui puisse paraître intelligent. Nous avons à disposition des ampoules programmables qui peuvent avoir différents types d'éclairages et de couleurs. Les réponses lumineuses seraient équivalentes à des comportements. On relève alors, au sein de ce projet tutoré, une partie informatique qui est nécessaire pour la programmation de ces ampoules dans le but de rendre une lampe "intelligente" grâce à ses comportements.

Pour mener à bien ce projet tutoré, plusieurs étapes ont été nécessaires et seront décrites dans ce rapport avec notamment pour commencer une prise en compte des travaux et des recherches déjà réalisés par l'équipe du projet PsyPhIne. Mais aussi la définition précise des hypothèses qui voudront être testées ainsi que le choix de l'expérience à concevoir dans le but de tester ces hypothèses.

III. Contexte

A. Contexte du projet PsyPhIne

C'est pour répondre à un appel à projets interdisciplinaires destiné au soutien d'actions de recherches interdisciplinaires portées par les MSH (Maisons des Sciences de l'Homme) et associant des équipes SHS (Sciences Humaines et Sociales) et hors SHS, que l'équipe PsyPhIne s'est regroupée à travers différents domaines : la PSYchologie, la PHIlosophie, l'Informatique et les NEUROsciences. Voici les membres qui la compose :

- LORIA
 - Yann Boniface: MdC, UdL, Loria/Cortex
 - Maxime Amblard, MdC, UdL, Loria/Calligramme
 - Alain Dutech, CR1 INRIA / Loria/Maia
 - Nicolas Rougier, CR1 INRIA / Loria/Cortex
- ARCHIVES HENRI POINCARÉ

- Yannick Chin-Drian, doctorant, Archives Poincaré
- Fabrice Louis, Prag EPS, Doct., Archives Poincaré
- Manuel Rebuschi, MdC, UdL, Archives Poincaré
- Marion Renaud, doctorante, Archives Poincaré
- INTERPSY
 - Stéphanie Caharel, MdC, UdL, InterPsy
 - Frédéric Verhaegen, MdC, UdL, InterPsy

Leur projet était de mettre en place un test de Turing non verbal en utilisant un prototype robotisé qui puisse être programmé ou télécommandé pour donner l'illusion qu'il agit et réagit. Ce projet a été sélectionné en 2014 pour être réalisé avec un délai de un an.

La cognition regroupe un ensemble de processus qu'il est aujourd'hui difficile d'unifier au sein d'une définition générale. Ce projet avait pour but d'explorer la question du phénomène de l'antropomorphisme en faisant l'hypothèse que l'intersubjectivité ainsi que notre tendance naturelle à l'anthropomorphisme, jouent des rôles centraux : nous projetons dans l'autre énormément de notre propre cognition.

Le but des membres du projet PsyPhINe est de mettre en place une expérience ressemblant au test de Turing, à savoir si une intelligence artificielle peut être confondue avec une intelligence humaine. Ils ont remarqué que la majorité des tests dérivés du concept inventé par Turing repose sur la notion de langage, ce qui repose donc sur la notion de symbole qui est un problème dur en IA.

L'expérience que nous voudrions mettre en place devra donc être non verbal pour éviter cette notion de symbole, de plus nous attribuons quand même des intentions et des émotions aux animaux, donc le langage ne devrait pas être essentiel pour interagir et leur prêter des fonctions cognitives élevées.

Ainsi, pour reprendre le texte du projet PsyPhINe tel qu'il a été déposé à la MSH :

"Ce projet a pour but d'explorer des voies alternatives à la notion de cognition au travers d'une collaboration entre l'informatique, les neurosciences, la philosophie et la psychologie. Nous souhaitons notamment confronter nos points de vue, croiser les approches de nos disciplines respectives sur la cognition, l'intelligence et l'intentionnalité, et enfin, partager nos définitions et intérêts respectifs sur ces concepts pour parvenir à une approche expérimentale interdisciplinaire. Cette approche expérimentale mettrait en œuvre un robot au niveau de cognition apparent maîtrisé via les programmes ou les opérateurs humains qui l'animeront. Un observateur serait alors capable d'estimer ce degré de cognition apparent au travers de son interaction avec la machine. De la même façon que le sujet construit entièrement la discussion lors de son interaction avec le programme ELIZA (Weizenbaum, 1966), l'objectif est ici de savoir si ce type de projection demeure possible dans l'interaction avec un robot. "

Pour créer cette expérience ainsi que ces modalités, l'équipe a voulu mettre en place un projet tutoré avec des élèves de première année en master de Sciences de la Cognition et Applications. Nous avons donc aidé à réaliser cette expérience exploratoire qui est celle développée dans ce rapport.

B. Hypothèse théorique et opérationnelle

Puisque qu'il s'agissait d'une expérience exploratoire à mettre en place, la première chose était de trouver l'hypothèse théorique permettant de répondre à notre problématique. La problématique était de comprendre quand l'humain va attribuer de l'intentionnalité à un objet et ainsi comment nous nous représentons un être artificiel intelligent (ou conscient). Donc notre hypothèse était principalement basée sur l'interaction entre ces deux entités. L'hypothèse théorique établie était donc que l'humain va attribuer de l'intentionnalité à un objet lorsqu'il va réussir à interagir avec lui en créant une communication.

Pour répondre à cela, l'expérience mise en place était celle d'un tangram que devait réaliser le participant en étant aidé par une lampe réagissant aux actions du participant. Ces réactions étaient basées sur l'intensité lumineuse de l'ampoule ainsi que les couleurs possibles. Elles correspondaient aux variables indépendantes et les retours d'actions du participant en réponse à la lampe correspondaient aux variables dépendantes.

Ainsi l'hypothèse opérationnelle lors de cette expérience était qu'il y avait de la communication entre la lampe et le participant si celui-ci modifiait ses actions en fonction des directives de la lampe. Les questionnaires remplis par les participants à la fin de l'expérience devaient permettre de valider cette hypothèse.

C. Discussion et déroulement du projet tutoré

L'équipe Psyphine a encadré notre projet tutoré, nous avons donc commencé par des séances de discussions nous permettant de comprendre le contexte, où ils en étaient et ce qu'ils voulaient. Au cours de ces séances, plusieurs idées ont été émises. L'équipe Psyphine souhaitait réaliser une expérience qui mette en jeu une lampe qui change de couleur et un être humain, cette expérience devait avoir un lien avec l'expérience de Turing. Il s'agissait de mettre un participant devant un objet (ici une lampe) et lui demander si il considérait que l'objet possédait une intelligence. De plus, un expérimentateur devait être dans une autre salle pour contrôler les actions de l'objet et ainsi faire croire qu'il était intelligent.

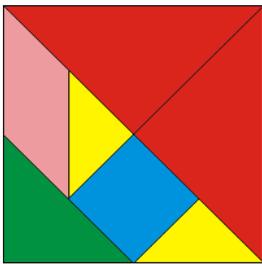
Afin de réaliser cette expérience, nous devons trouver un protocole expérimental qui mette le participant dans une telle situation. Il fallait aussi définir une tâche à faire réaliser aux participants dans laquelle ils interagiraient avec une lampe.

Tout d'abord, il a fallu répondre à de nombreuses questions, notamment, comment le participant pourrait assigner de l'intelligence à une lampe ? Quels sont les mécanismes qui pourraient le pousser à le faire ? Comment l'amener à cela sans qu'il n'ait recours au langage ? Mais aussi beaucoup d'autres questions sur la manière de mettre en place cette expérience en minimisant le risque de biais. Nous nous sommes inspirés de la lampe Pinokio, qui a la particularité de réagir avec l'utilisateur, de bouger sa tête et de reconnaître le visage des gens grâce à une caméra webcam et un logiciel de reconnaissance faciale ([Pinokio](#) la lampe pixar en vrai, 2012). Nous voulions que le participant réagisse aux changements de couleur de la lampe, il fallait donc sélectionner des couleurs pouvant "parler" au participant. La tâche devant être non verbale, nous sommes partis sur le rouge pouvant exprimer une négation ou la colère et le vert pouvant exprimer une affirmation ou la joie.

Ensuite, nous nous sommes demandés s'il fallait ou non indiquer l'existence de ces pôles (couleurs de la lampe) au participant, nous avons finalement choisi de ne pas informer le participant car cela serait considéré comme du langage.

Afin de susciter des émotions et donc une interaction entre l'humain et la lampe, nous devions trouver une tâche à mettre en place. Nous avons pensé au jeu de cartes du Wisconsin ([Wisconsin card sorting test](#), David A. Grant et Esta A. Berg, 1948), puis après réflexion, ce jeu semblait trop complexe et pas assez ludique pour permettre d'installer une réelle interaction. En effet, le test du Wisconsin consiste à trouver la bonne association entre plusieurs cartes mais cette association change au bout d'un certain temps. Il fallait donc que le participant comprenne les règles du jeu et que la lampe lui indique si oui ou non l'association était bonne. Il n'y a pas vraiment d'aide de la part de la lampe et pas un grand intérêt au participant à réaliser la tâche.

Nous avons ensuite envisagé la réalisation d'un puzzle à faire par le participant aidé de la lampe. Celle-ci indiquerait vert si la pièce est au bon endroit et rouge si elle est au mauvais. Cependant cette tâche nous a semblé trop facile, le participant pouvait la réaliser sans se préoccuper de la lampe et donc notre expérience n'aurait mené à rien.



Nous voulions une tâche où le participant est mené à se servir de la lampe. Finalement, nous avons pensé au jeu du tangram, ce jeu consiste à reproduire des figures à l'aide de pièces telles que deux petits triangles, deux grands, un moyen, un carré et un parallélogramme. Afin que le participant se serve de la lampe, nous avons pensé à une limite de temps dans l'affichage de la figure à réaliser. C'est à partir de ces discussions que nous avons réfléchi à un protocole expérimental.

D. Résumé des réalisations

Nous avons réalisé un protocole expérimental mettant en scène un participant devant réaliser un jeu du tangram. Nous avons dû lister tout le matériel nécessaire pour la réussite de cette expérience. Il fallait aussi choisir la durée de l'expérience et son déroulement. Lors de l'expérience, le participant pouvait être aidé ou non par une lampe qui change de couleurs. Le changement de couleur de la lampe était pris en charge par une interface informatique, permettant à un expérimentateur de décider quelle couleur donner à la lampe, son intensité et son clignotement. De plus, un autre programme informatique a été réalisé pour que l'utilisateur puisse voir les figures du tangram à réaliser dans un temps limité, passer d'une image à l'autre, revoir une image pendant un instant. Enfin, nous avons réalisé un questionnaire que le participant devait remplir à la fin de l'expérience.

IV. Méthode : Protocole de l'expérience

L'expérience s'est déroulée dans trois salles différentes, au septième étage de l'IUT Charlemagne de Nancy, sur deux jours ; le 12 et le 13 mai avec un total de 18 participants.

A. Participants

L'expérience nécessitait 30 personnes majeures devant être présentes 45 minutes, l'ensemble des participants étant réparti sur deux jours. Les participants devaient également accepter d'être filmés et accepter la diffusion de l'enregistrement de leur passage. Cette diffusion pouvait être limitée aux chercheurs ou diffusée au grand public.

Malgré le caractère ludique de la tâche consistant à réaliser un tangram, les participants devaient également remplir un questionnaire comportant des questions de réflexion sur l'utilité de la lampe, c'est pourquoi nous avons choisi des participants majeures. L'expérience étant exploratoire, un retour de la part des participants était attendu dans le but d'améliorer les modalités de l'expérience. Trois conditions expérimentales avaient été envisagées (10 participants dans chaque condition pour cette étude exploratoire) :

- Un "groupe aide" où le comportement de la lampe aide le participant dans la réalisation,
- Un "groupe aléatoire" où le comportement de la lampe est aléatoire,
- Un "groupe aide puis moquerie" où le comportement de la lampe aide puis trompe le participant dans la réalisation de la tâche (voir [partie C. 1. Comportements de la lampe](#) pour plus de détails sur les comportements)

Pour tester la troisième condition "groupe aide puis moquerie", il semblait nécessaire au préalable de tester la capacité du dispositif à "aider les participants". C'est pourquoi nous avons finalement choisi de nous focaliser sur deux conditions expérimentales avec 20 participants idéalement. 18 participants ont répondu à l'invitation.

Un total de 18 participants est inclus dans cette recherche, 11 hommes et 7 femmes (âge : $27,8 \pm 8,5$). Neuf participants placés dans la condition "aide" avec cinq hommes et quatre femmes (âge : $26,9 \pm 7,6$). Neuf participants placés dans la condition "aléatoire" avec six hommes et trois femmes (âge : $28,8 \pm 9,7$). Les caractéristiques biographiques figurent au Tableau I.

TABLEAU I. – Caractéristiques biographiques de la population étudiée.

	Aide (n=9) M ± DS	Aléatoire (n=9) M ± DS	Total
Age en années	26,9 ± 7,6	28,8 ± 9,7	27,8 ± 8,5
Sexe (H-F)	5 - 4	6 - 3	11 - 7
Education (nombre d'années d'étude à compter du Cours Préparatoire)	17,1 ± 2,5	16,3 ± 1,8	16,7 ± 2,1
Situation familiale (Célibataire - En couple)	7 - 2	5 - 4	12 - 6
Statut professionnel (Etudiant - Salarié - Sans Emploi)	6 - 2 - 1	7 - 2 - 0	13 - 4 - 1
Connaissance du Tangram (Oui - Non)	8 - 1	6 - 3	14 - 4

Note : n : nombre de participants; M : moyenne ; DS : déviation standard.

Pour ce qui est des variables sociodémographiques, les comparaisons entre nos deux groupes n'indiquent aucune différence significative en ce qui concerne le nombre d'années d'étude ($F_{cal} = 0,818$; $p = 0,379$), l'âge ($F_{cal} = 0,781$; $p = 0,39$) ou le sexe (Khi-deux corrigé = 0,234 ; $p = 0,629$). Les facteurs "âge", "sexe" et "niveau d'éducation" n'interfèrent donc pas avec les résultats.

B. Matériel

1. Matériels physiques

Pièce de l'expérimentateur

La pièce de l'expérimentateur était la salle où l'opérateur de la lampe pouvait la contrôler en fonction des actions du joueur visibles sur un écran. Deux expérimentateurs étaient dans cette pièce lors de l'expérience. Le matériel mis à leur disposition comportait :

- Une table comportant :
 - Une feuille de consignes permettant de savoir ce que l'expérimentateur devait faire.

- Un ordinateur permettant de modifier les différents comportements possibles de la lampe.
- Un écran permettant de suivre en direct le comportement du participant.
- Un écran permettant de suivre en direct les actions du joueur sur le jeu du tangram.
- Un écran affichant ce qui est sur l'écran d'ordinateur de la salle de l'expérience afin de voir quelle figure le participant est en train de réaliser.
- Les solutions des figures du tangram que le participant devait reproduire.
- Une chaise lui permettant de s'asseoir pour utiliser l'ordinateur.
- Une chaise permettant à un compère de guider l'opérateur.

Pièce de l'expérience

La pièce de l'expérience était la pièce où le participant devait réaliser les images du tangram à l'aide de la lampe. Il était également filmé durant cette phase de l'expérience. Le matériel permettant cela comportait :

- Trois tables comprenant :
 - Une lampe avec une ampoule Philips HUE programmée pour changer de couleur et d'intensité.
 - Une caméra pour filmer l'ensemble de la scène (le participant et la lampe).
 - Une caméra en dessous du tangram pour voir ce que le participant faisait, afin que l'expérimentateur puisse faire réagir la lampe.
 - Un jeu de tangram.
 - Une table en verre sur laquelle le participant pouvait réaliser le tangram mais également pour permettre de filmer le jeu par en dessous.
 - Une feuille de consignes pour le participant.
 - Un ordinateur, un clavier et une souris permettant au participant d'afficher les images à réaliser.
- Une chaise lui permettant de s'asseoir pour réaliser le tangram.
- Un pont Philips HUE permettant à l'ampoule d'être reliée à l'ordinateur de l'expérimentateur.

Pièce debriefing et questionnaire

La pièce de debriefing et du questionnaire permettait au participant de répondre à un questionnaire après son passage dans la salle de l'expérience et à poser d'éventuelles questions. Le matériel mis à sa disposition comportait :

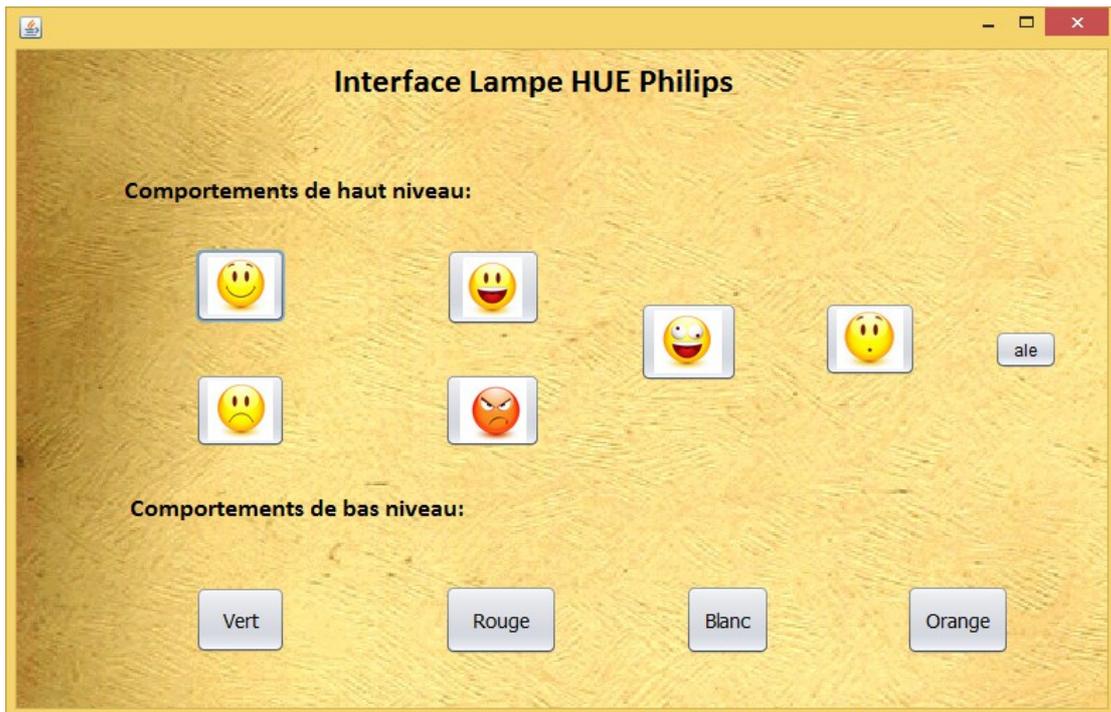
- Une table comprenant :
 - Un ordinateur avec un questionnaire créé sous Google Forms permettant d'avoir directement les réponses sous forme de tableau. A remplir après l'expérience par le participant.
- Une chaise permettant au participant de s'asseoir.

2. Programmes informatiques

Les programmes informatiques ont été réalisés en langage java. Ils permettaient de contrôler l'ampoule HUE Philips et d'afficher les images pour la résolution du jeu de tangram.

Interface de l'ampoule HUE Philips

Cette interface était installée sur l'ordinateur de la salle de l'opérateur et permettait à celui-ci de contrôler l'ampoule HUE Philips par l'intermédiaire du pont situé dans la salle de l'expérience.



1. Illustration: Interface de l'ampoule HUE Philips

Cette interface comportait les comportements décrits plus bas. Ces comportements sont des changements de couleurs et d'intensité de la lampe. Il y a deux types de comportements :

- Des comportements de haut niveau : après chaque clique sur les boutons de ces comportements la lampe s'éteint.
- Des comportements de bas niveau : ces comportements permettent à la lampe de s'allumer dans la couleur indiquée lorsque le bouton est sélectionné et de s'éteindre lorsqu'il est désélectionné.

Interface d'affichage des images

L'interface d'affichage des images du tangram était installée sur l'ordinateur de la salle de l'expérience, elle permettait au participant d'afficher les images lui permettant de les réaliser avec le tangram mis à sa disposition.



2. Illustration: Interface d'affichage des images

Cette interface comprenait plusieurs informations pour le participant :

- Les aides restantes : elles permettaient au participant de savoir combien d'aide il lui restait pour réaliser le tangram.
- Les images restantes : elles permettaient au participant de savoir combien d'images il lui restait à faire avec le tangram.
- Les images du tangram : l'utilisateur les utilisait pour résoudre le tangram, il pouvait :
 - Appuyer sur la touche entrée pour afficher l'image suivante pendant cinq secondes.
 - Appuyer sur la touche espace pour afficher l'image actuelle pendant deux secondes

C. Procédure

1. Principe expérimental

VI et VD, nombre de groupes

L'expérience comprenait deux groupes, l'un nommé "groupe aide", l'autre "groupe aléatoire".

Le "groupe aide" contenait 9 personnes. Pour ce groupe, nous faisons varier les couleurs de la lampe en fonction de ce que le participant faisait, afin de l'aider dans l'accomplissement de la tâche c'est à dire dans sa façon de placer les pièces du tangram.

Le "groupe aléatoire" contenait 9 personnes. Dans ce groupe, nous faisons varier aussi les couleurs de la lampe mais de manière aléatoire, sans chercher à aider le participant.

Pour ces deux groupes, nous avons mesuré les réactions du participant, grâce à un questionnaire qu'il réalisait à la fin de la tâche. De plus, nous prenions en compte son score (s'il arrivait à faire les figures du tangram, son score augmentait). Les vidéos étaient aussi intéressantes à revoir.

Déroulement de l'expérience

L'expérience dure 45 minutes et comprend deux parties, l'une étant le jeu du tangram, l'autre un questionnaire à remplir.

Dans un premier temps, le participant est amené à lire la notice d'information de l'expérience ainsi que de remplir une fiche de consentement pour sa participation et une fiche de consentement nous autorisant à le filmer et à exploiter la vidéo.

Dans un deuxième temps, le participant est amené dans la salle de l'expérience. Il se retrouve assis à une table sur laquelle est posée la lampe. Il dispose d'une feuille avec les consignes de l'expérience, d'un jeu de tangram devant lui avec un cadre défini où il disposera les pièces, d'un clavier, d'une souris et d'un écran d'ordinateur.

L'expérimentateur lui demande de lire les consignes et si tout est clair, l'expérimentateur sort de la pièce et l'expérience commence. Elle durera 25 minutes. Le participant doit réaliser des figures du jeu de tangram (il peut en réaliser 8 au maximum mais il n'est pas obligé). Il utilisera un logiciel pour passer d'une image à l'autre, l'image est affichée pendant 5 secondes au début. Ensuite, il disposera de 5 aides (réapparition de l'image pendant 2 secondes) afin de réaliser correctement la figure. Le but du participant est d'obtenir un score maximal, chaque réalisation correcte de l'image lui fera marquer des points. De plus, la difficulté des figures du tangram augmentera. Le premier niveau servira de découverte du dispositif et des éléments (tangram, lampe). Puis dans les niveaux suivants, le participant devra réaliser des figures plus compliquées à l'aide du tangram. Le principe étant qu'au fur et à mesure, il ne puisse pas réussir les dessins sans l'aide de la lampe.

Pendant que le participant essaye de réaliser les figures du tangram, l'expérimentateur sera dans une autre pièce et manipulera un programme informatique qui permettra de modifier les couleurs de la lampe. Si le participant est dans le "groupe aide", l'expérimentateur essayera d'aider le participant en changeant la couleur de la lampe en vert ou en rouge selon qu'il fasse des bons ou mauvais déplacements/positionnements des pièces du tangram. Sinon, pour le "groupe aléatoire", l'expérimentateur changera aléatoirement la couleur de la lampe grâce au programme informatique.

A la fin des 25 minutes, si le participant n'a pas fini l'expérience, l'expérimentateur l'arrêtera en entrant dans la salle de l'expérience. Puis le participant sera amené dans une autre pièce afin de répondre à un questionnaire, il sera assis à une table avec un ordinateur. Le questionnaire durera environ 15 minutes.

Comportements de la lampe

L'interface de l'ampoule contient des "comportements" prédéfinis pour la lampe. Il y a sept comportements de haut niveau et quatre de bas niveau que l'expérimentateur pourra utiliser en fonction des situations.

Les comportements de haut niveau sont les suivants :

-  Faible contentement : la lampe clignote deux fois en vert.
-  Fort contentement : la lampe clignote cinq fois en vert.
-  Faible mécontentement : la lampe clignote deux fois en rouge.
-  Fort mécontentement : la lampe clignote cinq fois en rouge.
-  Émerveillement : la lampe clignote dix fois avec une couleur aléatoire excepté le rouge.
-  Surprise : la lampe clignote deux fois en jaune.
- (ale) Aléatoire : la lampe prend aléatoirement un des comportements précédents.

Les comportements de bas niveau sont les suivants :

- Vert : la lampe s'allume en vert.
- Rouge : la lampe s'allume en rouge.
- Blanc : la lampe s'allume en blanc.
- Orange : la lampe s'allume en orange.

L'expérimentateur utilisera ces comportements afin d'aider le participant. Le vert ou les comportements de contentement seront utilisés lorsque le participant place correctement une pièce du tangram. Le rouge ou les comportements de mécontentement ainsi que la surprise seront utilisés lorsque le participant positionne mal les pièces du tangram. Le orange sera utilisé lorsque le participant positionne bien une pièce mais l'oriente mal ou lorsque la figure est presque bonne mais incorrecte. L'émerveillement sera utilisé lorsque le participant réalise correctement la figure. L'aléatoire sera utilisé pour le "groupe aléatoire".

Pour le "groupe aide", afin de guider correctement le participant, l'expérimentateur devait jouer avec les différents comportements de la lampe.

2. Description du dispositif

Comme dit précédemment, l'expérience nécessitait d'utiliser trois pièces. Nous allons donc décrire ces trois pièces.

Dans la salle des expérimentateurs, deux expérimentateurs étaient nécessaires pendant la durée de l'expérience. L'un devait regarder l'écran avec le jeu du tangram ainsi que les solutions des figures du tangram. Il guidait l'autre expérimentateur pour qu'il puisse envoyer les changements de couleurs de la lampe dans l'autre pièce. L'autre expérimentateur étant devant l'ordinateur avec le programme informatique permettant de faire les changements de couleurs de la lampe. L'écran qui affichait l'écran se trouvant dans la salle de l'expérience où était projeté le programme permettant de changer d'image, permettait aux expérimentateurs de voir où le participant en était et ainsi savoir quelle image il devait réaliser.



3. Illustration: Photo de la salle de l'expérimentateur

Dans la salle de l'expérience, le participant était assis sur la chaise, il avait devant lui un jeu de tangram posé sur une plaque de verre. Le scotch gris délimitait la zone où le participant devait réaliser la figure du tangram. De plus, sur la table, le participant disposait d'un clavier, d'une souris, de la feuille de consignes et d'un écran d'ordinateur. Le clavier permettait au participant de changer d'image ou d'utiliser l'aide. La souris lui permettait de confirmer certaines demandes du programme. L'écran affichait le programme, celui-ci permettait de visionner une image à réaliser du tangram, il permettait de passer d'une image à l'autre. Le participant pouvait aussi voir le nombre d'images restantes à réaliser et le nombre d'aides restantes. La lampe était posée aussi sur la table. De plus, il y avait deux caméras, l'une placée sur le côté, elle permettait de voir le participant (ses réactions et ce qu'il faisait), le jeu du tangram et la lampe. L'autre était placée en dessous de la plaque de verre, elle permettait de voir plus précisément la position des pièces du tangram. Ces caméras étaient reliées à des écrans situés dans la salle des expérimentateurs afin qu'ils puissent observer ce que faisait le participant et faire réagir la lampe en fonction de ses déplacements.



4. Illustration: Photo de la salle de l'expérience

Une dernière pièce servait à remplir le questionnaire, elle contenait un ordinateur pour que le participant puisse y répondre.

3. Consignes

Participant

Pour réaliser la tâche le participant a à sa disposition une feuille de consignes ([annexe B](#)). Sur celle-ci est indiqué le nombre de figures à réaliser à partir du jeu du tangram. Pour cette expérience un total de huit figures est à résoudre et ce, dans le but d'avoir un score maximal pour chaque figure.

Le participant est informé qu'il n'est pas chronométré pour que celui-ci ne se presse pas. En effet, le but de l'expérience est de créer une communication entre le participant et la lampe et non d'être rapide à la tâche.

Il est également indiqué au participant, qu'à chaque changement d'image (lorsqu'il appuie sur la touche entrée), la figure s'affiche cinq secondes alors qu'à chaque nouvel affichage de la même figure (lorsqu'il appuie sur la touche espace), celui-ci dure seulement deux secondes. Une fois le changement d'image effectué le participant ne peut revenir à la figure précédente.

Au commencement, le score du participant est de cinq pour chaque figure. Chaque appui sur la touche espace (correspondant à un affichage de l'image) fait diminuer le score de un. Si le dessin est incorrect et que le participant change d'image, quelque soit le nombre d'appuis sur la touche espace, son score pour l'image sera de zéro. Si la figure est bien réalisée son score est de cinq moins le nombre d'appuis sur la touche espace.

Le participant doit également respecter le périmètre défini pour réaliser la figure. Effectivement celui est nécessaire pour que l'enregistrement vidéo soit optimal.

Expérimentateur

Concernant l'expérimentateur il est informé que le participant a pour objectif de réaliser des figures de tangram. Pour ce faire, l'expérimentateur a un rôle dans la résolution de cette tâche. En effet, à chaque fois que le participant pose une pièce, l'expérimentateur a le devoir de réagir par une réponse de la lampe à partir des comportements prédéfinis ([Partie C. 1. comportement de la lampe](#)). L'expérimentateur doit donc être attentif et réactif lors des passages des participants.

L'expérimentateur n'a pas les mêmes consignes suivant le groupe expérimental du participant ([annexe C](#)). Si le participant fait parti du "groupe aide", l'expérimentateur doit répondre de manière concordante aux actions du participant : si il positionne bien la pièce alors il répondra par un comportement (de bas ou de haut niveau) correspond à un contentement. Sinon, il répondra par un comportement (de bas ou de haut niveau) correspond à un mécontentement. Si le participant se trouve dans le "groupe aléatoire" l'expérimentateur devra répondre aux actions du participant à l'aide du bouton aléatoire qui a pour finalité de choisir aléatoirement un comportement entre les dix prédéfinis.

4. Recueil des données

Enregistrements vidéos

Chaque participant, lors de sa passation est filmé sous deux angles de vue. La première prise de vue est un plan poitrine, il permet d'observer le participant en train de réaliser le tangram ainsi que la couleur de la lampe.

La seconde prise de vue est en contre plongée et permet de voir le dessous de la table sur laquelle les participants réalisent la figure. Cette vue permet d'observer de manière précise les pièces du tangram que le participant est en train de placer et permet ainsi l'évaluation du positionnement de la pièce par l'expérimentateur.

Ces vidéos permettront d'observer le comportement des participants, leurs réactions face à la lampe et également d'associer les comportements observés avec les réponses au questionnaire pour ainsi déterminer si des concordances ou bien des discordances sont visibles.

Questionnaire

Pour recueillir les données, il a également été mis en place un questionnaire à remplir par l'ensemble des participants ([Annexe G](#)). Ce questionnaire comporte trente-deux questions mais certaines ne sont pas obligatoires suivant les réponses précédentes.

Les cinq premières questions concernent le participant. La première concerne l'âge du participant, c'est une question ouverte numérique. La seconde est le sexe, question qualitative à deux modalités (F - Féminin, M - Masculin). Les trois suivantes sont des questions qualitatives fermées à choix unique.

Les questions six à quatorze se rapportent à la réalisation de la tâche, au niveau de difficulté de celle-ci et aux capacités cognitives requises lors de sa réalisation. Les questions sont toujours qualitatives et à choix unique mais on trouve également des échelles numériques de valeur une à sept. Ces questions cherchant à déterminer le degré d'intensité de l'effort et de la charge mentale du participant durant l'expérience.

La question quinze concerne la frustration du participant face à la tâche réalisée avec comme modalité de réponse une échelle ordinaire de valeur une à sept. Un étant pas du tout frustré, sept l'étant beaucoup. La question suivante concerne les émotions ressenties, variable qualitative à sept modalités : joie - surprise - peur - colère - dégoût - tristesse - aucune.

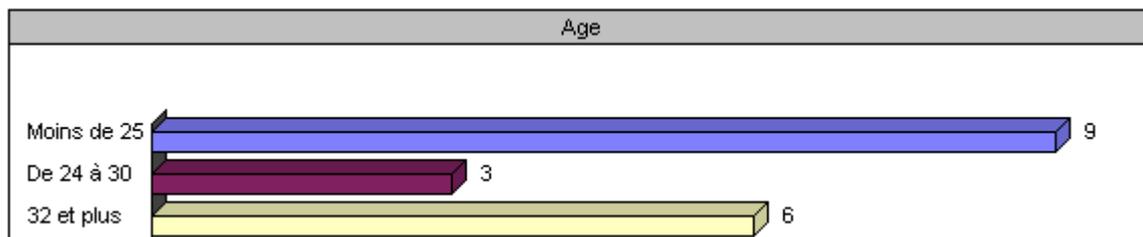
Les dix questions suivantes se rapportent à la lampe dans le but de déterminer si le participant l'a prise en compte et si oui, comment. Cette partie du questionnaire comporte des questions ouvertes et fermées. Si la personne affirme s'être aidée de la lampe, une question ouverte est pertinente pour comprendre comment elle s'est aidée de celle-ci. Plusieurs questions sont des questions qualitatives ordinaires pour déterminer le degré d'aide reçu par la lampe, l'intelligence de la lampe, ou encore la confiance envers elle.

Les dernières questions sont plus globales et elles portent sur l'expérience en général. La question vingt-neuf est une question fermée à deux modalités cherchant à savoir si le participant pense que la lampe agit plutôt par elle-même ou si un humain la commande. Les deux suivantes sont des questions ouvertes demandant aux participants ce qu'ils ont aimé et ce qu'ils n'ont pas aimé dans l'expérience.

La dernière question est également une question ouverte et vise à déterminer si le participant aurait vu un autre sens qu'une simple tâche de résolution de tangram.

V. Résultats

A. Analyse des questionnaires

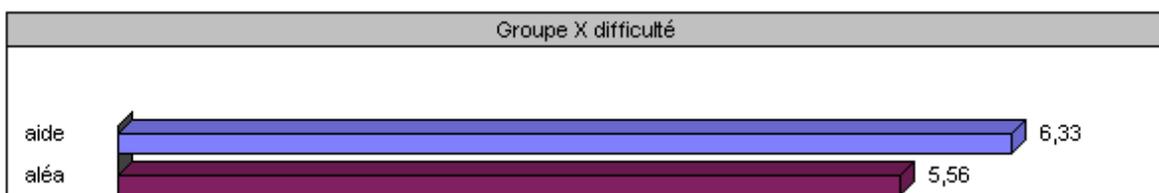


5. Illustration: Graphique de l'âge

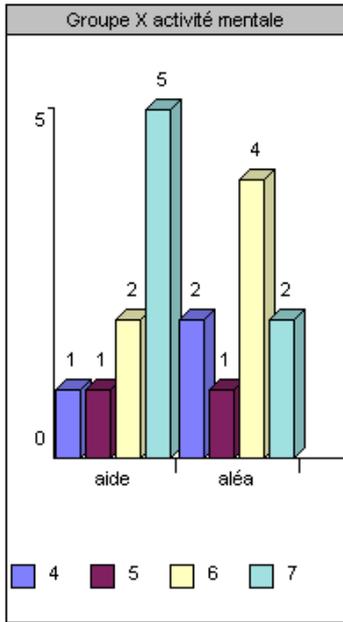
La moyenne d'âge des participants est de 28 ans, il y a 11 hommes et 7 femmes qui ont participé à l'expérience. Ils ont tous jamais ou rarement joué au jeu du tangram. La plupart sont étudiants, il y a 4 salariés et 1 sans emploi. Ils ont tous fait des études, le niveau d'étude le plus faible est bac +2 (cf [figure n°17 en annexe H](#)).

1. Questions fermées

Échelles

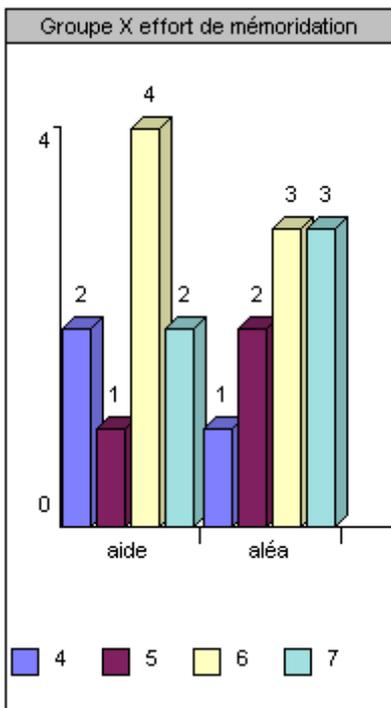


6. Illustration: Graphique du groupe en fonction de la difficulté



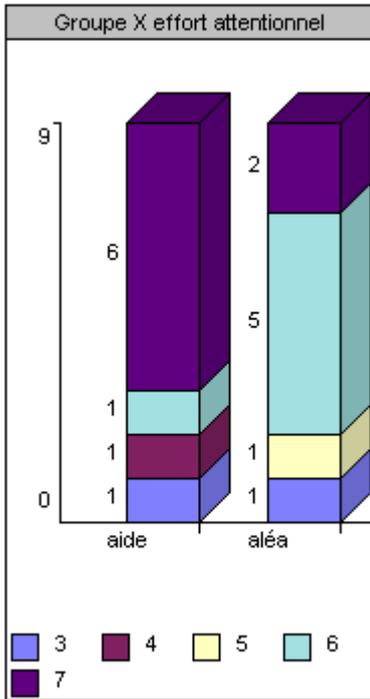
En référence à la question 3. "Quel degré de difficulté attribueriez-vous à la résolution de la tâche (sur une échelle de 1 pour très facile à 7 pour très difficile) ?", le degré de difficulté moyen de la tâche se trouve être pour les deux groupes de 6 sur 7. La tâche a donc été perçue comme particulièrement difficile. La moyenne de l'activité mentale des participants lors de la réalisation de la tâche pour les deux groupes est également de 6, l'activité mentale lors de la tâche est donc importante.

7. Illustration: Le groupe en fonction de l'activité mentale des participants



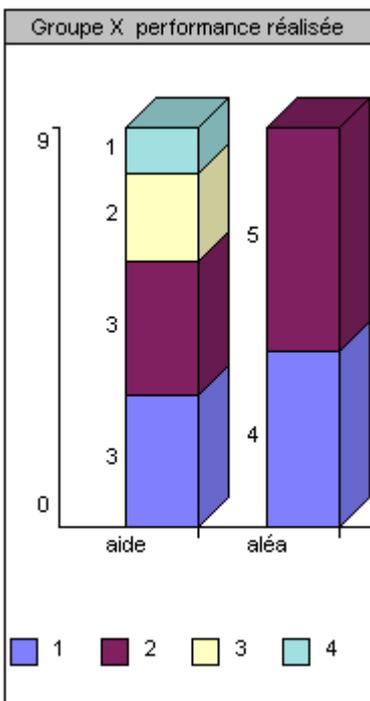
En rapport à la question 5. "L'effort de mémorisation que j'ai dû fournir pour réaliser la tâche a été (sur une échelle de 1 : faible à 7 : fort)", la moyenne pour les deux groupes est de 6, l'effort a donc été important. Les participants ont en moyenne jugé leur capacité de mémorisation à 3 pour le "groupe aide" contre 2 pour le "groupe aléatoire". Les participants ont jugé leur capacité de mémoire insuffisante.

8. Illustration: Le groupe en fonction de l'effort de mémorisation des participants



En référence à la question 7. "L'effort attentionnel que j'ai dû fournir pour réaliser la tâche a été (sur la même échelle que précédemment)", l'effort attentionnel s'avère être en moyenne de 6 pour les deux groupes, il a donc été important. L'évaluation de leur capacité attentionnelle est en moyenne de 3, ce qui informe que les participants ont trouvé leur capacité légèrement insuffisante pour la tâche.

9. Illustration: Le groupe en fonction de l'effort attentionnel



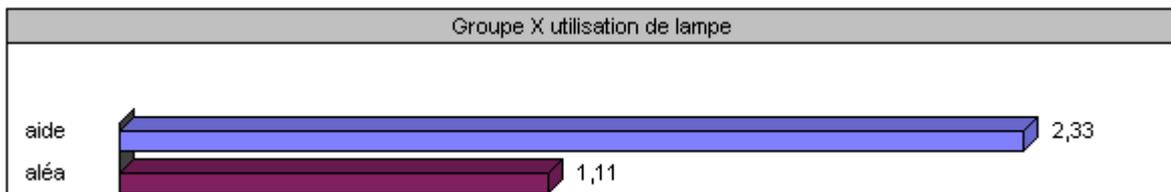
En rapport à la question 9. "Globalement, j'estime que ma performance dans la réalisation de la tâche a été (sur une échelle de 1 pour pas satisfaisante du tout à 7 pour très satisfaisante)", les participants du "groupe aide" ont trouvé leur performance insatisfaisante ($m = 2$; $SD = 1,05$) et ceux du "groupe aléatoire" encore moins ($m = 1,6$; $SD = 0,53$).

10. Illustration: Le groupe en fonction de la performance réalisée des participants

En référence à la question 10.a. "Dans la réalisation de ma tâche, ma frustration a été (sur une échelle de 1 : pas élevée du tout à 7 : très élevée)" pour les deux groupes, les participants se sont trouvés plutôt frustrés lors de la réalisation de la tâche ($m = 4,5$).

En rapport à la question 12. "Au cours de cette expérience, dans quelle mesure avez-vous prêté une attention à la lampe ?", l'attention moyenne apportée à la lampe est de 3,5/7 pour les deux groupes, c'est à dire qu'ils faisaient moyennement attention à elle (cf [figure n°25](#) en annexe).

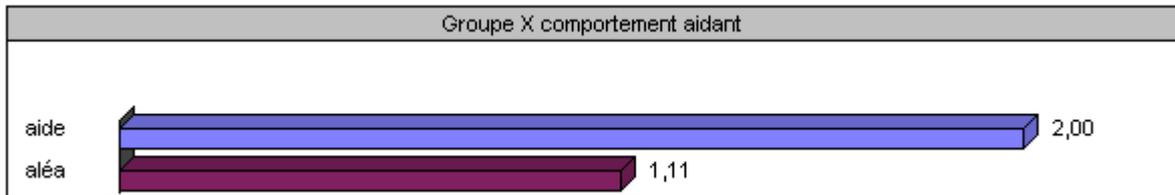
En référence à la question 14. "Les comportements de la lampe, dans la réalisation de la tâche, ont été", pour le "groupe aide", le comportement de la lampe était moyennement perturbant ($m = 3,7$; $SD = 1,9$) tandis que pour le "groupe aléatoire", le comportement de la lampe n'était pas perturbant ($m = 2,3$; $SD = 1,7$) (cf [figure n°24](#) en annexe). La lampe perturbait donc en moyenne plus ceux qui étaient aidés que ceux qui ne l'étaient pas.



11. Illustration: Le groupe en fonction de l'utilisation de la lampe par les participants

En référence à la question 15.a "Dans quelle mesure pensez vous avoir utilisé la lampe pour la résolution de la tâche", les moyennes des deux groupes restent peu élevées : "groupe aide" ($m = 2,3$; $SD = 1,7$) vs "groupe aléatoire" ($m = 1,1$; $SD = 0,3$).

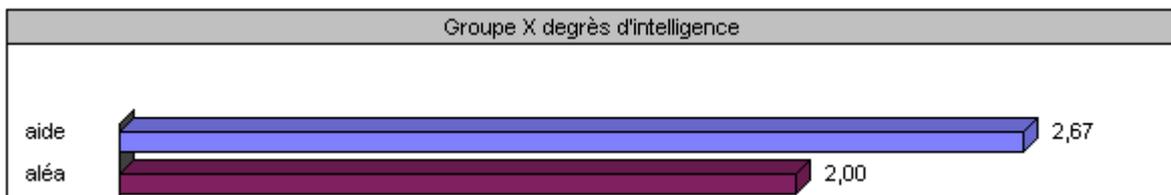
On notera une différence significative entre les groupes : on peut affirmer au risque de 0,2% de se tromper que les participants du "groupe aide" rapportent avoir utilisé significativement plus la lampe que les participants du "groupe aléatoire". Le test réalisé est un test de différences de moyennes : une ANOVA ($F_{cal} = 14,207$; $p = .002$).



12. Illustration: Le groupe en fonction du comportement aidant de la lampe

En référence à la question 16. "L'aide que j'ai reçue de la lampe pour mener à bien ma tâche", les comportements de la lampe semblent avoir été inutiles (cf [figure n°27](#) en annexe) et relativement peu aidant : "groupe aide" ($m = 2$; $SD = 1,7$) vs "groupe aléatoire" ($m = 1,1$; $SD = 0,3$).

On notera une différence significative entre les groupes : on peut affirmer au risque de 0,5% de se tromper que les participants du "groupe aide" rapportent avoir été significativement plus aidés par la lampe que les participants du "groupe aléatoire" ($F_{cal} = 10,879$; $p = 0,005$).



13. Illustration: Le groupe en fonction du degré d'intelligence de la lampe

En référence à la question 18. "Si vous deviez attribuer un degré d'intelligence à la lampe, quel serait-il ? (sur une échelle de 1 à 7, 1 = degré très faible et 7 = degré très élevé)", le degré d'intelligence attribué à la lampe est relativement peu élevé : "groupe aide" ($m = 2,7$; $SD = 2,1$) vs "groupe aléatoire" ($m = 2$; $SD = 1,1$).

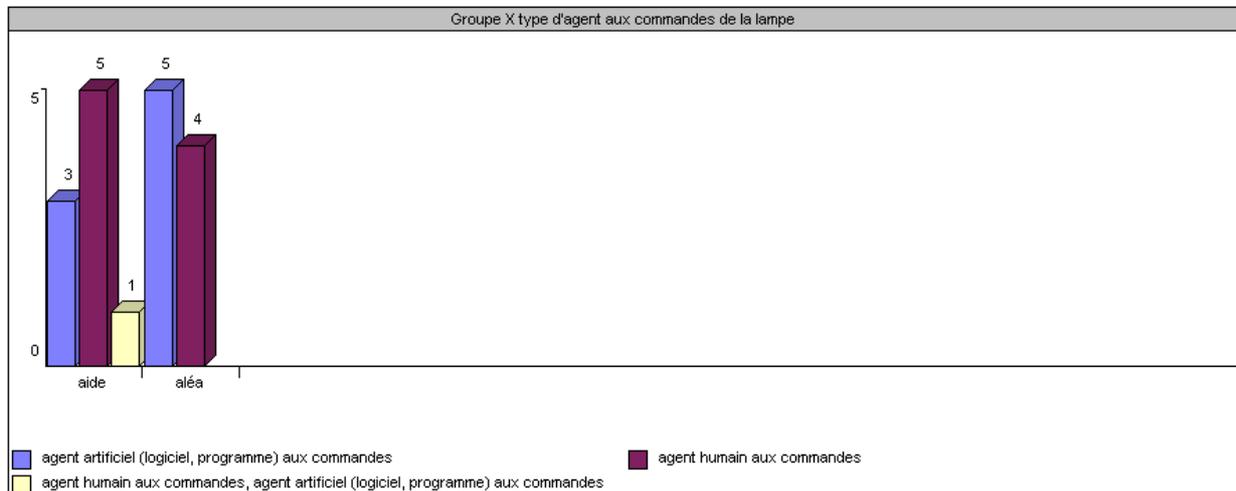
On notera néanmoins une différence significative entre les groupes : on peut affirmer au risque 3,3% de se tromper que les participants du "groupe aide" attribuent un degré d'intelligence significativement plus élevé à la lampe que les participants du "groupe aléatoire" ($F_{cal} = 5,447$; $p = .033$).

En référence à la question 20. "Si vous deviez compter sur un soutien de la lampe pour résoudre la tâche, votre confiance serait-elle ? (sur une échelle de 1 à 7 avec 1 = très faible et 7 = très forte)", la confiance dans la lampe est peu élevée "groupe aide" ($m = 2,6$; $SD = 2,2$) vs "groupe aléatoire" ($m = 2,3$; $SD = 1,4$) (cf [figure n°26](#) en annexe).

Nous ne pouvons pas conclure à une différence significative mais on notera une tendance à la significativité (dans le sens où les participants du "groupe aide" font plus confiance à la lampe que les participants du "groupe aléatoire" ($F_{cal} = 3,226$; $p = .091$)).

Questions à choix

Les émotions ressenties par les participants lors de la tâche sont principalement la surprise (11 personnes ont ressenti cette émotion), la colère (6 personnes) et la joie (6 personnes également). Dans le "groupe aide", il y a deux fois plus de participants qui ont ressenti de la colère que dans le "groupe aléatoire". Les émotions tristesse et dégoût ont aussi été ressenties ; deux personnes ont évoqué la tristesse et une le dégoût.



14. Illustration: Le groupe en fonction du type d'agent aux commandes de la lampe

Concernant la question 21, sur le choix du type d'agent aux commandes de la lampe, pour le "groupe aide", 3 participants ont pensé qu'il s'agissait d'un agent artificiel et 5 d'un agent humain, un participant a répondu les deux. Pour le "groupe aléatoire", 4 participants ont pensé qu'il s'agissait d'un agent humain et 5 d'un agent artificiel.

2. Questions ouvertes

Le nombre peu élevé de participants nous a obligé à les analyser de manière manuelle. Cependant, pour toutes ces questions nous avons tenu à analyser les mots les plus fréquents.

Concernant les causes de la frustration (question 11 du questionnaire) elles sont multiples mais la cause la plus fréquente est l'échec face à la tâche. Cet échec est dû au temps d'affichage court des figures et donc au niveau de mémorisation des participants. Mais l'échec est également dû au jeu en lui-même. Certains ont évoqué la difficulté à trouver l'emplacement des pièces, de ne pas avoir assez de pièces ou d'en avoir trop. Deux personnes ont été également frustrées à cause de la couleur et des clignotements de la lampe.

Les participants ayant été surpris par les comportements de la lampe ont globalement indiqué qu'ils l'étaient lorsqu'elle changeait subitement de couleur alors que rien ne l'indiquait et ils se sont alors sentis dépassés.

Les personnes qui se sont aidées de la lampe sont au nombre de trois et appartiennent au "groupe aide". Celles-ci ont évoqué que la lampe les a plutôt gênées, ou qu'elle les a aidées en suivant le code couleur : rouge pour pas bien et vert pour bien et cela dans le but d'être aidé. Un des

participants a également indiqué qu'il avait ressenti des émotions face à cet agent (colère, joie), allant jusqu'à lui parler !

Ensuite, pour les personnes du "groupe aide", les comportements de la lampe ont paru plutôt aléatoires, car elles n'ont absolument pas prêté attention à celle-ci. Elles ont plutôt évoqué le caractère perturbant de la lampe. Parmi les personnes de ce groupe, cinq ont trouvé cette lampe énervante et trois ont évoqué le caractère intelligent et aidant de la lampe.

Pour les personnes du "groupe aléatoire", la lampe n'a pas été remarquée, cependant une personne a quand même qualifié la lampe d'intelligente sans l'avoir observée. Les participants indiquent comprendre après coup, lorsque la charge cognitive n'est plus aussi forte que pendant la tâche, que la lampe cherchait en effet à interagir avec eux.

Les personnes des deux groupes ont globalement aimé l'originalité de l'expérience ainsi que son côté ludique. Pour celles ayant compris que la lampe les aidait, elles ont évoqué le caractère plaisant de cette aide. Le jeu du tangram en lui-même était également apprécié.

En revanche, les personnes n'ont pas aimé le fait que le temps était très court pour mémoriser la figure à son apparition. La notion d'échec revient beaucoup dans les réponses, elle renvoie au fait que les personnes ne se sont pas aidées de la lampe.

Pour finir, à la question 24. "Enfin et pour terminer, avez-vous trouvé un autre sens à cette expérience de résolution du tangram et si oui, lequel ?", 7 participants n'ont pas trouvé d'autre sens (4 dans le "groupe aide", 3 dans le "groupe aléatoire"). Plusieurs participants nous indiquent l'étude de l'influence de la lampe comme autre sens. Pour le "groupe aide", certains participants ont répondu qu'ils ont compris que la lampe leur donnait des signaux, et ainsi ils devaient déterminer le code couleur de la lampe. De plus, un participant a soulevé comme autre sens, un test de Turing.

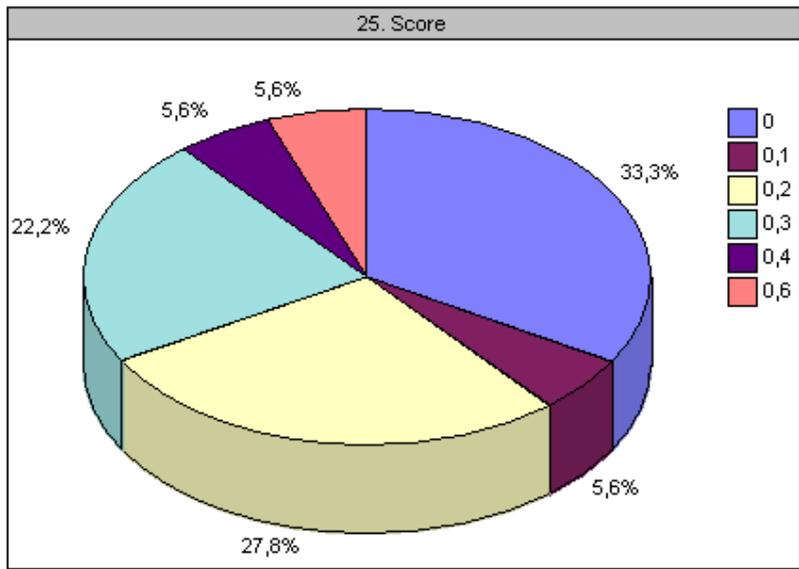
De même, pour le "groupe aléatoire", après réflexion et suite au questionnaire, certains participants ont émis comme autre sens : l'étude de l'induction de sentiments via la lampe, une corrélation entre le sentiment du participant et la lumière de la lampe, l'étude de l'influence de la lampe. Dans les deux groupes, quelques participants ont trouvé que l'autre sens était d'étudier les capacités de réflexion et d'imagination des participants, la mémoire et le sens pratique, ou que c'était une analyse de comportements sur la dimension logique sous-jacente à la réalisation d'un tangram, une analyse du traitement cognitif.

B. Analyse des vidéos

L'analyse des vidéos n'a pas pu être faite par manque de temps mais il aurait été intéressant de regarder les réactions des participants. Nous aurions pu observer les réactions du participant en fonction de l'aide demandée (réapparition de la figure du tangram) et des comportements de la lampe.

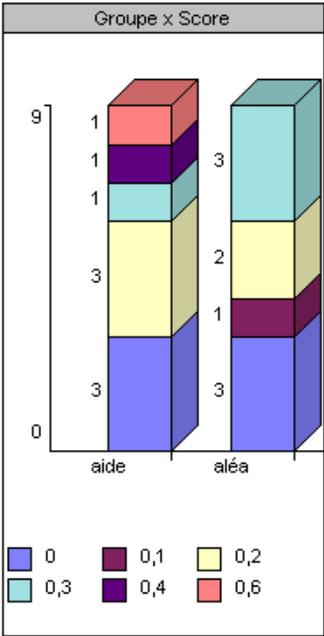
Par ailleurs, lors des passations, nous avons remarqué que les participants étaient très souvent surpris lors du premier comportement de la lampe. Ensuite la plupart ignoraient la lampe et ne la regardaient jamais tandis que certains la regardaient de temps en temps.

A l'aide des vidéos, nous avons pu établir un premier score pour chaque participant permettant d'avoir une idée globale de leur réussite. Ce score a été calculé en divisant le nombre de figures correctes par le nombre de figures réalisées.



Nous pouvons observer que beaucoup de personnes étaient en échec, la moyenne est à 0.2 et plus de 30% des personnes ont au plus un score de 0.2, ce qui est très bas.

15. Illustration: Graphique du score des participants



En croisant les groupes avec les scores obtenus, nous observons peu de différence entre ces deux groupes. Peu de personnes ont perçu l'aide de la lampe, cependant nous pouvons noter que les deux scores les plus élevés sont dans le "groupe aide".

16. Illustration: Le groupe en fonction du score

VI. Discussions

A. Difficultés rencontrées et solutions apportées

Lors de l'expérience, l'expérimentateur devait manipuler la lampe pour répondre aux actions du participant avec des comportements appropriés. Cela fut particulièrement laborieux et il fallut à plusieurs reprises repenser la stratégie.

Tout d'abord, l'expérimentateur utilisait beaucoup les comportements, presque à chaque déplacement de pièce du participant ce qui rendait la lampe très réactive, puisqu'il envoyait souvent des couleurs avec de nombreux clignotements. Nous voulions que le participant "nous" remarque, qu'il fasse attention à la lampe. Au final, nous avons remarqué que cela embêtait le participant et donc qu'il ignorait la lampe.

Nous avons donc changé de stratégie. Nous avons testé de moins faire réagir la lampe c'est-à-dire de la laisser dans une couleur et par exemple de l'allumer en vert dès que le participant positionnait la pièce au bon endroit. Mais nous avons remarqué la même chose que précédemment, le participant ignorait la lampe.

Nous avons ensuite testé d'éteindre la lampe à certains moments, puis de la rallumer dès que le participant faisait quelque chose de juste ou de faux. Nous avons remarqué que chez certaines personnes cette technique fonctionnait. Par la suite, nous utilisions celle-ci afin d'aider le participant.

Pour la suite, il serait intéressant de repenser complètement la stratégie d'aide de la lampe, allant jusqu'à supprimer certains comportements. En effet, Nous avons remarqué que l'expérimentateur n'avait pas nécessairement besoin de tous les comportements pour aider la personne. D'ailleurs les comportements prenaient souvent trop de temps à s'exécuter entraînant un décalage avec les actions du participant.

B. Interprétation des données

Suite aux résultats obtenus, nous pouvons conclure que la tâche à réaliser par l'ensemble des participants a été ressentie comme difficile et demandait un important effort d'attention. Cette difficulté de la tâche pourrait avoir une influence sur l'émergence d'une interaction entre la lampe et le participant. En effet la tâche est difficile, le participant est donc focalisé sur celle-ci et il ne prend pas en compte l'environnement. Il ne fait pas attention à la lampe car il est concentré sur son effort de mémorisation ce qui empêche donc l'apparition d'une communication.

C'est également le fait qu'il n'arrive pas à communiquer avec la lampe qui induit son échec, puisqu'il ne peut être aidé de la lampe. Cela crée donc un paradoxe. Pour que le participant fasse attention à la lampe, il faudrait que la tâche ne demande pas un effort cognitif important. Mais d'un autre côté pour qu'il doive s'aider de la lampe, la tâche doit être suffisamment difficile.

Le temps joue également un rôle dans cette impossibilité à communiquer. Tous les participants ou presque, ont évoqué le fait que l'expérience était trop courte, ne voyant pas du tout le temps passer. Certains ont également critiqué le temps d'apparition trop court de l'image qui leur demandait trop d'activité cognitive. Il semble que plus les participants étaient en échec, moins ils ne

prêtaient attention à la lampe car leurs capacités cognitives étaient d'autant plus sollicitées.

L'égalité des moyennes pour les deux groupes dans l'évaluation de la difficulté de la tâche, de la performance et de l'effort attentionnel nous laisse penser qu'il n'y a pas eu d'interaction avec la lampe. Effectivement, si la lampe avait aidé les participants du "groupe aide" ceux-ci auraient eu un effort attentionnel et de mémorisation moins important que ceux du "groupe aléatoire" qui auraient eu plus de mal pour réaliser la tâche. Mais la variance plus grande pour le "groupe aide" dans l'évaluation de leur performance à la tâche illustre que certaines personnes ont été plus performantes car elles ont bénéficié de l'aide de la lampe.

Malgré le peu de réponses positives au questionnaire il semble, à travers ces quelques questions, que certaines personnes ont été aidées par la lampe, même s'il s'agit d'une minorité.

Les émotions ressenties par les participants comme la colère, la frustration ou encore la tristesse peuvent également être en lien avec la difficulté de la tâche. Les participants n'arrivent pas à réaliser les figures du tangram, ils se frustrer et sont en colère de ne pas réussir. Ces échecs les font se sentir non performants ce qui entraîne un sentiment de tristesse pour certains.

Il serait donc pertinent, pour permettre et instaurer une interaction et des sentiments moins colériques, que la tâche débute par un exercice plus accessible et assez facile à résoudre. Toutefois, le sentiment de joie est fréquemment ressenti ce qui laisse entendre que malgré la difficulté de la tâche, les participants ont tout de même eu du plaisir à la réaliser.

La plupart des participants ne faisaient pas attention à la lampe, mais nous avons remarqué que le "groupe aide" trouvait la lampe plus perturbante que le "groupe aléatoire". Ceci pouvant être expliqué par le fait que les couleurs de la lampe avaient un lien direct avec les actions du participants ainsi que les lumières rouges et vertes étaient plus utilisées que dans le "groupe aléatoire". Ces couleurs devaient donc avoir un sens plus marqué que les couleurs aléatoires. Nous pensons que le "groupe aide" faisait donc plus attention à la lampe que le "groupe aléatoire".

Au contraire, le clignotement de l'ampoule a été assez mal perçu par les participants qui trouvaient cela agaçant et agressif, surtout lorsqu'ils ne comprenaient pas le sens de la lampe. C'est certainement en lien avec l'intuition de certains que la lampe était présente pour les perturber dans leur tâche.

De plus, les participants du "groupe aide" utilisaient plus souvent la lampe que ceux du "groupe aléatoire", certains participants ont trouvé la lampe utile et ses comportements aidants (ceci étant montré par une grande variance dans les résultats). Le "groupe aléatoire" a trouvé la lampe aucunement utile et n'apportant aucune aide.

Les participants du "groupe aléatoire" ont plus souvent pensé qu'il s'agissait d'un agent artificiel aux commandes car la lampe agissant de manière aléatoire, ne renseignait aucunement sur la résolution de la tâche et donc elle aurait pu facilement être programmée pour s'allumer aléatoirement.

Ceux du "groupe aide" ont plutôt indiqué qu'il s'agissait d'un agent humain car ils avaient le sentiment que la lampe réagissait à chaque déplacement de pièces, de plus ils ont pensé que la programmation d'un tel programme était trop compliqué pour des étudiants ayant un niveau master.

Enfin, les participants du "groupe aide" ont attribué de l'intelligence à la lampe tandis que ceux du "groupe aléatoire" n'en ont pas attribué. Certains participants faisaient confiance à la lampe pour résoudre le tangram. Ces résultats ont été retrouvés uniquement dans le "groupe aide", ils sont expliqués par le fait que dans cette condition la lampe indiquait aux participants les bons ou mauvais placements des pièces.

Certains participants se rendaient compte après la tâche d'un possible comportement

intelligent de la lampe. Malgré le fait qu'ils n'aient pas fait attention à la lampe pendant la résolution de la tâche, il semble qu'ils aient tout de même assimilé le fait que la lampe faisait quelque chose. Le phénomène d'attention explique que cette information ait été mise de côté, encore une fois à cause du caractère trop difficile de la tâche.

C. Limites

Notre expérience a montré qu'il était possible d'établir une interaction entre une lampe qui change de couleurs et un humain. Cependant, ces résultats ne sont pas significatifs à cause des grandes variances trouvées mais aussi par le peu de participants. Une première limite dans notre expérience est donc le nombre de participants avec des groupes expérimentaux trop petits ce qui empêche de généraliser au niveau de la population.

De plus, à la fin de l'expérience, les participants nous ont dit ne pas avoir vu le temps passer, ce qui nous fait penser que l'expérience est peut être trop courte. Il faudrait leur laisser un temps supérieur à 25 minutes pour réaliser l'expérience. Ce temps supplémentaire permettrait d'observer plus souvent une interaction entre la lampe et le participant.

Enfin, certains participants n'étaient pas sensibles à la lampe et l'ignoraient totalement. Cela pourrait être expliqué par la personnalité du participant ou par l'immobilité de la lampe qui empêche le participant à lui porter de l'intérêt et par là de lui attribuer de l'intentionnalité. Mais aussi la trop grande difficulté de la tâche semble être un facteur de cette totale ignorance. En effet, le participant est accaparé par la réalisation de la tâche et non par ce qui l'entoure.

VII. Conclusion

Cette recherche exploratoire n'a pas permis réellement de valider notre hypothèse qui était que l'humain va attribuer de l'intentionnalité à un objet lorsqu'il va réussir à interagir avec lui en créant une communication. Effectivement, nous ne pouvons affirmer qu'une communication s'est établie entre le participant et la lampe suite aux résultats obtenus. L'attention ainsi que le degré d'utilisation que les participants ont attribué à la lampe sont trop faibles pour qu'on puisse affirmer qu'il y a eu une communication et donc, qu'ils ont attribué de l'intentionnalité à la lampe.

Toutefois cette recherche a permis d'obtenir des résultats intéressants. En effet, nous avons pu observer chez certains participants une interaction avec la lampe. Le participant modifiait ses actions en fonction des directives de la lampe. Nous avons donc montré que l'humain peut attribuer de l'intentionnalité à un objet en interagissant avec lui.

Nous ne pouvons également donc pas répondre à notre problématique qui était de comprendre quand l'humain va attribuer de l'intentionnalité à un objet et ainsi comment nous nous représentons un être artificiel intelligent (ou conscient).

Cependant, l'expérience pourrait être améliorée afin d'obtenir des résultats plus concluants. Une première amélioration serait d'informer le participant lors des consignes de faire attention à son environnement. De plus, l'expérience devrait durer plus longtemps afin que le participant puisse comprendre comment réagit la lampe. Il faudrait également lui envoyer un retour positif lorsqu'il réalise une figure du tangram correctement. Enfin, une dernière amélioration serait de mettre une

lampe mobile, afin que le participant la prenne d'avantage en compte.

Concernant la réalisation du projet tutoré, c'est un projet intéressant qui permet la mise en pratique des connaissances que nous avons pu acquérir lors de nos années universitaires. Effectivement, le projet étant pluridisciplinaire plusieurs de nos compétences ont été requises. Par exemple, nos compétences en programmation ont été nécessaires dans la mise en oeuvre de l'expérience. Les cours de méthodologie expérimentale que certaines ont pu suivre lors de leurs études ont également été utiles pour mettre au point le protocole expérimental. Les notions acquises lors des cours de philosophie ont aussi été essentielles pour la compréhension du sujet.

Néanmoins, la présence de nos tuteurs ainsi que le fait de se trouver au sein d'une équipe interdisciplinaire se sont avérés essentiels et bénéfiques pour mener à bien notre projet. Effectivement, chaque membre de l'équipe PsyPhINe est spécialisé dans un domaine : psychologie, philosophie, informatique ou neurosciences. Si nous rencontrions un problème, une difficulté qui concernait un de ces domaines nous pouvions trouver de l'aide au sein de l'équipe. Ainsi, pour la conception du questionnaire nous avons pu compter sur l'aide de notre encadrant, Frédéric Verhaegen, docteur en psychologie. Concernant l'informatique nous avons pu bloquer sur des méthodes qui nous étaient inconnues et qui pourtant étaient nécessaires pour notre projet. Mais grâce à l'aide reçue par les membres informaticiens de l'équipe, Yann Boniface, Amine Boumaza, Alain Dutech, nous avons pu résoudre nos problèmes.

VIII. Références

Spion. (2012, 12 avril). Pinokio, la lampe Pixar en vrai. [Vidéo en ligne]. Repéré à http://www.dailymotion.com/video/xvlsy3_pinokio-la-lampe-http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Wisconsin_card_sorting_test&oldid=113251665.
[pixar-en-vrai_tech](#)

Tangram. (2015, avril 29). Wikipédia, l'encyclopédie libre. Page consultée le 13:15, mai 15, 2015 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Tangram&oldid=114569828>.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 433-460.

Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45.

Wisconsin card sorting test. (2015, mars 25). Wikipédia, l'encyclopédie libre. Page consultée le 13:17, mai 15, 2015 à partir de http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Wisconsin_card_sorting_test&oldid=113251665.

IX. Annexes

A. Fiche de présentation



Fiche de présentation : TangriAm

Dans le cadre d'une expérience en intelligence artificielle, nous souhaitons modéliser un comportement optimal dans la réalisation d'une tâche mnésique et visuo-spatiale. C'est pourquoi nous vous proposons de participer à une expérience de résolution du tangram.

Cette expérience durera 45 minutes pendant lesquelles vous serez amené à reformer des dessins de bases du jeu du tangram et au cours desquelles vous serez filmé. L'expérience n'exige aucune connaissance préalable du jeu. A l'issue de l'expérience, nous vous demanderons de remplir un questionnaire.

Vous êtes majeur, vous êtes curieux et souhaitez participer à une expérience innovante dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Nous vous proposons de nous rejoindre :

- à L'IUT Charlemagne (2 Bd Charlemagne à Nancy)
- Le 12 ou le 13 mai

Si vous êtes intéressé, merci de nous envoyer un mail avec vos nom, prénom, mail, ainsi que vos disponibilités à l'adresse suivante :

tangriamPsyphine@gmail.com

Les 30 candidats sélectionnés aléatoirement seront recontactés afin de préciser les heures de passages.

Cette expérience est conduite dans le cadre d'un projet tutoré en première année de master Sciences Cognitives et Applications de l'Université de Lorraine, et du projet PsyPhlNe (MSH Lorraine).

Anaëlle Carrignon, Sarah Dehecq, Juliette Krebs.

B. Consignes participant

Vous avez devant vous un tangram ainsi qu'un ordinateur. Vous devez réaliser les dessins qui seront affichés sur l'écran de l'ordinateur pendant quelques secondes en utilisant le tangram. Il y a 8 dessins possibles à réaliser, le but étant pour chaque dessin d'avoir le meilleur score.

Vous n'êtes pas chronométrés pour effectuer cette tâche, vous pouvez donc disposer de tout le temps nécessaire pour réaliser le dessin.

Chaque dessin sera affiché pendant 5 secondes au début de l'essai. Si vous souhaitez revoir le dessin, appuyez sur la touche ESPACE (l'image réapparaîtra pendant 2 secondes).

Si vous le souhaitez, que vous ayez fini ou non le dessin, appuyez sur la touche entrée pour passer au dessin suivant. Vous ne pouvez pas revenir au dessin précédent.

Les règles sont les suivantes :

- 1 - Vous commencez avec un score de 5
- 2 - Chaque appui sur la touche ESPACE pour faire réapparaître l'image diminue votre score de 1
- 3 - Si votre dessin est incorrect, votre score final sera de 0, quel que soit le nombre d'appui sur ESPACE
- 4 - Votre but est d'obtenir un score maximal

Si votre dessin est correct, votre score final est de 5 moins le nombre d'appuis sur la touche ESPACE. S'il n'est pas correct, votre score est de 0.

C. Consignes expérimentateur

Le sujet doit réaliser un motif grâce aux pièces du tangram. Vous devrez faire réagir la lampe à chaque fois que le sujet pose une pièce, le but étant que la lampe aide ou non le sujet à effectuer la tâche en ayant des réactions prédéfinies (vert pour le consentement, rouge pour le mécontentement, voir les paramètres des comportements).

L'expérience sera composée de plusieurs niveaux de difficulté et de trois conditions :

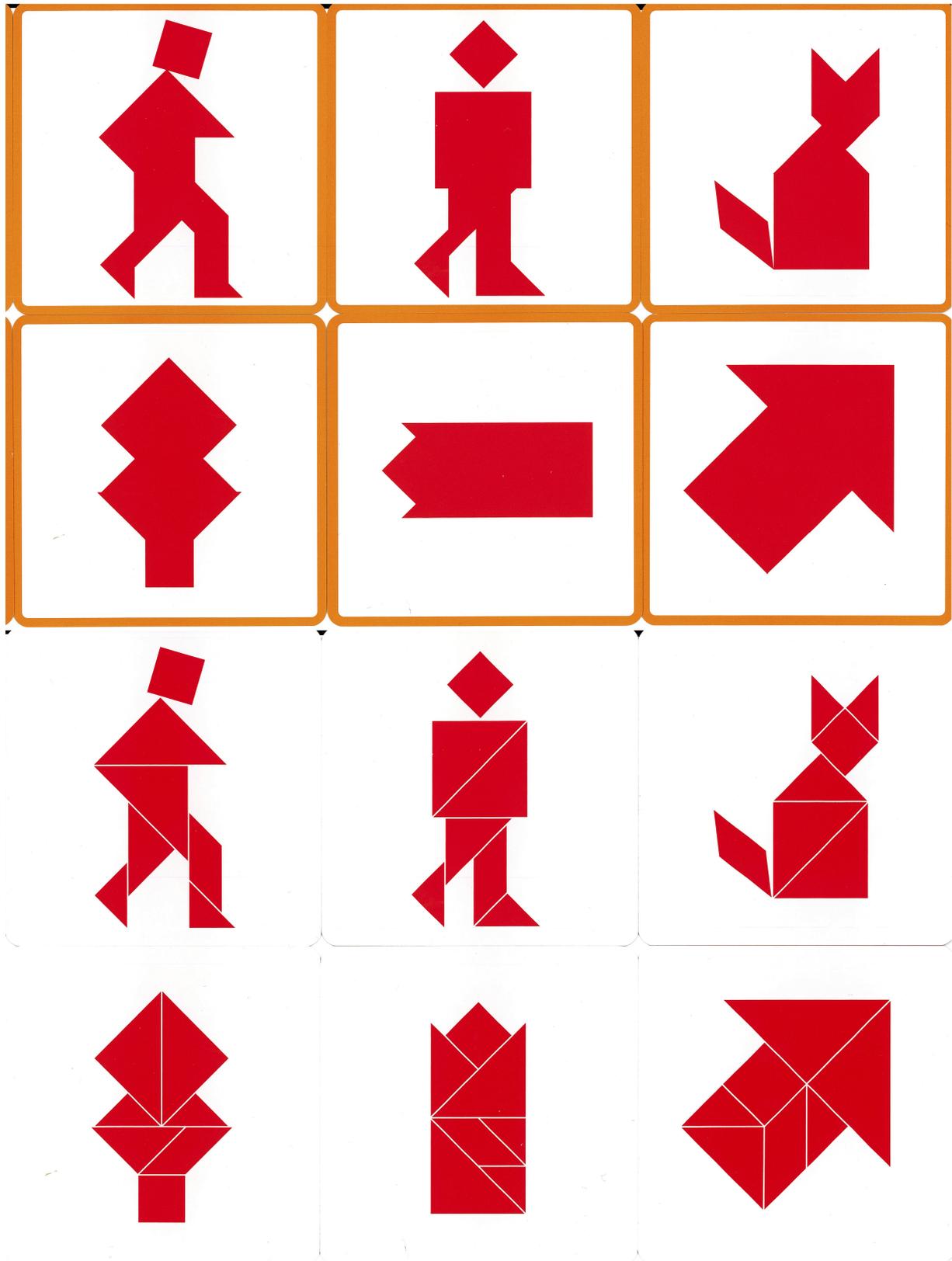
- la lampe répond en aléatoire
- la lampe répond par des comportements d'aide
- la lampe répond par des comportements d'aide puis de moquerie

Le premier niveau sert de découverte de la pièce et des éléments (tangram et lampe). Ensuite le participant devra réaliser des figures de plus en plus compliquées à partir du tangram. Le principe étant qu'au fur et à mesure, il ne puisse pas réussir les figures sans l'aide de la lampe.

Votre rôle sera de faire réagir la lampe face au choix du sujet, en fonction du groupe auquel il appartient :

- si vous faites passer le groupe en condition aléatoire vous utiliserez le bouton aléatoire
- si vous faites passer le groupe aide vous utiliserez les différents boutons de haut et bas niveau dans le but d'aider le participant à réaliser les figures
- si vous faites passer le groupe aide puis moquerie : vous devrez dans un premier temps aider le participant pour qu'il ait confiance en vous pour ensuite l'induire en erreur. Vous utiliserez tous les comportements que vous désirez.

D. Images du jeu de tangram



E. Notice d'information du participant

Maison des Sciences de l'Homme Lorraine USR CNRS 3261

Projet PsyPhINE - TangrIAM

NOTICE D'INFORMATION

Vous êtes invité(e) à participer à une recherche intitulée « *TangrIAM* ».

Avant d'accepter d'y participer, il est important que vous preniez le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent. Le présent document vous renseigne sur les modalités de ce projet de recherche. S'il y a des mots que vous ne comprenez pas, n'hésitez pas à poser des questions.

Afin d'éclairer votre décision concernant l'étude pour laquelle nous souhaitons votre participation volontaire :

Cette recherche interdisciplinaire s'effectue dans le cadre du projet de recherche PsyPhINE, MSH Lorraine de l'Université de Lorraine (promoteur de l'étude) avec pour investigateurs principaux Anaëlle Carrignon, Juliette Krebs et Sarah Dehecq, étudiantes en Master 1 sciences cognitives et applications (SCA, Université de Lorraine), et pour encadrant Manuel Rebuschi, Yann Boniface, Amine Boumaza, Alain Dutech, Frédéric Verhaegen.

De manière générale, cette recherche a pour objectif l'accroissement des connaissances sur les concepts de cognition, d'émotion, et d'intentionnalité via l'élaboration d'une méthodologie issue de la rencontre de différentes disciplines (Informatique, neurosciences, philosophie et psychologie). Pour ce faire, nous mettons en place un dispositif permettant d'observer la manifestation des émotions au cours de la réalisation d'une tâche cognitive mnésique et visuo-spatiale (ici la résolution du tangram) en fonction de son niveau de difficulté. C'est la raison pour laquelle nous souhaitons filmer cette recherche. La présente étude est sans bénéfice individuel direct mais les connaissances qu'elle apportera seront utilisées dans le cadre de la modélisation en intelligence artificielle.

L'étude sera réalisée chez 30 volontaires âgés de 18 à 65 ans. Elle comporte une session de quarante cinq minutes environ composée de deux parties :

1. La première partie consiste en la résolution d'une tâche cognitive (résolution du Tangram) au cours de laquelle vous êtes filmé(e)s à des fins de recherche.
2. La deuxième partie consiste en un recueil de données par questionnaire.

Cette recherche ne comporte aucun risque ou contrainte particulière. Des protections seront apportées pour garantir le caractère privé de vos réponses au questionnaire. Vos nom et prénom ne serviront pas à identifier ledit matériel.

Vous ne percevrez aucune indemnité. Vous pourrez à tout moment vous retirer de l'étude quelle qu'en soit la raison et ce retrait n'aura aucune conséquence. Votre participation à cette recherche est volontaire. Vous avez le droit de refuser d'y participer. A l'issue de la recherche, vous pourrez être informé de ses résultats globaux.

Vous pouvez à tout moment demander des informations aux investigateurs principaux de la recherche à l'adresse mail suivante : tangriamPsyphine@gmail.com

F. Consentement du participant

FORMULAIRE DE RECUEIL DE CONSENTEMENT A LA FIXATION, REPRODUCTION ET EXPLOITATION DE L'IMAGE OU D'UN AUTRE ATTRIBUT DE LA PERSONNALITE

De : M^{me}, M.

Nom :

Prénom :

Adresse :

Dans le cadre de la recherche intitulée « *TangrIAm* » qui sera filmée au cours de son déroulement, les investigateurs m'ont proposé de procéder à l'enregistrement vidéo de la recherche.

J'ai reçu **oralement et par écrit** toutes les informations nécessaires pour comprendre l'intérêt et le déroulement de l'étude dont l'enregistrement vidéo. J'ai pu poser toutes les questions nécessaires à la bonne compréhension de ces informations et j'ai reçu des réponses claires et précises. J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant entre les informations reçues et ce consentement avant de prendre ma décision.

En foi de quoi **j'autorise les investigateurs principaux, dans le strict cadre de l'activité de recherche précitée et pour un usage scientifique à me filmer et à enregistrer ma voix lors de la recherche.**

Ces images sont exploitées par les personnes habilitées à effectuer la recherche. Il ne sera fait aucune exploitation commerciale de ces images qui ne pourront donner lieu à aucune rémunération.

Cette autorisation est consentie dans les strictes conditions suivantes :

- diffusion à but : scientifique et pédagogique
- sur les supports suivants :
 - Ⓞ Diffusion et exploitation restreinte aux chercheurs
 - Ⓞ Diffusion sur Internet et accessible à tous
- Pendant une durée illimitée

La présente autorisation est consentie à titre gracieux. A ma demande, je peux obtenir toute information complémentaire auprès des investigateurs principaux. Je serai informé(e) de toute nouvelle information durant l'étude, susceptible de modifier ma décision. Toute autre exploitation ou utilisation de mon image ou de tout autre attribut de ma personnalité devra faire l'objet d'un nouvel accord.

La présente autorisation est délivrée en deux exemplaires, dont le premier me sera remis et le second sera conservé par la MSH Lorraine.

Sous réserve du respect de l'ensemble de ces conditions, je délivre mon consentement libre et éclairé.

Fait à le en 2 exemplaires

Signatures :

Le participant

Les investigateurs principaux

FORMULAIRE DE RECUEIL DE CONSENTEMENT DE PARTICIPATION A LA RECHERCHE

Je, soussigné déclare accepter, librement, et de façon éclairée, de participer à l'étude intitulée : « *TangrIAM* ».

Encadrant: Manuel Rebuschi, Yann Boniface, Amine Boumaza, Alain Dutech, Frédéric Verhaegen.

Promoteur: MSH Lorraine, Université de Lorraine, 91 Avenue de la Libération, 54000 Nancy

Investigateurs principaux: Anaëlle Carrignon, Juliette Krebs et Sarah Dehecq, étudiantes en Master 1 sciences cognitives et applications (SCA, Université de Lorraine)

But de l'étude: Elle vise l'accroissement des connaissances sur les concepts de cognition, d'émotion et d'intentionnalité via un dispositif permettant d'observer la manifestation des émotions au cours de la réalisation d'une tâche cognitive. Ces connaissances seront utilisées dans le cadre de la modélisation en intelligence artificielle.

Engagement du participant: L'étude comporte une session composée de deux parties. La première va consister en la réalisation d'une tâche cognitive (résolution du Tangram) et la deuxième va consister en un recueil de données par questionnaire.

Engagement des investigateurs principaux: en tant qu'investigateur principaux, ils s'engagent à mener cette recherche selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de la recherche et à assurer la confidentialité des informations recueillies. Ils s'engagent à fournir aux participants tout le soutien permettant d'atténuer les effets négatifs pouvant découler de la participation à cette recherche.

Liberté du participant: le consentement pour poursuivre la recherche peut-être retiré à tout moment sans donner de raison et sans encourir aucune responsabilité ni conséquence. Les réponses aux questions ont un caractère facultatif et le défaut de réponse n'aura aucune conséquence pour le sujet.

Information du participant: le participant a la possibilité d'obtenir des informations supplémentaires concernant cette étude auprès des investigateurs principaux, et ce dans les limites des contraintes du plan de recherche.

Confidentialité des informations: toutes les informations concernant les participants seront conservées de façon anonyme et confidentielle. Le traitement informatique n'est pas nominatif, il n'entre pas de ce fait dans la loi Informatique et Liberté. Cette recherche n'entre pas dans la loi Huriet-Sérusclat concernant la protection des personnes dans la recherche bio-médicale. La participation pour l'expertise ou pour la publication scientifique sera elle aussi anonyme.

Déontologie et éthique: le promoteur et les investigateurs principaux s'engagent à préserver absolument la confidentialité et le secret professionnel pour toutes les informations concernant le participant (titre I, articles 1,3,5 et 6 et titre II, articles 3, 9 et 20 du code de déontologie des psychologues, France).

Fait à le en 2 exemplaires

Signatures :

Le participant

Les investigateurs principaux

G. Questionnaire

Questionnaire TangriAm

Vous concernant

*Obligatoire

1. Age *

.....

2. Sexe *

Plusieurs réponses possibles.

F

M

3. Situation familiale

Une seule réponse possible.

Célibataire

En couple

Autre

4. Statut professionnel

Une seule réponse possible.

Salarié

Etudiant

Sans emploi

5. Niveau d'étude *

Une seule réponse possible.

CAP, BEP

Baccalauréat

bac +2

Licence

Master

Doctorat

Autre :

6. **1. Avant cette expérience, aviez-vous déjà connaissance du jeu du tangram ? ***

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

7. **2. Avant cette expérience, aviez-vous déjà joué à ce jeu ? ***

Plusieurs réponses possibles.

- jamais
 rarement
 parfois
 souvent
 très souvent

8. **3. Quel degré de difficulté attribueriez-vous à la résolution de la tâche ? ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
Très facile	<input type="radio"/>	Très difficile						

9. **4. Pour réaliser la tâche, mon activité mentale et perceptive (par exemple, réfléchir, décider, chercher, etc) a été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
très peu sollicitée	<input type="radio"/>	très fortement sollicitée						

10. **5. L'effort de mémorisation que j'ai du fournir pour réaliser la tâche a été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
faible	<input type="radio"/>	fort						

11. **6. Mes capacités de mémoire ont été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
largement insuffisantes	<input type="radio"/>	largement plus importantes que nécessaire						

12. **7. L'effort attentionnel que j'ai du fournir pour réaliser la tâche a été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
faible	<input type="radio"/>	fort						

13. **8. Mes capacités attentionnelles ont été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
largement insuffisantes	<input type="radio"/>	largement plus importantes que nécessaire						

14. **9. Globalement, j'estime que ma performance dans la réalisation de la tâche a été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
pas satisfaisante du tout	<input type="radio"/>	très satisfaisante						

15. **10.a. Dans la réalisation de ma tâche, ma frustration a été ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
pas élevée du tout	<input type="radio"/>	très élevée						

16. **10.b. et selon, pourriez-vous en indiquer la source ?**

.....

.....

.....

.....

.....

17. **11. Parmi les émotions listées ci-dessous, lesquelles avez-vous pu éventuellement éprouver ? ***

Plusieurs réponses possibles.

- joie
- surprise
- peur
- colère
- dégoût
- tristesse
- aucune

18. **12. Au cours de cette expérience, dans quelle mesure avez-vous prêté une attention à la lampe ? ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
attention peu élevée	<input type="radio"/>	attention très élevée						

19. **13.a. Les comportements de la lampe vous ont-ils surpris ? ***

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
- Non

20. **13.b. Si oui, pour quelles raisons ?**

.....

.....

.....

.....

.....

21. **14. Les comportements de la lampe, dans la réalisation de la tâche, ont été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
aucunement perturbant	<input type="radio"/>	très perturbants						

28. **20. Si vous deviez compter sur un soutien de la lampe pour résoudre la tâche, votre confiance serait-elle : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
très faible	<input type="radio"/>	très forte						

29. **21. Selon vous, quel type d'agent était aux commandes de la lampe ? ***

Plusieurs réponses possibles.

- agent humain aux commandes
- agent artificiel (logiciel, programme) aux commandes

30. **22. Dans cette expérience, ce que vous avez aimé ***

Décrivez

.....

.....

.....

.....

.....

31. **23. Dans cette expérience, ce que vous n'avez pas aimé ***

Décrivez

.....

.....

.....

.....

.....

32. **24. Enfin et pour terminer, avez-vous trouvé un autre sens à cette expérience de résolution du tangram et si oui, lequel ? ***

.....

.....

.....

.....

.....

22. **15.a. Dans quelle mesure pensez-vous avoir utilisé la lampe pour la résolution de la tâche ? ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
jamais	<input type="radio"/>	tout le temps						

23. **15.b. Si oui, comment ?**

.....

.....

.....

.....

.....

24. **16. L'aide que j'ai reçue de la lampe pour mener à bien ma tâche a été : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
inutile	<input type="radio"/>	utile						

25. **17. Les comportements de la lampe pour réaliser la tâche, ont été : ***

Une seule réponse possible.

		1	2	3	4	5	6	7	
aucunement aidant	<input type="radio"/>	très aidants							

26. **18. Si vous deviez attribuer un degré d'"intelligence" à la lampe, quel serait-il : ***

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	
très faible	<input type="radio"/>	très élevé						

27. **19. Comment qualifieriez-vous les comportements de la lampe ? ***

Décrivez

.....

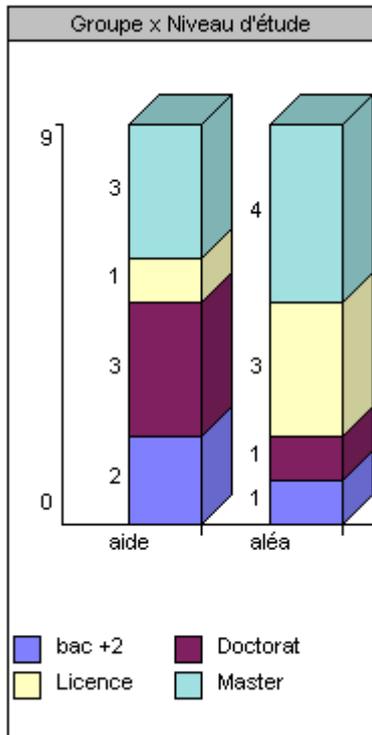
.....

.....

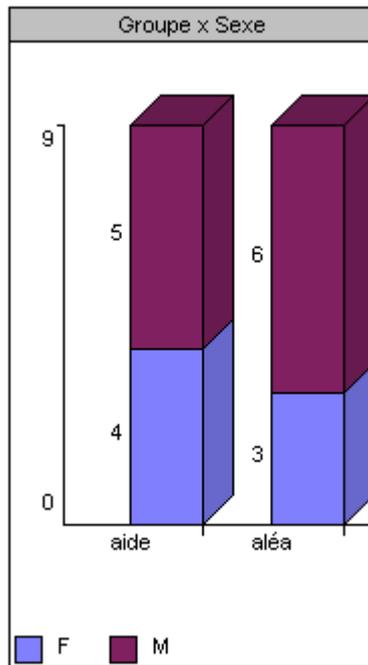
.....

.....

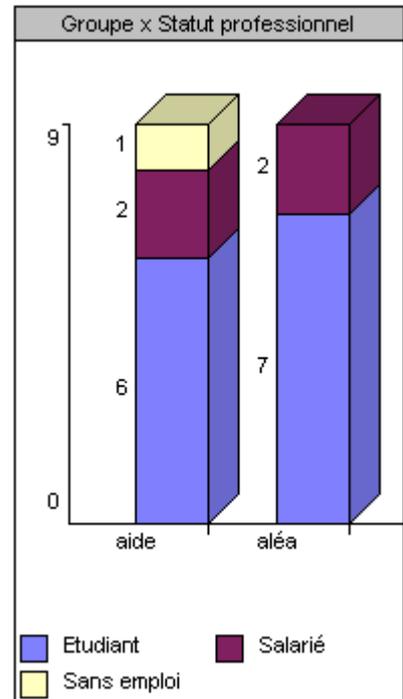
H. Graphiques



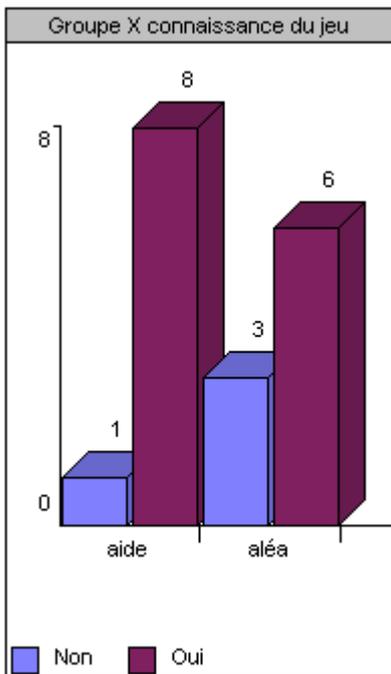
17. Illustration: Le groupe en fonction du niveau d'étude



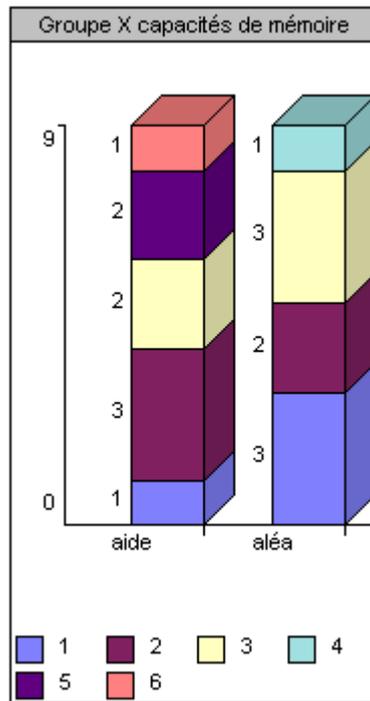
18. Illustration: Le groupe en fonction du sexe (M : masculin, F : féminin)



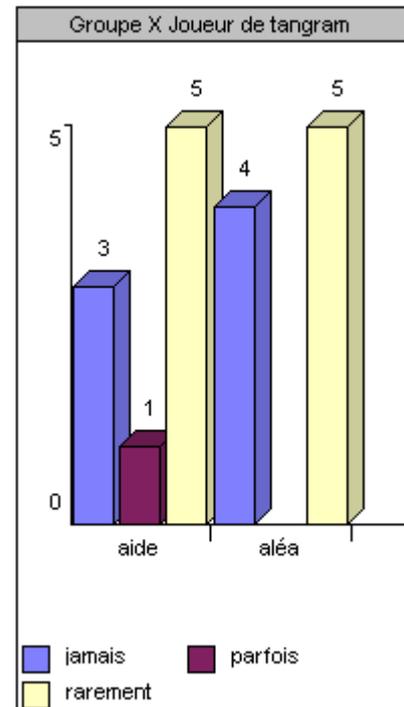
19. Illustration: Le groupe en fonction du statut professionnel



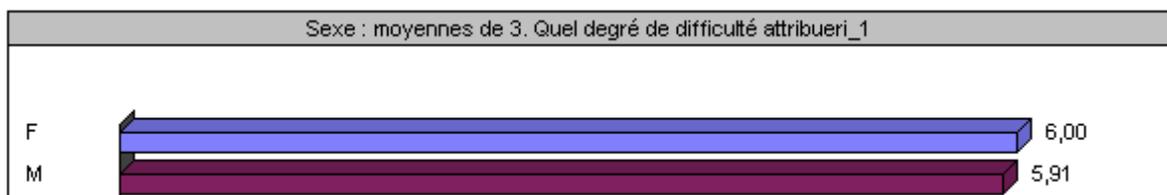
21. Illustration: Le groupe en fonction de la connaissance du jeu du tangram



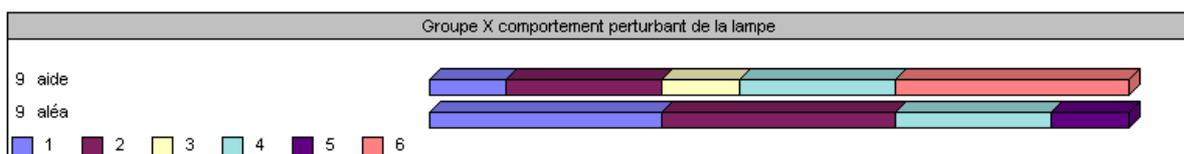
20. Illustration: Capacités de mémoire (1 : largement insuffisantes, 7 : largement plus suffisantes que nécessaires) en fonction des groupes



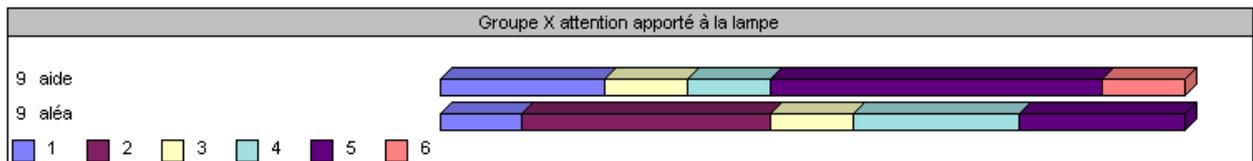
22. Illustration: Fréquence de jeu du tangram en fonction du groupe



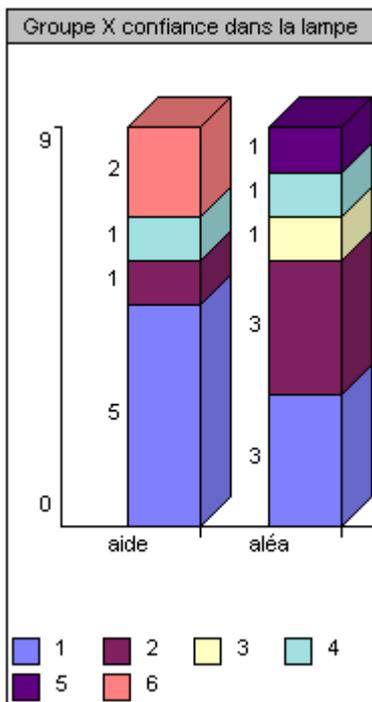
23. Illustration: Le sexe en fonction du degré de difficulté (1 : très facile, 7 : très difficile)



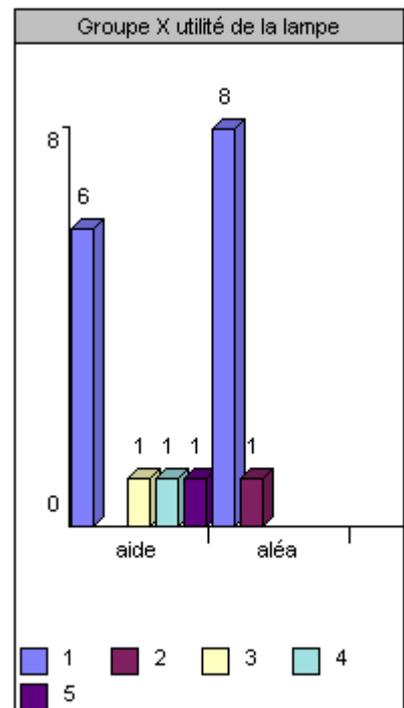
24. Illustration: Degré de perturbation du comportement de la lampe (1 : aucunement perturbant, 7 : très perturbant) en fonction du groupe



25. Illustration: Degré d'attention porté à la lampe en fonction du groupe (1 : attention peu élevée, 7 : attention très élevée)



26. Illustration: Degré de confiance attribué à la lampe en fonction du groupe (1 : très faible, 7 : très fort)



27. Illustration: Degré d'utilisation de la lampe en fonction du groupe (1 : jamais utilisé, 7 : toujours utilisé)