

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
MASTER — INFORMATIQUE
2015-2016

INITIATION A LA RECHERCHE **ROBOT INMOOV**

*Rapport pour le
Master I — Informatique*

MESSIEURS

HONION Jeffrey
VOISIN Alexis

RESPONSABLE

IVALDI Serena
CHARPILLETT François
EQUIPE LARSEN



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

inria
INVENTEURS DU MONDE NUMÉRIQUE

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.....
II. METHODOLOGIE.....
1. <i>L'ASSEMBLAGE.....</i>
2. <i>LA PROGRAMMATION ET L'ÉLECTRONIQUE.....</i>
3. <i>ÉVALUATION DU COMPORTEMENT ET DES RÉACTIONS.....</i>
III. RESULTATS.....
1. <i>AVANCEMENT DU PROJET ET RÉSULTATS FINAUX.....</i>
2. <i>LES POINTS DIFFICILES.....</i>
3. <i>LA VALLÉE DÉRANGEANTE.....</i>
IV. DEBAT.....
V. CONCLUSION.....
VI. REFERENCE.....
VII. ANNEXES.....

I. INTRODUCTION

Dans le cadre de notre Cursus, nous participons à une unité appelée Initiation à la Recherche (IR) qui est suivie tout au long de notre second semestre. Elle est, comme son nom l'indique, une unité basée autour de la problématisation d'un sujet choisi en rapport avec notre cursus, à savoir, l'informatique. Dans le cadre de cette unité, nous devions choisir cinq sujets qui nous plaisaient parmi une trentaine pour au final travailler sur l'un des sujets choisis, nous avons obtenus le sujet suivant : "*Assemblage du robot InMoov et réalisation d'une démonstration du robot*".

Ce sujet consiste dans un premier temps à l'assemblage du Robot InMoov, les pièces nous étant fournies dans le laboratoire de l'équipe *LARSEN*. Il nous est donc demandé de suivre les instructions de montage disponibles dans la manuel d'installation du robot situé à l'adresse suivante : <http://inmoov.fr/build-yours/>. Dans un second temps, ce sujet consiste en la mise en place des fonctions du Robot, à savoir les mouvements du Robot en programmant certains modules. Puis enfin de terminer par une démonstration de ce dernier et de recueillir les réactions des observateurs vis à vis de leur découverte avec le robot.



*InMoov
Un robot proche de l'humain*

Le robot InMoov étant à taille humaine et ayant un aspect très proche de l'humain sous certains aspects, il est parfaitement adapté pour explorer les réactions des personnes au comportement et l'aspect étrange/dérangeant du robot. C'est ce qu'on appelle "**la vallée dérangeante**" ("Uncanny Valley", qui est une théorie scientifique du roboticien japonais Masahiro Mori, publiée pour la première fois en 1970), qui, selon laquelle, plus un robot androïde est similaire à un être humain, plus ses imperfections nous paraissent dérangeantes voir monstrueuses et fait apparaître un sentiment d'angoisse et de malaise. Nous y reviendrons donc en détail.

II. METHODOLOGIE

1. L'assemblage

Comme expliqué en introduction, notre première tâche fut l'assemblage du Robot InMoov. Dans son assemblage final, InMoov pèse approximativement 14kg pour une taille similaire à celle d'un adulte. Pour des contraintes de temps, son assemblage nous est limité aux mains, bras, épaules, tête, cou et haut du torse, concentrant la majorité de ses mouvements et donc nécessaire à notre recherche. Sa structure étant entièrement réalisée à partir de pièces imprimée en 3D, notre tout premier réflexe fut donc d'établir un inventaire des pièces manquantes/acquises.

Inventaire consultable ici en ligne à cette adresse :

<https://github.com/serena-ivaldi/InMoov/blob/master/Inventaire.txt>

Au total nous comptons 157 pièces 3D mais également 20 servomoteurs et 2 Arduino sur lesquels nous reviendrons en détails.



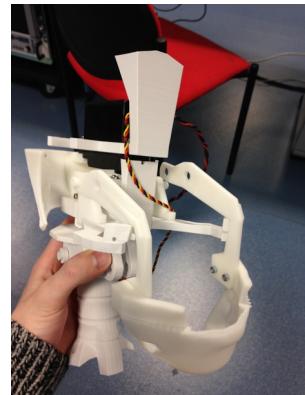
*L'inventaire,
La première tâche*

Après avoir signalé les pièces manquantes, nous avons donc commencé l'assemblage et enchaîné sur la partie où nous possédions le moins de pièces manquantes afin de ralentir au minimum notre progression, c'est à dire la tête :

Composée de 2 servomoteurs pour le mouvement des yeux, 1 pour la mâchoire, 1 pour le mouvement horizontal et 1 pour le mouvement vertical mais aussi de 2 caméras Hercules HD Twist pour la vue, la tête est de loin la partie qui nous a demandé le plus de temps. En effet, étant la première partie que nous avons réalisé, nous découvrions les servomoteurs et leur fonctionnement, bien que pas compliqué. La pose des yeux fut aussi assez complexe, les caméras étant assez fragiles, et leur pose et alignement délicats.



Nous démontons la caméra Hercules afin d'en récupérer le circuit

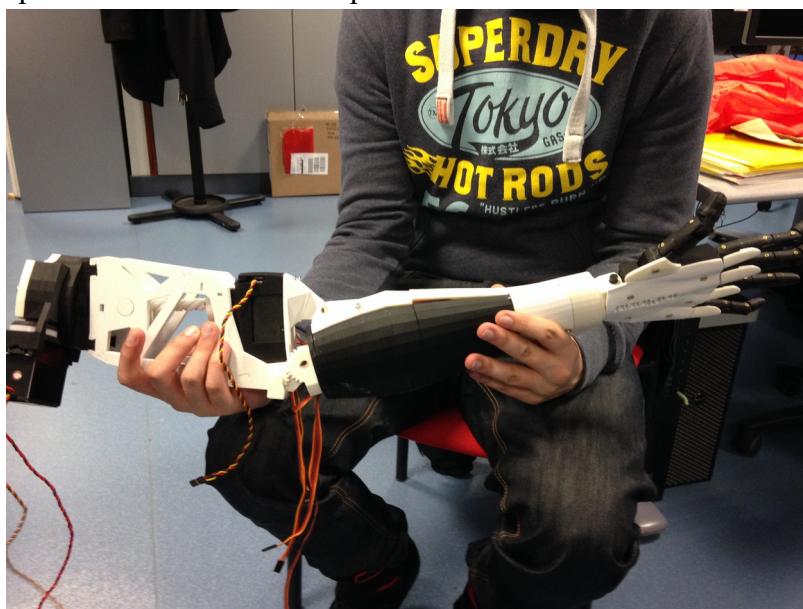


Le devant de la tête en début d'assemblage

Nous avons terminé par poser les pièces de la partie crânienne et de la mâchoire, qui ne fut pas une simple affaire, puisque certaines pièces ne correspondaient pas au niveau de l'impression 3D (nous y reviendrons dans les difficultés rencontrées).



Nous nous sommes donc tournés ensuite vers les épaules et bras. Chaque main contient 5 servomoteurs pour respectivement l'articulation de chaque doigt, ainsi qu'un sixième servomoteur pour la rotation du poignet. Les 2 servomoteurs présents dans chaque épaule permettent d'obtenir la rotation du bras mais également un mouvement vertical. Un dernier servomoteur a été placé au niveau du coude pour l'articulation de ce dernier.



Le bras droit assemblé

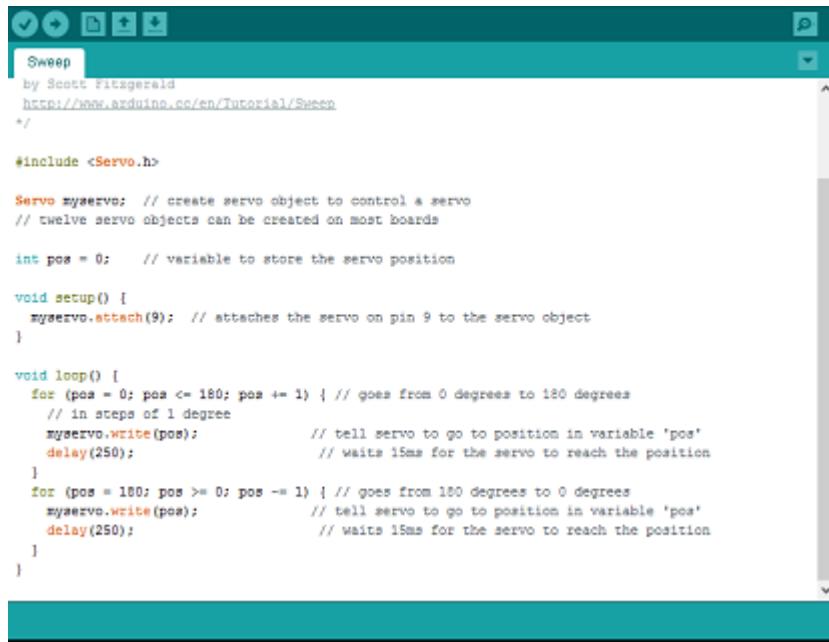
Puis nous avons terminé par l'assemblage du haut du torse seulement, qui nous a permis de faire le lien entre les parties précédentes.

L'assemblage nous aura donc pris une grande partie de notre temps disponible pour cette unité de recherche.

2. La programmation et l'électronique

Concernant cette partie, comme vous pouvez l'imaginer, nous n'avons pu commencer immédiatement, il était nécessaire d'avancer un minimum dans la construction du robot et avoir mis en place quelques moteurs afin de pouvoir nous essayer à l'utilisation des cartes Arduino, elles permettent en plus de programmer des fonctions simples pour notre robot, d'essayer les moteurs afin d'assurer leur fonctionnement. En effet, les moteurs ne sont pas forcément bien placés à l'intérieur de la structure, il est préférable de vérifier au préalable afin de ne pas devoir à démonter quelques pièces afin de procéder au changement d'un moteur.

Voici un exemple de programme pouvant s'exécuter avec les cartes Arduino à notre disposition et du branchement d'un moteur à cette dernière:



The screenshot shows the Arduino IDE interface with a sketch titled "Sweep" by Scott Fitzgerald. The code is as follows:

```
#include <Servo.h>

Servo myservo; // create servo object to control a servo
// twelve servo objects can be created on most boards

int pos = 0; // variable to store the servo position

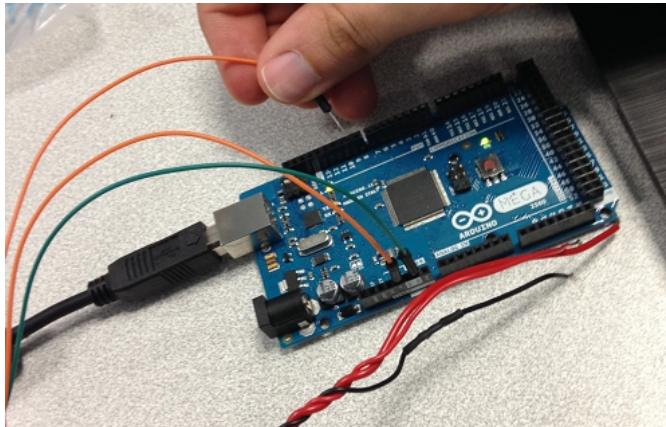
void setup() {
  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(250); // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(250); // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
}
```

Ce programme nous permet de faire tourner le moteur jusqu'à 180° depuis sa position initial, nous avons aussi une fonction nous permettant de régler la vitesse de rotation du moteur en quelque sorte, qui est `delay(int millisec)`.

Comme vous pouvez le voir ce n'est pas un programme très compliqué (de plus il est fournis par Arduino), bien entendu ce code n'est pas représentatif du code complet pour le fonctionnement du robot, ce n'est qu'un programme permettant d'essayer le fonctionnement des différents moteurs dans notre cas, nous n'allons donc pas nous attarder sur cette partie plus longtemps, cette parenthèse est juste là pour montrer ce à quoi ressemble l'interface Arduino, le langage utilisé et de donner un exemple.

Nous avons essayé cette fonction pour les doigts, les bras ainsi que la tête et nous avons obtenu des résultats concluants qui nous rassure dans l'avancée de la construction du robot.



Nous devons connecter le moteur et la carte à l'aide de trois fils que l'on doit brancher à des bornes précises, ici ce sont les bornes GND (qui représentera donc la Terre), 5V et la branche 9 comme nous pouvons le voir ci-dessus.

3. Évaluation du comportement et des réactions

Lors de notre premier compte rendu il était trop tôt pour pouvoir prédire la réaction des personnes qui verraient le robot, mais nous avions déjà pu recevoir quelques réactions des personnes du laboratoire dans lequel nous construisions le robot.

Nous avions remarqué qu'il attisait la curiosité de toutes personnes entrant dans le laboratoire, ces personnes approchaient pour nous poser quelques questions sur son utilité ou encore ce à quoi il ressemblerait une fois fini, mais nous avions aussi eu des personnes nous disant qu'elles étaient plutôt effrayées à sa vue, surtout au niveau de la tête et du cou.

Nous avions déjà pu recueillir quelques réactions là où nous en étions, nous attendions donc d'avancer plus sur la construction de l'InMoov pour voir si les réactions changeraient ou au contraire resteraient les mêmes (notamment les personnes qui nous ont dit être un peu effrayé par ce robot).

Et donc quelques temps après notre présentation, le robot a bien changé, les bras et la tête terminée sont attachés au torse. Et comme nous l'imaginions, les réactions des gens qui nous disaient être effrayés par le robot n'ont pas changé, ce sentiment a pour certain empiré et sont un peu plus effrayés. Une personne nous a confié, au cours de son premier contact avec le

robot, être effrayée mais aussi dérangée par l'apparence de ce dernier mais comme les pièces n'étaient pas assemblées et pas terminées, ses sentiments étaient moindres selon les parties ; lorsque qu'elle l'a revu, ses sentiments ont changé et en quelque sorte, empiré (dans la limite du raisonnable).

Nous avons pu apercevoir aussi que d'autres personnes étaient fascinées et le trouvaient esthétique dans son ensemble. Ces dernières travaillant beaucoup dans le domaine de la robotique et ayant l'habitude de voir de nombreux robots et androïdes, cela les changeaient de voir un robot fait en matières plastiques blanches et noires.

Comme vous pouvez vous en apercevoir nous avons eu plusieurs réactions différentes, c'est ce qui est intéressant ici, de voir le changement de comportement de telle ou telle personne à la vue d'une même chose et si ces sentiments vont perdurer une fois l'effet de surprise passé, c'est à dire lorsque ces personnes seront habituées au robot, ou au contraire rester identiques ou une nouvelle fois changer soit de manière positive ou négative.

Il avait été prévu de placer le robot InMoov dans un lieu fréquent du public, comme notamment le hall d'entrée du LORIA et d'y placer un sondage pour y recueillir la réaction des gens. Malheureusement, en raison de manque de temps, nous n'avons pu le faire.

III. RESULTATS

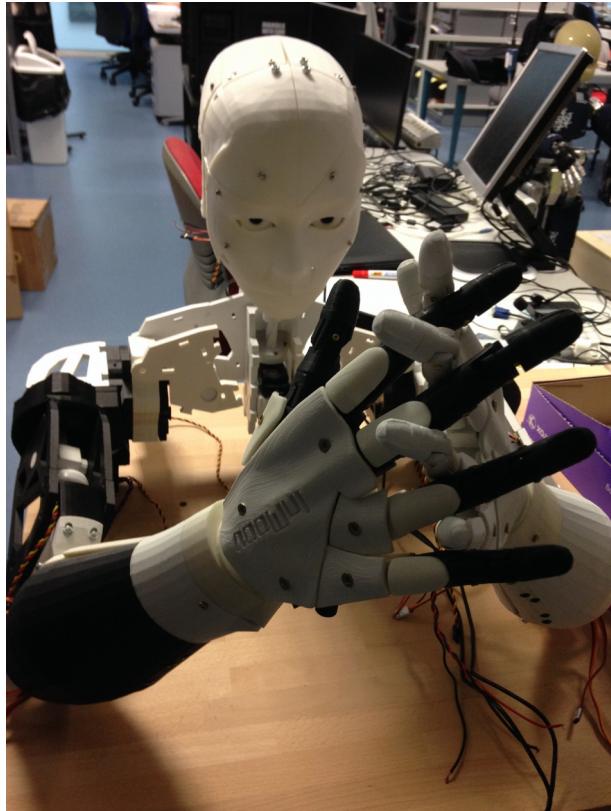
1. Avancement du projet et résultats finaux

Lors de notre première présentation il y a eu bien évidemment des changements entre notre précédent avancement et notre avancement actuel, nous possédions une grande partie de la tête (qui était et reste à ce jour la partie nécessitant le plus de travail) avec le cou, et les bras et mains entièrement fonctionnelles ce qui nous avait permis d'essayer les cartes et le logiciel Arduino afin de faire bouger les mains et doigts ainsi que, comme expliqué auparavant, de recueillir les premières réactions que nous pourrions exploiter afin de comprendre et explorer la "vallée dérangeante". A ce moment nous entamions seulement les épaules afin de pouvoir fixer toute les pièces ensembles (Tête, torse et bras) permettant à Inmoov d'avoir une apparence plus humaine.

Quelque temps après, à l'heure actuelle, nous avons fixé les pièces ensembles, et avons recueillis les ressentis et comportement vis à vis du robot comme expliqué dans la partie précédente.

Cet assemblage aura été intéressant et constructif pour nous, hormis le fait de suivre machinalement un plan fourni. C'est la première fois que nous assemblions quelque chose de la sorte.

La construction de ce dernier aura duré plus longtemps que prévu, nous pensions que cela aurait également été plus simple, ce qui nous a aussi permis de voir que les choses ne suivent pas toujours le déroulement prévu. Hormis une petite difficulté de notre part sur certaines parties qui ne nous paraissaient pas forcément clair aux premiers abords, nous avons également rencontré de nombreuses autres difficultés indépendantes de notre volonté, nous y reviendrons plus tard.



La dernière photo de notre InMoov à ce jour

2. Les points difficiles

Un projet est aussi l'occasion de se confronter à divers problèmes/difficultés mais qui ne sont malheureusement pas toujours simples à contourner. Voici donc quelques points pour lesquels problèmes a rimé avec perte de temps.

Dès notre première séance, l'inventaire nous a posé des soucis. En effet, ce projet a été débuté par une personne extérieur à l'équipe de recherche avant de nous être remis, en effet le projet a été commencé par une autre personne, mais cette dernière n'ayant plus le temps ou plus l'envie de continuer la construction a donné le robot à l'équipe Larsen. Nous avons donc effectué un inventaire sur une multitude de pièces déjà présentes avec certaines déjà pré-assemblées. Et évidemment, identifier certaines pièces dans des assemblages afin de savoir si elle était présente ou non n'a pas été chose facile, tout comme le fait de savoir quelle partie du InMoov concernait l'assemblage. De plus certaines pièces étant abîmées, nous ne savions pas

si elles avaient été jugées aptes à un bon fonctionnement ou si nous devions les refaire. Reprendre un projet en cours et effectuer un inventaire sur tout un Robot n'a donc pas été une chose facile.

Nous en venons à un second point qui est en lien avec des manques de pièces. L'anglais. Nous possédons un niveau correct en anglais mais certains termes mécaniques et électroniques nous ont posé de légers problèmes entraînant donc des incompréhensions sur l'utilité de certaines pièces.

Tous ces manques et oubli de pièces nous ont coûté énormément de temps. Cela nécessitait de faire une impression 3D soit, de 2h à 8h par pièce selon disponibilité de l'imprimante et de la matière 3D. A cela, nous pouvons mentionner l'absence de vis et quelques servomoteurs qui ont été commandé sur un site de vente avec une durée de livraison contraignante.

Dans la continuité du problème des pièces présentes qui n'étaient pas toutes présentes ou dans un état peu qualitatif, le site internet qui nous a servi de guide dans la construction du robot était assez mal fait pour certaines parties, par exemple, pour les yeux, l'inventaire des pièces n'était pas mis à jour entièrement, de ce fait il nous manquait une pièce, que nous avions dû trouver sur un autre site et une fois la pièce imprimée nous nous sommes rendus compte que cette dernière était trop courte pour pouvoir assembler les pièces auxquelles elle était destinée. En effet, si l'inventaire à été plus ou moins mis à jour, le guide d'assemblage non, nous nous retrouvions donc avec des pièces de versions antérieures que celles du guide. Dans certains cas nous avons pu continuer tranquillement notre construction sans trop de problème autre qu'une perte de temps mais dans d'autre cas, nous avions de mauvaises pièces qui ne nous servaient à rien et que nous devions réimprimer, ce qui nous a énormément coûté au niveau du temps.

Un autre problème est arrivé avec l'impression 3D, hormis le temps, la qualité de certaines pièces était discutable. Il n'était plus rare de détériorer ou même casser une pièce en assemblant deux pièces ensemble, sans être brutal, nous devions donc en réimprimer. Lorsqu'il s'agit d'une pièce dont le temps d'impression ne dépasse 10-15 min ce n'est pas dérangeant mais quand il s'agit de pièces pouvant prendre plusieurs heures à être faites, cela devient rapidement handicapant. Plusieurs personnes du laboratoire nous ont d'ailleurs fait des remarques aux sujets de la qualité des pièces. De même on peut se demander si la personne qui a dessiné les pièces à construit le robot elle même par la suite ou si c'est simplement une faute de l'imprimante. Pour plusieurs parties et notamment les épaules nous avons dû reprendre la quasi-totalité des pièces, car nous ne pouvions tout simplement pas assembler les pièces dans l'état où elles étaient, nous avons donc dû en limiter une bonne partie si ce n'est toutes. Et dans plusieurs cas la puissance des moteurs a été source de problème au même titre que les pièces, notamment au niveau de la tête que nous avions du désassembler pour pouvoir les reprendre.

Évidemment, nous avons nous même fait quelques erreurs qui nous ont fait perdre du temps, par exemple nous avions malencontreusement collé des pièces ensembles que nous avions dû casser pour pouvoir les changer, ce fut le cas de la mâchoire notamment.

Le problème majeur autre que ceux cités avant et souligné par des membres du laboratoire vient principalement du père du projet Inmoov Gaël Langevin qui est sculpteur et non roboticien, s'il s'y connaît en sculpture ce n'est pas suffisant pour fabriquer un robot, selon eux si on veut designer un robot esthétique il faut s'y connaître en sculpture mais également et surtout en robotique, ce qui n'est pas forcément le cas de Gaël Langevin.

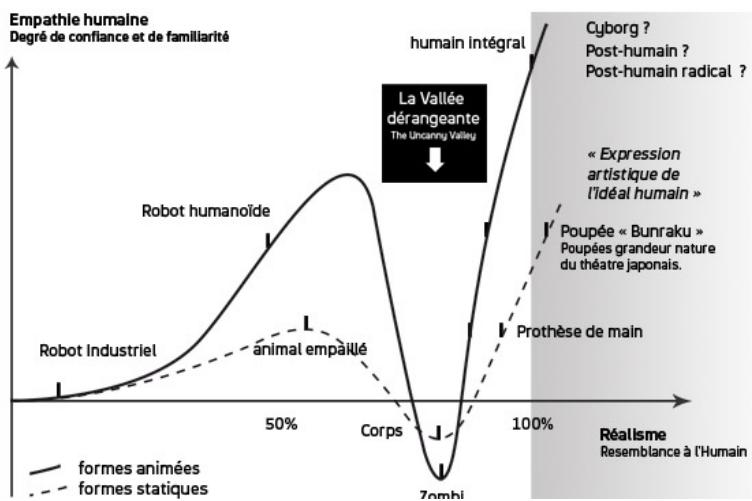
3. La vallée dérangeante

Abordé partiellement en introduction, la vallée dérangeante est une façon de représenter les réactions notamment de rejet/dégoût face à un robot humanoïde, c'est à dire se rapprochant de l'homme. Pour illustrer cela, il nous est déjà tous arrivé de trouver certaines poupées presque dérangeantes de part leur ressemblance quasi parfaite à un enfant. C'est donc exactement ce que décrit la "vallée dérangeante". Nous allons donc à travers divers résultats obtenus lors de démonstration du InMoov, décrypter cette vallée et comprendre un peu mieux ce qui peut-être repoussant ou au contraire attirant pour l'homme chez nos semblables robotiques.

La Vallée dérangeante ou « Vallée de l'inquiétante étrangeté »

Masahiro Mori
Bukini no Tani (La Vallée dérangeante)
1970

La courbe évalue le degré de familiarité de l'être humain face à des formes artificielles qui lui ressemblent de façon croissante. On constate un creux important : La Vallée dérangeante..



Un exemple de ce qui aujourd'hui constitue la vallée dérangeante

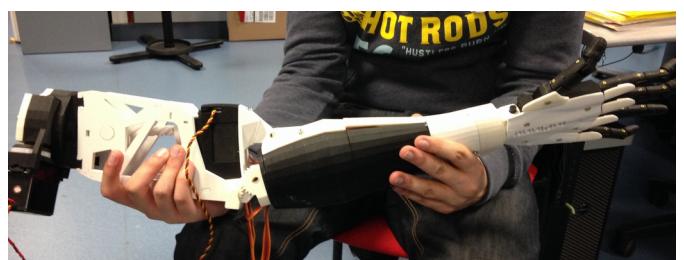
Comme mentionné plusieurs fois, nous avons recueilli divers avis concernant l'aspect et l'apparence du InMoov. Ceux-ci nous permettent donc maintenant d'illustrer un peu mieux cette "vallée dérangeante". En effet, aujourd'hui la vallée dérangeante est décrite et expliquée en utilisant des termes comme " Robot humanoïde " mais il est difficile de se rendre compte à partir de quel moment un robot tombe dans le dérangeant/reposant. Ces avis vont donc nous permettre d'illustrer le schéma précédent.

En effet, découpons cela en plusieurs étapes :

Premièrement, nous avons constaté que diverses parties non assemblées, par exemple la main, intriguaient bien plus que, par exemple, les épaules. L'empathie réduit donc considérablement à la vue de certaines parties robotique humanoïde désassemblées, et inversement réaugmente lorsqu'elles sont assemblées.



Dérangeant



Confiance



En revanche, l'apparence entre en compte. Bien que des parties assemblées dérangent moins que des parties désassemblées, celle-ci peuvent de nouveau entrer dans la vallée dérangeante si la ressemblance avec l'humain est trop prononcé. C'est notamment le cas de l'InMoov ou, en effet, l'apparence physique dérange fortement puisque proche de l'humain comme souvent mentionné par les personnes ayant pu le voir entièrement.

Pour terminer, l'ajout de mouvements et fonctionnalités amplifie ces sentiments. On peut par exemple citer le mouvement des doigts qui reste, avec le mouvement des yeux, les deux fonctionnalités qui sont revenues le plus souvent.

IV. DEBAT

Nous avons au cours de ce projet étudié le phénomène de comportement dérangeant, mais le robot Inmoov peut être utilisé dans d'autres domaines tel que la recherche au service de l'Homme et la société. Des personnes s'en servent notamment pour pouvoir fabriquer des prothèses et d'autres l'utilise notamment pour étudier le comportement des muscles artificiels avec du flexinol, comme alternative aux lourds et bruyants actionneurs utilisés actuellement en robotique(tel que les servomoteurs ou solénoïdes). Le contrôle des mouvements des doigts ne se fera non plus comme on a l'habitude de le voir mais via un électro-encéphalogramme (EEG) Emotiv EPOC (qui est une interface neuronale directe pouvant détecter le conscient humain pour le reproduire) , lequel permet de connaître l'envie d'une personne d'ouvrir ou de fermer la main, à travers d'une interface créée en Processing et Arduino.

Le robot permet aussi de faire de la recherche sur les interactions Homme-Machine, question fondamentale de ces prochaines années. Le robot sera notamment utilisé pour comprendre et améliorer ces derniers. Le choix du robot Inmoov s'est fait suite à deux raisons, la première et que ce robot est un robot open-source, c'est à dire que chaque personne peut participer à son amélioration et la deuxième raison et son faible coût (environ 700€ selon son concepteur).

Le Docteur Murray déclare : « *Si le robot peut être programmé pour comprendre comment les relations d'Homme à Homme commencent et se développent alors, il sera plus facile de planifier la relation Homme / Robot.*»

V. CONCLUSION

L'homme progresse de plus en plus dans le domaine de la robotique notamment aux niveaux des fonctionnalités mais également au niveau de l'apparence. Ce dernier point, qui est souvent plus en retrait lorsqu'on parle de l'évolution robotique, est pourtant un point qui peut remettre en cause la totalité d'un robot de part une apparence considérée comme repoussante pour l'homme.

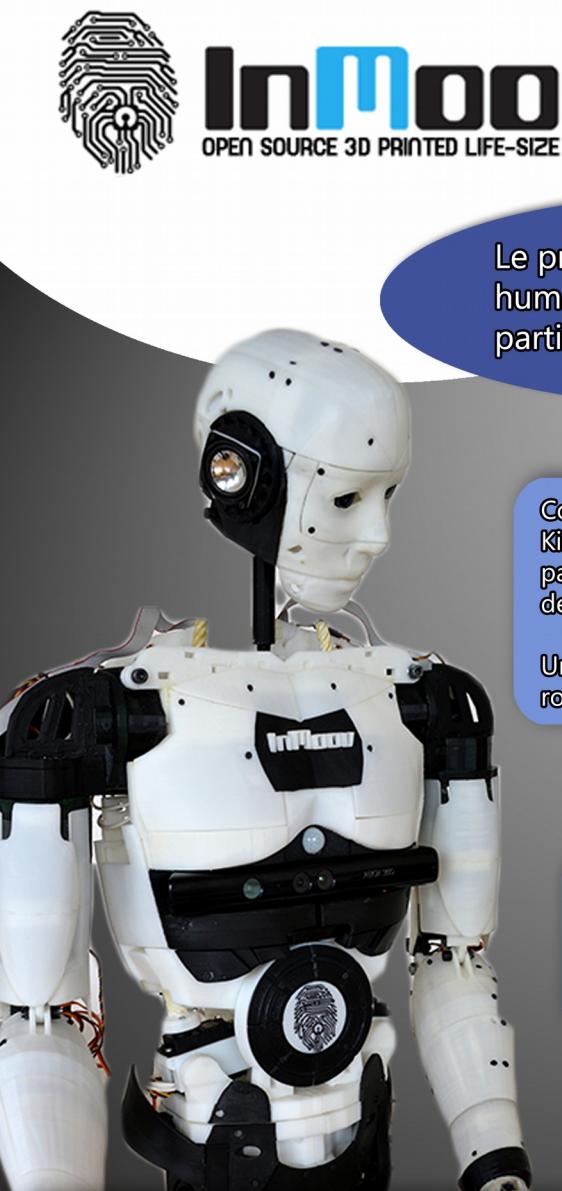
Ce sujet de recherche nous a donc permis, au travers de programmation, mécanique et analyse de résultats durant un semestre entier en compagnie de l'équipe LARSEN, d'explorer cette théorie qu'est la "Vallée dérangeante", d'en tirer au maximum les causes et d'en comprendre les conséquences et réactions sur l'homme, ce qui rentre donc en compte dans l'interaction homme-robot.

Nous tenions également à remercier l'équipe LARSEN pour l'aide qu'elle nous a donné durant tout ce projet.

VI. REFERENCE

- <https://futurscience.wordpress.com/2013/01/21/la-vallee-derangeante-quand-les-robots-mettent-mal-a-laise/>
- http://www.paranormal-encyclopedie.com/wiki/Articles/Vall%C3%A9e_d%20rangeante
- <HTTP://WWW.ADDITIVEVERSE.COM/LE-ROBOT-INMOOV-IMPRIM%C3%A9-EN-3D-FAIT-AVANCER-LA-RECHERCHE/>
- <http://www.3dnatives.com/robot-humanoide-inmoov/>
- <http://inmoov.fr/>

VII. ANNEXES



InMoov
OPEN SOURCE 3D PRINTED LIFE-SIZE ROBOT

Le premier robot open-source humanoïde fabriqué à partir d'une imprimante 3D

Composé de caméras, de servoMoteurs, de Kinect et de capteurs, je peux être reproduit par tous moyennant quelques notions de mécanique

Une véritable plateforme d'apprentissage robotique !

Un programme de mise en mouvement simple

Arduino, de l'électronique à la portée de tous !

Arcade Uno R3

Centre de recherche Inria Nancy
615 rue du Jardin Botanique
54600 Villers-lès-Nancy

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Realisé par HONION Jeffrey & VOISIN Alexis

Poster réalisé à ce sujet