

# **Suivi de visage et détection de saillances**

Alaa Eddine BENKARRAD

Abdelaziz CHERIFI

Walid HAFLANE

# Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Table des Figures</b>                                | <b>i</b>  |
| <b>Table des Tableaux</b>                               | <b>ii</b> |
| <b>Table des Symboles</b>                               | <b>ii</b> |
| <b>Introduction générale</b>                            | <b>1</b>  |
| <b>Chapitre 1: Présentation du projet</b>               | <b>3</b>  |
| Introduction . . . . .                                  | 4         |
| 1.1 Projet PsyPhINe . . . . .                           | 4         |
| 1.1.0.1 Idée de base du projet . . . . .                | 4         |
| 1.1.0.2 Présentation du projet . . . . .                | 4         |
| 1.1.1 Pinokio . . . . .                                 | 5         |
| 1.1.1.1 Projet Pinokio . . . . .                        | 5         |
| 1.1.1.2 Structure de la lampe Pinokio . . . . .         | 5         |
| 1.2 Étude de la lampe . . . . .                         | 6         |
| 1.2.1 Description de la lampe . . . . .                 | 6         |
| 1.2.1.1 Moteurs . . . . .                               | 6         |
| 1.2.1.2 Système . . . . .                               | 7         |
| 1.2.2 Travaux réalisés . . . . .                        | 7         |
| 1.3 Problématique . . . . .                             | 9         |
| Conclusion . . . . .                                    | 9         |
| <b>Chapitre 2: État de l'art</b>                        | <b>10</b> |
| Introduction . . . . .                                  | 11        |
| 2.1 Méthodes de détections et de l'extraction . . . . . | 11        |
| 2.2 Extractions des saillances . . . . .                | 11        |
| 2.3 Définition du comportement . . . . .                | 11        |
| Conclusion . . . . .                                    | 11        |
| <b>Chapitre 3: Analyse et réalisation</b>               | <b>12</b> |
| Introduction . . . . .                                  | 13        |
| 3.1 Analyse des méthodes existantes . . . . .           | 13        |
| 3.2 Méthodes choisies . . . . .                         | 13        |
| 3.3 Réalisation . . . . .                               | 13        |
| Conclusion . . . . .                                    | 13        |
| <b>Chapitre 4: Tests et études comparatives</b>         | <b>14</b> |
| Introduction . . . . .                                  | 15        |
| 4.1 Calibrage des paramètres . . . . .                  | 15        |
| 4.2 Tests . . . . .                                     | 15        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.3 Discussion des résultats . . . . . | 15        |
| Conclusion . . . . .                   | 15        |
| <b>Conclusion générale</b>             | <b>16</b> |
| <b>Bibliographie</b>                   | <b>17</b> |

# Table des figures

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 1.1 | Pinokio la lampe de bureau rebotisée . . . . . | 5 |
| 1.2 | structure de Pinokio . . . . .                 | 6 |
| 1.3 | La lampe de Psyphine. . . . .                  | 6 |
| 1.4 | Les moteurs de la lampe [ref] . . . . .        | 7 |

# Liste des tableaux

# Introduction générale

L'expansion rapide de l'industrie de l'intelligence artificielle et de la robotique est un facteur important qui influence et transforme divers aspects de notre vie quotidienne. Aujourd'hui, les machines intelligentes sont omniprésentes et elles sont devenues plus ou moins indispensables pour les êtres humains. Nous sommes de plus en plus souvent en relation avec des robots et des machines, que ce soit à des fins pratiques (thérapeutiques, professionnelles, scientifiques, quotidien ménager) ou ludiques. Par conséquent, ces relations, entre l'homme et la machine, entraînent de nombreuses questions et plus particulièrement sur l'attribution d'intentions, d'intelligence voire de conscience à un objet robotisé non humanoïde. Autrement dit, l'aspect humanoïde de la machine est-il nécessaire pour que nous soyons enclins à lui prêter des états mentaux ? Afin d'étudier ces interactions et dans le but de répondre à ses questions liées au sujet, le projet PsyPhIne a été mis en place. Le projet PsyPhine regroupe plusieurs disciplines, à savoir, la psychologie, la philosophie, l'informatique et la neuroscience. Il s'interroge sur les interactions homme-robot et cherche à répondre à ces interrogations à travers plusieurs expériences. Pour ce faire, il utilise un prototype robotisé qui se présente sous la forme d'une lampe « La lampe Psyphine ». Cette dernière est un modèle unique qui a été construit et développé par le groupe. Elle dispose d'une webcam qui lui a permis de percevoir les objets qui se trouvent en face d'elle, ainsi elle est capable d'exécuter plusieurs comportements à l'aide de ses cinq moteurs dont elle dispose. La lampe n'est pas équipée d'un système d'exploitation qui permet d'exécuter des programmes de traitements et de calculs, en revanche elle est connectée via USB ou Wi-Fi, à un ordinateur dans lequel les différents traitements s'exécutent. Notre objectif sera donc la conception d'un système qui permet de traiter un flux d'images, voire une vidéo, récupéré par la webcam, en vue de détecter les changements d'expressions ou de mouvements de sujets qui se trouvent en face de la lampe. Par la suite, et en fonction des résultats de ces traitements, la lampe choisira le comportement approprié aux différentes expressions. Pour répondre à cet objectif, nous avons décidé d'organiser notre rapport en quatre chapitres, tels que : • Le premier chapitre sera une présentation du projet, de prototype utilisé et des différents travaux réalisés. A la fin de ce chapitre nous allons détailler les différents aspects de notre problématique. • Le second chapitre regroupe plusieurs notions, méthodes et techniques existantes dans l'état de l'art et spécifiquement celles que nous utiliserons dans notre méthode. • Nous abordons, dans le troisième chapitre, les détails de notre solution dans laquelle nous expliquerons nos différents choix conceptuels et théoriques. • Le dernier chapitre du rapport sera une représentation des résultats obtenus. Dans ce chapitre nous établirons une analyse objective de nos résultats en vue de comprendre les avantages et les inconvénients de notre méthode

et comment cette dernière pourrait-elle être améliorée.

# Chapitre 1

## Présentation du projet

*« ...la robotique et d'autres combinaisons rendront le monde assez fantastique comparé à aujourd'hui. ». B. Gates.*

### Sommaire

---

|   |          |
|---|----------|
| <b>Introduction . . . . .</b>           | <b>4</b> |
| <b>1.1 Projet PsyPhINe . . . . .</b>    | <b>4</b> |
| 1.1.1 Pinokio . . . . .                 | 5        |
| <b>1.2 Étude de la lampe . . . . .</b>  | <b>6</b> |
| 1.2.1 Description de la lampe . . . . . | 6        |
| 1.2.2 Travaux réalisés . . . . .        | 7        |
| <b>1.3 Problématique . . . . .</b>      | <b>9</b> |
| <b>Conclusion . . . . .</b>             | <b>9</b> |

---



## Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter le projet PsyPhINe et l'objectif final de ce projet ainsi, le robot sur lequel nous allons appliquer le travail que nous avons réalisé.

### 1.1 Projet PsyPhINe

#### 1.1.0.1 Idée de base du projet

L'idée fondatrice du projet Psyphine est partie de l'interaction entre l'humaine et le robot de telle sorte que le robot peut se comporter de la même façon que l'humain en laissant le robot apprendre à travers son interaction avec l'humain et son environnement. Le but donc est que le robot tente de percevoir les intentions de l'être-humain avec lequel il interagit à partir d'indices multiples et d'expressions variées. Ainsi, cette perception s'étend aux interactions non verbales c'est-à-dire aux interactions non seulement avec des êtres humains capable de parler mais aussi avec des choses non humaines (animaux, objets). Pour cela il va falloir attribuer des comportements d'intentions, une certaine forme de volonté, et même des émotions dans certains cas à ce robot qui est programmé par l'homme. La diversité des différentes tâches du projet Psyphine a mis en relation de nombreux chercheurs des différentes disciplines, tels que des psychologues, philosophes, roboticiens, cognitivistes, sociologues, et neuroscientifiques d'où le nom « PsyPhINe » qui est l'abréviation de « Psychologie, Philosophie, Informatique et neuroscience ».

#### 1.1.0.2 Présentation du projet

Le projet PsyPhINe est lancé officiellement le 01/04/2016 par des chercheurs de l'université de Lorraine, il vise à confronter et articuler les apports de différentes disciplines à la question de l'attribution d'intentionnalité, d'intelligence, de cognition voire d'émotions, à des entités naturelles ou des dispositifs artificiels. Il s'agit d'appréhender les questions naturellement posées par l'interaction homme/robot, à savoir celles liées à l'interprétation du comportement du robot jusqu'à la confiance qui peut lui être ou non accordée. Le projet vise notamment à explorer la gradation des attributions d'intelligence ou d'intentionnalité, quand on passe par exemple d'une mouche à un chat, en faisant l'hypothèse que l'intersubjectivité ainsi que notre tendance naturelle à l'anthropomorphisme jouent des rôles centraux : on projette dans l'autre énormément de notre propre cognition. La perspective générale du groupe de recherche pluridisciplinaire est d'aboutir à la définition d'un test de Turing non verbal qui permette d'appréhender l'intelligence artificielle en évitant certains écueils de la formulation d'origine dudit test. Dans le cadre du présent projet, le groupe PsyPhINe conduira des expérimentations à large échelle à l'aide d'un dispositif d'interaction basé sur un prototype de lampe robotisée. La mise en place des protocoles expérimentaux, des questionnaires et des analyses de vidéos, doublées d'analyses « profanes », constituent le support et le lieu des confrontations et réflexions interdisciplinaires sur la cognition. Les résultats attendus en sont principalement une clarification d'un champ conceptuel riche et complexe, l'ébauche d'un langage commun et la production d'un référentiel des comportements donnant lieu à des interprétations intentionnelles.

La valorisation des travaux sera assurée par l’organisation d’ateliers interdisciplinaires et par l’édition d’un ouvrage collectif [1].

### 1.1.1 Pinokio

#### 1.1.1.1 Projet Pinokio

Le nom Pinokio est venu de la lampe Luxo Jr, l’adorable petite lampe qui apparaît dans le logo Disney Pixar, illustre comment les animateurs peuvent donner vie à des objets inanimés banals. Le trio de l’Université Victoria de Wellington, en Nouvelle-Zélande se sont inspiré de la lampe Luxo pour fabriquer leurs lampe robotisée grâce à une combinaison de robotique facilement accessible et de technologie de fabrication automatisée, combinée à des logiciels libres. Le trio qui comporte un programmeur Shanshan Zhou, un ingénieur mécanique Adam Ben-Dor qui travaillait sur les détails mécaniques de la lampe et un designer Joss Dogget qui s’est chargé du design et tout l’esthétique de la forme de la lampe, ce trio a donc décidé en 2012 d’embellir une lampe de bureau avec un peu de personnalité appelée Pinokio.

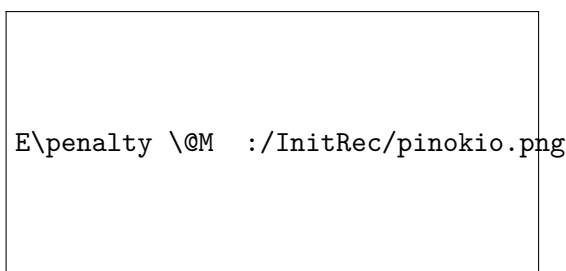


FIGURE 1.1: Pinokio la lampe de bureau robotisée

#### 1.1.1.2 Structure de la lampe Pinokio

La lampe Pinokio est composée dans sa structure générale de son corps d’une tête, d’un bras pliant et capable d’étirer et de rétrécir, et une base sur laquelle le bras tourne et 6 servo-moteurs. Sur la tête on trouve une webcam pour visualiser le visage en face d’elle, un microphone, une iris mécanique, 2 servo-moteur pour lui permettre d’aller dans tous les sens lors de son suivie de visage et un globe halogène à l’arrière de son abat-jour.

Sur le bras on trouve les 4 autres servo-moteurs servant à faire les différents mouvements de la lampe. Sur la base un insert en acier a été placé pour permettre au bras de la lampe de se glisser et à l’aide d’une boîte de vitesses en acyclique intégrée a l’intérieure de la base, la lampe est capable de pivoter à 190 degrés et une sorte d’interrupteur pour alimenter activer la lampe. La lampe Pinokio comme c’est dit précédemment est lampe robotisée qui est active (qui se déplace), ses actions sont principalement pilotées par Arduino et le logiciel de traitement d’image OpenCV, qui recherche le visage dans les images à partir de sa webcam. Lorsqu’il trouve un visage, il tente de le suivre comme s’il essayait de maintenir un contact visuel.



FIGURE 1.2: structure de Pinokio

## 1.2 Étude de la lampe

Afin de répondre aux questions liées aux interactions homme/machine et l'attribution de conscience dans le cadre du projet, le groupe Psyphine a construit et développé un prototype robotisé qui se présente sous la forme d'une lampe dite « La lampe de Psyphine ». La structure et le modèle de fonction de cette lampe est inspiré de la lampe Pinokio décrite précédemment.

### 1.2.1 Description de la lampe

Lampe de Psyphine, comme la montre la figure 1.3, est construite de contreplaqué léger dont les pièces ont été découpées au laser. Ces derniers sont assemblées autour de cinq moteurs. L'abat-jour a été découpé dans un carton jaune et contient une ampoule centrale et une petite caméra située juste au dessus de l'ampoule [ reference yann boniface ].

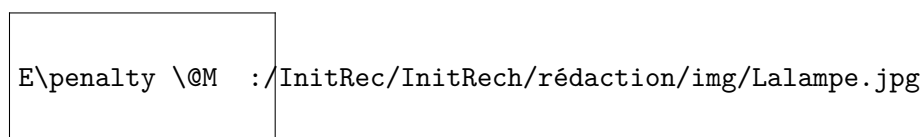


FIGURE 1.3: La lampe de Psyphine.

#### 1.2.1.1 Moteurs

La lampe est équipée de cinq moteurs de la marque Robotis Dynamixel en deux modèles, AX-12 et AX-18. Ces moteurs permettent cinq articulations ( illustré par la figure 1.4) :

- **Moteur 1** : la base sur un axe vertical
- **Moteur 2** : le premier bras pour avancer ou éloigner la lampe
- **Moteur 3** : le deuxième bras pour monter ou descendre l'abat-jour
- **Moteur 4** : pour incliner l'abat-jour vers le bas ou vers le haut

— **Moteur 5** : pour tourner l’abat-jour à droite ou à gauche

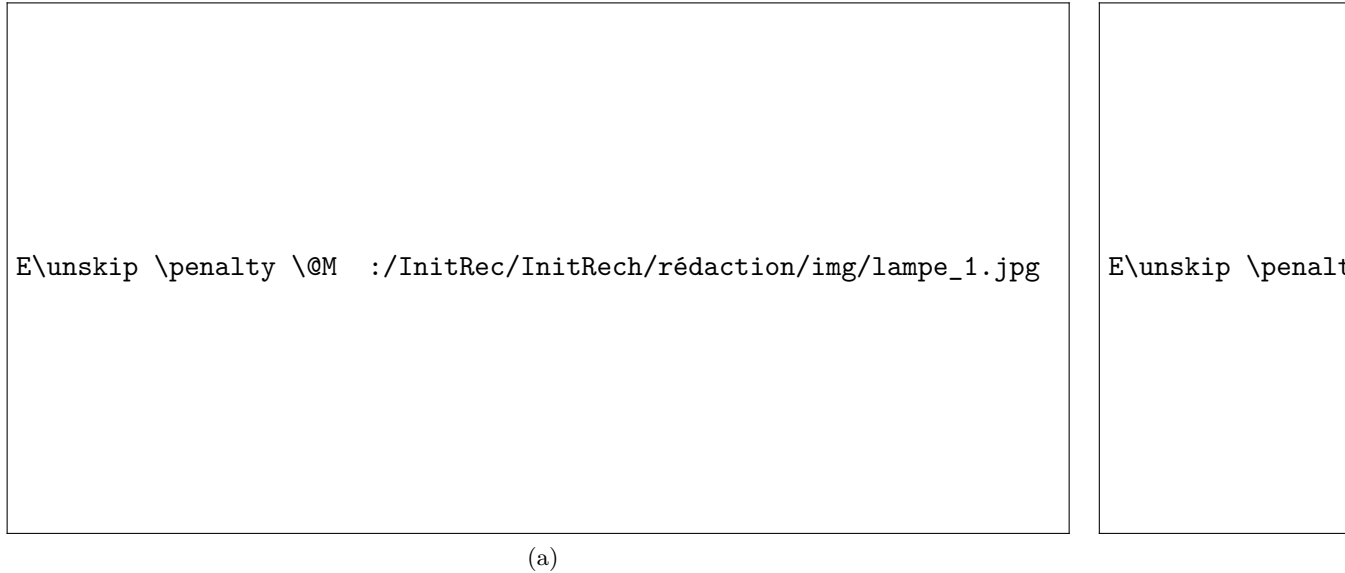


FIGURE 1.4: Les moteurs de la lampe [ref]

### 1.2.1.2 Système

La lampe robotisée est commandée par un ordinateur portable auquel les moteurs sont raccordés sur un port USB ou en wifi par l’intermédiaire d’un Raspberry Pi. Chaque mouvement de la lampe consiste en une séquence de positions pour chacun des moteurs.

### 1.2.2 Travaux réalisés

La lampe Pinokio : le travail est réalisé par Dany Samy, Hugo Tram, Matthieu Nogatchewsky et Simon Bauer , ce travaille touche trois axes ( transmission des information , traitement d’image et détection de visage , modification de la lampe ) sur le plan de transmission ils ont mis on place un partage de port USB de Raspberry qui est connecté directement aux moteurs pour contrôler les moteur de la lampe à distance avec des commande envoyées par l’ordinateur qui fait les calculs nécessaire de la vitesse pour chaque moteur et pour transmettre les images qui ont été interceptées par la caméra de la lampe aux ordinateurs. Ils sont utilisés le protocole UDP pour réaliser cette transmission avec des socket , ils ont programmés aussi des scripts pour automatiser la tâche de la configuration du client et du serveur ( ordinateur , Raspberry ), et sur le plan traitement d’image et détection de visage ils ont utilisés la bibliothèque OpenCV pour compresser les images en mode JPEG avant de les envoyer et il ont utilisés cette bibliothèque aussi pour faire une détection de visage avec la méthode Viola et Jones , à base des résultat obtenus par les fonctions de la bibliothèque, ils ont définis comment calculer les angles des moteurs 4 et 3 et le temp d’exécution pour faire bouger la lampe dans la direction qui lui permettre

de se rapprocher le maximum au centre du visage détecté au centre de l'image (un suivi de visage). Sur le plan modification de la lampe ils ont fait des expériences pour identifier la cause du problème de déconnexions des moteurs, ils ont fini par trouver des retouches de connectique qui améliore légèrement la connexion. Un autre problème a été posé c'est le problème d'échauffement des ces motrurs, et ils ont proposés une solution consistant à modifier la position de la base de telle sorte qu'on peut avoir une distribution meilleure du poids des moteurs.

Lampe Robot : réaliser par les étudiants BARBILLON Stanislas, JULIO Marjorie et STAB Aurélien, ils ont construit une nouvelle architecture à l'aide de la bibliothèque Poppy, cette architecture facilite la définition des nouveaux mouvements (interface de haut niveaux), ils sont aussi transmis les fonctions de l'architecture qu'existe déjà à la nouvelle architecture et pour stocker ces primitives ils ont défini une structure de stockage avec des fichiers JSON et CSV et ensuite ORM. En ce qui concerne la partie du suivi de visage, ils ont réalisés la détection de visage avec la bibliothèque OpenCV avec la méthode de Viola et Jones, puis pour faire approcher le centre de la détection au centre de l'image ils ont résolu le problème cinématique par la projection de l'espace 3D en 2D puis résoudre le problème avec la méthode de le cinématique inversée (en 2D) avec 4 moteur (MOT\_head, MOT\_bas\_rot, MOT\_head\_arm, MOT\_arm). Suivi de visages et détection de saillances réaliser : réalisé par les étudiants Alessandro Eva et Giovinazzo Augustin. Ces derniers ont utilisé la bibliothèque OpenCV (avec la méthode Viola et Jones) pour la détection de visage et ces composants et comme cette bibliothèque à un taux élevé des fausses détections pour la bouche, ils ont proposé des solutions basées sur les caractéristiques du visage de l'humain pour faire une segmentation utilisée pour éliminer les fausses détections. Ils ont aussi réalisé une détection de changement d'expression par une régression linéaire de l'évaluation de la bouche (l'évaluation de la taille des features de la bouche détectée), cette détection dépend de deux paramètres, le seuil de la détection et le nombre d'évaluation. Suivi de visage et détection d'expression : réalisé par Roman Buisine et Oksana Riou. Ils ont travaillé sur la détection des repères faciaux avec la bibliothèque Dlib. Ensuite ils ont collecté des données pour construire une base d'apprentissage (environ 35 images par expression), ensuite ils ont déterminé des caractéristiques à des expressions (trois expressions : surprise, joie, colère) qui sont basés sur le diamètre de plusieurs composant de visage (la bouche, l'œil et les sourcils). Ils ont aussi réalisés une détection d'expression par une classification des expression avec la méthode naïve bayésienne, pour cela ils ont utilisés les données collectées dans la phase d'apprentissage pour calculer les paramètres du modèle (l'espérance et la variance des caractéristiques) et pour la validation du modèle, il ont utilisés la méthode de K-fold cross ils ont mesurés un bon taux d'exactitude pour les expressions de la surprise (82.9%) et de la joie (97.1%) et un faible taux d'exactitude pour la colère(31%). Suivi de visage et détection de saillances : réalisé par Julien NOWAK et Stéphane RIMLINGER. Ces deux-là ont fait l'état de l'art pour les méthodes de détection faciale (Viola Jones) et les bases de données (HELEN, AFLW, 300-W), ils ont décidé d'utiliser la bibliothèque Dlib pour détecter les points de saillances ensuite ils ont testé les différentes tailles du redimensionnement de l'image pour choisir celle qui a un bon temps de calcul capable de garder les performances de la détection. Ils ont aussi testé la sensibilité de cette détection vis-à-vis de plusieurs critères :

la lumière, l'angle de vue et autres conditions particulières. Dans le cadre de l'étude sur l'impact des critères de la détection, ils ont proposé une utilisation possible de cette détection centrée sur des comportements qui sont possibles pour détecter, ensuite ils ont mis en place la détection du signe de l'ouverture des yeux.

### **1.3 Problématique**

#### **Conclusion**

## Chapitre 2

# État de l'art

*« ...ce que nous voulons, c'est une machine qui peut apprendre de l'expérience ». A. Turing.*

### Sommaire

---

|   |    |
|---|----|
| Introduction . . . . .                                  | 11 |
| 2.1 Méthodes de détections et de l'extraction . . . . . | 11 |
| 2.2 Extractions des saillances . . . . .                | 11 |
| 2.3 Définition du comportement . . . . .                | 11 |
| Conclusion . . . . .                                    | 11 |

---

## **Introduction**

Dans le but d'effectuer un comportement a cette lampe robotisée, nous avons besoins de passer par trois étapes dans le traitement de l'image qui a été capturée par la webcam de la lampe. Ces trois étapes viennent séquentiellement l'une après l'autre dans l'ordre suivant : Détection de l'image voire un flux d'image, ensuite l'extractions des points de saillances et à la fin faire de la classification pour ces points extraits ce qu'on appelle le Clustering.

### **2.1 Méthodes de détections et de l'extraction**

### **2.2 Extractions des saillances**

### **2.3 Définition du comportement**

## **Conclusion**



## Chapitre 3

# Analyse et réalisation

*« ...si vous ne pouvez pas l'expliquer simplement, vous ne le comprenez pas assez bien. » A. Einstein.*

### Sommaire

---

|   |    |
|---|----|
| Introduction . . . . .                        | 13 |
| 3.1 Analyse des méthodes existantes . . . . . | 13 |
| 3.2 Méthodes choisies . . . . .               | 13 |
| 3.3 Réalisation . . . . .                     | 13 |
| Conclusion . . . . .                          | 13 |

---

## **Introduction**

### **3.1 Analyse des méthodes existantes**

### **3.2 Méthodes choisies**

### **3.3 Réalisation**

## **Conclusion**

## Chapitre 4

# Tests et études comparatives

*« ...pour comprendre mieux, il faut travailler sur son implémentation. ».*  
*J. Guyau.*

### Sommaire

---

|  |    |
|--|----|
| Introduction . . . . .                 | 15 |
| 4.1 Calibrage des paramètres . . . . . | 15 |
| 4.2 Tests . . . . .                    | 15 |
| 4.3 Discussion des résultats . . . . . | 15 |
| Conclusion . . . . .                   | 15 |

---

## **Introduction**

### **4.1 Calibrage des paramètres**

### **4.2 Tests**

### **4.3 Discussion des résultats**

## **Conclusion**

# Conclusion générale

## Perspectives

# Bibliographie

- [1] <http://www.msh-lorraine.fr/index.php?id=846>