



**RAPPORT DE PJI**  
**Utilisation du deep learning pour la détection  
d'obstacles pour le véhicule autonome**

BAAS Simon - MEINAS Julien  
Master informatique – Université de Lille  
Janvier 2020 - Mai 2020

**Tuteur :** DHERBOMEZ Gérald  
**Etablissement :** Université de Lille

# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>Présentation du projet</b>	<b>4</b>
Introduction du véhicule autonome	4
Introduction du deep learning	7
<b>Début de nos recherches</b>	<b>10</b>
Principaux langages utilisés	11
Les aspects positifs	12
Les aspects négatifs	12
<b>Développement de notre choix</b>	<b>13</b>
<b>Conclusion</b>	<b>14</b>
<b>Bilan</b>	<b>15</b>
<b>Table des figures</b>	<b>16</b>
<b>Glossaire</b>	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>18</b>
<b>Annexe</b>	<b>19</b>

# Introduction

Lors du deuxième semestre du master Informatique de l'université de Lille, nous avons dû réaliser un projet au cours de l'UE PJI.

Ce projet consiste à reprendre un travail déjà réalisé afin de l'améliorer ou bien de commencer un tout nouveau projet.

Nous nous sommes penché sur le projet suivant, "Utilisation du deep learning pour la détection d'obstacles pour le véhicule autonome".

## Pourquoi ce choix ?

Nous avons été très intéressé par ce projet car il touche des technologies très récentes et peu étudiées en cours. En effet le deep learning et les voitures autonomes sont des sujets très travaillés ces dernières années ce qui leur a permis une grande évolution. Ces sujets vont continuer à évoluer ces prochaines années.

Ce projet a été alors pour nous une grande opportunité de découvrir de nouveaux domaines très intéressants dans l'informatique. En particulier le deep learning qui est une branche de l'intelligence artificielle. C'est un domaine que nous avons survolé lors du semestre 1 avec l'UE PJE Twitter dans laquelle nous avons vu les algorithmes qui fondent la base de ce qu'est le deep learning.

Ainsi une fois le projet attribué, nous nous sommes penchés sur les différentes manières de résoudre celui-ci. Il est maintenant question de voir les enjeux d'un tel projet et d'étudier les principaux choix qui s'offrent à nous afin de le concevoir.

## Présentation du projet

Aujourd'hui avec le développement de l'informatique, le monde devient de plus en plus facile d'utilisation. L'un des principaux objectifs aujourd'hui, est de le rendre automatique et indépendant et ce grâce à l'intelligence artificielle.

### Introduction du véhicule autonome

Le domaine qui nous intéresse ici est l'automobile. Une échelle a été établie afin de voir les différents niveaux d'autonomies.

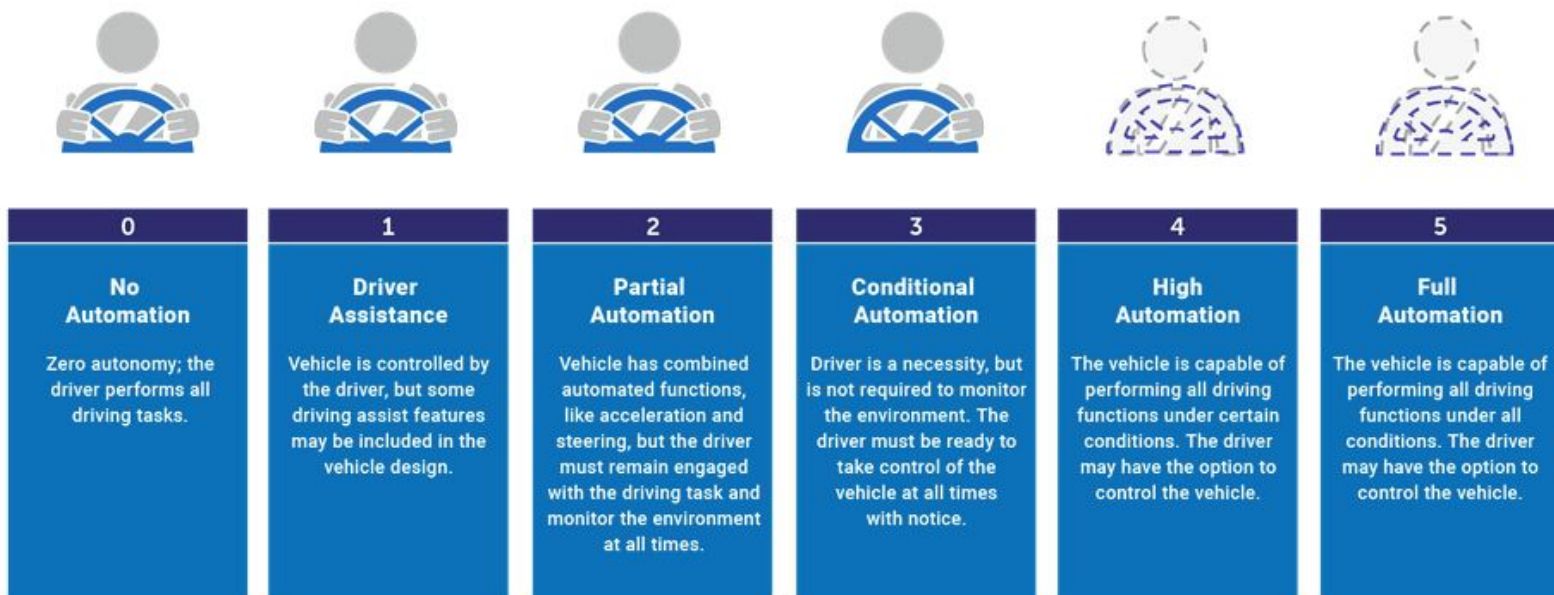


Figure 1 : Les niveaux d'autonomie du véhicule autonome

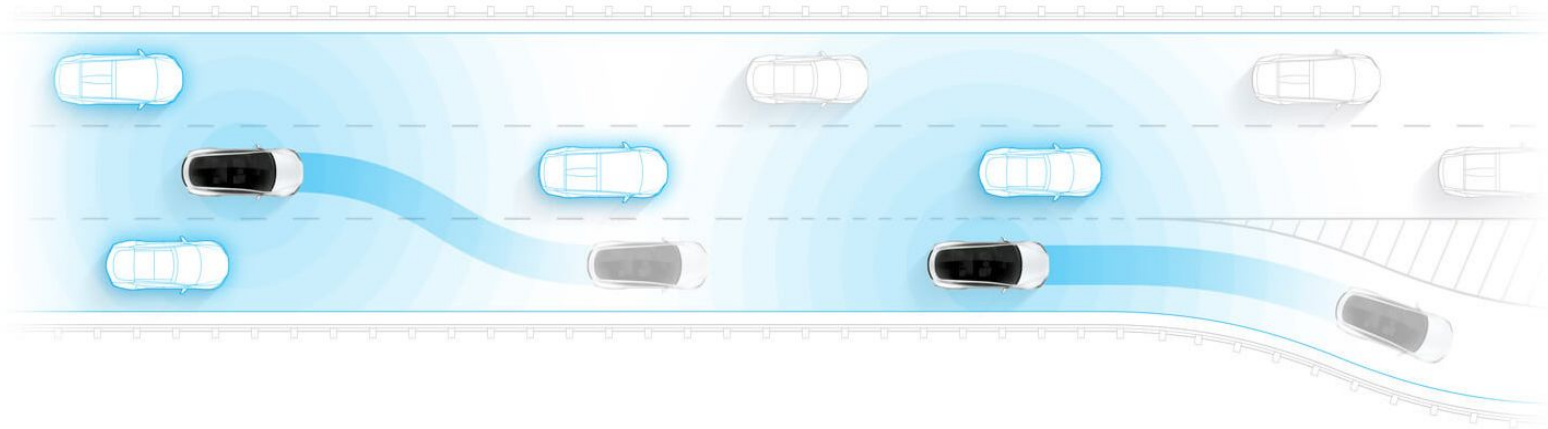
Les premières voitures qui ont été créées, étaient totalement dépendantes du conducteur, on parle ici du niveau 0 d'autonomie d'une voiture.

Peu à peu les voitures de niveau 0 ont disparu pour laisser place à des véhicules fonctionnant de manière très dépendante du conducteur mais avec de petites assistances intéressantes. Ces assistances sont des aides à la conduite pour aider le conducteur à diriger, freiner ou accélérer. On parle ici de niveau 1 d'autonomie d'une voiture.

Le niveau 2 d'autonomie d'une voiture est très vite apparu, permettant de contrôler simultanément la direction et le freinage/l'accélération dans certaines circonstances. Cependant, le conducteur reste également le maître du véhicule.

Aujourd'hui la plupart des véhicules sont de niveau 3. À ce stade les voitures peuvent rouler en totale autonomie mais seulement dans des environnements bien spécifiques. Lorsque ce n'est pas le cas, la voiture demande au conducteur de reprendre la main.

C'est le cas notamment des voitures Tesla. Celle-ci possède une série d'équipements avancés permettant d'automatiser complètement la voiture. Ce sont les fonctionnalités d'Autopilot.



## Navigation en Autopilot

La Navigation en Autopilot suggère les changements de voie requis sur votre itinéraire avec des ajustements afin de ne pas avoir à rester derrière des véhicules ou camions lents. Lorsqu'elle est activée, la Navigation en Autopilot dirige également votre véhicule automatiquement sur les échangeurs autoroutiers et vers les sorties préconisées en fonction de votre destination.

*Figure 2 : Navigation en Autopilot*

Au niveau des autres compagnies, il y a aussi Mobileye. Mobileye appartient à Intel et est le leader dans le développement de technologies pour assistance dans la conduite.



Figure 3 : Logo Mobileye

Mobileye prend en charge une suite complète de fonctions ADAS, AEB, LDW, FCW, LKA, LC, TJA.

Mobileye prend en charge une suite complète de fonctions ADAS, AEB, LDW, FCW, LKA, LC, TJA.

ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) Basé sur un spectre passif/actif. Un système passif alerte le conducteur d'un danger potentiel. Ainsi le conducteur peut effectuer une action afin de corriger l'erreur. Par exemple :

- LDW (Lane Departure Warning) Avertissement de sortie de voie. Avertit le conducteur d'un départ de voie involontaire
- FCW (Forward Collision Warning) Avertissement de collision avant. Indique dans la dynamique actuelle par rapport au véhicule qui précède, une collision est imminente. Le conducteur doit freiner pour éviter la collision.

Au contraire, les systèmes de sécurité actif prennent la main. AEB (Automatic Emergency Baking) Freinage d'urgence automatique, identifie la collision et les freins imminents sans aucune intervention du conducteur. ACC (Adaptive Cruise Control) Régulateur de vitesse adaptatif. LKA (Lane Keeping Assist) Assistant de maintien de voie. LC (Lane Centering) Le centrage de voie. TJA (Traffic Jam Assist) Assistant d'embouteillage. TSR (Traffic Sign Recognition). IHC (Intelligent High-beam Control). Toute ces fonctions sont pris en charge à l'aide d'une seule caméra montée sur le pare-brise.

Mobileye possède un système d'avertissement qui peut être installé sur n'importe quel véhicule existant. Mobileye se base uniquement sur les caméras.

Le niveau 3 est particulièrement dangereux du fait que lorsque la période d'autonomie se termine, le conducteur a peu de temps pour reprendre sa bonne concentration.

Les niveaux particulièrement recherchés par l'industrie automobile sont le niveau 4 et le niveau 5. Nous avons ici des véhicules totalement autonomes en toutes circonstances et qui ne demanderont pas au conducteur de reprendre le volant en peu de temps.

L'objectif du projet est de rendre un véhicule autonome, c'est-à-dire de le faire passer au niveau 3 voir niveau 4.

La recherche principale de notre projet est de mettre en place un algorithme compatible avec un système de caméras. Celui-ci sera placé sur le véhicule à différents endroits afin de détecter les obstacles sur la route telle que des piétons et identifier les dangers potentiels.

Par la suite, en complément de la détection, le but sera de prévoir les mouvements potentiels de l'obstacle.

## **Introduction du deep learning**

Mais comment détecter, reconnaître un objet sur une image ?

L'une des grandes difficultés de notre projet est de mettre en place un algorithme prenant en entrée une image et qui donne en sortie cette même image avec les objets détectés.

L'informatique "basique" ne nous permet pas de faire cela. Nous avons ici des données d'entrée beaucoup trop complexes et des résultats possibles en sortie beaucoup trop nombreux.

Une bonne solution est alors d'utiliser l'apprentissage automatique ou intelligence artificielle. Une première possibilité consiste à utiliser le machine learning. C'est un domaine de l'IA qui peut permettre dans notre cas à apprendre à un réseau de neurones à reconnaître des objets sur une image.

Mais le problème est qu'il faut fournir à ce réseau de neurones des données en entrées qui caractérisent l'objet que l'on veut reconnaître. Par exemple pour reconnaître une voiture, il faut dire au réseau que l'objet à quatre roues, des fenêtres, etc.

Le problème ici est qu'il faut l'intervention d'un humain pour donner les caractéristiques de l'objet en question. Pour contourner ce problème, un nouveau domaine de l'informatique, appelé deep learning, est apparu en 2013 notamment grâce à Yann Le Cun.

Le deep learning fonctionne exactement comme le machine learning mis à part que nous ne devons pas lui fournir les caractéristiques de l'objet à reconnaître. L'algorithme va faire lui-même le travail en amont, grâce à un apprentissage sur une base de données.

De ce fait le plus important est la base de données pour l'apprentissage. Lors de cette manoeuvre, nous devons donner des images où les objets que l'on souhaite détecter sont bien identifiés. Les images contenant l'objet désiré sont appelées, images positives. Il est aussi important d'avoir un apprentissage se basant sur des images négatives, des images ne contenant pas l'objet. C'est donc un travail en amont qui est important à effectuer, celui-ci demande beaucoup de rigueur.

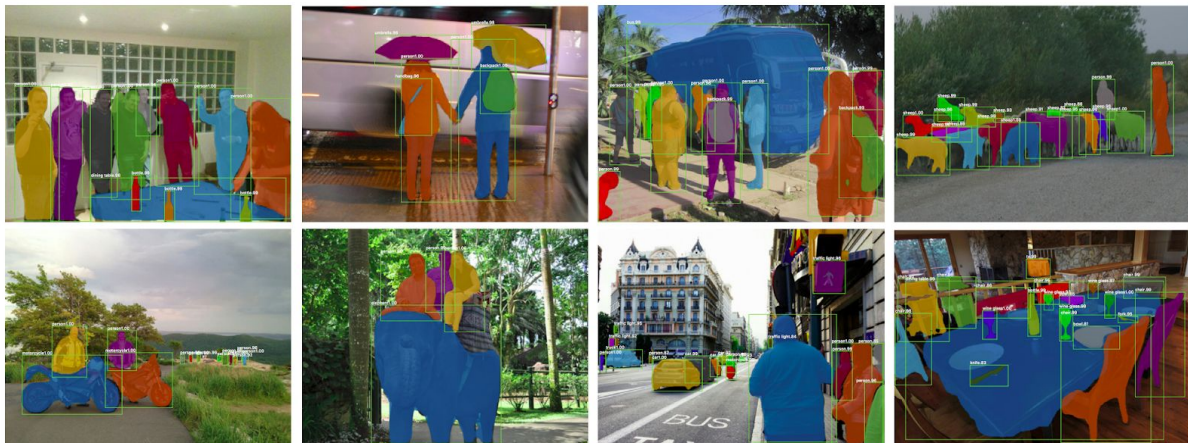


Figure 4 : Exemple de détection d'objets

À partir de la base de données, le réseau de neurones va alors apprendre la caractérisation des objets identifiés pour ensuite l'appliquer sur de nouvelles images. C'est pour cela que plus les images d'apprentissage sont correctement décrites et plus le réseau sera de qualité.

Pour ce qui est de l'algorithme de détection d'objets. Celui-ci utilise la méthode de Viola et Jones. Cette méthode de détection d'objet proposée par les chercheurs Paul Viola et Michael Jones en 2001, fait partie des premières méthodes capables de détecter efficacement et en temps réel, des objets dans une image.

À l'origine cette méthode a été conçue pour reconnaître des visages, mais elle peut également être utilisée pour reconnaître d'autres types d'objets.



Ainsi toute la difficulté dans un premier temps, consiste à élaborer une base d'apprentissage assez conséquente. Pour ensuite pouvoir l'utiliser dans un algorithme qui puisse traiter une image ou un flux vidéo afin d'afficher en sortie les objets détectés. Par la suite l'idée sera d'envisager les mouvements possibles que peut effectuer l'objet détecté.

## Début de nos recherches

Étant donné que ce projet intègre des domaines nouveaux pour nous, la grande première partie de notre projet a été un travail de recherche.

Dans un premier temps nous avons découvert à travers nos premières recherches, une introduction au deep learning principalement mais aussi à la voiture autonome.

Une fois la partie théorie acquise, nous nous sommes lancé dans la recherche de projets répondant à nos attentes.

Nous avons pu trouver différents projets open source permettant de faire de la reconnaissance d'objets sur des images. Ces algorithmes utilisent de grandes bases de données pour la partie apprentissage des réseaux de neurones. Nous avons donc également recherché des bases d'images.



*Figure 5 : Logo de TensorFlow*

Voyons tout d'abord les codes open source de reconnaissance d'obstacles que nous avons trouvés.

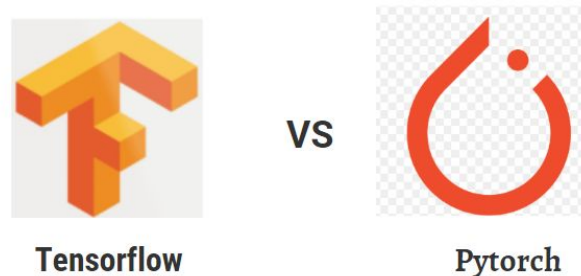
Dès le début de nos recherches, nous avons très vite découvert un outil créé par Google, il s'agit de TensorFlow. TensorFlow est une bibliothèque open source de Deep learning créée par Google, permettant de développer et d'exécuter des applications de Machine learning et de Deep Learning.

En poussant nos recherches, nous avons trouvé d'autres outils permettant de faire du deep Learning. Par exemple Mixapel, Kount, pyramid ou encore PyTorch.

## Principaux langages utilisés

En réalisant nos recherches nous avons très vite compris que la plupart de ces outils sont destinés aux entreprises et sont en conséquence payants.

Cependant un des outils a attiré notre attention, il s'agit de pyTorch qui est assez simple et correspondant à nos attentes.



*Figure 6 : TensorFlow vs Pytorch*

TensorFlow qui a été créé en 2015 par Google reste aujourd'hui leader dans le marché du deep learning. Cette technologie permet de développer des architectures d'apprentissage et de les transformer en logiciels et ainsi apporter ses extensions.

TensorFlow regroupe un grand nombre de modèles et d'algorithmes machine learning et deep learning.

TensorFlow comporte de nombreux avantages tels que l'abstraction qui facilite l'implémentation d'algorithmes et permet au développeur de se focaliser sur la logique générale d'une application. On y trouve aussi la personnalisation de l'interface ou encore la différenciation automatique.

Le grand avantage de TensorFlow reste sa notoriété dans le domaine du deep learning et ainsi la grande quantité de documentations.

Pytorch de son côté a été créé en 2016 par Facebook. L'outil a su se démarquer par la simplicité de son architecture simple et ces graphiques dynamiques. De plus, Pytorch avec son graphique de calcul est défini à l'exécution, nous pouvons utiliser les outils de débogage python préférés tels que pdb, ipdb.

Depuis leurs sorties les deux logiciels se tiennent le marché du machine learning et du deep learning bien que TensorFlow soit leader.

Au vu de nos recherches nous nous sommes dirigé plus vers TensorFlow qui est le plus connu et qui contient des ressources et du code open source extrêmement riche. Cela nous sera d'une très grande aide afin de trouver des projets open source permettant de faire de la reconnaissance d'obstacles sur des images.

## **Les aspects positifs**

## **Les aspects négatifs**

## **Développement de notre choix**

# Conclusion

# Bilan

## Table des figures



# Glossaire

# Bibliographie

## Annexe

Méthode de Viola et Jones

[https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode\\_de\\_Viola\\_et\\_Jones](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_de_Viola_et_Jones)

Niveaux d'autonomie du véhicule autonome

<https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>