



Mémoire pour l'obtention de

# L'Habilitation Universitaire à Diriger les Recherches

En

## Informatique

Soutenue publiquement en

06 DECEMBRE 2019

Par

### ABDELHAK MAHMOUDI

Professeur Assistant à l'École Normale Supérieure de Rabat

Devant le Jury

<b>Abdelhakim Ameur EL IMRANI</b>	PES	Faculté des Sciences, Université Mohammed V, Rabat	<b>Président, Rapporteur</b>
<b>Hassan BARKIA</b>	PES	École Normale Supérieure, Université Mohammed V, Rabat	<b>Rapporteur</b>
<b>Abderrahim TRAGHA</b>	PES	Faculté des Sciences Ben M'sik, Université Hassan II, Casablanca	<b>Rapporteur</b>



## Résumé

Nous avons rejoint, en Mai 2015, l'École Normale Supérieure (ENS) de l'université Mohammed V (UM5) de Rabat. Nous y avons effectué des activités de recherche, d'enseignement et d'encadrement et nous nous sommes ouvert sur le milieu socio-économique. Dans nos travaux de recherche, nous nous sommes intéressé au *Machine Learning (ML)* et *Deep Learning (DL)*, et leurs multiples applications sur l'image, le signal, le langage naturel ainsi qu'aux données des objets connectés. Les résultats de ses recherches ont été publiés dans des revues indexées et conférences internationales. Quelques-unes parmi elles ont été récompensées par des prix de recherche et innovation, d'autres ont reçues des financements internationaux. Nous avons pu constater que, grâce à l'abondance des données et à la démocratisation des moyens de stockage (Cloud, Fog) et de traitement (GPU, TPU), la recherche en ML et DL a un impact inégalé, et ce dans plusieurs domaines d'application. Ainsi, cette recherche ne peut être dissociée de celle en Big Data ou en Cloud Computing, et sans compréhension de la représentation de la donnée et du domaine de connaissance (domain knowledge). Dans nos activités d'enseignement, nous avons assuré différents cours d'informatique de plusieurs filières de Licence, de Master et d'ingénierie à l'ENS, dans plusieurs établissements de l'UM5 et d'ailleurs. Cette expérience nous a conduit à relever l'importance des approches pédagogiques modernes telles que le E-Learning et les classes inversées quand à l'enseignement d'une discipline comme l'informatique. Nous nous sommes aussi engagé dans l'encadrement des étudiants des différents cycles universitaires (Licence, Master et Doctorat) dans leur projets de fin d'études ou de thèses. Ceci a permis à plusieurs d'entre eux de publier des articles dans des conférences internationales et de développer des applications Desktop, web ou mobile. Soucieux de l'impact de ses réalisations dans le milieu socio-économique, nous avons relevé l'importance des programmes de développement des compétences en communication au profit des étudiants, des formations en entreprenariat et en culture Startups. Enfin, nos engagements dans la recherche, l'enseignement et l'encadrement dans le milieu universitaire ne nous a pas empêcher de nous ouvrir sur les milieux socio-économiques. Nous avons répondu présent aux rencontres autour de l'IA dans les sphères économiques grâce à notre engagement associatif, ce qui nous a permis de tisser des relations et d'initier des collaborations. Nous avons aussi constaté la mouvance autour de l'entreprenariat et la culture Startup et le rôle que peut jouer un *chercheur-entrepreneur* dans cet écosystème.

**Mots Clés** - Recherche, Enseignement, Encadrement, Intelligence Artificielle, Apprentissage Automatique, Apprentissage Profond

## Abstract

In May 2015, we joined the École Normale Supérieure (ENS) at Mohammed V University (UM5) in Rabat. We carried out research, teaching and mentoring activities and opened up to the socio-economic environment. In our research, we have been interested in *Machine Learning (ML)* and *Deep Learning (DL)* and their multiple applications on image, signal, natural language as well as internet of things (IOT) data. The results of our research have been published in indexed journals and international conferences. Some of them have been rewarded with research and innovation awards, others have received international funding. We have seen that, thanks to the abundance of data and the democratization of storage (Cloud, Fog) and processing (GPU, TPU), research in ML and DL has an incredible impact, and this in several application areas. Thus, this research can not be dissociated from that in Big Data or Cloud Computing, and without understanding the representation of the data and the domain knowledge. In our teaching activities, we have provided various computer science courses in Bachelor's, Master's and Engineering programs at ENS, in several institutions in UM5 and elsewhere. This experience has led us to highlight the importance of modern pedagogical approaches such as E-Learning and flipped classes when teaching a discipline such as computer science. We were also engaged in the supervision of students from different levels (Bachelor, Master and PhD) in their End of Study Projects or theses. This allowed several of them to publish articles in international conferences and develop desktop, web or mobile applications. Concerned about the impact of these achievements in the socio-economic environment, we noted the importance of programs in communication skills for the students and trainings in entrepreneurship and Startups culture. Lastly, our commitment to research, teaching and mentoring in the university environment did not prevent us from opening up to socio-economic spheres. We participated to AI meetings organized by economic actors through our associative engagement. This allowed us to build relationships and initiate collaborations. We also noted the movement around entrepreneurship and the Startup culture and the role that a *researcher-entrepreneur* can play in such ecosystem.

**Keyword** - Research, Teaching, Mentoring, Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning

## Remerciements

Mes remerciements vont tout d'abord au Directeur de l'École Normale Supérieure Pr. Hassan JAZIRI pour son accueil, son appui et ses encouragements continus.

Je remercie aussi le Doyen de la Faculté des Sciences de Rabat Pr. Mourad EL BELKACEMI de m'avoir accueilli dans son établissement pour la soutenance de cette habilitation universitaire.

Ensuite, je voudrais remercier vivement Mr. Hassan BARKIA, Professeur d'Enseignement Supérieur à l'ENS, pour avoir accepter de superviser ce travail. Je le remercie pour son accompagnement depuis ma prise de fonction à l'ENS. C'est grâce à lui que j'ai eu l'environnement adéquat et l'appui continu pour mener ses quatre années.

Merci à Pr. Fakhita Regragui, Pr. Mohammed Majid Himmi, Pr. Rajaa Cherkaoi El Moursli et Dr. El-Mehdi Hamzaoui pour leurs soutiens et d'avoir accepter mon co-encadrement des thèses qu'ils dirigent. Grâce à la confiance de tous ses collegues, j'ai pu m'accomplir totalement dans mes missions.

Je remercie également les membres de Jury : Mr. Abdelhakim Ameur EL IMRANI, Professeur d'Enseignement Supérieur à la faculté des sciences de Rabat entant que président, Mr. Hassan BARKIA, Professeur d'Enseignement Supérieur à l'École Normale Supérieure de Rabat et Mr. Abderrahim TRAGHA, Professeur d'Enseignement Supérieur à la Faculté des Sciences de Ben M'sik. C'est un grand honneur pour moi que vous acceptiez de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à tous les Professeurs du département d'informatique de l'ENS. Ceux qui sont partis et ceux qui nous ont rejoint. Je

citerai tout particulièrement le Professeur Brahim LAMHARCHI qui fut d'une aide précieuse depuis que j'ai rejoins l'ENS, et qui a eu la gentillesse de me relire lors de la rédaction de ce mémoire.

Enfin, je remercie toute personne qui a contribuer de prêt ou de loin, le long de ces années, à l'aboutissement de mes travaux.

## Table des matières

Abstract . . . . .	1
Résumé . . . . .	1
Remerciements . . . . .	1
<b>1 Présentation Générale</b>	<b>9</b>
1.1 Introduction . . . . .	9
1.2 Activités de recherche . . . . .	9
1.3 Activités d'Enseignement . . . . .	10
1.4 Activités d'Encadrement . . . . .	11
1.5 Ouverture Sur le Milieu Socio-économique . . . . .	12
1.6 Organisation du Rapport . . . . .	12
<b>2 Activités de Recherche</b>	<b>13</b>
2.1 Introduction . . . . .	14
2.2 Axes de Recherche . . . . .	14
2.2.1 Deep Learning Appliqué à l'Image . . . . .	14
2.2.2 Deep Learning Appliqué au Traitement de la Langue Naturelle . . . . .	15
2.2.3 Deep Learning Appliqué aux Signaux . . . . .	16
2.2.4 Deep Learning sur des données de l'Internet des Objets . . . . .	18
2.3 Projets de Recherche . . . . .	20
2.3.1 Projets en cours . . . . .	20
2.3.2 Projets de Mobilité . . . . .	22
2.4 Productions Scientifiques . . . . .	23
2.4.1 Articles de Journaux . . . . .	23

2.4.2	Articles de Conférences . . . . .	23
2.4.3	Poster de Conférences . . . . .	25
2.5	Prix . . . . .	27
2.5.1	Prix 2018 de l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Recherche et Innovation sur le handicap . . . . .	27
2.5.2	2019 Award - Artificial Intelligence for Developement (AI4D - Africa)	30
2.6	Evénements Scientifiques . . . . .	32
2.6.1	Participation . . . . .	32
2.6.2	Organisation . . . . .	33
2.7	Conclusion . . . . .	33
<b>3</b>	<b>Activités d'Enseignement</b>	<b>34</b>
3.1	Introduction . . . . .	35
3.2	Ecole Normale Supérieure . . . . .	36
3.2.1	Licence Professionnelle d'Enseignement des Technologies du Multimédias et du Web (LPE/TMW) . . . . .	36
3.2.2	Licence Professionnelle Qualifiante en Matière d'Enseignement de l'informatique (LPQMEI) . . . . .	37
3.2.3	Licence Professionnelle Cartographie géologique et Géomatique (C2G)	38
3.2.4	Master Spécialisé Formulation en Chimie, Parachimie et Qualité (FCPQ)	38
3.3	Autres Établissements de l'Université Mohammed V . . . . .	39
3.3.1	FSR : Master Informatique Signaux et Télécommunications (IST) . . . . .	39
3.3.2	FSR : Master Information Processing and Systems (IPS) . . . . .	39
3.3.3	ENSIAS : Master Internet des Objets et Systèmes Mobiles (IOSM) . . . . .	40
3.3.4	FMD : Master Biologie et Matériaux du Milieu Buccal (BMMB) . . . . .	40
3.4	Établissements Externes à l'Université Mohammed V . . . . .	40
3.4.1	INPT : Cycle Ingénieur (Réseaux, Systèmes et Services (RSS) et Web, Mobiles et Décisionnels (WMD) . . . . .	40
3.4.2	ISIC : Master Production de Contenus Audiovisuels et Numériques (ProCAN) . . . . .	41
3.5	Conclusion . . . . .	41
<b>4</b>	<b>Activités d'Encadrement</b>	<b>42</b>
4.1	Introduction . . . . .	42
4.2	Doctorat . . . . .	43
4.2.1	Co-Encadrement . . . . .	43
4.2.2	Contributions . . . . .	43
4.2.3	Jury de thèse . . . . .	43

4.3	Master . . . . .	44
4.4	Licence . . . . .	45
4.5	Conclusion . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Ouverture sur le milieu Socio-économique</b>	<b>47</b>
5.1	Introduction . . . . .	47
5.2	Ouverture Sur le Milieu Économique . . . . .	48
5.2.1	Rencontres . . . . .	48
5.2.2	Invitations . . . . .	49
5.2.3	Collaborations . . . . .	49
5.2.4	Entreprenariat, Innovation, Startups . . . . .	49
5.3	Ouverture Sur le Milieu Social . . . . .	50
5.3.1	MIPS . . . . .	50
5.3.2	Morocco-AI . . . . .	50
5.4	Conclusion . . . . .	51
<b>6</b>	<b>Conclusions et Perspectives</b>	<b>52</b>

## Table des figures

2.1	Long Short Time Memory Unit (LSTM) . . . . .	17
2.2	Gated Recurrent Unit (GRU) . . . . .	18
2.3	Simulation de la navigation d'un agent (point rond) dans un environnement à l'aide de capteurs Beacons (caré). L'obstacle est étudié en état statique ou en mouvement. . . . .	19
2.4	Reinforcement Learning . . . . .	20
2.5	Stations sismiques du Maroc étudiées dans le cadre du projet. . . . .	21
2.6	Application Desktop de traduction MSL-to-Text. Exemple du signe '5'. . . . .	28
2.7	Application Desktop de traduction MSL-to-Text. Exemple du signe '3'. . . . .	29
2.8	Application Desktop de traduction MSL-to-Text. Exemple du signe '0'. . . . .	30

## Liste des Abréviations

<b>AI</b>	Artificial Intelligence
<b>ANN</b>	Artificial Neural Networks
<b>ASR</b>	Automatique Speech Recognition
<b>BLE</b>	Bluetooth Low Energy
<b>BMMB</b>	Biologie et Matériaux du Milieu Buccal
<b>C2G</b>	Cartographie Géologie et Géomatique
<b>CCG</b>	Caisse Centrale de Garantie
<b>CEDESTR</b>	Centre des Études Doctorales en Sciences et Techniques de Rabat
<b>CNRST</b>	Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique
<b>CTC</b>	Connectionist Temporal Classification
<b>DL</b>	Deep Learning
<b>DNN</b>	Deep Neural Networks
<b>DTW</b>	Dynamic Time Warping
<b>ENS</b>	École Normale Supérieure
<b>ENSIAS</b>	École Nationale Supérieure d’Informatique et d’Analyse des Systèmes
<b>FCPQ</b>	Formulation en Chimie, Parachimie et Qualité

<b>FMD</b>	Faculté de Médecine Dentaire
<b>GAN</b>	Generative Adversarial Network
<b>GPU</b>	Graphics Processing Unit
<b>GRU</b>	Gated Recurrent Unit
<b>HMM</b>	Hidden Marcov Model
<b>IHM</b>	Interaction Homme-Machine
<b>INPT</b>	Institut Nationale des Postes et Télécoms
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>IPS</b>	Information Processing Systems
<b>ISIC</b>	Institut Supérieure de l'Information et de la Communication
<b>IST</b>	Informatique Signaux et Telecoms
<b>HGR</b>	Hand Gesture Recognition
<b>HOG</b>	Histogram of Oriented Gradients
<b>LIMIARF</b>	Laboratoire d'Informatique, Mathématiques appliquées, Intelligence Artificielle et Reconnaissance de Formes
<b>LPE/TMW</b>	Licence Professionnelle d'Enseignement des Technologies du Web et des Multimédias
<b>LPQMEI</b>	Licence Professionnelle Qualifiante au Métier de l'Enseignement de l'Informatique
<b>LSTM</b>	Long Short Term Memory
<b>MIPS</b>	Moroccan Information Processing Society
<b>Morocco AI</b>	Moroccan Artificial Intelligence Society
<b>ML</b>	Machine Learning
<b>MSL</b>	Moroccan Sign Language
<b>NMF</b>	Nonnegative Matrix Factorization
<b>PPR</b>	Projets Prioritaires de la Recherche
<b>PROCAN</b>	Production des Contenus Audiovisuels et Numériques

<b>RNN</b>	Recurrent Neural Networks
<b>RSS</b>	Réseaux, Systèmes et Services
<b>RSSI</b>	Received Signal Strength Indication
<b>STIM</b>	Science, la Technologie, l'Ingénierie et les Mathématiques
<b>SVM</b>	Support Vectors Machines
<b>TICE</b>	Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education
<b>TPU</b>	Tensor Processing Unit
<b>UM5</b>	Université Mohammed V
<b>UM6SS</b>	Université Mohammed VI des Sciences de la
<b>UM6P</b>	Université Mohammed VI Polytechniques
<b>VAE</b>	Variational Autoencoder
<b>WMD</b>	Web, Mobiles et Décisionnels

## Présentation Générale

### Contents

---

<b>1.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>Activités de recherche</b>	<b>9</b>
<b>1.3</b>	<b>Activités d'Enseignement</b>	<b>10</b>
<b>1.4</b>	<b>Activités d'Encadrement</b>	<b>11</b>
<b>1.5</b>	<b>Ouverture Sur le Milieu Socio-économique</b>	<b>12</b>
<b>1.6</b>	<b>Organisation du Rapport</b>	<b>12</b>

---

### 1.1 Introduction

Nous avons rejoint l'École Normale Supérieure (ENS) de Rabat le 19 Mai 2015. Quatre ans après, nous présentons ce rapport pour l'obtention de l'habilitation universitaire à diriger les recherches. Quatre ans d'expérience en enseignement, encadrement et recherche, et d'expérience en collaboration interne et externe de l'université Mohammed V de Rabat. Dans ce rapport, nous présentons nos activités de recherches, d'enseignements et d'encadrements ainsi que notre ouverture sur le milieu socio-économique.

### 1.2 Activités de recherche

Nos travaux de recherche sont effectués au sein du Laboratoire d'Informatique, Mathématiques appliquées, Intelligence Artificielle et Reconnaissance de Formes (LIMIARF) de l'Uni-

versité Mohammed V (UM5) de Rabat. Dans le champ disciplinaire de l'intelligence artificielle, nous nous sommes focalisés principalement sur l'axe de recherche *Machine Learning* (ML) et ses multiples domaines d'applications. Au coeur de cet axe, nous avons été surtout intéressés par l'émergence des architectures des réseaux de neurones profonds (Deep Neural Networks) communément appelées *Deep Learning* (DL), et leurs applications sur l'image, le signal, le langage naturel ainsi qu'aux données des objets connectés. La plupart de ses recherches sont effectuées dans le cadre de projets financés et en collaboration avec d'autres équipes et laboratoires de l'UM5 ou d'autres universités. Les résultats de ses recherches ont été publiés dans des revues indexées et conférences internationales. Quelques-unes parmi elles ont été récompensées par des prix de recherche et innovation, d'autres ont reçues des financements internationaux. Par ailleurs, nous avons contribué dans l'organisation de quelques manifestations scientifiques et participé dans des comités programmes.

### 1.3 Activités d'Enseignement

Depuis que nous avons rejoint le corps professoral en tant que professeur assistant, nous avons été chargé d'enseigner des cours magistraux, des travaux dirigés et des travaux pratiques au profits d'étudiants en cycle de Licence, de Master et d'ingénierie.

Au sein du département d'informatique de l'ENS, nous avons dispensé deux cours : *Programmation Orientée Objets* et *Base de Données*. Plusieurs promotions ont en bénéficié. Des étudiants en cycle de Licence professionnelle d'enseignement des technologies du web et des multimédias (LPE/TMW), ou bien des étudiants en cycle de licence professionnelle qualifiante au métier de l'enseignement de l'informatique (LPQMEI) entrant dans le cadre du programme national de formation de 10,000 cadres pédagogiques à l'horizon 2016.

Nous avons aussi contribué dans l'enseignement d'étudiants d'autres départements à l'ENS. Nous avons dispensé les deux cours *Algorithmique et programmation* et *Base de données* aux étudiants en Licence Cartographie Géologie et Géomatique (C2G) du département de Géologie. En cycle de Master, nous avons assuré le cours *Base de données* aux profit des étudiants en Master 'Formulation en Chimie, Parachimie et Qualité' (FCPQ) relevant du département de Chimie.

Par ailleurs, nous avons été sollicité pour dispenser des cours aux étudiants en Master dans des établissements relevant de l'université Mohammed V. Dans le cadre de collaboration avec des collègues de la FSR, nous avons assuré deux cours : *Machine Learning and Applications* aux étudiants en Master 'Informatique Signaux et Telecoms' du département de Physique et un autre cours *Deep Learning and Applications* aux étudiants en Master 'Information Processing Systems' du département d'informatique. A l'ENSIAS, nous avons e`te` sollicite` pour dispense` le cours *Machine Learning and Applications* aux e`tudiants du master IOSM (Internet des Objet et Syste`mes Mobiles). Aussi, à la Faculté de Médecine Dentaire (FMD) de

Rabat, nous avons assuré le cours *Algorithmique et programmation* aux profit des étudiants en Master 'Biologie et Matériaux du Milieu Buccal' (BMMB).

Enfin, nous avons été sollicité pour assurer des cours dans d'autre établissements ne relevant pas de l'Université Mohammed V. Nous avons enseigné le cours *Machine Learning and Applications* à l'Institut Nationale des Postes et Télécoms (INPT) aux profit des étudiants ingénieurs et le cours *Data Journalisme* aux étudiants du Master Production des Contenus Audiovisuels et Numériques (PROCAN) à l'Institut Supérieure de l'Information et de la Communication (ISIC).

## 1.4 Activités d'Encadrement

Depuis notre prise de fonction, nous nous sommes engagé dans l'encadrement des étudiants des différents cycles (Licence, Master et Doctorat). Les encadrements dans des projets de fin d'études (PFE) en cycle de Licence sont effectués au département d'informatique de l'ENS au profit des étudiants des deux filières LPE/TMW et LPQMEI. Étant des filières d'enseignement, les projets que nous avons proposés se sont focalisés sur l'utilisation des nouvelles technologies dans l'enseignement comme le développement des applications Web, Desktop et Mobile. L'objectif étant d'encourager les étudiants à tirer parti des enseignements dispensés tout au long de l'année, notamment en programmation orientée objet Java et en modélisation des bases de données ainsi que le développement Web. Quelques-unes des applications développées sont en phase de perfectionnement pour être opérationnelles.

En cycle Master, nous avons encadré des étudiants dans différents établissements (FSR, ENSIAS et ISIC). Par cet encadrement, nous voulions mettre en application les connaissances acquises lors des cours dispensés, principalement *Machine Learning and applications* et *Deep Learning and applications*. Notre préoccupation était de mettre les étudiants encadrés dans un environnement de recherche dès les premières semaines de leurs projets. Ceci a permis à plusieurs d'entre eux de publier leurs travaux de PFE dans des conférences internationales. Enfin, l'encadrement en cycle doctoral est effectué au sein du Centre des Études Doctorales en Sciences et Techniques de Rabat (CEDESTR) sous la direction du Pr. Fakhita Regragui et du Pr. Mohammed Majid Himmi de la FSR. Les sujets de thèse proposés se sont portés sur le développement des architectures Deep Learning pour résoudre des problèmes variés. En plus, dans le cadre de collaboration avec d'autres collègues des autres établissements (INPT et FSR), nous avons apporté nos connaissances en Machine Learning et Deep Learning dans d'autres champs disciplinaires comme l'implantation de ses algorithmes dans un contexte Big Data comme Spark, ou encore leur application pour la détection des particules en physique.

## 1.5 Ouverture Sur le Milieu Socio-économique

Nos engagements dans la recherche, l'enseignement et l'encadrement dans le milieu universitaire ne nous a pas empêcher de nous ouvrir sur les milieux socio-économiques. En effet, l'Intelligence Artificielle a suscité un grand intérêt dans tous les secteurs économiques et plusieurs rencontres ont été organisées au Maroc sur cette thématique et les thématiques connexes (Big Data, Cloud Computing, IoT, Industrie 4.0, etc.). Nous avons assisté à certaines de ses rencontres et répondu à des invitations ce qui nous a permis d'initier des collaborations et de comprendre les enjeux de l'entrepreneuriat et des Startups dans le tissu économique du Maroc. Par le biais de notre engagement dans les deux associations MIPS (Moroccan Information Processing Society) et Morocco AI, nous voulons apporter notre brique pour bâtir cet écosystème où la société soit capable de tirer parti de l'IA à travers ses multiples applications.

## 1.6 Organisation du Rapport

Le reste de ce rapport est organisé comme suit : Dans le chapitre 2 nous détaillons les activités de recherche effectuées au sein du laboratoire LIMIARF. Le chapitre 3 décrits les activités d'enseignement à l'ENS ainsi que celles dispensées dans d'autres établissements de l'université Mohammed V de Rabat. Le chapitre 4 expose nos activités d'encadrement en Licence, Master et Doctorat. Enfin, dans le chapitre 5 nous décrivons notre ouverture sur les milieux socio-économiques. Après quelques conclusions et perspectives, nous avons prévu des annexes comme complément d'informations des différents chapitres.

# 2

## Activités de Recherche

### Contents

---

<b>2.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Axes de Recherche</b>	<b>14</b>
2.2.1	Deep Learning Appliqué l'Image	14
2.2.2	Deep Learning Appliqué au Traitement de la Langue Naturelle	15
2.2.3	Deep Learning Appliqué aux Signaux	16
2.2.4	Deep Learning sur des données de l'Internet des Objets	18
<b>2.3</b>	<b>Projets de Recherche</b>	<b>20</b>
2.3.1	Projets en cours	20
2.3.2	Projets de Mobilité	22
<b>2.4</b>	<b>Productions Scientifiques</b>	<b>23</b>
2.4.1	Articles de Journaux	23
2.4.2	Articles de Conférences	23
2.4.3	Poster de Conférences	25
<b>2.5</b>	<b>Prix</b>	<b>27</b>
2.5.1	Prix 2018 de l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Recherche et Innovation sur le handicap	27
2.5.2	2019 Award - Artificial Intelligence for Developement (AI4D - Africa)	30
<b>2.6</b>	<b>Ev��nements Scientifiques</b>	<b>32</b>
2.6.1	Participation	32

2.6.2	Organisation . . . . .	33
<b>2.7</b>	<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>33</b>

---

## 2.1 Introduction

Nos travaux de recherches sont effectués au sein du Laboratoire d’Informatique, Mathématiques appliquées, Intelligence Artificielle et Reconnaissance de Formes (LIMIARF) de l’Université Mohammed-V de Rabat. Dans le champ disciplinaire de l’intelligence artificielle, nous nous sommes focalisés principalement sur l’axe de recherche Machine Learning et ses multiples domaines d’applications. Au cœur de cet axe, nous avons été surtout intéressés par l’émergence des architectures des réseaux de neurones profonds (Deep Neural Networks) et leurs applications sur l’image, le signal, le langage naturel ainsi qu’aux données des objets connectés. La plupart de ses recherches sont effectuées dans le cadre de projets financés et en collaboration avec d’autres équipes et laboratoires de l’université Mohammed V où d’autres universités. Les résultats de ses recherches ont été publiés dans des revues indexées et conférences internationales (voir Annexe A 6). Quelques-unes parmi elles ont été récompensées par des prix de recherche et innovation ou de financements. Par ailleurs, nous avons contribué dans l’organisation de quelques manifestations scientifiques ainsi que participé dans les comités programmes de quelques-unes.

## 2.2 Axes de Recherche

### 2.2.1 Deep Learning Appliqué à l’Image

#### Reconnaissance des défauts de soudure dans les images rayon-X des pièces métalliques

Dans le domaine des essais non destructifs des composants soudés, les étapes les plus importantes des systèmes de contrôle automatique concernent la détection et la classification des défauts de soudure. Les limites de la corrélation entre l’hétérogénéité et le défaut sont imposées par la nature de ce dernier : morphologie, position, orientation, taille, etc. Les défauts de soudure les plus courantes sont les fissures, les inclusions, le manque de pénétration et les porosités. Nous avons fourni une analyse complète de la classification des défauts en tenant compte du problème de la balance des ensembles de données en utilisant une technique de sur-échantillonnage des minorités. En outre, pour effectuer la sélection des caractéristiques et atteindre une meilleure performance de généralisation, nous avons proposé l’utilisation d’une

fonction d'élimination récursive basée sur une machine à vecteurs à support linéaire avec une validation croisée [1].

### Système de traduction de la langue marocaine des signes

Au Maroc, 13% des handicapés souffrent d'une déficience auditive et de la parole. Les gestes des deux mains et les expressions faciales sont leurs principaux moyens de communication. La nécessité de se retrouver entre eux pour pratiquer leur propre langue des signes entraîne le sentiment qu'ils forment une communauté difficile à intégrer dans la société. Pour venir en aide à cette situation, et comme dans plusieurs domaines de notre vie courante, l'intelligence artificielle à son mot à dire. Plus particulièrement, l'apprentissage profond a permis de grandes avancées dans la recherche en reconnaissance d'objet dans les images.

Nos recherches consistent à réaliser un système intelligent de traduction en temps réel du langage Marocain des signes en combinant les techniques de l'intelligence artificielle est de la vision par ordinateur. Pour cette fin, les images des signes des deux mains sont collectées à l'aide d'une caméra 3D permettant d'exploiter l'information de la profondeur. Un entraînement adéquat des architectures d'apprentissage profond se basant sur des réseaux de neurones de convolution et récurrents permettent quant à eux la détection et la reconnaissance en temps réel des signes dans une scène.

Le système peut favoriser le contact entre sourds-muets et entendants et encourager ses derniers à prendre l'initiative envers les personnes sourds-muets surtout en matière de l'éducation. On peut imaginer un professeur entendant qui communique avec un étudiant sourd muet à distance. Ce système peut jouer le rôle de traducteur en temps réel. En plus, Le système peut être facilement étendu pour prendre en considération des langages des signes internationaux [2][3][4].

### 2.2.2 Deep Learning Appliqué au Traitement de la Langue Naturelle

#### Analyse des sentiments des tweets Arabes

L'analyse des sentiments s'intéresse à l'étude, à l'extraction et à la quantification de la subjectivité ou des états émotionnels des personnes s'exprimant à travers une certaine forme de communication. Elle tente d'analyser les attitudes des individus à l'égard d'une entité, par exemple un produit, un service, un événement, un sujet ou même un autre individu. Ce champ est souvent appliqué aux données textuelles.

L'analyse des sentiments a de nombreuses applications pratiques. Par exemple, une organisation peut être intéressée par l'avis du client sur un service ou un produit afin d'ajuster une stratégie marketing ; un personnel de campagne politique rassemble et analyse l'opinion

publique et le succès de son candidat, etc. Elle a suscité un intérêt croissant au cours de la dernière décennie en raison de l'explosion du nombre de blogs, de publications et de commentaires sur les réseaux sociaux disponibles en ligne.

Les données de médias sociaux se présentent sous une forme non structurée, qui nécessite une pré-traitement avant toute analyse. Nous avons initié nos recherches par une étude comparative des performances des algorithmes d'apprentissage pour la détection de la polarité d'un sentiment dans un Tweet écrit en langue arabes [5].

### 2.2.3 Deep Learning Appliqué aux Signaux

#### Reconnaissance automatique de la parole

Au cours des dernières années, nous avons assisté à une amélioration et à une maturation progressives des technologies de reconnaissance automatique de parole (Automatic Speech Recognition (ASR)), qui ont atteint des niveaux de performance sans précédent et sont aujourd'hui utilisées par des millions d'utilisateurs dans le monde entier.

La reconnaissance automatique de la parole a rapidement évolué de nos téléphones cellulaires à notre domicile et son application dans l'industrie, la banque, le marketing, la santé, etc.

Une structure typique du système ASR est composée du module d'interface pour fournir un flux de signal audio, du module acoustique pour extraire la relation entre les unités linguistiques de la parole et le signal audio, du module de prononciation fournissant des liens entre des unités des phonèmes et des mots prononcés et enfin, du module de langage pour déterminer la séquence de mots la plus probable. Avec une telle structure, les systèmes ASR pourraient atteindre des performances impressionnantes, en particulier lorsqu'ils exploitent les connaissances d'un domaine spécifique. Cependant, de nombreux problèmes sont liés à la reconnaissance automatique de la parole, tels que la reconnaissance dans des environnements bruyants, la reconnaissance multilingue et la reconnaissance multimodale.

Nos recherches se sont focalisées sur la conception de nouvelles architectures de réseaux récurrents profonds [5]. Nous exploitons la puissances des architectures LSTM (Long Short Term Memory) (see figure 2.1) [6] et GRU (Gated Recurrent Unit) (see figure 2.2) [7] et CTC (Connectionist Temporal Classification) [8] tout en incluant les techniques traditionnelles comme HMM (Hidden Markov Model) et DTW (Dynamic Time Warping) [9].

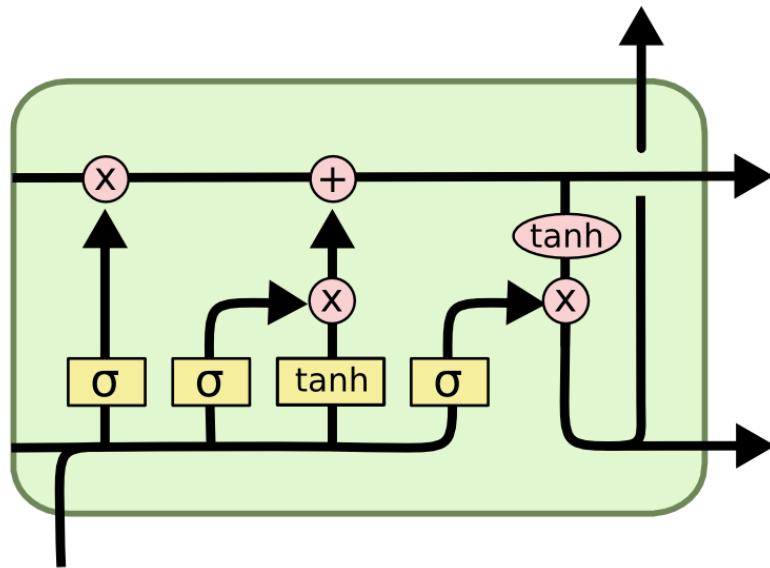


FIGURE 2.1 : Long Short Time Memory Unit (LSTM)

### Détection des activités sismiques au Maroc

La détection sismique est une tâche importante en sismologie. Elle permet des déductions sur la structure intérieur de la Terre et d'identifier les zones à forte activité sismique.

Les outils Big Data sont devenus largement utilisés dans de nombreux domaines, y compris la sismologie. Par exemple, une corrélation croisée d'un ensemble de données composé de plus de 300 millions de seismogrammes nécessite 42 jours avec un cluster distribué conventionnel. En restructurant le système dans un cluster Hadoop, le temps est drastiquement réduit (15 fois plus rapide). En plus, les techniques traditionnelles de traitement des signaux ne permettent pas une bonne performance de détection et de reconnaissance de ses activités sismiques.

Nos recherches se sont penchées sur l'implémentation d'algorithme d'apprentissage dans un système Big Data pour détecter les activités sismiques au Maroc. Nous avons commencé par appliquer les algorithmes traditionnelles tels que STA/LTA aux signaux du réseau sismique XB installé au Maroc entre 2009 et 2013. En raison de la grande quantité de données sismiques, nous avons implémenté un système Hadoop-MapReduce dans une première phase et Spark dans une deuxième phase [10].

Notre objectif est d'adapter les architectures des réseaux de neurones Récurrents pour les

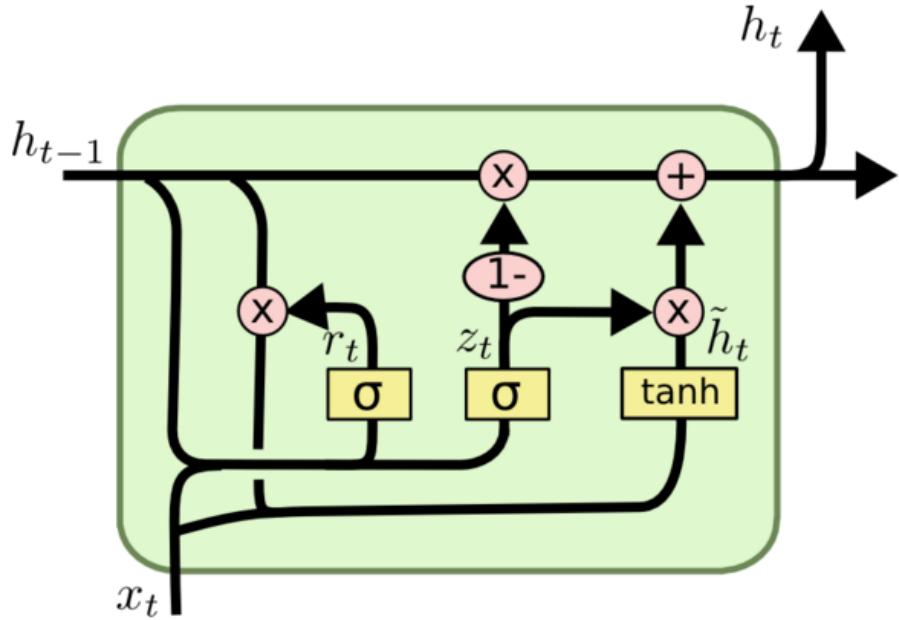


FIGURE 2.2 : Gated Recurrent Unit (GRU)

implémenter dans un système Big Data tel que Spark.

#### 2.2.4 Deep Learning sur des données de l'Internet des Objets

Cela fait un moment que tout le monde est inter-connecté via Internet et, aujourd’hui, avec l’émergence de l’Internet des objets (IoT), tout objet devient inter-connecté. Dans notre environnement ambiant, nous pouvons brancher des capteurs dans nos équipements afin que tout objet puisse soumettre et recevoir des données via Internet.

Selon le rapport Cisco IoT de 2011, il y aura 50B appareils connectés d’ici 2020 (6 appareils par personne) et 75B d’ici 2030 (9 appareils par personne) [11]. Avec de tels appareils inter-connectés et le flux de données volumineuses (Big Data) qu’ils génèrent, nous devons nous repenser ainsi que notre manière d’interagir avec ce qui nous entoure. Nous devons améliorer les technologies d’interaction homme-machine (IHM), telles que la réalité virtuelle avec dispositifs portables, capteurs de vision, de parole et tactiles. Nous devons rendre plus intelligents nos environnements ambients, tels que nos maisons, nos écoles, nos hôpitaux, nos véhicules, nos zones urbaines, etc.

Aujourd’hui, tout cela est rendu possible grâce aux technologies de réseau telles que le Wi-Fi, la fibre optique, la 4G et dans un avenir proche la 5G ; les technologies de stockage comme le

cloud et le fog et les technologies d'intelligence artificielle comme l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond.

Les données générées par l'IoT sont caractérisées par le volume massive, leur vélocité d'arrivée à la phase de traitement ainsi que leurs variété (mesures, texte, image, vidéo, audio, etc.). On retrouve ainsi les 3V (Volume, Vélocité et Variété) qui caractérisent le Big Data. Le traitement et l'analyse intelligents de ces données massives sont la clé pour développer des applications intelligentes IoT.

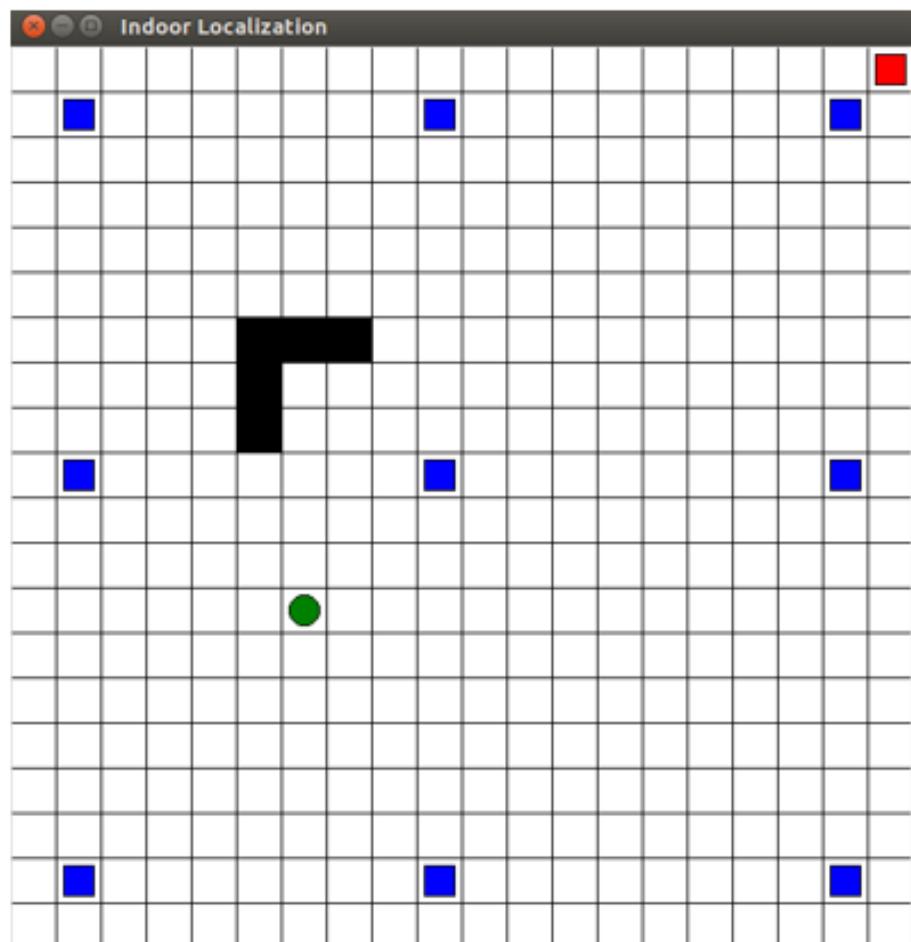


FIGURE 2.3 : Simulation de la navigation d'un agent (point rond) dans un environnement à l'aide de capteurs Beacons (caré). L'obstacle est étudié en état statique ou en mouvement.

Dans nos recherches, nous nous sommes intéressés à l'application du Deep Semi-supervised Reinforcement Learning pour l'analyse des données issues de l'internet des objets [12]. Une thèse est proposée dans ce cadre. Nous nous sommes focalisés sur l'utilisation de la technologie *iBeacons* avec *Bluetooth Low Energy (BLE)* pour résoudre le problème de localisation d'un agent pendant la navigation indoor. voir les deux figures 2.3 et 2.4.

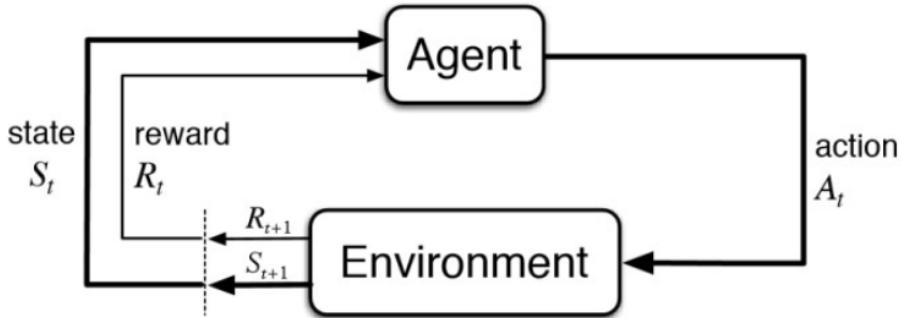


FIGURE 2.4 : Reinforcement Learning

Nous avons simulé l'environnement de navigation indoor par un ensemble de positions labelisées que peut prendre l'agent. Chaque position est également associée à l'ensemble des valeurs RSSI reçues d'un ensemble de iBeacons. L'agent observe l'environnement en recevant les valeurs RSSI (à chaque instant). L'agent agit en fonction de trois observations RSSI (Received Signal Strength Indication) et choisit l'une des 4 actions (Haut, Bas, Droite, Gauche) et reçoit une récompense positive ou négative en fonction de sa proximité de la cible tout en évitant les obstacles. Le but de l'agent est de s'approcher le maximum possible de la position de la cible.

## 2.3 Projets de Recherche

### 2.3.1 Projets en cours

#### Gestion des Risques Sismiques Naturels Dans Le Rif

Ce projet est retenu après l'appel à projet lancé en 2015 par le Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (CNRST) dans son programme des Projets Prioritaires de la Recherche (PPR2). C'est le fruit d'un partenariat entre le laboratoire LIMIARF et

l'institut scientifique et vient compléter des études déjà accomplies entre 2007-2012 dans le cadre de projets TOPOIBERIA et PICASSO.

L'objectif de ce projet est de parvenir à gérer les risques sismiques naturels dans la zone du Rif du Maroc, connue par ses aléas naturels, notamment ceux liés aux séismes, aux mouvements de terrain et aux inondations. On propose d'analyser les facteurs de vulnérabilité et de déclenchement du milieu géologique, les cartographier et les hiérarchiser dans le but de comprendre leurs interactions dans la genèse des aléas naturels. Par des méthodes géophysiques et de traitement numérique du signal sismique et de l'image, le projet vise la détermination de la structure élastique du Rif (voir figure 2.5).

Dans ce cadre, un sujet de thèse propose l'implémentation d'algorithmes d'apprentissage dans un système Big Data pour détecter les activités sismiques au Maroc [10].

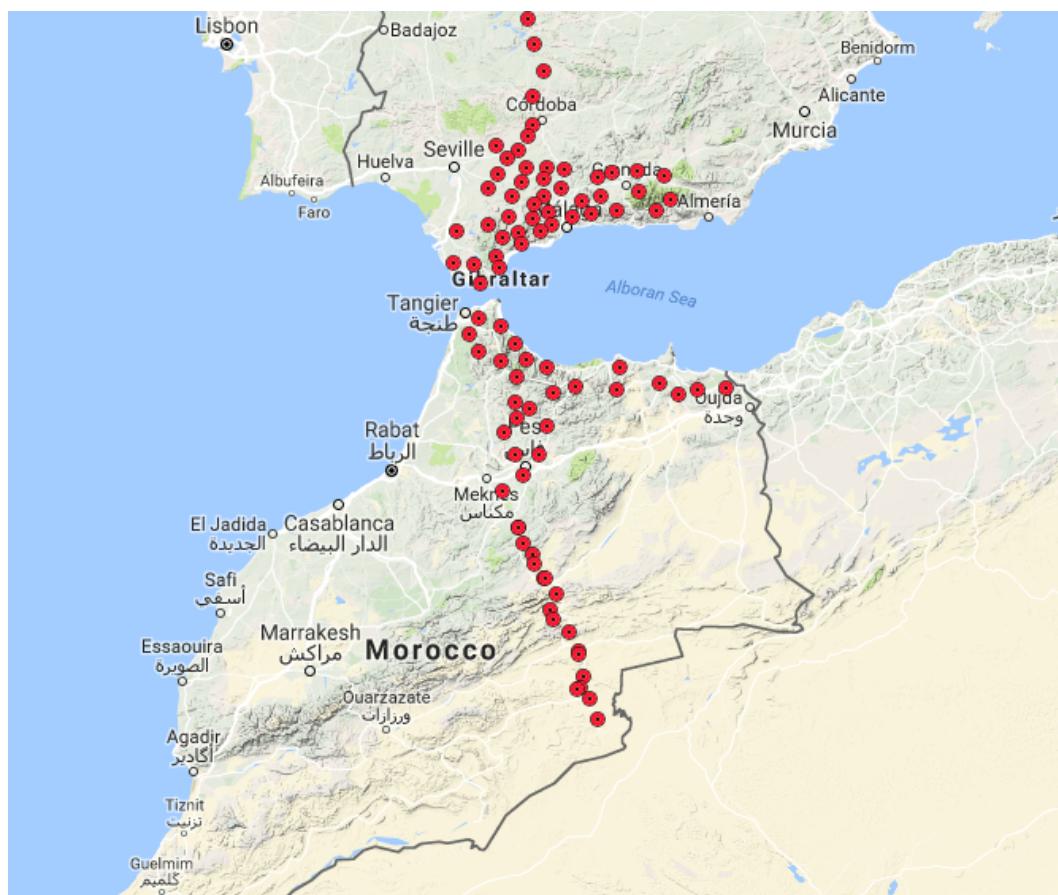


FIGURE 2.5 : Stations sismiques du Maroc étudiées dans le cadre du projet.

### Conception d'une plate-forme E-Learning pour l'interaction multimodale

Ce projet entre dans le cadre du Programme Ibn Khaldoun lancé par le Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (CNRST) visant l'appui à la recherche Scientifique dans le domaine des Sciences Humaines et Sociales.

Dans ce projet, nous souhaitons renforcer les liens entre les acteurs nationaux de l'enseignement, de la formation et de la recherche pour contribuer à la réussite de la réforme de l'enseignement (2015-2030) en élaborant des projets innovants en associant les technologies de l'information et de la communication et les mutation sociales et technologiques et établir de nouveaux partenariats et réseaux d'échange, de partage et de mutualisation des compétences.

Par ce projet, nous voulons contribuer à moderniser l'enseignement/l'apprentissage par le développement d'une plate-forme E-Learning pour l'interaction multimodale en utilisant des méthodes numériques innovantes. Cette plate-forme vise à favoriser l'accroissement et l'appropriation de l'usage des technologies de l'information et de la communication pour l'éducation (TICE) par les apprenants et leur professeurs dans l'école Marocaine.

Notre contribution dans ce projet se focalise sur l'utilisation de l'intelligence artificielle pour la reconnaissance du comportement des apprenants en milieu d'apprentissage. Plusieurs sources de données peuvent être utilisé : l'internet des objets pour la localisation des apprenants dans un milieu d'apprentissage, caméras 2D pour la reconnaissance des visages, et des comportements, caméras 3D Kinect pour la reconnaissance des gestes, enregistrements audio pour la reconnaissance vocale, etc.

L'utilisation de ses nouvelles technologies dans le milieu d'apprentissage apporte un potentiel important pour l'éducation. Essentiellement, Il accroît l'accès des étudiants à l'information et leurs permet d'apprendre et de collaborer activement. Il renforce leur motivation à apprendre et surveille leurs progrès tout en fournissant une assistance personnelle en temps réel.

#### 2.3.2 Projets de Mobilité

Dans le cadre de la convention CNRST/FCT des projet de Coopération Scientifique et Technique maroco-portugaise, nous avons proposé un projet intitulé *ImproBot : Improving Robot Abilities for Home Environments*. Le projet a été soumis en partenariat avec l'université Beira Interior et vise le développement d'une collaboration entre les deux parties et à perfectionner leurs capacités à participer aux compétition internationale de robotique.

Les deux parties peuvent mettre en œuvre des algorithmes de pointe pour divers tâches pouvant être effectuées par un robot personnel à des fins d'assistance personnelle, à savoir : la

reconnaissance de la parole, des gestes et des activités ainsi que la manipulation dans un environnement non structuré.

## 2.4 Productions Scientifiques

### 2.4.1 Articles de Journaux

#### **Neutron-gamma discrimination based on support vector machine combined to nonnegative matrix factorization and continuous wavelet transform**

Recent developments of digital signal processing have played an effective role to achieve a fast and accurate neutron-gamma discrimination. Thus, we present in this research work, a novel method which combines supervised and unsupervised Machine Learning to perform the neutron-gamma discrimination task at the output of a stilbene organic scintillation detector. We propose a three steps procedure that highly qualifies the discrimination. First, the detector's output signals are processed as mixtures of several unknown sources, through nonnegative matrix factorization algorithms. Second, the continuous wavelet transform is performed to characterize the recovered original sources. The resulting time-scale representation is considered as an image which is segmented in order to extract main features of neutron signals versus the gamma ones. The features are then used as input of a nonlinear support vector machine classifier to finally achieve the neutron-gamma discrimination in mixed radiation field. Furthermore, the proposed method provides the classification precision for each radiation [13].

### 2.4.2 Articles de Conférences

#### **Machine Learning for real time poses classification using kinect skeleton data**

Poses recognition is an important research topic because some situations require silent communication (sign language, surgeon poses to the nurse for assistance etc.). Traditionally, poses recognition requires high quality expensive cameras and complicated computer vision algorithms. This is not the case thanks to the Microsoft Kinect sensor which provides an inexpensive and easy way for real time user interaction. In this paper, we proposed a real time human poses classification technique, by using skeleton data provided by the Kinect sensor. Different users performed a set of tasks from a vocabulary of eighteen poses. From skeleton data of each pose, twenty features are extracted so that they are invariant with respect to the user's size and its position in the scene. We then compared the generalization performances of four Machine Learning algorithms, support vectors machines (SVM), artificial neural net-

works (ANN), k-nearest neighbors (KNN) and Bayes classifier (BC). The method used in this work shows that SVM outperforms the other algorithms [2].

### **Hand gesture recognition using kinect'sgeometric and HOG features**

Hand gesture recognition plays an important role in human computer interaction (HCI). Despite the recent progress, the accuracy of up-to-date methods is still not satisfactory. In this work, we proposed a comparative study to recognize six hand gestures in real time using the Kinect sensor. First, we developed a tracking method of the hand in the scene where the center of the palm is detected using depth data and projected into the color image. Second, geometric features were extracted from depth image and Histogram of Oriented Gradients (HOG) descriptors from the color image. Finally, based on those extracted features, a support vector machines (SVM) and an artificial neural network (ANN) are trained and compared [3].

### **Machine Learning for hand gesture recognition using bag-of-word**

Human Computer Interaction received a great deal of attention this last decade. Last researches has turned to more natural interaction systems like gestural human machine interfaces. Recent works are attempting to solve the problem of hand gestures recognition using Machine Learning methods. Some of them are pretending to achieve very high performance. However, few of them are taking into account mandatory requirements to apply the workflow of a learning model, mainly data unbalance, model selection and generalization performance metric choice. In this work, we proposed a Machine Learning method for real time recognition of 16 gestures of user hands using the Kinect sensor that respects such requirements. The recognition is triggered only when there is a moving hand gesture. The method is based on the training of a Support Vector Machine model on hand depth data from which bag of words of SIFT and SURF descriptors are extracted. The data was kept balanced and the model kernel and parameters were selected using cross validation procedure. The method achieved 98% overall performance using the area under the ROC curve measure [4].

### **Deep Generative Models for Image Generation : A Practical Comparison Between Variational Autoencoders and Generative Adversarial Networks**

Deep Learning models can achieve impressive performance in supervised learning but not for unsupervised one. In image generation problem for example, we have no concrete target vector. Generative models have been proven useful for solving this kind of issues. In this paper, we will compare two types of generative models : Generative Adversarial Networks (GANs) and Variational Autoencoders (VAEs). We apply those methods to different data

sets to point out their differences and see their capabilities and limits as well. We find that, while VAEs are easier and faster to train, their results are in general more blurry than the images generated by GANs. These last are more realistic but noisy [12].

### **Time-scale characterization of neutron and gamma signals using continuous wavelet transform**

In this paper, we tackled the neutron-gamma discrimination at the output of stilbene organic scintillation detector as a blind source separation problem. The estimation of the output signal of stilbene detector is performed using Second order NMF (Nonnegative Matrix Factorization) and NTF-2 Nonnegative Tensor Factorization) methods. The recovered independent components issued from the application of these two methods are then used to define a qualitative criterion for neutron-gamma ray's characterization. For enhancing the performance of this characterization we proposed Otsu's image thresholding method as image processing technique to segment the scalograms into significant regions with the aim to extract neutron and gamma ray signals from the background [14].

#### **2.4.3 Poster de Conférences**

##### **Artificial Intelligence for Personalized Assessment**

Millions of learners, thousands of courses every year, hundreds of digital learning experiences are designed and delivered every day. In few years, students will get their higher education completely through digital technologies such as mobile learning, virtual and augmented reality, serious games, etc. But, the most impactful technology is definitely Artificial Intelligence (AI).

AI is a term used to qualify a machine that can simulate human intelligent processes such as learning, reasoning, problem solving, perception, and using language. When such a machine is able to improve its performance by automatically learning from past experiences, one talk about ‘Machine Learning’ (ML). Recommender systems, virtual assistants, chat-bots, intelligent tutors are some examples of Machine Learning for education purposes.

One of the most use cases of ML in education is personalized learning which is an educational approach that aims to customize learning for each learner strengths, needs, skills and interests so that each learner can move on with its own pace with carefully designed feedback. Student’s profile, path, progression or environment are common features used to personalize its learning process.

Assessing and grading the progression of a learner is generally a fastidious and time consuming activity, especially in a context of large classes. Teachers have to measure the student’s awareness of how they are learning and reduce achievement gaps between them. Therefore,

learning assessment must be as flexible and adaptable as instruction. It needs to be fair and accurately reflect student abilities and potentials.

In this work, we propose an AI system for personalized assessment. We propose a quiz platform where teachers ask, students answer and the AI system assesses. The teacher can use different question formats : text, audio, video, images, graphics, charts. The student answers could be single or multiple choices, long or short answers, diagrams, images, videos, graphics, charts, etc. The AI system have to understand how the student is perceiving the teacher's question and how it is behaving during a question answering. To achieve this goal, enormous amount of data has to be collected about the learners and their feedback during the quiz. Natural language processing could be used to extract information about short and long answers. Speech recognition could be used to extract information from audio clips. Computer vision techniques could be used for learner's eye tracking or facial expression recognition when focusing on questions and proposed answers or to extract information form images, videos and graphics.

Processing the collected big data with Machine Learning algorithms and cloud platforms will allow the AI system to improve its assessment performance. The platform is flexible and adaptable enough to allow teachers to add the resources recommended by the AI system [15].

### **Sentiment Polarity Classification of Arabic Tweets**

The problem of sentiment polarity classification have been handled by manyresearchers. However, there is still a lack of research dealing with the Arabiclanguage. Our main objective in this work is to propose a method to classify thesentiment polarity of Arabic tweets. We used two data sets : one was labelledby experts, and another one that we collected using the standard Twitter APIand labeled based on emoticon occurrences. We first pre-processed the collectedtweets using six steps ; from filtering to stemming. Second, we extracted the bestfeatures using the Chi square method and finally applied a Support Vector Machines (SVM)classifier. We concluded that the selection of features can have an important impacton the performances and that a set of features with the best Chi square score provide thebest generalisation performance [5].

### **Introduction to Automatic Speech Recognition**

Automatic speech recognition (ASR) is the process of converting speech signalsautomatically into text. It can be used in diverse environment for different purposessuch as in medical records, radio station, etc. Researches in ASR has been donefor many years, starting with Hidden Markov Models, Dynamic Time Wrapping,Support Vector Machine and many others, but since the emergence of Deep Artifi-cial Neural Network (Deep ANN), speech recognition research has been upgraded.DL methods offer significantly lower speech recognition error

rates compared to the traditional methods. In this introductory paper, we will review the pipeline of ASR from sampling audio and feature extraction techniques to the theory and implementation of the Recurrent Neural Networks (RNN) architecture well suited for ASR [5].

### **Indoor Localization using Deep Reinforcement Learning**

Nowadays, there is an increasing requirement for indoor positioning and navigation with Location Based Services (LBSs). Many applications on smartphones exploit different techniques and inputs for positioning. Most of the indoor wire-less positioning systems rely on Received Signal Strength Indicator (RSSI) from indoor wireless emitting devices. However, the accuracy of in-door position is easily affected by several signal interference. In this work, we propose a LBS system using Deep Reinforcement Learning with Beacon RSSI (RSSI is usually represented by a negative number between 0 and -100), and hope to achieve higher accuracy for indoor positioning [5].

### **Morocco Seismic Activity Detection Using Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network**

In this work we implemented STA/LTA trigger algorithm, which is widely used in seismic detection, using Hadoop MapReduce. This implementation allows to find out how effective it is in this type of tasks as well as to accelerate the detection process by reducing the processing time. We tested our implementation on a seismological dataset of 14 broadband seismic stations and compare it with the traditional one. The results show that MapReduce decreased the processing time by 34% compared to the traditional implementation [5].

## **2.5 Prix**

### **2.5.1 Prix 2018 de l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Recherche et Innovation sur le handicap**

#### **Titre**

Intelligence artificielle pour la traduction en temps réel du langage Marocain des signes.

#### **Résumé**

Au Maroc, 13% des handicapés souffrent d'une déficience auditive et de la parole. Les gestes des deux mains et les expressions faciales sont leurs principaux moyens de communication.

La nécessité de se retrouver entre eux pour pratiquer leur propre langue des signes entraîne le sentiment qu'ils forment une communauté difficile à intégrer dans la société. Pour venir en aide à cette situation, et comme dans plusieurs domaines de notre vie courante, l'intelligence artificielle à son mot à dire. Plus particulièrement, l'apprentissage profond a permis de grandes avancées dans la recherche en reconnaissance d'objet dans les images.

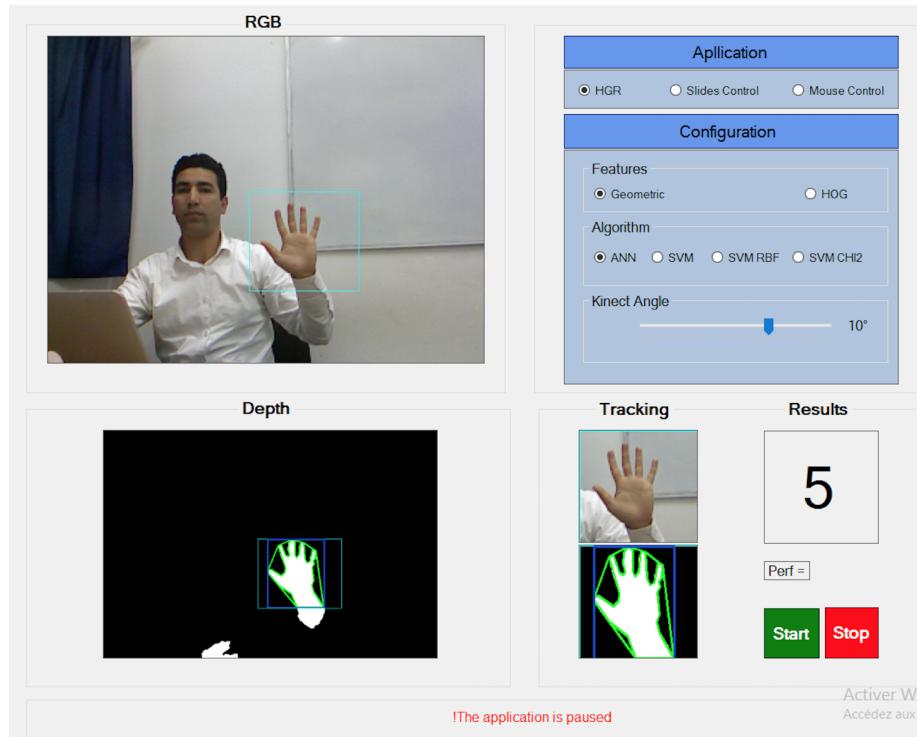


FIGURE 2.6 : Application Desktop de traduction MSL-to-Text. Exemple du signe '5'.

Nous avons réalisé le prototype d'un système intelligent de traduction du langage des signes Marocain (MSL) en temps réel en combinant les techniques de l'intelligence artificielle est de la vision par ordinateur (see figures 2.6, 2.7 and 2.8). Nous avons collecté des images des signes à l'aide d'une caméra Kinect 3D permettant d'exploiter l'information de la profondeur. Ensuite, nous avons développé une techniques d'apprentissage profond qui nous a

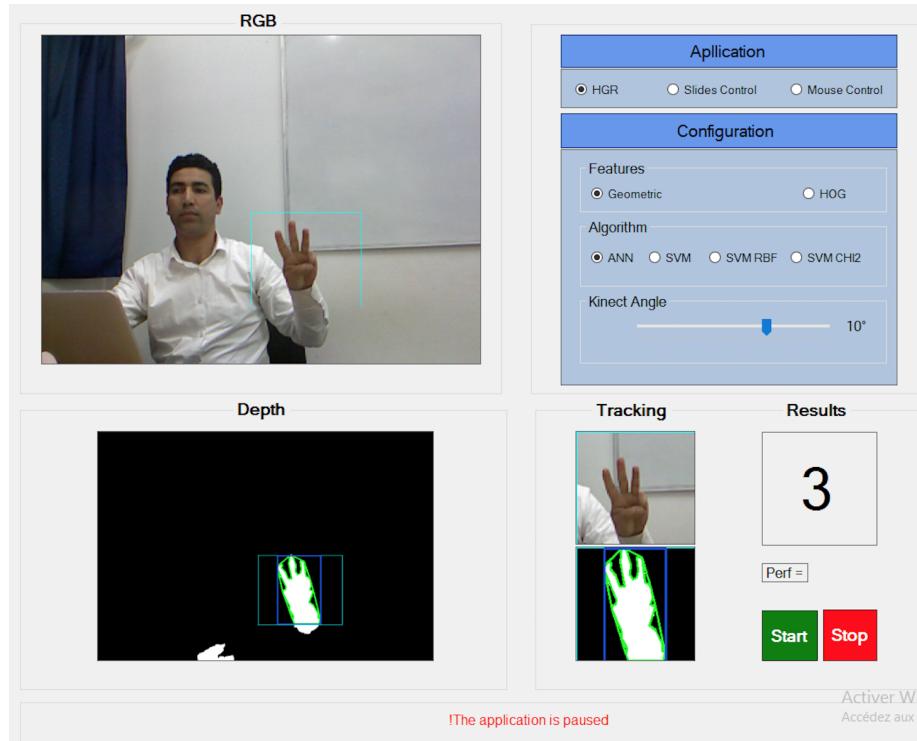


FIGURE 2.7 : Application Desktop de traduction MSL-to-Text. Exemple du signe '3'.

permis la détection et la reconnaissance en temps réel des signes dans une scène. La solution développée peut favoriser le contact entre sourds-muets et entendants et encourager les entendants à prendre l'initiative envers les personnes sourds-muets surtout en matière de l'éducation. On peut imaginer un professeur entendant qui communique avec un étudiant sourd muet à distance. Le système peut jouer le rôle de traducteur en temps réel. En plus, le système peut être facilement étendu pour prendre en considération des langages des signes internationaux.

Pour développer cette solution prometteuse, nous avons mené des recherches pendant trois années consécutives. En effet, trois articles scientifiques ont été publiés dans des conférences internationales IEEE et ACM [2, 3, 4]. Des démos vidéo des applications développées ont été réalisées [16].

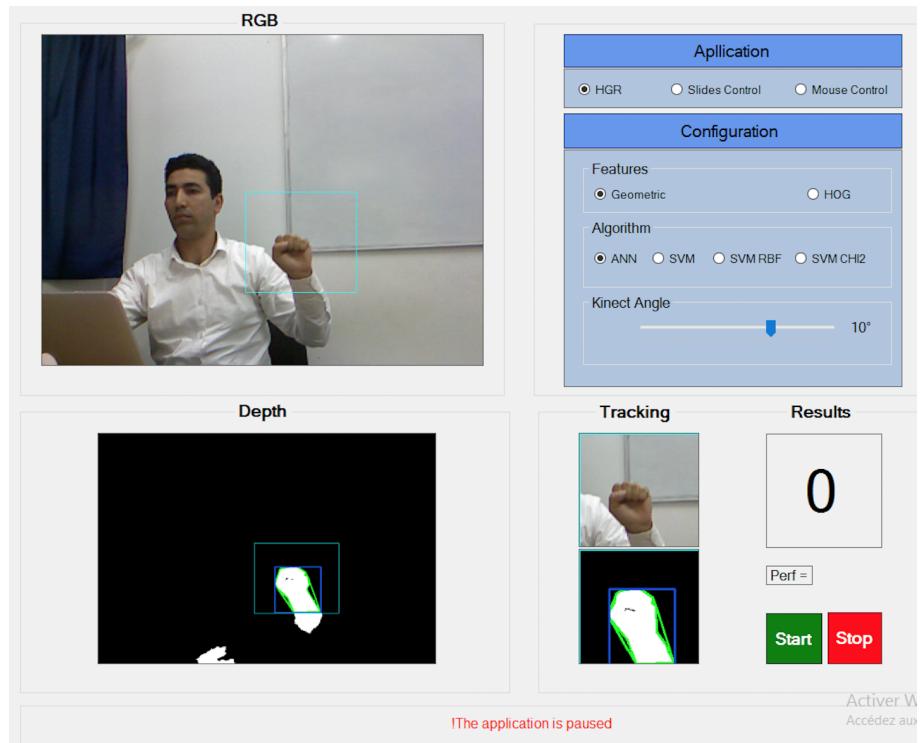


FIGURE 2.8 : Application Desktop de traduction MSL-to-Text. Exemple du signe '0'.

### 2.5.2 2019 Award - Artificial Intelligence for Development (AI4D - Africa)

This award is made possible by the UNESCO Chair in AI and the Knowledge 4 All Foundation with the support of the Canadian International Development Research Centre (IDRC).

#### Title

Arabic Speech-to-Moroccan Sign Language Translator : ‘Learning for Deaf’

#### Introduction

Over 5% of the world’s population (466 million people) has disabling hearing loss. 4 million are children. They can be hard of hearing or deaf. Hard of hearing people usually communicate through spoken language and can benefit from assistive devices like cochlear implants. Deaf people mostly have profound hearing loss, which implies very little or no hearing.

The main impacts of deaf is on the individual's ability to communicate with others in addition to the emotional feelings of loneliness and isolation in society. Consequently, they can not equally access public services, mostly education and health and have not equal rights in participating at the active and democratic life. This leads to a negative impact in their lives and the lives of the people surrounding them.

Over the world, deaf people often communicate using a sign language with gestures of both hands and facial expressions. Sign languages are full-fledged natural languages with their own grammar and lexicon. However, they are not universal although they have striking similarities.

In Morocco, deaf children receive very few education assistance. For many years, they were learning the local variety of sign language from Arabic, French, and American Sign Languages. In April 2019, the government standardized the Moroccan Sign Language (MSL) and initiated programs to support the education of deaf children. However, the involved teachers are mostly hearing, have limited command of MSL and lack resources and tools to teach deaf learn from written or spoken text. Schools recruit interpreters to help the student understand what is being taught and said in class. Otherwise, teachers use graphics and captioned videos to learn the mappings to signs, but lack tools that translate written or spoken words and concepts into signs. This project comes to solve this particular issue.

## Objectives

We propose an Arabic Speech-to-MSL translator. The translation could be divided into two parts, the speech-to-text part and the text-to-MSL part. In a previous work, we were interested in the Arabic Speech-to-Text translation. We conducted a research and a comparison on the existing Speech-to-Text APIs. A web application was built for this end. Our main focus in this current work is to take the results from the Speech-to-Text module and perform Text-to-MSL translation.

Up to now, there is not enough data of Arabic words with their translations into MSL. This is of course challenging because we have to bring interpreters and linguists together in order to create this initial corpus. Each word or concept in the Arabic corpus could be mapped to a time series of hand gestures and facial expressions in the MSL corpus. Our main objective is to find the best possible mapping between these two corpora.

The collected data will allow us to train big Deep Learning Models. In fact, we aim to explore the existing deep learning pretrained architectures suitable for analyzing Arabic words and sentences and find their mappings with the MSL encodings. Recurrent Neural Networks using GRU and LSTM units and their variants are proved to be the most suitable and powerful when dealing with sequential data. We believe that tuning these state of the art models will allow us to achieve good generalization performances.

### Expected outcomes

With this work we expect building the MSL and the Arabic text corpora that we aim keeping free and open for public use. For this end, we will develop an interactive web application for the creation of the two corpora. The Text-to-MSL translation product will be hosted on a web and mobile application.

## 2.6 Evénements Scientifiques

### 2.6.1 Participation

- The 1st edition of North African Machine Learning Summer School (NASSMA 2019), Benguerir.
- The 5th International Conference on Mobile, Secure, and Programmable Networking (MSPN 2019), Mohammedia.
- The 3rd edition of Data Science Summer School (DS3 2018), Paris.
- The 9th International Symposium on Signal, Image, Video and Communications (ISIVC 2018), Rabat.
- The International Conference on Modern Intelligent Systems Concepts (MISC 2018), Rabat.
- The International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV 2018), Fes.
- The 2nd international Conference on Big Data, Cloud and Applications (BDCA 2017), Tetouan.
- Workshop on Information Technology Education and Training : Latest Developments and Future Perspectives, 2015, Ifrane.
- Formation Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) :conception, développement et utilisation d'un cours en ligne (2016), Rabat.
- The 13th International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization (CGiV 2016), Beni Mellal.
- La 3ème édition de la Journée Scientifique d'Analyse des Systèmes et Traitement de L'Information (JASTI 2016), Rabat.

- Participation à la Rencontre Universitaire du Numérique (RUN 2016) Rabat.

### 2.6.2 Organisation

- Co-Chair de la première édition de Deep Learning IndabaX Morocco (2019).
- Membre du comité programme de International Conference on Modern Intelligent Systems Concepts (MISC 2018).
- Membre du comité d'organisation de International Colloquium on Open Access (ICOA 2018)
- Membre du comité d'organisation de l'École Thématique IoT (2018).

## 2.7 Conclusion

Comme lors de nos études doctorales et travaux post-doctoraux, nous avons accordé une attention particulière à la recherche scientifique en Machine Learning entant qu'enseignant chercheur. En effet, cet axe de recherche s'est renforcé par le développement du Deep Learning et par les multiples domaines d'application qu'il a pu conquérir. Ceci est dû, premièrement, à l'abondance des données de différentes représentations (images, signal, texte, etc.) ; Ceci explique en partie nos contributions dans différentes applications et sur différents types de données ; et deuxièmement, à la démocratisation des moyens de stockage (Cloud, Fog) et de traitement (Graphics Processing Unit (GPU), Tensor Processing Unit (TPU)). Nous considérons donc que la recherche en Deep Learning, ne peut être dissociée de celle en Big Data ou en Cloud Computing, et sans compréhension de la représentation de la donnée et du domaine de connaissance (domain knowledge). Pour toutes ses raisons, nous avons tenu à collaboré avec plusieurs collègues de différents établissements de l'Université Mohammed V (FSR, ENSIAS, FMD) et d'ailleurs aussi (INPT, ISIC). Les projets de recherches en cours, les articles publiées et les évènements scientifiques organisées en témoignent.

## Activités d'Enseignement

### Contents

---

<b>3.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Ecole Normale Supérieure</b>	<b>36</b>
3.2.1	Licence Professionnelle d'Enseignement des Technologies du Multi-médias et du Web (LPE/TMW)	36
3.2.2	Licence Professionnelle Qualifiante en Matière d'Enseignement de l'informatique (LPQMEI)	37
3.2.3	Licence Professionnelle Cartographie géologique et Géomatique (C2G)	38
3.2.4	Master Spécialisé Formulation en Chimie, Parachimie et Qualité (FCPQ)	38
<b>3.3</b>	<b>Autres Établissements de l'Université Mohammed V</b>	<b>39</b>
3.3.1	FSR : Master Informatique Signaux et Télécommunications (IST)	39
3.3.2	FSR : Master Information Processing and Systems (IPS)	39
3.3.3	ENSIAS : Master Internet des Objets et Systèmes Mobiles (IOSM)	40
3.3.4	FMD : Master Biologie et Matériaux du Milieu Buccal (BMMB)	40
<b>3.4</b>	<b>Établissements Externes à l'Université Mohammed V</b>	<b>40</b>
3.4.1	INPT : Cycle Ingénieur (Réseaux, Systèmes et Services (RSS) et Web, Mobiles et Décisionnels (WMD)	40
3.4.2	ISIC : Master Production de Contenus Audiovisuels et Numériques (ProCAN)	41
<b>3.5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>41</b>

### 3.1 Introduction

Depuis que nous avons rejoint l'École Normale Supérieure en tant que professeur assistant, nous avons été chargé d'enseigner des cours magistraux, des travaux dirigés et des travaux pratiques au profits d'étudiants en Cycle de Licence.

Au sein du département d'informatique de l'ENS, nous avons dispensé deux cours : 'Programmation Orientée Objets' et 'Base de Données'. Plusieurs promotions ont en bénéficié. Des étudiants en cycle de Licence Professionnelle d'Enseignement des Technologies du Web et des Multimédias (LPE/TMW), ou bien des étudiants en cycle de licence professionnelle qualifiante au métier de l'Enseignement de l'Informatique (LPQMEI) entrant dans le cadre du programme nationale de formation de 10,000 cadres pédagogiques à l'horizon 2016.

Nous avons aussi contribué dans l'enseignement d'étudiants d'autres départements à l'ENS. Nous avons dispensé les deux cours 'Algorithmique et programmation' et 'Base de données' aux étudiants en Licence C2G du département de Géologie. Au niveau Master, nous avons assuré le cours 'Base de données' aux profit des étudiants en Master FCPQ relevant du département de Chimie.

Par ailleurs, nous avons été sollicité pour dispenser des cours aux étudiants en Master dans des établissements relevant de l'université Mohammed V. Dans le cadre de collaboration avec des collègues de la Faculté des Sciences de Rabat, nous avons assuré deux cours 'Machine Learning and Applications' aux étudiants en Master 'Informatique Signaux et Télécoms' du département de Physique et un autre cours 'Deep Learning and Applications' aux étudiants en Master 'Information Processing Systems' du département d'informatique. Aussi, à la Faculté de médecine dentaire de Rabat, nous avons assuré le cours 'Algorithmique et programmation' aux profit des étudiants en Master BMMB.

Enfin, nous avons été sollicité pour assurer des cours dans d'autre établissements ne relevant pas de l'Université Mohammed V. Nous avons assuré le cours 'Machine Learning and Applications' à l'Institut Nationale des Postes et Télécoms (INPT) aux profit des étudiants ingénieurs et le cours 'Data Journalism' aux étudiants du Master PROCAN à l'Institut Supérieure de l'Information et de la Communication (ISIC) ( Voir les Syllabus dans Annexe B [6](#) et les emplois du temps dans l'annexe C [6](#)).

## 3.2 Ecole Normale Supérieure

### 3.2.1 Licence Professionnelle d'Enseignement des Technologies du Multimédias et du Web (LPE/TMW)

Période : 2015-2019

#### Module Bases de Données (S5)

Dans le cadre des activités d'enseignement au sein du département d'informatique de l'ENS, nous avons dispensé aux étudiants en S5 de Licence Professionnelle d'Enseignement des Technologies du Multimédias et du Web (LPE/TMW) le module 'Bases de Données'. L'objectif du module est de maîtriser les bases de données relationnelles et les concepts et technologies impliqués dans les systèmes de gestion des bases de données. Le cours respecte le cahier des normes pédagogiques et est composé des concepts détaillés dans l'Annexe. Après un cours magistral, des séances de travaux dirigés et pratiques sont dispensés. Dans une première partie, les étudiants sont initiés à la modélisation et la conception des bases de données relationnelles. Dans la seconde partie, ils appliquent les modèles conçus à l'aide de la programmation MySql avec l'outil WAMP server, Mysql-Workbench et PowerAMC. Le suivi des étudiants est fait tout au long du semestre y compris le contrôle des absences. Un examen continué est préparé au milieu du semestre et un examen final en sa fin.

#### Module Programmation Orienté Objet (S6)

En S6, nous avons dispensé le module Programmation Orienté Objet aux étudiants en LPE/TMW. L'objectif du module est de maîtriser la programmation orienté objet. Le cours respecte le cahier des normes pédagogiques et est composé des concepts détaillés dans l'Annexe. Après un cours magistral, des séances de travaux dirigés et pratiques sont dispensés. Les étudiants sont appelés à appliquer les notions appris dans le cours dans les séances de TD et TP à l'aide de l'Editeur Eclipse et Netbeans. Deux semaines avant la fin de l'élément, ils sont capables de mener des mini-projets compilant toutes les notions. Le suivi des étudiants est fait tout au long du semestre y compris le contrôle des absences. Un examen continué est préparé au milieu du semestre et un examen final en sa fin.

### **3.2.2 Licence Professionnelle Qualifiante en Matière d'Enseignement de l'informatique (LPQMEI)**

**Période : 2015-2018**

#### **Module Bases de Données (S5)**

Dans le cadre du programme nationale de formation de 10,000 cadres pédagogique à l'horizon 2016, nous avons dispensé le Module 'Bases de Données' aux profit des étudiants en S5 de la Licence Professionnelle Qualifiante en Matière d'Enseignement de l'informatique (LPQMEI). L'objectif du module est de maîtriser les bases de données relationnelles et les concepts et technologies impliqués dans les systèmes de gestion des bases de données. Le cours respecte le cahier des normes pédagogiques et est composé des concepts détaillés dans l'Annexe. Après un cours magistral, des séances de travaux dirigés et pratiques sont dispensés. Dans une première partie, les étudiants sont initiés à la modélisation et la conception des bases de données relationnelles. Dans la seconde partie, ils appliquent les modèles conçus à l'aide de la programmation MySql avec l'outil WAMP server, Mysql-Workbench et PowerAMC. Le suivi des étudiants est fait tout au long du semestre y compris le contrôle des absences. Un examen continue est préparé au milieu du semestre et un examen final en sa fin.

#### **Module Programmation Orienté Objet (S6)**

Toujours dans le cadre du programme nationale de formation de 10,000 cadres pédagogique à l'horizon 2016, nous avons dispensé le module 'Programmation Orienté Objet' aux étudiants en S6 de LPQMEI. L'objectif du module est de maîtriser la programmation orienté objet. Le cours respecte le cahier des normes pédagogiques et est composé des concepts détaillés dans l'Annexe. Après un cours magistral, des séances de travaux dirigés et pratiques sont dispensés. Les étudiants sont appelés à appliquer les notions appris dans le cours dans les séances de TD et TP à l'aide de l'Editeur Eclipse et Netbeans. Deux semaine avant la fin de l'élément, ils sont capable de mener des mini-projet compilant toutes les notions. Le suivi des étudiants est fait tout au long du semestre y compris le contrôle des absences. Un examen continue est préparé au milieu du semestre et un examen final en sa fin.

### **3.2.3 Licence Professionnelle Cartographie géologique et Géomathique (C2G)**

**Période : 2017-2018**

#### **Module Algorithmique et Programmation (S3)**

Dans le cadre des activités d'enseignement au profit d'étudiants relevant d'autres départements de l'ENS de Rabat, nous avons dispensé le cours 'Algorithmique et Programmation' aux étudiants de la Licence Professionnelle Cartographie Géologique et Géomatique (C2G). L'objectif du cours est d'initier les étudiants à l'algorithmique et à la programmation. Le langage Python a été adopté pour raison de simplicité.

#### **Module Base de données (S4)**

Dans le semestre S4 et dans un esprit de collaboration, nous avons continué notre engagement avec le département de géologie de l'ENS en dispensant un autre cours sur les bases de données aux étudiants C2G. L'outil Microsoft Access a été adopté dans les travaux pratiques pour raison de simplicité.

### **3.2.4 Master Spécialisé Formulation en Chimie, Parachimie et Qualité (FCPQ)**

**Période : 2017-2019**

#### **Module Bases de Données (M1)**

Parmi les activités d'enseignement au profit des autres département de l'ENS, nous avons été sollicité par le département de Chimie pour dispenser le Module 'Bases de Données' au profit des étudiants du Master Spécialisé Formulation en Chimie, Parachimie et Qualité (FCPQ). L'objectif du cours est d'initier les étudiants aux bases de données relationnelles. Dans la première année (2017/2018) nous avons utilisé Microsoft Access comme outil de travaux pratique. Dans l'année suivante (2017/2018), nous avons adopté l'outil libre MySQL Workbench.

### 3.3 Autres Établissements de l'Université Mohammed V

#### 3.3.1 FSR : Master Informatique Signaux et Télécommunications (IST)

Période : 2015-2017

##### Module Machine Learning and Applications (M2)

Dans le cadre des activités d'enseignement de Master au sein du Laboratoire LIMIARF, nous avons dispensé le cours 'Machine Learning and Applications' aux étudiants du master IST (Informatique Signaux et Télécoms). Le cours contient les chapitres suivants : Supervised and Unsupervised Learning, Regression, Classification, Naive Bayes, K-Nearest Neighbor, Clustering (K-means, Hierarchical), Tree Based (Decision Trees, Random Forest, Boosting), Artificial Neural Networks (Perceptron, RBF, DBN), Support Vector Machines (Kernels), Model Selection (Cross Validation, Bias-Variance Trade-off, Accuracy), Dimension Reduction (PCA, LASSO, Chi square). Dans l'année universitaire 2015/2016, les travaux pratiques ont été réalisés en langage Matlab. Le langage Python étant de plus en plus adapté aux traitement de la data, il a été adopté dès l'année suivante (2016/2017).

#### 3.3.2 FSR : Master Information Processing and Systems (IPS)

Période : 2018-2019

##### Module Deep Learning and Applications (M2)

Dans le cadre de collaboration avec le département d'informatique de la faculté des sciences de Rabat, nous avons été sollicité pour dispensé le cours 'Deep Learning and Applications' aux étudiants du master IPS (Information Processing Systems). Le cours contient les chapitres suivants : Neural Networks, Deep NN Learning Process, Convolutional NN, AutoEncoders, Adversarial N, Sequence NN. Les travaux pratiques et les mini-projets ont été réalisés avec le langage Python.

### **3.3.3 ENSIAS : Master Internet des Objets et Systèmes Mobiles (IOSM)**

**Période : 2017-2019**

#### **Module Machine Learning and Applications (M1)**

Dans le cadre de collaboration avec les collègues de l'ENSIAS, nous avons été sollicité pour dispenser le cours 'Machine Learning and Applications' aux étudiants du master IOSM (Internet des Objets et Systèmes Mobiles). Le cours contient les chapitres suivants : Supervised and Unsupervised Learning, Regression, Classification, Naive Bayes, K-Nearest Neighbor, Clustering (K-means, Hierarchical), Tree Based (Decision Trees, Random Forest, Boosting), Artificial Neural Networks (Perceptron, RBF, DBN), Support Vector Machines (Kernels), Model Selection (Cross Validation, Bias-Variance Trade-off, Accuracy), Dimension Reduction (PCA, LASSO, Chi2). Le cours a été dispensé aussi aux étudiants du même Master en temps aménagé.

### **3.3.4 FMD : Master Biologie et Matériaux du Milieu Buccal (BMMB)**

**Période : 2015-2019**

#### **Module Algorithmique et Programmation (M1)**

Dans un souci d'ouverture sur l'application de l'informatique sur d'autres champs disciplinaires, nous avons été sollicité par les collègues de la faculté de médecine dentaire de Rabat pour dispenser le module 'Algorithmique et Programmation' aux étudiants du Master Biologie et Matériaux du Milieu Buccal (BMMB). Le module initie les étudiants biologiste de formation à l'algorithmique et à la programmation Python très utilisé dans le traitement de la data dans un contexte biologique (séquences ADN, signaux, imagerie, etc.).

## **3.4 Établissements Externes à l'Université Mohammed V**

### **3.4.1 INPT : Cycle Ingénieur (Réseaux, Systèmes et Services (RSS) et Web, Mobiles et Décisionnels (WMD)**

**Période : 2018-2019**

#### **Module Machine Learning and Applications (S4))**

Dans le cadre de collaboration avec les collègues de l'INPT, nous avons été sollicité pour dispenser le cours 'Machine Learning and Applications' aux étudiants en cycle ingénieur (Ré-

seaux, Systèmes et Services (RSS) et Web, Mobiles et Décisionnels (WMD). Le cours contient les chapitres suivants : Supervised Learning, Regression, Classification, Tree Based Methods, Artificial Neural Networks, Support Vector Machines (Kernels), Model Selection (Cross Validation, Bias-Variance Trade-off, Accuracy), Dimension Reduction (PCA, LASSO, Chi2). Les travaux pratiques ont été assuré en langage Python.

### **3.4.2 ISIC : Master Production de Contenus Audiovisuels et Numériques (ProCAN)**

**Période : 2017-2019**

#### **Module Data Journalisme (M1)**

Dans un souci d'ouverture sur l'application de l'informatique sur d'autres champs disciplinaires, nous avons été sollicité par les collègues de l'ISIC (Institut des Sciences de l'information et de la Communication) pour dispenser le module 'Data Journalisme' aux étudiants du Master Production de Contenus Audiovisuels et Numériques (ProCAN). Le data journalisme est une nouvelle discipline journalistique qui s'intéresse à la collecte, au traitement et à la visualisation des données générées par les organisations publiques ou privées.

L'objectif du module Data Journalisme et de fournir aux étudiants de Master une formation sur les nouvelles technologies de l'information et de la communications en journalisme afin de moderniser leurs habitude journalistiques. Le formation inscrit les étudiant dans le contexte de la transformation digital dans le milieu du journalisme. Nous fournissons une culture générale sur les nouvelles technologie émergentes telles que le Big Data, le Cloud Computing et l'intelligence artificielle. L'étudiant doit ensuite maîtriser le processus de production d'un article data journalistique, à savoir, la recherche des données, les techniques de stockage, puis du nettoyage et d'analyse, et enfin les méthodes de visualisation. La formation se repose sur des travaux pratiques et de recherche où les étudiants doivent être capable de produire un contenu data journalistique sur une thématique d'actualité.

## **3.5 Conclusion**

Nous avons assuré des activités d'enseignements dans différents départements de l'Ecole Normale Supérieure, notre établissement d'attache. Nous avons été sollicité par des collègues pour dispenser des cours dans d'autre établissements de l'université Mohammed V et d'ailleurs. Nous avons enseigné plusieurs cours aux étudiants dans différents cycles universitaires (Licence, Master, Ingénierie et Doctorat). Nous avons enseigné, et nous avons appris. Telle est la beauté du métier de l'enseignement !

## Activités d'Encadrement

### Contents

---

<b>4.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Doctorat</b>	<b>43</b>
4.2.1	Co-Encadrement	43
4.2.2	Contributions	43
4.2.3	Jury de thèse	43
<b>4.3</b>	<b>Master</b>	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>Licence</b>	<b>45</b>
<b>4.5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>46</b>

---

### 4.1 Introduction

Depuis notre prise de fonctions, nous nous sommes engagés dans l'encadrement des étudiants des différents cycles. Plusieurs étudiants en cycle de Licence au sein de l'ENS. Une dizaine d'étudiants en cycle de Master au sein de la FSR, l'ENSIAS et de l'ISIC et enfin en cycle doctoral au sein du Centre des Études Doctorales en Sciences et Techniques de Rabat (CEDESTR). Les pages de gardes des rapports de PFE de Master et de Licence sont en Annexe D 6.

## 4.2 Doctorat

L'encadrement en cycle doctorale est effectué au sein du Centre des Études Doctorales en Sciences et Techniques de Rabat (CEDESTR) sous la direction du Pr. Fakhita Regragui et du Pr. Mohammed Majid Himmi de la FSR. Les sujets de thèse proposés se sont portés sur l'application du Deep Learning sur différentes problématiques (Analyse des données Electro Encephalo Gramme (EEG), données sismiques, données issues des objets connectées, etc.). En plus, dans le cadre de collaboration avec d'autres collègues des autres établissements (Pr. Bellafkih de l'INPT, Pr. Morsli Cherkaoui de la FSR), nous avons apporté nos connaissances en Machine Learning et Deep Learning dans d'autres champs disciplinaires comme l'implantation de ses algorithmes dans un contexte Big Data comme Spark, ou encore leurs applications pour la détection des particules en physique. Enfin, nous avons aussi participé dans un jury de thèse.

### 4.2.1 Co-Encadrement

- Salma Tayeb : Deep Neural Networks for the classification of EEG signals. 2013.
- Younes Choubik : Deep Learning for the analysis of massive seismic data. 2016.
- Mohamed El-Kaddoury : Deep Reinforcement Learning : Application to Internet of Things Services. 2018.
- Basma Oukit : Deep Learning for Speech Recognition. 2019.

### 4.2.2 Contributions

- Imane Zriouil (FSR) : Automatic Sleep Spindles Detection : Overview and Development of a Standard Proposal Assessment Method. 2016.
- Hanane Arahmane (FSR) : Time-scale characterization of neutron and gamma signals using continuous wavelet transform. 2018.
- Khadija Aziz (INPT) : Leveraging Resource Management for Efficient Performance of Apache Spark. 2019.

### 4.2.3 Jury de thèse

- Younes Kabbadj (FSR) : Une contribution à la segmentation et à la détection précoce des lésions de sein basée sur une approche floue. 2016.

### 4.3 Master

Comme nous l'avons précisé dans le précédent chapitre, nous avons contribué dans la formation des étudiants en cycle Master dans différents établissements (FSR, ENSIAS, INPT, etc.). Principalement, nous avons dispensé deux cours : *Machine Learning and applications* et *Deep Learning and applications*. Notre première préoccupation était de munir les étudiants des prérequis nécessaires pour entamer des PFE en Machine et Deep Learning appliqués. Notre seconde préoccupation était de mettre les étudiants encadrés dans un environnement de recherches dès les premières semaines de leurs projets. Ceci a permis à plusieurs étudiants de publier leurs travaux de PFE dans des conférences internationales [2, 3, 4].

Nous présentons ci-après les sujets de PFE encadrés, par ordre chronologique :

#### Année 2014-2015

- Machine Learning for Real-Time Gestures Classification Using Kinect Skeleton Data. Sarah Farih, Younes Choubik. Faculté des sciences de Rabat.

#### Année 2015-2016

- Reconnaissance des Gestes de la Main en Utilisant le Capteur Kinect. Marouane Hamda. Faculté des sciences de Rabat.

#### Année 2016-2017

- Algorithmes d'Apprentissage pour la Détection de Polarité des Tweets Arabes. Hicham Boudkik. Faculté des sciences de Rabat.
- Hand Gesture Recognition Using Kinect Sensor : Comparative Study Between SIFT, SURF and Fourier Descriptors. Marouane Benmoussa. Faculté des sciences de Rabat.

#### Année 2017-2018

- Machine Learning for Internet of Things Data Analysis. Mohamed Es-Salhy. Master IOSM. ENSIAS.
- Transformation digitale du tourisme Cas pratique : Système de billetterie d'autocar au Maroc. Mohamed Attaouije. Master ProCAN. ISIC.
- La vie privée à l'ère du numérique. Noura Errabani. Master ProCAN. ISIC.

- La Data visualisation et l'enjeu de l'interactivité dans les sites d'information en ligne au Maroc : production d'un modèle et perceptions des usagers. Safae Kasaani. Master ProCAN. ISIC.

#### Année 2018-2019

- Development of a Web Application for Speech Recognition using Deep Recurrent Neural Networks. Saad Regal, Mahdi Alaoui. Master IOSM. ENSIAS.

### 4.4 Licence

Les encadrements dans les projets de fins d'études (PFE) sont effectués au département d'informatique de l'ENS au profit des étudiants en Licence des deux filières LPE/TMW et LPQMEI. Étant des filières d'enseignement, les projets que nous avons proposé se sont focalisés sur l'utilisation des nouvelles technologies dans l'enseignement comme le développement des applications web, desktop et mobile. L'objectif étant d'encourager les étudiants à tirer parti des enseignements dispensés tout au long de l'année notamment en programmation orientée objet Java et en modélisation des bases de données ainsi que le développement Web. Quelques-unes des applications développées sont en phase de perfectionnement pour être opérationnelles. On peut citer, l'application web de gestion des quizes *www.lequiz.ga* et l'application mobile de gestions des évènements baptisée *ENSevents*.

Dans ce qui suit, nous présentons quelques PFE encadrés en Licence. Les pages de gardes peuvent être consultées dans l'annexe D ([6](#)).

#### Année 2016-2017

- Réalisation d'une interface graphique JavaFx avec NetBeans. Karim El Harras, Mohamed Ezaidi, Abdelbassit Jalit.

#### Année 2017-2018

- ENSevents : une application mobile de notification des événements. Sara Amaouch, Radouane Darhous, Kenza El Karnighi.
- Développement d'une application WEB pour l'apprentissage en ligne. Mariam Amchayd, Fatima Arafa, Jamila Elmrysy.

**Année 2018-2019**

- Développement d'une application Mobile de chat (Android et iOS) en utilisant React Native. Imane Aguelil, Asma Aouari, Ghizlane Arjilti.
- www.lequiz.ga : Une application web de Quiz en ligne. Mouad Bouzaidi, Hajar Hayani, Hiba Zarouni.
- Développement d'une application Web pour l'enseignement en ligne. Islam El Melhaoui, Fatima Zahrae Kerarmi, Ikram Lfakir.

## 4.5 Conclusion

L'encadrement des étudiants dans différents cycles (Licence, Master et Doctorat) a enrichi notre expérience entant qu'enseignant chercheur. En effet, nous n'avons ménager aucun effort dans la préparation et l'enseignement de cours très sollicités par les étudiants : Machine Learning, Deep Learning, Data Journalism, etc. Nous l'avons fait dans l'objectif de les munir des prérequis nécessaires pour entamer des PFEs pouvant avoir une valeur scientifique considérable sous formes d'articles scientifiques, de mémoires ou d'applications web ou mobile.

# 5

## Ouverture sur le milieu Socio-économique

### Contents

---

<b>5.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>47</b>
<b>5.2</b>	<b>Ouverture Sur le Milieu Économique</b>	<b>48</b>
5.2.1	Rencontres	48
5.2.2	Invitations	49
5.2.3	Collaborations	49
5.2.4	Entreprenariat, Innovation, Startups	49
<b>5.3</b>	<b>Ouverture Sur le Milieu Social</b>	<b>50</b>
5.3.1	MIPS	50
5.3.2	Morocco-AI	50
<b>5.4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>51</b>

---

### 5.1 Introduction

Du fait de l'intérêt qu'a suscité et suscite encore l'IA dans tous les secteurs économiques, plusieurs rencontres ont été organisées au Maroc sur cette thématique et les thématiques connexes (Big Data, Cloud Computing, IoT, Industrie 4.0, etc.). Nous avons assisté à certaines de ses rencontres et répondu à des invitations ce qui nous a permis d'initier des collaborations et de comprendre les enjeux de l'entreprenariat et des Startups. A travers notre engagement

associatif, nous voulons susciter la curiosité à propos de l'IA et ses multiples applications dans la société.

## 5.2 Ouverture Sur le Milieu Économique

### 5.2.1 Rencontres

#### Journées de l'Industrie du Maroc

Nous avons tenu à répondre présent aux journées de l'industrie depuis la première édition en 2017. Nous considérons que c'est un bon moyen de rester proche des industriels et saisir les opportunités de collaboration. D'autant plus que les thématiques choisis sont d'actualité et entre dans nos domaines d'intérêt (Intelligence Artificielle, Big Data, Industrie 4.0, etc.).

#### Demo Africa

Nous avons assisté à l'édition 2018 de Démo Africa. Une édition où 30 Startups finalistes ont participé à un bootcamp virtuel de six semaines. Cinq ont été sélectionnées pour participer à l'édition 2019 du Lions@frica Innovation Tour dans la Silicon Valley. Pour nous, c'était une occasion de rencontrer ses Startups et de tirer parti de leurs expériences. Nous avons aussi rencontré des Angel Investors Africains qui nous ont renseigné sur les opportunités dans le milieu économique Africain.

#### Med-IT

Med-IT est un lieu d'échanges, de réflexion et de rencontres réservé aux décideurs et professionnels du secteur IT, pour découvrir les nouvelles tendances et échanger autour des sujets d'actualité de l'IT. Entant qu'universitaire, nous avons fait le pas vers ces acteurs économiques pour saisir les opportunités de collaboration.

#### IA en Afrique vue par l'Unesco à l'Université Mohammed VI Polytechniques (UM6P) de Benguerir

En Décembre 2018, nous avons assisté à la première édition du forum sur l'intelligence artificielle en Afrique organisé par l'UNESCO à l'Université Mohammed VI Polytechniques (UM6P) de Benguerir. L'Unesco a appelé les pays africains à libérer le potentiel de l'IA par la mise en place de politiques publiques favorisant l'éducation de qualité dans la science, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques (STIM) ainsi que la promotion de la recherche et l'entreprenariat.

**IA dans la Santé à l'Université Mohammed VI des Sciences de la Santé (UM6SS)**

En Mars 2019, nous avons assisté au premier colloque international francophone de l'UM6SS sur l'IA. Des experts et chercheurs marocains et étrangers du domaine de la santé et de l'IA ont discuté diverses thématiques relatives aux applications de l'IA dans la santé.

**IA dans l'entreprise à ESCA École de Management**

En Janvier 2019, des professionnels et chercheurs de l'intelligence Artificielle se sont rencontrés à ESCA École de Management pour une conférence inaugurale sous le thème *Intelligence Artificielle : quelles applications pour les entreprises ?*. Cette conférence était une belle occasion de comprendre l'intérêt pratique de l'IA pour les entreprises en général et celles de la région MEA en particulier.

**5.2.2 Invitations**

Nous avons été sollicité par des associations de professionnelles et d'étudiants pour animer des conférences en Intelligence Artificielle. Cet exercice nous a permis de comparer le potentiels en matière de l'IA dans l'entreprise marocaine et l'offre de formation dans les universités. Ainsi, nous avons animé des conférences suite à des invitations de Google Development Group de Casablanca dans les journées Google I/O accueilli par l'incubateur de Startups LaFactory. Aussi, nous étions invités par des associations d'étudiants de plusieurs écoles d'ingénieurs (ENSIAS, INSEA, INPT et ESI) pour donner des séminaires sur l'IA et les opportunités qu'elle offre.

**5.2.3 Collaborations**

Nous avons initié une collaboration avec Zoommedia, une entreprise internationale spécialisée dans le développement de logiciels de reconnaissance vocale de pointe. Nous collaborons dans la reconnaissance vocale du langage arabe.

**5.2.4 Entreprenariat, Innovation, Startups**

Aujourd'hui, il est difficile d'évoquer l'ouverture de l'université sur le milieu économique sans s'arrêter sur le terme *entreprenariat, innovation ou Startup*. Malheureusement, au Maroc, le statut d'enseignant chercheur ne permet pas la création d'entreprise pour valoriser les résultats des recherches effectuées. En France par exemple, dès 1999, une loi a été décrétée permettant aux chercheurs de créer une entreprise ou de participer au fonctionnement et/ou à la direction d'une entreprise déjà créée, dès lors que celle-ci est destinée à la valorisation de

leurs recherches. Toutefois, un bon chercheur ne fait pas nécessairement un bon entrepreneur. Tout commence par une idée innovante résultat de longues recherches. Mais il reste à prouver son utilité, sa mise en oeuvre ainsi que sa capacité à générer de la valeur. Le chercheur doit ensuite lever des fonds en passant par la spécification du business modèle, le pitch, l'incubation, l'accélération, etc. Le chemin à parcourir est très long pour le chercheur, chevronné qu'il soit.

En début 2018, 50 millions de dollars ont été prêtés par la Banque mondiale au Maroc pour répondre aux besoins de financement des startups. La Caisse Centrale de Garantie (CCG) a créé le fond *Innov Invest* et l'a mis à disposition d'incubateurs et d'accélérateurs. Ces derniers lancent des programmes d'incubations destinés aux jeunes porteurs d'idées innovantes en grande majorité lauréats des universités. Nous considérons que l'université à un rôle central à jouer dans ce circuit. Les *cités d'innovations* et le statut *étudiant-entrepreneur* sont des initiatives à encourager. Ne faut-t-il pas aussi penser au statut de *chercheur-entrepreneur* ?

## 5.3 Ouverture Sur le Milieu Social

### 5.3.1 MIPS

Dans l'association MIPS (Moroccan Information Processing Society), nous occupons le rôle de secrétaire général adjoint. MIPS est une association à but non lucratif regroupant des universitaires, chercheurs et professionnels dont la principale activité est l'informatique et ses applications. L'association œuvre pour promouvoir des activités scientifiques et professionnelles dans le domaine de l'informatique et favorise les échanges de connaissances et d'expériences avec les informaticiens maghrébins. Plusieurs activités ont été réalisées ces deux dernières années : organisation de séminaires (IA, Big Data, Serious Games), d'écoles thématique (IoT) ainsi que des conférences (ICOA'2018) [17].

### 5.3.2 Morocco-AI

Avec des collègues, nous avons créé l'association Morocco AI (Moroccan Artificial Intelligence Society) à l'issu de la conférence IndabaX Morocco en Avril 2019. Morocco-AI est une association à but non lucratif qui regroupe des volontaires du milieu scientifiques et économiques pour constituer une communauté IA au Maroc. Nous voulons offrir une plate-forme pour les acteurs universitaires, économiques et sociaux pour échanger autour de l'IA [18]

## 5.4 Conclusion

Nos engagements dans la recherche et l'enseignement dans le milieu universitaire ne nous a pas empêcher de nous ouvrir sur les milieux socio-économiques. Nous avons assisté à plusieurs rencontres autour de l'intelligence Artificielle et nous avons répondu à des invitations d'associations opérant dans l'IA et ses domaines connexes. Ceci nous a permis de saisir des opportunités de collaboration ainsi que de comprendre les enjeux de l'IA au Maroc dans une mouvance où commence à régner une culture d'entreprenariat et de Startups. Une mouvance qui nous a poussé à posé la question à propos du statut du chercheur-entrepreneur. Enfin, à travers des associations, nous nous sommes engagés à participer à la promotion de l'IA et ses applications pour le bien de la société à travers l'éducation de l'IA et la recherche appliquée dans l'IA pour le développement social.

# 6

## Conclusions et Perspectives

Ce rapport était une occasion de faire le bilan sur quatre années d'activités de recherche, d'enseignement, d'encadrement et d'ouverture sur le monde socio-économique.

Dans nos recherches, nous avons accordé une grande attention au domaine de l'intelligence artificielle, en particulier l'apprentissage machine et profond (Machine and Deep Learning). En effet, cet axe de recherche a pu conquérir plusieurs domaines d'application. Ceci est dû, premièrement, à l'abondance des données de différentes représentations (images, signal, texte, etc.) ; ce qui explique en partie nos contributions dans différentes applications et sur différents types de données ; et deuxièmement, à la démocratisation des moyens de stockage (Cloud, Fog) et de traitement (GPU, TPU). Nous considérons donc que la recherche en Machine et Deep Learning, ne peut être dissociée de celle en Big Data ou en Cloud Computing et sans compréhension de la représentation de la donnée et du domaine de connaissance (domain knowledge). Pour toutes ses raisons, nous avons tenu à ce que nos travaux de recherche soient en collaboration avec nos collègues de différents établissements ; de l'Université Mohammed V de Rabat comme la FSR et l'ENSIAS, externes de l'université comme l'INPT ou opérant dans différentes disciplines comme la FMD et l'ISIC. Les projets de recherches en cours, les articles publiées et les événements scientifiques organisés en témoignent.

Confiants du fruit que peut engendrer la recherche scientifique en Machine et Deep Learning, nous renforceront nos collaborations dans les années à venir par des équipes internationales peu présentes jusque-là. En outre, la question de l'utilité des travaux publiés et leurs impacts sur les milieux socio-économiques est une question qui nous préoccupe et mérite une attention particulière. A ce propos, nous envisageons accentuer notre ouverture sur le monde économique (entreprises, Startups, etc.) et saisir les opportunités existantes en IA.

Concernant nos activités d'enseignement, nous avons assuré des cours, des travaux dirigés et pratiques dans différents départements de l'Ecole Normale Supérieure, notre établissement

d'attaché. Nous avons été sollicités par des collègues pour dispenser des cours dans d'autres établissements de l'université Mohammed V et d'ailleurs. Nous avons enseigné plusieurs cours aux étudiants dans différents cycles universitaires (Licence, Master et Ingénierie). Nous avons enseigné, et nous avons appris ; telle est la beauté du métier de l'enseignement !

Dans l'avenir, nous envisageons adopter des approches pédagogiques modernes telles que le E-Learning et les classes inversées. Certes, les résultats actuels de telles approches sont très fluctuants en fonction des catégories sociales des étudiants et des disciplines enseignées, mais nous jugeons que la particularité des cours que nous dispensons font que ses méthodes peuvent améliorer l'apprentissage des étudiants.

Concernant nos activités d'encadrement, nous nous sommes engagés dans le suivi des travaux des étudiants des différents cycles de Licence, Master et Doctorat, ce qui a enrichi notre expérience entant qu'enseignant chercheur. En effet, nous n'avons ménager aucun effort dans la préparation et l'enseignement de cours très sollicités par les étudiants : Machine Learning, Deep Learning, Data Journalisme, etc. Nous l'avons fait dans l'objectif de les munir des prérequis nécessaires pour entamer des PFEs pouvant avoir une valeur scientifique considérable, sous formes d'articles scientifiques, de mémoires ou d'applications web, desktop ou mobile.

En revanche, l'expérience d'encadrement ne va pas sans difficultés intrinsèques ou extrinsèques. Il n'est parfois pas facile de rencontrer la rigueur et l'efficacité souhaitables ainsi que les compétences nécessaires en rédaction ou en communication. Dans le cas particulier des encadrements en thèses de doctorat, la rigueur manque son rendez-vous à cause, essentiellement, d'une rémunération très faible, voire absente. Par conséquent, les résultats obtenus sont dans leur majorité non exploités.

Des programmes de développement des compétences en communication au profit des étudiants tous cycles confondus, des formations en entreprenariat ainsi que des incitations aux créations de Startups, toutes ces recettes peuvent permettre à la recherche au sein de l'université d'avoir l'impact tant attendu sur le tissu social, économique et environnemental de notre pays.

Enfin, nos engagements dans la recherche, l'enseignement et l'encadrement dans le milieu universitaire ne nous a pas empêché de nous ouvrir sur les milieux socio-économiques. Nous avons assisté à plusieurs rencontres autour de l'Intelligence Artificielle et nous avons répondu à des invitations d'associations opérant dans l'IA et ses domaines connexes. Ceci nous a permis de saisir des opportunités de collaboration ainsi que de comprendre les enjeux de l'IA au Maroc dans une mouvance où commence à régner une culture d'entreprenariat et de Startups. Nous sommes convaincus que, à l'instar de plusieurs pays qui nous en devancé, le statut du chercheur-entrepreneur sera un atout majeur dans cet écosystème. A travers l'implication dans des associations, nous nous sommes engagés à porter ses challenges et de continuer à participer à la promotion de l'IA et ses applications pour le bien de la société.

## **Annexe A : Publications Scientifiques**



# Neutron-gamma discrimination based on support vector machine combined to nonnegative matrix factorization and continuous wavelet transform

H. Arahmane <sup>a,\*</sup>, A. Mahmoudi <sup>b</sup>, E.-M. Hamzaoui <sup>c</sup>, Y. Ben Maissa <sup>d</sup>, R. Cherkaoui El Moursli <sup>a</sup>

<sup>a</sup> ESMAr Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco

<sup>b</sup> LIMIARF Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco

<sup>c</sup> National Centre for Nuclear Energy, Science and Technology (CNESTEN), Rabat, Morocco

<sup>d</sup> Laboratory of Telecommunication Systems, Networks and Services, National Institute of Posts and Telecommunications, Rabat, Morocco



## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 3 November 2018

Received in revised form 11 August 2019

Accepted 15 August 2019

Available online 19 August 2019

### Keywords:

Neutron-gamma discrimination  
Nonnegative matrix factorization (NMF)  
Continuous wavelets transform (CWT)  
Time-scale representation  
Otsu global thresholding method  
Support Vector Machine (SVM)

## ABSTRACT

Recent developments of digital signal processing have played an effective role to achieve a fast and accurate neutron-gamma discrimination. Thus, we present in this research work, a novel method which combines supervised and unsupervised machine learning to perform the neutron-gamma discrimination task at the output of a stilbene organic scintillation detector. We propose a three steps procedure that highly qualifies the discrimination. First, the detector's output signals are processed as mixtures of several unknown sources, through nonnegative matrix factorization algorithms. Second, the continuous wavelet transform is performed to characterize the recovered original sources. The resulting time-scale representation is considered as an image which is segmented in order to extract main features of neutron signals versus the gamma ones. The features are then used as input of a nonlinear support vector machine classifier to finally achieve the neutron-gamma discrimination in mixed radiation field. Furthermore, the proposed method provides the classification precision for each radiation.

© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## 1. Introduction

Neutron detection is greatly vital for nuclear research spectroscopy. The scintillation detectors are the most adapted to this detection and preferred means for neutron spectroscopy purposes. However, their sensitivity to gamma-rays as well disturbs the estimation accuracies of the neutron pulses [1]. Due to their specific feature of organic scintillation and varying quality of discrimination, pulse shape discrimination (PSD) methods were commonly used to perform the neutron-gamma discrimination [2,3]. The most popular ones are: charge comparison [4], rise time [5], zero-crossing [5] as PSD conventional methods and pulse gradient analysis (PGA) as PSD digital one [6]. Heltsley et al. have used charge comparison (or charge-integrating ADC) to sample the intensity in two different time regions of a pulse and thus to sense the shape of the pulse from a liquid scintillation detector [4]. Roush et al. have used rise time and zero-crossing methods to separate the scintillation signals from particles with different specific

ionization based on signals produced by RC differentiation of dynode voltage pulses [5]. Mellow et al. employed PGA approach that is based on the normalized amplitude of a single sample early in the decay of the pulse [6]. In addition, the wavelet transform is also appropriate for digital processing of a mixed radiation field. Yousefi et al., have been the first to propose it; converting the time to frequency domain pulses via a Fourier transform. The quality of neutron-gamma discrimination using these standard PSD methods has conventionally been quantified by Figure of Merit (FOM) parameter defined as a distance between two pulses in a specific energy range, divided by the sum of the full-widths at half-maximum (FWHM) of the PSD ratio pulses. A high FOM is interpreted as a good discriminator of the detector ability to discern the pulses generated by neutron and gamma radiations. However; in the presence of pulse pile-up; FOM is not able to well discriminate the gamma contribution, and can be a little misleading [7]. Thus, we can say that the PSD methods are insufficient to perform the separation task with high precision.

With improvements in programmable logic integrated circuits and in high-speed flash analog-to-digital converters, new possibilities in digital pulse processing (DSP) for scintillation detector systems based on digital event-by-event data acquisition have

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [hanane\\_ar1@hotmail.com](mailto:hanane_ar1@hotmail.com) (H. Arahmane), [benmaissa@inpt.ac.ma](mailto:benmaissa@inpt.ac.ma) (Y. Ben Maissa).

# Synthetic Minority Oversampling and Linear Cross-validated Support Vector Machine-based Recursive Feature Elimination to Classify Weld Flaws in Radiographic Images

by Abdelhak Mahmoudi\* and Fakhita Regragui†

## ABSTRACT

In the field of nondestructive testing of welded components, the most important stages of automatic inspection systems concern the detection and classification of weld discontinuities. Limitations to correlating the heterogeneity and the discontinuity are imposed by the nature of the discontinuity: morphology, position, orientation, size, and so forth. Commonly seen weld discontinuities include cracks, linear inclusions, lack of penetration, and porosities. In their previous article, the authors were interested in discontinuity detection. In this paper, the authors attempted to provide a complete analysis for flaw classification taking into account the problem of data set unbalance using a synthetic minority oversampling technique. In addition, a cross-validated linear support vector machine-based recursive feature elimination algorithm was developed to perform feature selection, allowing better generalization performance.

**KEYWORDS:** nondestructive testing, automated discontinuity recognition, ADR, radiography, weld flaws, support vector machine, synthetic minority class oversampling, recursive feature elimination, receiver operating characteristic.

\* Laboratoire d'Informatique, Mathématique, Intelligence Artificielle, et Reconnaissance de Formes (LIMIARF), Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal, 4 Ave. Ibn Battouta 1014 Rabat, Morocco; e-mail abdelhak.mahmoudi@gmail.com.

† Laboratoire d'Informatique, Mathématique, Intelligence Artificielle, et Reconnaissance de Formes (LIMIARF), Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal, 4 Ave. Ibn Battouta 1014 Rabat, Morocco; e-mail 2regragui@fsr.ac.ma.

## Introduction

In the field of nondestructive testing (NDT) of welded components, the most important stages concern the detection and classification of discontinuities. These are heterogeneities resulted from welding operations, very often detrimental to the integrity of welded components. In the current industrial practice, radiographic testing remains among the most adapted NDT processes for the control of the structural integrity of welds, because of its simplicity and its speed of implementation. Radiographic testing can be carried out using X- or  $\gamma$ -rays, producing radiography images of the exposed welded component with reflected discontinuities (Figure 1).

Inspection of the radiographic images of welds provides useful information for identifying the potential problems in the fabrication process and for improving the welding operations. However, limitations to correlating the heterogeneity and the discontinuity are imposed by the nature of the discontinuity: morphology (spherical, cylindrical, or plane shape), position (superficial or internal location), orientation, size, and so forth. Commonly seen weld discontinuities include cracks, linear inclusions, lack of penetration, and porosities.

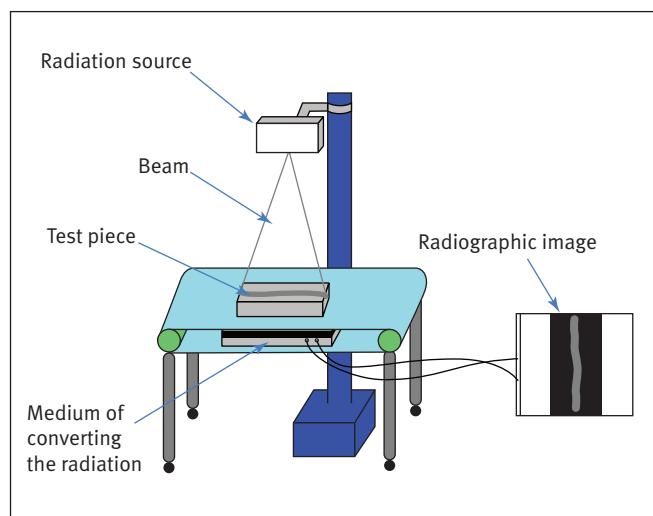


Figure 1. X-ray radiography of welded component.



# Deep Generative Models for Image Generation: A Practical Comparison Between Variational Autoencoders and Generative Adversarial Networks

Mohamed El-Kaddoury<sup>1(✉)</sup>, Abdelhak Mahmoudi<sup>2</sup>,  
and Mohammed Majid Himmī<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LIMIARF, Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco  
[mh.kadouri@gmail.com](mailto:mh.kadouri@gmail.com), [himmī.fsr@gmail.com](mailto:himmī.fsr@gmail.com)

<sup>2</sup> LIMIARF, École Normale Supérieure, Mohammed V University, Rabat, Morocco  
[abdelhak.mahmoudi@um5.ac.ma](mailto:abdelhak.mahmoudi@um5.ac.ma)

**Abstract.** Deep Learning models can achieve impressive performance in supervised learning but not for unsupervised one. In image generation problem for example, we have no concrete target vector. Generative models have been proven useful for solving this kind of issues. In this paper, we will compare two types of generative models: Generative Adversarial Networks (GANs) and Variational Autoencoders (VAEs). We apply those methods to different data sets to point out their differences and see their capabilities and limits as well. We find that, while VAEs are easier and faster to train, their results are in general more blurry than the images generated by GANs. These last are more realistic but noisy.

**Keywords:** Generative adversarial networks · Variational Autoencoders · Image generation · Unsupervised learning

## 1 Introduction

Unsupervised learning from large unlabeled datasets is an active research area. In practice, millions of images and videos are unlabeled and one can leverage them to learn good intermediate feature representations via approaches in unsupervised learning, which can then be used for other supervised or semi-supervised learning tasks such as classification. One approach for unsupervised learning is to learn a generative model. Two popular methods in computer vision are variational auto-encoders (VAEs) [1] and generative adversarial networks (GANs) [2].

Variational auto-encoders are a class of deep generative models based on variational methods. With sophisticated VAE models, one can not only generate realistic images, but also replicate consistent “style”. For example, DRAW (Deep Recurrent Attentive Writer) [5] was able to generate images of house numbers with number combinations not seen in the training set, but with a consistent style/color/font of street sign in each image. Additionally, as models learn to

# STA/LTA trigger algorithm implementation on a seismological dataset using Hadoop MapReduce

Youness Choubik<sup>1</sup>, Abdelhak Mahmoudi<sup>2</sup>, Mohammed Majid HIMMI<sup>1</sup>, Lahcen El Moudnib<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LIMIARF Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed V University Rabat, Morocco

<sup>2</sup> LIMIARF Laboratory, Ecole Normale Supérieure, Mohammed V University Rabat, Morocco

<sup>3</sup> LGRN Laboratory, Scientific Institute, GEOPAC Research Center, Mohammed V University Rabat, Morocco

## Abstract

In this work we implemented STA/LTA trigger algorihtm, which is widely used in seismic detection, using Hadoop MapReduce. This implementation allows to find out how effective it is in this type of tasks as well as to accelerate the detection process by reducing the processing time. We tested our implementation on a seismological dataset of 14 broadband seismic stations and compare it with the traditional one. The results shows that MapReduce decreased the processing time by 34% compared to the traditional implementation.

**Keywords**—STA/LTA, Hadoop, MapReduce, Big Data.

## 1 Introduction

In recent years, processing data using traditional tools has become a difficult task due to the huge amount of available data. Hence the need of new tools and frameworks that facilitate and accelerate data processing. Big Data tools have become widely used in many fields, including Seismology. Where Given the Flexibility, Scalability and the ability of the Big Data tools to accelerate parallel processing of massive amounts of data, geophysicists became more and more dependent on these tools. For example, [Addair et al. \[2014\]](#) cross correlated a global dataset consisting of over 300 million seismograms. This required 42 days using a conventional distributed cluster. By re-architecting the system to run as a series of MapReduce jobs on a Hadoop cluster they achieved a factor of 19 performance increase on a test dataset. [Magana-Zook et al. \[2016\]](#) used Hadoop and Spark to perform a large-scale calculation of seismic waveform quality metrics, and compared their performance with that of a traditional distributed implementation. They found that both Spark and MapReduce were about 15 times faster than the traditional distributed implementation. On the other hand, based on processing 43 TB using MapReduce and Spark, they predicted that for a dataset of 350 TB, Spark running on a 100 node cluster would be about 265 times faster than traditional implementation.

[Huang et al. \[2017\]](#) have developed a big data platform, which is built upon Apache Spark, to facilitate the work of geophysicists in interpreting and analyzing large volumes of seismic data with scalable performance. [Yan et al. \[2015\]](#) tried to answer the question that if Apache Spark is scalable to process seismic data with its in-memory computation and data locality features by using typical seismic data processing algorithms. [Chen and Zhang \[2017\]](#) has adopted Hadoop platform to manage, store, and to analyze seismic data, and by using MapReduce to integrate the data in the HDFS to ensure that they are analyzed and processed quickly. [Corts et al. \[2017\]](#) explored earthquake prediction using Spark distributed computing framework and H<sub>2</sub>O library for cluster computing. In order to predict the maximum magnitude in the coming seven days, the authors applied regressors to a 1 GB dataset catalog.

Seismic detection is an important task in seismology, it allows for identifying seismic events, which permits deductions about the interior of the Earth, identify areas with high seismic activity and adding more seismic stations to better understand the seismicity in these areas. There are many seismic event detection algorithms ([Sharma et al. \[2010\]](#)). In this paper we are interested in applying the short term to long term trigger algorithm (STA/LTA) ([Houliston et al. \[1984\]](#)), which is widely used in seismic detection. We applied STA/LTA to the three-component records of the XB seismic network installed in Morocco between 2009 and 2013. Due to the large amounts of seismic data that we will be working on, we used Hadoop MapReduce to benefit from its power of processing data in a distributed fashion.

## 2 Hadoop framework

Apache Hadoop is an open-source framework that allows for distributed processing of large datasets across clusters of commodity hardware. Hadoop includes four principle components, Hadoop MapReduce for parallel processing of large data sets, Hadoop YARN for cluster resource management and job scheduling, Hadoop Distributed File System (HDFS) which is the data stor-

# Time-scale characterization of neutron and gamma signals using continuous wavelet transform

H. Arahmane<sup>1,\*</sup>, E-M. Hamzaoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ESMAR Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco.

<sup>2</sup>National Centre for Nuclear Energy, Science and Technology (CNESTEN), Rabat, Morocco.

Hanane\_ar1@hotmail.com; elmehdihamzaoui@yahoo.fr

A. Mahmoudi<sup>3</sup>, R. Cherkaoui El Moursli<sup>1</sup>

<sup>3</sup>LIMIARF Laboratory, Ecole Normale Supérieure, Mohammed V University in Rabat, Morocco.

rajaa.cherkaoui@gmail.com;  
abdelhak.mahmoudi@gmail.com

**Abstract**— In this paper, we tackled the neutron-gamma discrimination at the output of stilbene organic scintillation detector as a blind source separation problem. The estimation of the output signal of stilbene detector is performed using Second order NMF (Nonnegative Matrix Factorization) and NTF-2 Nonnegative Tensor Factorization methods. The recovered independent components issued from the application of these two methods are then used to define a qualitative criterion for neutron-gamma ray's characterization. For enhancing the performance of this characterization we proposed Otsu's image thresholding method as image processing technique to segment the scalograms into significant regions with the aim to extract neutron and gamma ray signals from the background.

**Keywords**— *Continuous wavelets transform; Nonnegative Matrix and Tensor Factorization; Otsu algorithm; Scalogram; Stilbene.*

## I. INTRODUCTION

The particles detection or ionizing radiation is performed via ionization or excitation process. Three major classes of detectors are addressed for it: 1) Gas-filled detectors; 2) scintillation detectors; 3) Semiconductor detectors. In this work, we will focus on organic scintillation detectors. The scintillation can be produced directly by radiation (reaction mechanism), or through another nucleus (recoil mechanism). The both process are given different pulse-shapes due to different de-excitation delays. The pulse is composed by the fast component which is most representative of the type of the radiation detected whereas the slow component gives a measure of detector performance. This feature is referred as standard technique in neutron detection to perform the discrimination task; it's called Pulse Shape Discrimination (PSD). For that reason, the organic scintillators are considered as ideal candidates for particle discrimination. The PSD performance has traditionally been quantified by Figure of Merit (FOM) which is considered as a discrimination quality indicator to find the appropriate PSD algorithm. It is calculated as the peak separation divided by the sum of their full widths at half maximum (FWHM). The FOM for the n/γ-ray discrimination, defined as:

$$FOM = \frac{S}{FWHM_n + FWHM_\gamma} \quad (1)$$

Where, S is the separation between the peaks of two events,  $FWHM_\gamma$  is the full-width half-maximum (FWHM) of the spread of events classified as γ-rays and  $FWHM_n$  is the FWHM of the spread in the neutron peak [1].

Numerous methods have addressed this problem. Digital pulse processing methods provide more flexibility, high reliability than analog in individual pulses processing. They are provided many advantages which were conceived to improve the signal-to-noise ratio, on-line neutron data processing and minimize of huge and complex analogue circuitry. According to the features extracted by PSD using digital method, the signal can be presented through time and frequency domains methods. Fourier transform and the wavelet transform are the most popular mathematical approaches to spectral analysis: the first is usually considered to be the best transformation between time and frequency domains; whereas the second is an adequate technique to analyze non-stationary signals on a time-frequency scale. Hence, the neutron and gamma pulses are non-static signals having different frequency components present at different time instants [2], the wavelet transform [2] is well appropriated for digital processing of a mixed radiation field. From the point of view of neutron-gamma discrimination, many works are done using wavelet transform [3], [2], [4]. Yousefi et al., has been the first one to propose the wavelet transform application to achieve the neutron-gamma discrimination task [4].

In this paper, we developed a novel characterization technique for neutron-gamma discrimination using continuous wavelet transform (CWT). We tackled the neutron-gamma discrimination at the output of stilbene organic scintillation detector as a blind source separation problem. Thus, the output signals of the used detector have been considered as mixtures of several unknown sources which we tried to recover using Nonnegative Matrix and Tensor Factorization (NMF and NTF) algorithms. The measure of performance index (PI) [5], [6] of each tested method has allowed us to select the Second Order NMF and

# Machine Learning for Hand Gesture Recognition Using Bag-of-words

1<sup>st</sup> Marouane Benmoussa

*LIMIARF, Faculty of Science,  
Mohammed V University*

Rabat, Morocco

benmoussa.marouanee@gmail.com

2<sup>nd</sup> Abdelhak Mahmoudi

*LIMIARF, Ecole Normale Supérieure,  
Mohammed V University*

Rabat, Morocco

abdelhak.mahmoudi@um5.ac.ma

**Abstract**—Human Computer Interaction received a great deal of attention this last decade. Last researches has turned to more natural interaction systems like gestural human machine interfaces. Recent works are attempting to solve the problem of hand gestures recognition using machine learning methods. Some of them are pretending to achieve very high performance. However, few of them are taking into account mandatory requirements to apply the workflow of a learning model, mainly data unbalance, model selection and generalization performance metric choice. In this work, we proposed a machine learning method for real time recognition of 16 gestures of user hands using the Kinect sensor that respects such requirements. The recognition is triggered only when there is a moving hand gesture. The method is based on the training of a Support Vector Machine model on hand depth data from which bag of words of SIFT and SURF descriptors are extracted. The data was kept balanced and the model kernel and parameters were selected using cross validation procedure. The method achieved 98% overall performance using the area under the ROC curve measure.

**Index Terms**—Hand Gestures Recognition, SIFT, SURF, Bag of visual words, Kinect.

## I. INTRODUCTION

Gesture recognition has been a subject of much study lately, especially with the advance of Human-Computer Interaction (HCI) technology that led to a better experience. This last can be improved by familiarizing computers more with human ways of communications. The idea is to make computers understand human language (speech, facial expressions, and human gestures).

This paper focuses on gestures since it is a rich communicative way that is used to usually express ideas, needs or feelings. This guarantees a more friendly human-computer interface that is essentially due to the effectiveness of gestures to communicate precisely between a sender and a receiver. This can be easily shown by stating some of the very decisive examples; many people travel to foreign countries even if they don't know the official language of the visited country and still manage to communicate using gestures and sign language. More importantly, the gestures are the main language used for people who suffer from hearing and speech impairment. This demonstrates that gestures can be considered international and employed almost everywhere in the world. Additionally, there are situations when silent communication is preferred. For example, during a surgery, a doctor may gesture to the

nurse for assistance. Thus the interest to make a real-time hand gesture recognition (HGR) system is inevitable.

Several works have been done in computer vision about HGR, but just few systems were done based on Kinect camera [8], [9]. Further more, limited number of gestures were recognized [10], [11]. Recent works are attempting to solve the problem of hand gestures recognition using machine learning methods. Some of them are pretending to achieve very high performance [4], [13]. However, few of them are taking into account mandatory requirements to apply the workflow of a learning model, mainly data unbalance, model selection and generalization performance metric choice. That is the main motive behind this paper which is based on a novel method for contact-less HGR using both bare hands or just one hand to recognize 16 gestures. The system is able to detect hand gestures, track them using Skeletal Tracking of Kinect [12] and recognize their meanings. The real power of the system is its ability to give high accuracy despite the lighting conditions, skin color clothing and background. The model is also optimized to make no calculation unless there is a body movement.

The approach that was implemented in this paper is based on features extraction and machine learning methods. Uses Speeded Up Robust Features (SURF), and Scale Invariant Features Transform (SIFT), trained with both K-means and Support Vector Machine (SVM) classifiers.

## II. RELATED WORK

In order to choose the most suitable descriptor for our HGR system we must choose wisely what kind of descriptor can give the most promising results, as such HOG (Histograms of Oriented Gradients) feature that has been introduced into gesture recognition in several works such as [1], but the HOG features is not ideal for gesture recognition for its computation in dense grids at some single scale without orientation alignment. In the other hand, other descriptors such as SIFT and SURF have shown good achievements over the years in object recognition and thus, are a good candidates for our system.

### A. The Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

SIFT is the most powerful descriptor allowing detection, description of image interest points and identifying similar

# Hand Gesture Recognition Using Kinect's Geometric and HOG Features

Hamda Marouane  
LIMIARF, Faculty of Science,  
Mohammed V University  
Rabat  
Morocco  
hamda.marouane@gmail.com

Abdelhak Mahmoudi  
LIMIARF, Ecole Normale Supérieure,  
Mohammed V University  
Rabat  
Morocco  
abdelhak.mahmoudi@gmail.com

## ABSTRACT

Hand gesture recognition plays an important role in human computer interaction (HCI). Despite the recent progress, the accuracy of up-to-date methods is still not satisfactory. In this work, we proposed a comparative study to recognize six hand gestures in real time using the Kinect sensor. First, we developed a tracking method of the hand in the scene where the center of the palm is detected using depth data and projected into the color image. Second, geometric features were extracted from depth image and Histogram of Oriented Gradients (HOG) descriptors from the color image. Finally, based on those extracted features, a support vector machines (SVM) and an artificial neural network (ANN) are trained and compared.

## CCS CONCEPTS

- Human-centered computing → Gestural input;

## KEYWORDS

HCI, Hand Gesture Recognition, HOG, SVM, ANN

### ACM Reference format:

M. Hamda, A. Mahmoudi, 2. In *Proceedings of BDCA conference*, Tetuan, Morocco, Mars 2017 (BDCA'17), 4 pages.  
DOI:

## 1 INTRODUCTION

Human computer interaction (HCI) received a great deal of attention this last decade. The interest of this topic arises from the need to develop more intuitive mechanisms to interact with computers.

Several systems have been developed for the human-machine interface such as keyboard, mouse, joystick, speech, etc. But these types of interfaces have shown their limits in degrees of freedom. Last researches have turned to more natural interactions systems. This is the case for gestural human-machine interfaces. Electronic gloves are among the most expressive interfaces to detect gestures. These sensors provide the position of the hand and fingers joints angles. However, they are costly and cumbersome. Fortunately, with the technical advances and the appearance of inexpensive cameras, it is now possible to develop real time gesture recognition systems based on computer vision.

Furthermore, thanks to the recent development of inexpensive depth cameras such as the Kinect sensor, new opportunities for hand gesture recognition (HGR) emerge. Instead of wearing a data glove, the use of the Kinect sensor can also detect and segment the hands robustly.

In spite of many recent successes in applying the Kinect sensor to articulated face recognition [1] and human action recognition [2], it is still an open problem to use Kinect for HGR. Many vision-based approaches have been proposed in the literature. In [3], Ren et al. introduces an HGR system using the Kinect sensor based on both depth and color information for hand detection. The system uses the new metric shape distance called Finger Earth Mover's Distance (FEMD) typically designed for hand shapes. Lang et al. [4], proposes a system of general HGR using Kinect based on Hidden Markov Model (HMM). Rekha et al. [5] proposes a hybrid approach that combines the local descriptors (SURF and SIFT) and the Hu Invariant Moment global descriptor. Hiyadi et al. [6] proposed a 3D dynamic HGR method for human robot interaction based on depth information provided by the Kinect. The body is tracked using the skeleton algorithm provided by the Kinect SDK. The main idea of their work is to compute the angles of the upper body articulations which are active when executing gesture. The variation of these angles is then used as inputs for an HMM in order to recognize the dynamic gestures. In [7], Ramirez et al. developed an HGR method based on the features extracted from the geometric properties of the hand.

In this paper, we propose a comparative study to recognize six hand gestures in real time using the Kinect sensor. Initially, based on the image processing techniques, we developed a method of hand tracking. Next, we proposed two approaches to extract features from the detected hand. The first has a structure similar to the one proposed in [7] with an improvement in the number of features. The second approach is based on HOG descriptor (Histogram of Oriented Gradient). Finally, we have classified the features obtained from the two methods by two machine learning algorithms, support vector machines (SVM) and artificial neural networks (ANN).

## 2 HAND GESTURES RECOGNITION

Our HGR system consists of the following steps: (1) data acquisition from Kinect sensor, (2) hand detection and tracking, (3) features extraction, (4) gestures classification and display the result as text ([Fig 1](#)).

# Machine learning for real time poses classification using Kinect skeleton data

Youness Choubik<sup>1</sup>, Abdelhak Mahmoudi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Sciences Rabat, <sup>2</sup> Ecole Normale Supérieure Rabat

<sup>1</sup> youness.choubik@gmail.com, <sup>2</sup> abdelhak.mahmoudi@gmail.com

## Abstract

*Poses recognition is an important research topic because some situations require silent communication (sign language, surgeon poses to the nurse for assistance etc.). Traditionally, poses recognition requires high quality expensive cameras and complicated computer vision algorithms. This is not the case thanks to the Microsoft Kinect sensor which provides an inexpensive and easy way for real time user interaction. In this paper, we proposed a real time human poses classification technique, by using skeleton data provided by the Kinect sensor. Different users performed a set of tasks from a vocabulary of eighteen poses. From skeleton data of each pose, twenty features are extracted so that they are invariant with respect to the users size and its position in the scene. We then compared the generalization performances of four machine learning algorithms; support vectors machines (SVM), artificial neural networks (ANN), k-nearest neighbors (KNN) and Bayes classifier (BC). The method used in this work shows that SVM outperforms the other algorithms.*

**Keywords**— Poses classification, Kinect, SVM, Cross-validation.

## 1 Introduction

Machine learning has undergone significant developments over the past few years, and multiple application domains saw their appearance. The Kinect sensor [2] was introduced to the market in 2010, and offered Natural User Interface (NUI), which allowed to use body movement, voice commands, interpret gestures and facial expression, speech recognition, and also environment recognition. The Kinect sensor have been introduced in poses recognition applications, such as building a translation system that translates sign language to spoken language, like Edon and Konstantinos which used hand shape recognition to translate a limited vocabulary of Kosova Sign Language [6], and Lang who used Hidden Markov Models with a continuous observation density [3].

Poses classification was approached in different ways. Recently machine learning techniques were introduced. Among related works, Miranda et al. use a tailored angular

representation of the skeleton joints, then identify gestures through Support Vector Machines and Decision Forest [5]. Liu and Lovell work with a Hidden Markov Model (HMM) based framework for hand gesture detection and recognition [4]. Bhattacharya et al. uses Support Vector Machine (SVM) and the Decision Tree (DT) on the Kinect sensors data stream [1].

In this paper we are interested in applying machine learning algorithms to classify real time poses belonging to a defined vocabulary, using the skeleton data provided by the Kinect sensor. We first extract features that represent the human skeleton from the Kinect skeleton data, which are then used in the features vector to train machine learning algorithms. The parameters of the algorithms are adjusted over the cross-validation technique to maximize the classification performance.

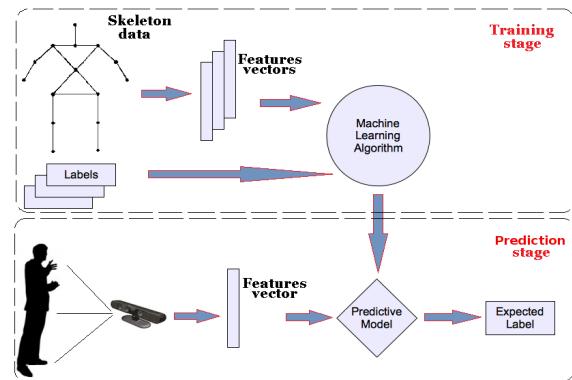


Figure 1: In the training stage the feature vectors are extracted from the skeleton data then given to the machine learning algorithm which construct the generation model used in the prediction stage to predict user's pose

## 2 The Kinect sensor

The Microsoft Kinect is a device composed of multiple sensors (fig 2). An RGB camera, an IR emitter and IR depth sensor, a microphone array for speech recognition and a tilt motor to track the movements of the user. The most interesting are the IR emitter and IR depth sensor that distinguish the depth of objects in the field of view of the

# Efficient Detection of P300 using Kernel PCA and support vector machine

Salma TAYEB\*

LIMIARF, FSR,

Mohammed-V Agdal University,  
Rabat, Morocco

net.salma@gmail.com

Abdelhak MAHMOUDI

LIMIARF, FSR,

Mohammed-V Agdal University,  
Rabat, Morocco

abdelhak.mahmoudi@gmail.com

Fakhita REGRAGUI

LIMIARF, FSR,

Mohammed-V Agdal University,  
Rabat, Morocco

fakhitaregragui@yahoo.fr

Mohammed Majid HIMMI

LIMIARF, FSR,

Mohammed-V Agdal University,  
Rabat, Morocco

himmi@fsr.ac.ma

**Abstract**— P300 is one of the most studied and used event related potentials (ERP) in brain computer interfaces (BCI). The classical oddball paradigm is usually used to evoke the P300 from Electroencephalogram (EEG) signals. However, EEG raw data are noisy which make the P300 detection very difficult. In this paper, we aim to detect the P300 wave as accurate as possible using appropriate feature extraction method combined with powerful classifier. We compared four methods: Kernel principal component analysis (KPCA), Principal component analysis (PCA), Independent component analysis (ICA) and Linear discriminant analysis (LDA). Each method is used with a linear support vector machine (SVM) classifier and tested on EEG signals from three channels (FZ, CZ and PZ) of four healthy subjects. The results show that the P300 wave is efficiently detected in PZ channel using KPCA-SVM.

**Keywords :** P300, Kernel Principal Component Analysis (KPCA) , Support Vector Machine (SVM).

## I. INTRODUCTION

‘Pay attention’ to something is an act that is frequently performed in daily life. This behavior occurs at the spontaneous electrical activity EEG by the appearance of a wave called P300. This wave was first reported in 1965 [1]. It appears as a positive deflection in the EEG approximately 280–380 msec following the presentation of a rare, deviant or target stimulus. The classical oddball paradigm is used to evoke the P300: two categories of stimuli are presented to a subject in random order, one of the categories rarely occurs and subjects are instructed to determine to which category a stimulus belongs.

One of the biggest challenges in using EEG is the very small signal-to-noise ratio of the brain signals. A simple observation fails to accurately detect the appearance of P300 (fig.1.). Neurophysiologists often have recourse to the technique of the average to improve the signal-noise. However this technique can lead to a loss of information due to the nature of the noise which is still very poorly understood.

In order to detect the P300 wave in such noisy EEG signals, feature extraction methods combined with powerful classifiers are generally used in order to extract ‘hidden’ information from such signals and classify them accurately.

A literature review of the Brain Computer Interface (BCI) research does not show any single P300 detection system to be the state of the art. Unfortunately, it is difficult to directly compare between many of the approaches presented in the literature because they use data recorded from different labs and different subjects.

In [2] the authors reported the results of a comparison of different classifier algorithms, which shows that Stepwise Linear Discriminant Analysis (SWLDA), a fairly simple linear classifier, and support vector machines (SVMs) perform well compared to the other classifiers.

Other authors applied in [3] independent component analysis (ICA) using a priori information to select the best components to enhance the target responses. They then used a fairly simple peak-picking method to obtain 100% performance with 5–8 averaged trials.

Several classifier algorithms are used for the detection of the P300 wave from EEG data such as Artificial Neural Networks (ANN), Gaussian Naïve Bayes (GNB) and Support Vector Machines (SVM) ... etc. Among them, SVM is regarded as one of the more accurate classifiers ([4], [5] - [6]).

# Author details

[Print](#) [Email](#)

## Abdelhak, Mahmoudi

[View potential author matches](#)
 <http://orcid.org/0000-0003-4141-0623>
**Affiliation(s):** ⓘ

 Faculté des Sciences UMVA, Agdal Rabat, Morocco [View more](#) ⓘ

**Subject area:** Computer Science Mathematics Engineering Medicine Materials Science

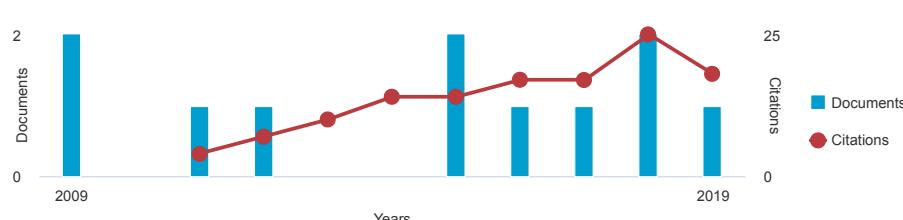
Immunology and Microbiology Physics and Astronomy Biochemistry, Genetics and Molecular Biology

### Profile actions

 [Edit author profile](#)
 [Connect to ORCID](#) ⓘ

 [Alerts](#)
[Set citation alert](#)
[Set document alert](#)
**Documents by author**
**12**
**Total citations**
**128** by 124 documents

***h*-index:** ⓘ

**6**
**Document and citation trends:**

**12 Documents**
**Cited by 124 documents**
**17 co-authors**
**Topics**

Preview users can view an author's latest 10 documents.

[Set document alert](#)

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
Neutron-gamma discrimination based on support vector machine combined to nonnegative matrix factorization and continuous wavelet transform	Arahmane, H., Mahmoudi, A., Hamzaoui, E.-M., Ben Maissa, Y., Cherkaoui El Moursli, R.	2020	Measurement: Journal of the International Measurement Confederation	0
Deep Generative Models for Image Generation: A Practical Comparison Between Variational Autoencoders and Generative Adversarial Networks	El-Kaddoury, M., Mahmoudi, A., Himm, M.M.	2019	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	0
Time-scale characterization of neutron and gamma signals using continuous wavelet transform	Arahmane, H., Hamzaoui, E.-M., Mahmoudi, A., El Moursli, R.C.	2018	9th International Symposium on Signal, Image, Video and Communications, ISIVC 2018 - Proceedings	0
Machine learning for hand gesture recognition using bag-of-words	Benmoussa, M., Mahmoudi, A.	2018	2018 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision, ISCV 2018	1
Hand gesture recognition using Kinect's geometric and HOG features	Hamda, M., Mahmoudi, A.	2017	ACM International Conference Proceeding Series	0

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
Machine Learning for Real Time Poses Classification Using Kinect Skeleton Data	Youness, C., Abdelhak, M.	2016	Proceedings - Computer Graphics, Imaging and Visualization: New Techniques and Trends, CGIV 2016	7
View abstract ▾ Related documents				
Efficient detection of P300 using Kernel PCA and support vector machine	Tayeb, S., Mahmoudi, A., Regragui, F., Himmi, M.M.	2015	2014 2nd World Conference on Complex Systems, WCCS 2014	6
View abstract ▾ Related documents				
Synthetic minority oversampling and linear crossvalidated support vector machine-based recursive feature elimination to classify weld flaws in radiographic images	Mahmoudi, A., Regragui, F.	2015	Materials Evaluation	5
View abstract ▾ Related documents				
Multivoxel pattern analysis for fMRI data: A review Open Access	Mahmoudi, A., Takerkert, S., Regragui, F., Boussaoud, D., Brovelli, A.	2012	Computational and Mathematical Methods in Medicine	59
View abstract ▾ Related documents				
Masses detection using SVM classifier based on textures analysis	Eddaoudi, F., Regragui, F., Mahmoudi, A., Lamouri, N.	2011	Applied Mathematical Sciences	24
View abstract ▾ Related documents				

Preview users can view an author's latest 10 documents.

[^ Top of page](#)

The data displayed above is compiled exclusively from documents indexed in the Scopus database. To request corrections to any inaccuracies or provide any further feedback, please use the [Author Feedback Wizard](#).

## About Scopus

- [What is Scopus](#)
- [Content coverage](#)
- [Scopus blog](#)
- [Scopus API](#)
- [Privacy matters](#)

## Language

- [日本語に切り替える](#)
- [切换到简体中文](#)
- [切換到繁體中文](#)
- [Русский язык](#)

## Customer Service

- [Help](#)
- [Contact us](#)

**ELSEVIER**

[Terms and conditions](#) ↗ [Privacy policy](#) ↗

Copyright © Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.

We use cookies to help provide and enhance our service and tailor content. By continuing, you agree to the use of cookies.

 RELX



[+] Abdelhak Mahmoudi [–]



> Home > Persons



by year



Trier 1

▲  
'10  
'00  
▼

[–] 2010 – today ?

[–] Refine list

## 2019

[c4]



Mohamed El-Kaddoury,  
Abdelhak Mahmoudi,  
Mohamed Majid Himmi:  
**Deep Generative Models  
for Image Generation: A  
Practical Comparison  
Between Variational  
Autoencoders and  
Generative Adversarial  
Networks.** MSPN 2019: 1-8

## 2017

[c3]



Marouane Hamda, Abdelhak  
Mahmoudi:  
**Hand Gesture Recognition  
Using Kinect's Geometric  
and HOG Features.** BDCA  
2017: 48:1-48:5

## 2012

[j1]



Abdelhak Mahmoudi, Sylvain  
Takerkert, Fakhita Regragui,  
Driss Boussaoud, Andrea  
Brovelli:  
**Multivoxel Pattern  
Analysis for fMRI Data: A  
Review.** Comp. Math.  
Methods in Medicine 2012:  
961257:1-961257:14 (2012)

showing all 5 records

**refine by search term**

**refine by type**

Journal Articles (only)  
 Conference and Workshop Papers (only)  
select all | deselect all

**refine by coauthor**

Fakhita Regragui (3)  
Sylvain Takerkert (1)  
Andrea Brovelli (1)  
Marouane Hamda (1)  
Mohamed El-Kaddoury (1)  
Driss Boussaoud (1)  
Mohamed Majid Himmi (1)

**refine by venue**

Comp. Math. Methods in Medicine (1)  
MSPN (1)  
BDCA (1)  
AICCSA (1)  
CSIE (1)

[–] 2000 – 2009 ?

## 2009

[c2]



Abdelhak Mahmoudi, Fakhita Regragui:  
**Fast segmentation method for defects detection in radiographic  
images of welds.** AICCSA 2009: 857-860

[c1] Abdelhak Mahmoudi, Fakhita Regragui:  
**Welding Defect Detection by Segmentation of Radiographic Images.**  
CSIE (7) 2009: 111-115

[+] Coauthor Index

---

VALID HTML last updated on 2019-08-12 18:14 CEST by the dblp team

data released under the ODC-BY 1.0 license

see also: Terms of Use | Privacy Policy | Imprint

the dblp computer science bibliography is funded by:



SAARLAND



▲  
'10  
'00  
▼

## **Annexe B : Syllabus des Cours Dispensés**

## **Syllabus du cours : Programmation Orienté Objet**

**Niveau : Licence**

**Nombre d'heures : 50**

- I. Initiation
  - a. Variables primitifs, évolués, porté (local, globale), Constante,
  - b. Lectures/Ecriture
  - c. Tests (if else, switch... case... break.... default)
  - d. Itérations (for, do-while, while, break, continue)
  - e. Tableau statique 1D, 2D, enveloppeur, dynamique
  - f. Méthodes (Surcharge, Paramètres primitives, évolués
  - g. TP
- II. Encapsulation/Abstraction
  - a. Classe, Package : (mot clé package)
  - b. Attributs (privé, public..)
  - c. Méthodes (getters, setters
  - d. L'opérateur this pour l'accès aux attributs
  - e. Différences entre attribut, paramètre de méthode et variable locale
  - f. Constructeur (par défaut, de copie, this())
  - g. Opération sur les objets (Affectation, Copie, Affichage, Comparaison)
  - h. Enumérations
  - i. TP
- III. Héritage et Polymorphisme
  - a. Extends : Relation « est un »)
  - b. Classe et méthode public, private, protected, final
  - c. surcharge (overloading) et redéfinition (overriding)
  - d. Constructeur super()
  - e. Enrichissement, Masquage
  - f. Objet de classe : relation « a un »
  - g. Polymorphisme (Résolution statique, dynamique, UpCasting, DownCasting, instanceof)
  - h. Méthode et classe abstract
  - i. Class Object et objet final
  - j. Attributs, Méthodes et classes static
  - k. TP
- IV. Interfaces
  - a. Mot clé implements
  - b. Hiérarchie d'interface (extends, downCasting, Instanceof)
  - c. TP
- V. Exceptions
  - a. Hiérarchie de la Classe Throwable.
  - b. Concept try.. catch.. finally
  - c. Error (OutOfMemoryError, StackOverflowError)
  - d. Exception (AritheticException, FileNotFoundException)
  - e. Traitement et Propagation des exceptions

- f. Mot clé throw et throws
  - g. Checked Exceptions et Unchecked Exceptions
  - h. TP
- VI. Généricité
- VII. Collections
  - a. ArrayList, Set, Map, LinkedList
- VIII. Entré Sortie et Sérialisation
- IX. Interface Graphique avec Swing et Java FX
  - a. Scene builder 8, e(fx)clipse
- X. Ateliers de travaux pratiques sur Eclipse
- XI. Mini-projets

## **Syllabus du cours : Bases de Données**

**Niveau : Licence**

**Nombre d'heures : 50**

- I. Introduction
  - a. Rôle d'une BD, Stockage Traditionnel, Système de BD
  - b. Utilisateurs, Applications, SGBD
- II. Fonctions d'un SGBD
  - a. Description, utilisation, intégrité, confidentialité, concurrence d'accès et sécurité de fonctionnement.
  - b. Niveaux de représentation d'une base de données (niveau interne, niveau conceptuel et niveau externe).
- III. Conception des bases de données
  - a. Modèle Entités/Associations (E/A)
  - b. Modèles réseau, hiérarchique et relationnel
- IV. Modèle relationnel.
  - a. Définition d'un schéma relationnel.
  - b. Règles de passage du modèle E/A au modèle relationnel.
- V. Dépendances, formes normales et algorithmes de décomposition
  - a. Dépendances entre données (fonctionnelle, déductible et multi-valuée).
  - b. Formes normales des relations.
  - c. Démarche de conception (décomposition sans perte).
  - d. Décomposition des relations : théorie des dépendances (étude des dépendances et des formes normales).
- VI. Langage MySQL
  - a. Gestion des tables (création, modification et suppression).
  - b. Interrogation de données, recherches simples.
  - c. Utilisation des fonctions statistiques, chaînes, dates et de conversion.
  - d. Tri et groupement (Order by, Group by, Having, Union, Intersect et Minus).
  - e. Notion de sous-requêtes (simple, faisant intervenir deux tables, à imbrications multiples, corrélative, utilisant les opérateurs 'all', 'any' ou 'exists', création de table).
  - f. Gestion de données (ajout, mise à jour et suppression).
  - g. Contraintes d'intégrité (clés d'une table, clés étrangères, énumération des valeurs possibles avec 'check').
  - h. Les vues (création, utilité, mise à jour et suppression).
  - i. Sécurité des bases de données (contrôle de l'autorité sur les bases de données, contrôle d'accès aux informations et contrôle des transactions).
- VII. Ateliers de travaux dirigés sur la modélisation des Bases de données
- VIII. Ateliers de travaux pratiques sur les Bases de données (Programmation MySQL sur MySQL Workbench)

## **Syllabus du cours: Data Journalisme**

**Niveau: Master**

**Durée: 40h**

- I. Introduction
  - a. Qu'est-ce que le data journalisme ?
  - b. Histoire du data journalisme
  - c. Pourquoi les journalistes devraient-ils utiliser les données ?
  - d. Pourquoi le data journalisme est-il important ?
- II. Transformation Digital du Journalisme
  - a. Mutation des Médias de 1.0 à 4.0
  - b. Big Data
  - c. Cloud Computing
  - d. Intelligence Artificielle
- III. Recherche des données
  - a. Données structurés / non structurées
  - b. Données qualitatives / quantitatives
  - c. Sources des données
  - d. Moteurs de recherche
  - e. Récolte des données du Web
  - f. Crowdsourcing pour la recherche
  - g. Travaux pratiques
- IV. Nettoyage des Données
  - a. Encodage des caractères
  - b. Correction des fautes d'orthographes
  - c. Correction des erreurs dans les données
  - d. Crowdsourcing pour le nettoyage
  - e. Travaux pratiques
- V. Analyse des Données
  - a. Stockage dans les tableurs et les bases de données
  - b. Requêtes des bases de données
  - c. Méthodes mathématiques et statistiques sur données
  - d. Intelligence artificielle et Analytique
  - e. Travaux pratiques
- VI. Visualisation des Données (DV)
  - a. Les bonnes pratiques de la DV
  - b. Plateformes de présentation mobiles et bureau
  - c. Outils de la DV
  - d. Types de visualisations
  - e. Interaction des utilisateurs (click, partage, commentaire, etc.)
  - f. Travaux pratiques

## **Syllabus of the course: Machine Learning and Applications**

**Level: Master**

**Duration: 40h**

- I. Introduction
  - a. Machine Learning Everywhere
  - b. The Big Picture
  - c. How it Works?
  - d. How can I Apply?
  - e. How can I Learn?
  - f. Terminologies
- II. Linear Regression with One Variable
  - a. Model Representation
  - b. Cost Function
  - c. Gradient Descent
  - d. GD for Linear Regression
  - e. Practical Exercises with python notebooks
- III. Linear Regression with Multiple Variables
  - a. Model Representation
  - b. Cost Function
  - c. Gradient Descent
  - d. Polynomial Regression
  - e. Normal Equations
  - f. Practical Exercises with python notebooks
- IV. Logistic Regression, Regularization
  - a. From Linear to logistic
  - b. Cost Function
  - c. Gradient Descent
  - d. Multi classification
  - e. Practical Exercises with python notebooks
- V. Support Vector Machines
  - a. Alternative View of Logistic Regression
  - b. Large Margin
  - c. Linearly Separable case
  - d. Non Linearly Separable case
  - e. Kernels
  - f. Multiclass classification
  - g. Practical Exercises with python notebooks
- VI. Tree Based Methods
  - a. Decision Trees
  - b. Random Forest
  - c. Boosting
  - d. Practical Exercises with python notebooks
- VII. Unsupervised Learning
  - a. K-means

- b. Principal Component Analysis
- c. Non-Negative Matrix Factorization
- d. Practical Exercises with python notebooks

VIII. Deep Artificial Neural Networks

- a. Non Linear Classification
- b. ANN Model Representation
- c. ANN Learning: Forward and Backward Propagation
- d. Convolutional Neural Networks
- e. Sequence models
- f. Practical Exercises with python notebooks

## **Syllabus of the course: Deep Learning and Applications**

**Level: Master**

**Duration: 40h**

- I. Introduction to deep learning
  - a. What is a neural network?
  - b. Supervised Learning with Neural Networks
  - c. Why is Deep Learning taking off?
- II. Neural Networks Basics
  - a. Binary Classification
  - b. Logistic Regression
  - c. Logistic Regression Cost Function
  - d. Gradient Descent
  - e. Logistic Regression Gradient Descent
  - f. Practical Exercises with python notebooks
- III. Shallow neural networks
  - a. Neural Network Representation
  - b. Computing a Neural Network's Output
  - c. Non-linear Activation functions
  - d. Derivatives of activation functions
  - e. Gradient descent for Neural Networks
  - f. Backpropagation intuition
  - g. Random Initialization
  - h. Practical Exercises with python notebooks
- IV. Deep Neural Networks
  - a. Deep L-layer neural network
  - b. Forward Propagation in a Deep Network
  - c. Why deep representations?
  - d. Building blocks of deep neural networks
  - e. Forward and Backward Propagation
  - f. Parameters vs Hyperparameters
  - g. Practical Exercises with python notebooks
- V. Optimization Algorithms
  - a. Mini-batch gradient descent
  - b. Exponentially weighted averages
  - c. Gradient descent with momentum
  - d. RMSprop
  - e. Adam optimization algorithm
  - f. Learning rate decay
  - g. The problem of local optima
  - h. Practical Exercises with python notebooks
- VI. Hyper-parameter tuning, Batch Normalization and Programming Frameworks
  - a. Tuning process
  - b. Using an appropriate scale to pick hyperparameters
  - c. Normalizing activations in a network

- d. Batch Normalization
- e. Deep learning frameworks
- f. TensorFlow
- g. Practical Exercises with python notebooks

VII. Convolutional Neural Networks

- a. Computer Vision and Edge Detection using convolution
- b. Padding
- c. Strided Convolutions
- d. Convolutions Over Volume
- e. One Layer of a Convolutional Network
- f. Pooling Layers
- g. Classic CNN
- h. ResNets
- i. Inception Network
- j. Transfer Learning
- k. Data Augmentation
- l. Practical Exercises with python notebooks

VIII. Sequence Models

- a. Recurrent Neural Networks
- b. Backpropagation through time
- c. Different types of RNNs
- d. Language model and sequence generation
- e. Vanishing gradients with RNNs
- f. Gated Recurrent Unit (GRU)
- g. Long Short Term Memory (LSTM)
- h. Bidirectional RNN
- i. Deep RNNs
- j. Practical Exercises with python notebooks

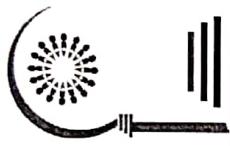
## **Annexe C : Emplois du Temps**

**Licence Professionnelle d'Enseignement  
en Technologies des Multimédias et du Web : LPE/TMW  
Emploi du temps (Semestre 6)**

JOUR	08 H 30 - 10 H	10 H - 12 H	14 H - 16 H	16 H - 18 H
LUNDI				
MARDI	M35 : Programmation Orientée Objets (POO) Prof. MAHMOUDI Salle Info3		M35 : Programmation Orientée Objets (POO) Prof. MAHMOUDI Salle Info3	
MERCREDI		Français Prof. CHAHILAL Salle Info3	M33 : Réseaux et Maintenance Prof. RAHMOUNI Salle Info3	
JEUDI			M34 : A P T I C Prof. BENNANE Salle Info3	
VENDREDI				

**Licence Professionnelle d'Enseignement  
en Technologies des Multimédias et du Web : LPE/TMW  
Emploi du temps (Semestre 5)**

JOUR	08 H - 10 H	10 H - 12 H	14 H - 16 H	16 H - 18 H
<b>LUNDI</b>	M28 : Didactique Spéciale Profs B. LAMHARCHI & H. BARKIA Salle Info1/2		M27-1 : Psychopédagogie Prof. J. DOUBAJI Salle Info3	
<b>MARDI</b>	M30 : Bases de Données Prof. A. MAHMOUDI Salle Info3		M27-2 : Didactique Générale Prof. B. LAMHARCHI Salle Info3	
<b>MERCREDI</b>	M32 : Technologies des Multimédias Prof. H. BARKIA Salle Info3		M31 : Développement Web Prof. N. BENABID Salle Info3	
<b>JEUDI</b>	M28 : Didactique Spéciale Profs B. LAMHARCHI & H. BARKIA Salle Info1/2		M29 : Structures de Données Prof. B. LAMHARCHI Salle Info3	
<b>VENDREDI</b>				



**Licence Professionnelle d'Enseignement en Technologies des Multimédias et du Web : LPE/TMW**  
**Emploi du Temps (Semestre 5)**

Début des cours Lundi 11 septembre 2017 à 08h00

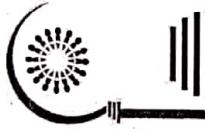
	08H - 10H	10H15 - 12H	14H - 16H	16H - 18H
LUNDI	<b>M28 : Didactique Spéciale</b> Prof. M. MATRONE & B. LAMHARCHI & H. BARKIA Salle Info1			
MARDI	<b>M30 : Bases de Données</b> Prof. A. MAHMOUDI Salle Info3		<b>M27-2: Didactique Générale</b> LAMHARCHI Salle Info3	
MERCREDI	<b>M32 : Technologies des Multimédias</b> Prof. H. BARKIA Salle Info3		<b>M29 : Structures de Données</b> Prof. B. LAMHARCHI Salle Info3	
JEUDI	<b>M28 : Didactique Spéciale</b> Prof. M. MATRONE & B. LAMHARCHI & H. BARKIA Salle Info1		<b>M31 : Développement Web</b> Prof. N. BENABID Salle Info3	
VENDREDI	<b>M27: Psychopédagogie</b> Prof. Salle Info3			

**L'équipe pédagogique de la filière**

**Licence Professionnelle d'Enseignement  
en Technologies des Multimédias et du Web : LPE/TMW  
Emploi du temps (Semestre 6)**

JOUR	08 H – 10 H	10 H – 12 H	14 H – 16 H	16 H – 18 H
LUNDI	Programmation Orientée Objets (POO) Prof. A. MAHMOUDI		APTIC Prof. M. MATRONE	
MARDI	Réseaux et Maintenance Prof. M. ALAMI		Programmation Orientée Objets (POO) Prof. A. MAHMOUDI	
MERCREDI		APTIC Prof. M. MATRONE		Français Prof. A. CHAHLAL
JEUDI			Réseaux et Maintenance Prof. M. ALAMI	

**NB : Début des cours le Lundi 29 Janvier 2018 à 08h00**



**Licence Professionnelle d'Enseignement en Technologies des Multimédias et du Web : LPE/TMW**  
**Emploi du Temps (Semestre 5)**

Début des cours Lundi 10 octobre 2016 à 08h00

	08H - 10H	10H15 - 12H	14H - 16H	16H - 18H
LUNDI	<b>M28 : Didactique Spéciale</b> Prof. M. MATRONE & B. LAMHARCHI & H. BARKIA Salle Info1		<b>M27.1 : Psychopédagogie</b> Prof. J. DOUBAGI Salle Info3	
MARDI	<b>M27.2 : Didactique Générale</b> Prof. M. SAADANE Salle Info3			
MERCREDI	<b>M32 : Technologies des Multimédias</b> Prof. H. BARKIA Salle Info1		<b>M29 : Structures de Données</b> Prof. B. LAMHARCHI Salle Info2	
JEUDI	<b>M28 : Didactique Spéciale</b> Prof. M. MATRONE & B. LAMHARCHI & H. BARKIA Salle Info1		<b>M31 : Développement Web</b> Prof. N. BENABID Salle Info1	
VENDREDI	<b>M30 : Bases de Données</b> Prof. A. MAHMOUDI Salle Info3			

**L'équipe pédagogique de la filière**

**Emploi du Temps Semestre 06**

	08H ----- 10H	10H15 ----- 12H15	14H ----- 16H	16H ----- 18H
<b>LUNDI</b>	<b>M35 : Programmation Orientée Objets (POO)</b> Prof. A. MAHMOUDI			<b>M34 : APTIC</b> Prof. M. MATRONE
<b>MARDI</b>	<b>M33 : Réseaux &amp; Maintenance</b> Prof. M. ALAMI			النشريع المدرسي ذة. نادية بوداد
<b>MERCREDI</b>		<b>M34 : APTIC</b> Prof. M. MATRONE		
<b>JEUDI</b>	<b>M33 : Réseaux &amp; Maintenance</b> Prof. M. ALAMI	<b>M35 : Programmation Orientée Objets (POO)</b> Prof. A. MAHMOUDI		التنشيط التربوي ذة. نادية بوداد

**NB :**

- ✓ Les cours du semestre 6 débuteront le lundi 06 février 2017
- ✓ Le stage démarra le lundi 06 mars et s'achèvera le samedi 01 avril 2017
- ✓ Les cours reprendront le lundi 10 avril 2017



**Licence Professionnelle de Qualification aux Métiers d'Enseignement d'Informatique**

**Emploi du temps Semestre 5**

**Début des cours Lundi 17 octobre 2016 à 14h00**

	8h00 - 10h00	10h15 - 12h15	14h - 18h
<b>Lundi</b>			
<b>Mardi</b>		Didactique Générale Prof. M. SAADANE Salle Info3	
<b>Mercredi</b>		Système d'Exploitation Réseau et Maintenance Prof. M. ALAMI Salle Info3	
<b>Jeudi</b>	Terminologie et Traduction Prof. A. ATT HMAD Salle Info3	POO Prof. A. MAHMOUDI Salle Info3	
<b>Vendredi</b>		Réseaux Informatiques Prof. M. ALAMI Salle Info3	

**L'équipe pédagogique de la filière**

**M1E2 : Système d'Exploitation Réseau et Maintenance**

**M2E2 : Bases de Données**

**M3E2 : Didactique Générale**

**M4E2 : Terminologie et Traduction**

**M1E1 : Réseaux Informatiques**

**M2E1 : Programmation Orientée Objets**

**M3E1 : Psychopédagogie**

**M4E1 : APTIC**

**Adresse : Ecole Normale Supérieure**

**Av. Med Belhassan El Ouazzani B.P : 5118, Rabat**

**Tél. : (0537) 75.80.96**

**Fax : (0537) 75.90.63**

**الدرسة العليا للأساتذة**

**شاعر محمد بالحسن الوراني ص.ب : 5118 الرباط**



**Emploi du Temps Semestre 06**

	08H	10H	10H	12H	14H	16H	16H	18H
<b>LUNDI</b>								
<b>MARDI</b>								
<b>MERCREDI</b>								
<b>JEUDI</b>								

NB :

- ✓ Les cours du semestre 6 débuteront le lundi 06 février 2017
- ✓ Le stage démarra le lundi 06 mars et s'achèvera le samedi 01 avril 2017
- ✓ Les cours reprendront le lundi 10 avril 2017



**Licence Professionnelle de Qualification aux Métiers d'Enseignement d'Informatique**  
**Semestre 5**

	8h00 - 9h00	9h00 - 10h00	10h15 - 11h	11h00 - 12h00	14h - 16h	16h15 - 17h00	17h00 - 18h
<b>Lundi</b>	Terminologie et Traduction Prof. A. AIT HMAD Amphi					Psychopédagogie Prof. J. DOUBAGI Salle Info3	
<b>Mardi</b>		Didactique Générale Prof. M. SAADANE Salle Info3			BD	Prof. A. MAHMOUDI Salle Info3	
<b>Mercredi</b>		Système d'Exploitation Réseau et Maintenance Prof. M. ALAMI Salle Info3					
<b>Jeudi</b>			POO Prof. A. MAHMOUDI Salle Info3			APTIC	
<b>Vendredi</b>				Réseaux Informatiques Prof. M. ALAMI Salle Info3		Prof. M. MATRONE Salle Info2	

**L'équipe pédagogique de la filière**

- M1E1 :** Réseaux Informatiques
- M2E1 :** Programmation Orientée Objets
- M3E1 :** Psychopédagogie
- M4E1 :** APTIC
- M1E2 :** Système d'Exploitation Réseau et Maintenance
- M2E2 :** Bases de Données
- M3E2 :** Didactique Générale
- M4E2 :** Terminologie et Traduction

**Adresse :** Ecole Normale Supérieure  
 Av. Med Belhassen El Ouazzani B.P : 5118, Rabat  
[www.enstrabat.ac.ma](http://www.enstrabat.ac.ma); [www.ens-rabat.ma](http://www.ens-rabat.ma)  
**مشروع مد. بالحسن الرزقي ص.ب :** 5118 الرباط



**Emploi du Temps Semestre 06**

	08H	10H	10H	12H	14H	16H	16H	18H
LUNDI								
MARDI								
MERCREDI								
JEUDI								
VENDREDI								

**LUNDI**  
**Didactique Spéciale**  
**Profs. H. BARKIA & B. LAMHARCHI**

**MARDI**

**MERCREDI**

**JEUDI**

**VENDREDI**

**Technologies du Multimédia**  
**Prof. H. BARKIA**

**Didactique Spéciale**  
**Profs. H. BARKIA & B. LAMHARCHI**

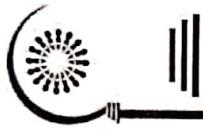
**التنشيط التربوي**  
**نة، نادية بوداد**

**Développement WEB**  
**Prof. N. BENABID**

**NB :**

✓ Les cours débuteront le lundi 01 février 2016

✓ Le stage démarra le lundi 07 mars et s'achèvera le dimanche 03 avril 2016.



**Licence Professionnelle d'Enseignement  
en Technologies des Multimédias et du Web : LPE/TMW  
Emploi du Temps (Semestre 5)**

	08H	10H	10H	12H	14H	16H	16H	18H
LUNDI		<b>M28 : Didactique Spéciale</b> Prof. M. MATRONE & B. LAMHARCHI & H. BARKIA <i>Salle Info1</i>			<b>M27.1 : Psychopédagogie</b> Prof. J. DOUBAGI <i>Salle Info3</i>			
MARDI		<b>M27.2 : Didactique Générale</b> Prof. M. SAADANE <i>Salle Info3</i>			<b>M30 : Bases de Données</b> Prof. A. MAHMOUDI <i>Salle Info3</i>			
MERCREDI		<b>M28 : Didactique Spéciale</b> Prof. M. MATRONE & B. LAMHARCHI & H. BARKIA <i>Salle Info1</i>			<b>M32 : Technologies des Multimédias</b> Prof. H. BARKIA <i>Salle Info1</i>			<b>M31 : Développement Web</b> Prof. N. BENABID <i>Salle Info1</i>
JEUDI					<b>M29 : Structures de Données</b> Prof. B. LAMHARCHI <i>Salle Info1</i>			
VENDREDI								

**L'équipe pédagogique de la filière**

**Emploi du Temps Semestre 06**

	08H	10H	10H	12H	14H	16H	16H	18H
LUNDI				M34 : APTIC Prof. M. MATRONE				النشريع المدرسي ذة. نادية بوداد
MARDI				M33 : Réseaux & Maintenance Prof. M. ALAMI		M35 : Programmation Orientée Objets (POO) Prof. A. MAHMOUDI		
MERCREDI				M34 : APTIC Prof. M. MATRONE		M35 : Programmation Orientée Objets (POO) Prof. A. MAHMOUDI		
JEUDI				M33 : Réseaux & Maintenance Prof. M. ALAMI				
VENDREDI							التنشيط التربوي ذة. نادية بوداد	

**NB :**

- ✓ Les cours débuteront le lundi 01 février 2016
- ✓ Le stage démarra le lundi 07 mars et s'achèvera le dimanche 03 avril 2016.



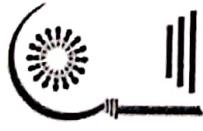
Filière : Master Formulation en Chimie Parachimie et Qualité  
Semestre : 7

Salle :

Amphi : S14+ Amphi4

### EMPLOI DU TEMPS

	8 <sup>h</sup> 15 - 10 <sup>h</sup> 15	10 <sup>h</sup> 30 - 12 <sup>h</sup> 30	14 <sup>h</sup> - 16 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup> 15 - 18 <sup>h</sup> 15
Lundi	Techniques de séparation M6(A4)	Statistiques M3 (A4)	Français M1E1 (S 16)	
Mardi	Travaux pratiques de chimie			
Mercredi	Statistique M3 (S14)	Techniques de Séparation M6 (S14)	Anglais M1E2 (13h-15h)	
Jeudi	Chimie organique M5 (S14)	Chimie des Matériaux M4 (S14)	Informatique M2E2 (Salle génie)/Chimie organique)(M5)	
Vendredi	Informatique M2E1 (Pr. Mahmoudi ) / Chimie des matériaux M4			

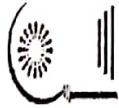


Filière : Master Formulation en Chimie Parachimie et Qualité  
Semestre : 7

Salle :  
Amphi : S14+ Amphi4

### EMPLOI DU TEMPS

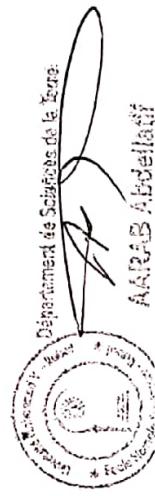
	8 <sup>h</sup> 15 - 10 <sup>h</sup> 15	10 <sup>h</sup> 30 - 12 <sup>h</sup> 30	14 <sup>h</sup> - 16 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup> 15 - 18 <sup>h</sup> 15
Lundi	Techniques de séparation M6(A4)	Statistiques M3 (A4)	Français M1E1 (S 16)	
Mardi	Travaux pratiques de chimie			
Mercredi	Statistique M3 (S14)	Techniques de Séparation M6 (S14)	Anglais M1E2 (13h-15h)	
Jeudi	Chimie organique M5 (S14)	Chimie des Matériaux M4 (S14)	Informatique M2E2 (Salle génie)/Chimie organique)(M5)	
Vendredi	Informatique M2E1 (Pr. Mahmoudi) / Chimie des matériaux M4			



DEPARTEMENTS DES SCIENCES DE LA TERRE

CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE ET GEOMATIQUE C2G-S3-SESSION AUTOMNE-2017-2018

lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
<u>Salle informatique 2<sup>ème</sup> étage/ de 8h15-12h</u>	<u>Salle 16 de 8h15- 10h</u>	<u>Salle 13 à partir de 12H à 15H</u>	<u>Salle 14 de 12H30 à 16H</u>	<u>AMPHI 1 DE 8h15- 10H</u>
<u>M. 15. Programmation</u>	M. 16. Statistique Pr.Nejmi.A  Salle informatique Pr. Belaïch	M.19. Ecole du terrain Topographie-cartographie et cartographie numérique CM.TD. Pr.Aarab  Notions de magnétisme Vecteurs	M.18.Pétrographie et environnement sédimentaire. Paléontologie CM/TD/TP Cours. TD  Le TP se programme après la séance pour le reste de la journée Pr.El Mouttaki	M.20.Tectonique analytique Cours.TD Pr. Lakhloufi  Le TP se programme après la séance pour le reste de la journée Le TP se programme après la séance pour le reste de la journée Pr.El Mouttaki
<u>Pr. Mahmoudi. A</u>				
	<u>Salle 16 de 10h15- 11h45</u> M. 17. Stratigraphie-Quaternaire Stratigraphie. Géologie du Quaternaire Cours/TD/TP Pr. El mouttakit			



## **Annexe D : Projets Encadrés en cycle Licence et Master**

## **Graduation Project Report**

entitled

# **MACHINE LEARNING FOR INTERNET OF THINGS DATA ANALYSIS**

for fulfilment of

**MASTER DEGREE**

in

**INTERNET OF THINGS AND MOBILE SERVICES**

by

**MOHAMED ES-SALEHY**

supervised by

**M. ABDELHAK MAHMOUDI**

Jury members

**M. ALI IDRI**

PES

ENSIAS

**M. LAILA CHIKHI**

PES

ENSIAS

**M. ABDELHAK MAHMOUDI**

PA

ENS-Rabat

July 2018



## **Graduation Project Report**

entitled

# **DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR SPEECH RECOGNITION USING DEEP RECURRENT NEURAL NETWORKS**

for fulfilment of

**MASTER DEGREE**

in

**INTERNET OF THINGS AND MOBILE SERVICES**

by

**MAHDI ALAOUI MDARHRI  
SAAD REGAL**

supervised by

**M. ABDELHAK MAHMOUDI**

Jury members

<b>M. MOHAMED ERRADI</b>	<b>PES</b>	<b>ENSIAS</b>
<b>M. MOHAMED SENHADJI</b>	<b>PES</b>	<b>ENSIAS</b>
<b>M. ABDELHAK MAHMOUDI</b>	<b>PA</b>	<b>ENS-Rabat</b>

July 2019



## Laboratoire d'Informatique, Mathématiques appliquées, Intelligence Artificielle et Reconnaissance de Formes (LIMIARF)

PROJET DE FIN D'ETUDES DU MASTER DE RECHERCHE

INFORMATIQUES, SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS  
IST

---

# Hand Gesture Recognition Using Kinect Sensor: Comparative Study Between SIFT, SURF and Fourier Descriptors.

---

Réalisé par:

MAROUANE BENMOUSSA

Soutenu le:

21 OCTOBRE 2017

M. El Houssine Bouyakhf	Président	PES, FSR
M. Mohammed Majid Himmi	Examinateur	PES, FSR
M. Abdelhak Mahmoudi	Encadrant	PA, ENSR
M. Younes Kabbadj	Co-Encadrant	Docteur, Ministère Justice

Année universitaire : 2016-2017



Université Mohammed V  
Faculté des Sciences  
Rabat

## Mémoire de projet de fin d'études

*Pour l'obtention du diplôme Master  
Informatique, Signaux et Télécommunications*

---

# Algorithmes d'Apprentissage pour la Détection de Polarité des Tweets Arabes

---

Présenté par :

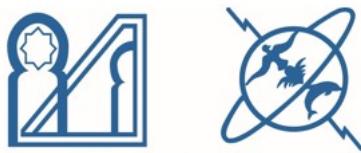
 Hicham Boudkik

Soutenu le: Samedi 21 Septembre 2017

Devant le jury composé de :

 M. El-Houssine Bouyakhf,	PES, FSR	Président
 M. Mohammed Majid Himmi,	PES, FSR	Examinateur
 M. Abdelhak Mahmoudi,	PA, ENSR	Encadrant
 M. Younes Kabbadj,	Docteur, Ministère Justice	Co-Encadrant

Année universitaire : 2016/2017



**Université Mohammed V  
Faculté des Sciences  
Rabat**

**Projet de Fin d'Etudes**

**MASTER**

**INFORMATIQUE, SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATION  
IST**

---

**RECONNAISSANCE DES GESTES  
DE LA MAIN  
EN UTILISANT LE CAPTEUR KINECT**

---

Réalisé par : **HAMDA Marouane**

Soutenu le 09 novembre 2016

Devant le jury composé de :

Présidente	Fakhita Regragui	PES, Faculté Des Sciences, UM5-Rabat
Encadrant	Abdelhak Mahmoudi	PA, École Normale Supérieure, UM5-Rabat
Examinateur	Mohammed Majid Himmi	PES, Faculté Des Sciences, UM5-Rabat
Examinateur	Ibtissam Benmiloud	PH, École Nationale Supérieure des Mines de Rabat



UNIVERSITÉ MOHAMMED V

Faculté des Sciences

RABAT



**Projet de Fin d'Etudes  
En vue d'obtention du  
Master d'Etudes Fondamentale  
en  
Informatique, Signaux et  
Télécommunications**

Réalisé par: CHOUBIK Youness

Sujet :

**Machine Learning for  
Real-Time Gestures  
Classification Using Kinect  
Skeleton Data**

Soutenu le 06 octobre 2015

Devant le jury composé de :

Présidente	Mme Fakhita REGRAGUI	PES - Faculté des Sciences de Rabat
Encadrant	M. Abdelhak MAHMOUDI	PA - Ecole Normale Supérieur de Rabat
Examinateur	M. Majid HIMMI	PES - Faculté des Sciences de Rabat



## **Mémoire de Fin d'Etude**

Intitulée

# **LA DATA VISUALISATION ET L'ENJEU DE L'INTERACTIVITE DANS LES SITES D'INFORMATION EN LIGNE AU MAROC : PRODUCTION D'UN MODELE ET PERCEPTIONS DES USAGERS**

Pour l'obtention du

**MASTER Spécialisé**

en

**PRODUCTION DES CONTENUS AUDIOVISUELS ET NUMERIQUES**

Réalisé par

**Safaa KSAANI**

Encadré par by

**M. ABDELHAK MAHMOUDI**

Membres du jury

M. Benaissa ASLOUN,

PES à l'ISIC,

Président

M. Hassan BARKIA,

PES à l'ENS,

Suffragant

M. Abdelhak MAHMOUDI,

PA à l'ENS,

Suffragant

M. Abdessamad MOUTEI,

PA à l'ISIC,

Suffragant

Juillet 2018



## **Mémoire de Fin d'Etude**

Intitulée

### **LA VIE PRIVEE A L'ERE DU NUMERIQUE**

Pour l'obtention du

**MASTER Spécialisé**

en

**PRODUCTION DES CONTENUS AUDIOVISUELS ET NUMERIQUES**

Réalisé par

**NOURA ERRABBANY**

Encadré par by

**M. ABDELHAK MAHMOUDI**

Membres du jury

M. Benaissa ASLOUN,

M. Hassan BARKIA,

M. Abdelhak MAHMOUDI,

M. Abdessamad MOUTEI,

PES à l'ISIC,

PES à l'ENS,

PA à l'ENS,

PA à l'ISIC,

Président

Suffragant

Suffragant

Suffragant

Juillet 2018



## **Mémoire de Fin d'Etude**

Intitulée

# **TRANSFORMATION DIGITALE DU TOURISME CAS PRATIQUE : SYSTÈME DE BILLETTERIE D'AUTOCAR AU MAROC**

Pour l'obtention du

**MASTER Spécialisé**

en

**PRODUCTION DES CONTENUS AUDIOVISUELS ET NUMERIQUES**

Réalisé par

**MOHAMED ATTAOUIJE**

Encadré par by

**M. ABDELHAK MAHMOUDI**

Membres du jury

M. Benaissa ASLOUN,

M. Hassan BARKIA,

M. Abdelhak MAHMOUDI,

M. Abdessamad MOUTEI,

PES à l'ISIC,

PES à l'ENS,

PA à l'ENS,

PA à l'ISIC,

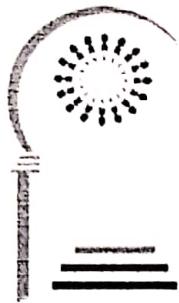
Président

Suffragant

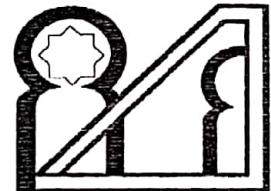
Suffragant

Suffragant

Juillet 2018



Université Mohammed V-Rabat  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'informatique



*Filière : Licence Professionnelle de  
Qualification aux Métiers d'Enseignement  
d'Informatique-LPQMEI*

*Rapport de Stage  
Effectué au lycée : Abdellah CHEFCHAOUNI à Témara*

*Elaboré par : Siham FARRAT*

*Siham IRAKI*

*Souad EL MAAROUFI*

*Hajar EL AGADI*

*Marwa ISMAILI ALAOUI*

*Moussa OUALIBOU*

*Prof. d'application : Mme. Karima MORCHID*

*Prof. Encadrant : Mr. Abdelhak MAHMOUDI*

*Jury : Mr. Brahim LAMHARSSI*

*Mr. Abdelhak MAHMOUDI*

*Mr. Mohammed ALAMI*

**Année universitaire :2015-2016**



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle de Qualification aux  
Métiers d'Enseignement de l'Informatique  
(LPQMEI)

## RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

**Titre du Projet :**  
**Extraction et insertion des Données via  
l'extension PDO sous PHP**

Stage réalisé au : Lycée Imame El Boukhari - Témara

Professeur d'Application : Fadoua ATTAOUI

Élaboré par :

ENHAS HIND  
JAAFAR OUSSAMA  
NAJIM MBARKA

Professeur encadrant : A. MAHMOUDI

Jury :

M. ALAMI  
A. MAHMOUDI  
M. MATRONE

Année Universitaire 2016-2017



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle de Qualification aux  
Métiers d'Enseignement de l'Informatique  
(LPQMEI)

# RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

## Titre du Projet :

Réalisation d'une interface graphique JavaFx  
avec NetBeans

Stage réalisé au : Lycée Abdelkarim EL KHATTABI - RABAT

Professeur d'Application : Kaoutar TAZI

Élaboré par :

EL HARRAS KARIM  
EZAIDI MOHAMMAD  
JALIT ABDELBASSIT

Professeur encadrant : A. MAHMOUDI

Jury :

M. ALAMI  
A. MAHMOUDI  
M. MATRONE

Année Universitaire 2016-2017



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle de Qualification aux  
Métiers d'Enseignement de l'Informatique  
(LPQMEI)

# RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

Titre du Projet :

Echange des documents entre Word et Excel

Stages réalisés au : Lycée AL QODS - SETTAT  
& Lycée Essalam - OUJDA

Professeurs d'Application : Nawal ENNHEL & Aissa TAHRI

Élaboré par :

CHARIF Mohamed Amine  
SERJI Abdellah

Professeur encadrant : A. MAHMOUDI

Jury :

M. ALAMI  
A. MAHMOUDI  
M. MATRONE

Année Universitaire : 2016-2017



## RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

### Titre du Projet

### Formulaires sous Word

Stage effectué au

**Lycée Technique Mohammed V - BENI MELLAL & Lycée Imam Malek -  
BERRECHID**

Professeurs d'Application :

- ❖ **M. EL MAGHRAOUI Mohamed**
- ❖ **Mme. HABACH Meryem**

Réalisé par :

- ❖ **CHOUKRI AKRAM**
- ❖ **EL ATAQUI SANA**

Professeur encadrant : **A. MAHMOUDI**

Jury :

- ❖ **M. ALAMI**
- ❖ **MAHMOUDI**
- ❖ **M. MATRONE**

Année Scolaire 2016-2017



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle de Qualification aux  
Métiers d'Enseignement de l'Informatique  
(LPQMEI)

# RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

Titre du Projet :  
**Formulaires sous Word**

Stages réalisés au : Lycée Technique Mohammed V - BENI MELLAL  
&Lycée Imam Malek - BERRECHID

Professeurs d'Application : Mohamed EL MAGHRAOUI  
&Meryem HABACH

Élaboré par :

**EL ATAQUI SANA  
CHOUKRI AKRAM**

Professeur encadrant : A. MAHMOUDI

Jury :

**M. ALAMI  
A. MAHMOUDI  
M. MATRONE**

Année Scolaire 2016-2017



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle d'Enseignement en  
Technologies des Multimédias et du Web  
(LPE/TMW)

## PROJET DE FIN D'ÉTUDES

**Intitulé :** Développement d'une application WEB  
pour l'apprentissage en ligne

Élaboré par :      **AMCHAYD MARIAM**  
                        **ARAFÀ FATIMA**  
                        **ELMERYSY JAMILA**

Professeur encadrant : **Pr. A. MAHMOUDI**

Jury :  
**Pr. H. BARKIA**  
**Pr. A. MAHMOUDI**  
**Pr. M. MATRONE**

Année Scolaire 2017-2018



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle d'Enseignement en  
Technologies des Multimédias et du Web  
(LPE/TMW)

## PROJET DE FIN D'ÉTUDES

Intitulé : Développement d'une application  
mobile de notification des événements

Élaboré par :      **AMAOUCHE SARA**  
                        **DARHOUS RADOUANE**  
                        **EL KARNIGHI KENZA**

Professeur encadrant : **Pr. A. MAHMOUDI**

Jury :  
**Pr. H. BARKIA**  
**Pr. A. MAHMOUDI**  
**Pr. M. MATRONE**

Année Scolaire 2017-2018



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle d'Enseignement en  
Technologies des Multimédias et du Web  
(LPE/TMW)

# PROJET DE FIN D'ÉTUDES

**Intitulé :** Développement d'une application WEB  
pour l'évaluation en ligne

Élaboré par :      EL OUADNOUNI WAFAA  
                          OUISSE MOUAD

Professeur encadrant : Pr. A. MAHMOUDI

Jury :  
Pr. H. BARKIA  
Pr. A. MAHMOUDI  
Pr. M. MATRONE

Année Scolaire 2017-2018



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle d'Enseignement en  
Technologies des Multimédias et du Web  
(LPE/TMW)

Année Universitaire 2018 - 2019

## PROJET DE FIN D'ÉTUDES

### Développement d'une application Web pour l'enseignement en ligne

Réalisé par :

EL MELHAOUI ISLAM  
KERARMI FATIMA ZAHRAE  
LFAKIR IKRAM

Encadré par : A. MAHMOUDI

Membres du Jury :

N. BENABID  
H. BARKIA  
A. MAHMOUDI

Année Universitaire 2018-2019



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle d'Enseignement en  
Technologies des Multimédias et du Web  
(LPE/TMW)

# PROJET DE FIN D'ÉTUDES

## Développement d'une application Web de Quiz en ligne

Réalisé par :

BOUZAIDI MOUAD  
HAYANI HAJAR  
ZAROUNI HIBA

Encadré par : A. MAHMOUDI

Membres du Jury :

H. GUEDDAH  
H. BARKIA  
A. MAHMOUDI

Année Universitaire 2018-2019

Année Universitaire 2018 - 2019



Université Mohammed V  
Ecole Normale Supérieure  
Département d'Informatique

Licence Professionnelle d'Enseignement en  
Technologies des Multimédias et du Web  
(LPE/TMW)

Année Universitaire 2018 - 2019

## PROJET DE FIN D'ÉTUDES

### Développement d'une application Mobile de chat (Android et iOS) en utilisant React Native.

Réalisé par :

AGUELIL IMANE  
AOUARI ASMA  
ARJILTI GHIZLANE

Encadré par : A. MAHMOUDI

Membres du Jury :

H. GUEDDAH  
H. BARKIA  
A. MAHMOUDI

Année Universitaire 2018-2019

## Bibliographie

- [1] A. Mahmoudi and F. Regragui. Synthetic minority oversampling and linear crossvalidated support vector machine-based recursive feature elimination to classify weld flaws in radiographic images. *Materials Evaluation*, 73 :186–197, 2015.
- [2] Youness Choubik and Abdelhak Mahmoudi. Machine learning for real time poses classification using kinect skeleton data. In *2016 13th International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization (CGiV)*, pages 307–311, March 2016.
- [3] Marouane Hamda and Abdelhak Mahmoudi. Hand gesture recognition using kinect’s geometric and HOG features. In *Proceedings of the 2nd international Conference on Big Data, Cloud and Applications, BDCA 2017, Tetouan, Morocco, March 29-30, 2017*, pages 48 :1–48 :5, 2017.
- [4] Marouane Benmoussa and Abdelhak Mahmoudi. Machine learning for hand gesture recognition using bag-of-words. In *2018 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*, pages 1–7, April 2018.
- [5] Deep learning indabax morocco 2019. <https://indabaxmorocco.github.io/>, note = Accessed on 2019-07-14.
- [6] Sepp Hochreiter and Jürgen Schmidhuber. Long short-term memory. *Neural computation*, 9 :1735–80, 12 1997.
- [7] Kyunghyun Cho, Bart van Merriënboer, Caglar Gulcehre, Fethi Bougares, Holger Schwenk, and Yoshua Bengio. Learning phrase representations using rnn encoder-decoder for statistical machine translation. *arXiv preprint arXiv :1406.1078*, 2014.

- [8] Alex Graves, Santiago Fernández, Faustino Gomez, and Jürgen Schmidhuber. Connectionist temporal classification : Labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning*, ICML '06, pages 369–376, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [9] Lawrence Rabiner and Biing-Hwang Juang. *Fundamentals of Speech Recognition*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 1993.
- [10] Y. Choubik, A. Mahmoudi, L Elmoudnib, and M.M. Himmi. Sta/lta trigger algorithm implementation on a seismological dataset using hadoop mapreduce. In *2018 International Conference on Modern Intelligent Systems Concepts (MISC)*, 2018.
- [11] Cisco annual reports. <https://www.cisco.com/c/en/us/about/annual-reports.html>, note = Accessed on 2019-07-14.
- [12] Mohamed El-Kaddoury, Abdelhak Mahmoudi, and Mohamed Majid Himmi. Deep generative models for image generation : A practical comparison between variational autoencoders and generative adversarial networks. In *Mobile, Secure, and Programmable Networking - 5th International Conference, MSPN 2019, Mohammedia, Morocco, April 23-24, 2019, Revised Selected Papers*, pages 1–8, 2019.
- [13] H. Arahmane, A. Mahmoudi, E.-M. Hamzaoui, Y. Ben Maissa, and R. Cherkaoui El Moursli. Neutron-gamma discrimination based on support vector machine combined to nonnegative matrix factorization and continuous wavelet transform. *Measurement*, 149 :106958, 2020.
- [14] H. Arahmane, E. Hamzaoui, A. Mahmoudi, and R. C. El Moursli. Time-scale characterization of neutron and gamma signals using continuous wavelet transform. In *2018 9th International Symposium on Signal, Image, Video and Communications (ISIVC)*, pages 276–281, Nov 2018.
- [15] Abdelhak Mahmoudi, HAssan BArkia, and Brahim Lamharchi. Artificial intelligence for personalized assessment. In *International Congress for School Effectiveness and Improvement (ICSEI)*, 2020.
- [16] Demos desktop application of moroccan sign language to text. <https://www.youtube.com/watch?v=VHoXp0SSjRY>. Accessed on 2019-09-14.
- [17] Moroccan information processing society. <http://www.mips.ma/>, note = Accessed on 2019-07-14.
- [18] Moroccan artificial intelligence society. <https://www.morocco.ai/>, note = Accessed on 2019-07-14.