**SOUTENANCE MÉMOIRE 19.03.2021**

**SLIDE 1**

Bonjour à tous. Je souhaiterais dédier cette présentation à une entrevue du parcours qui m’a amené à rédiger mon mémoire de Master.

**SLIDE 2**

Lorsque l’on parle d’algorithmes et d’Intelligence Artificielle au service du projet d’architecture, il est essentiellement question d’algorithmes génératifs. Ce type d’algorithme, permettant de générer plusieurs propositions architecturales sélectionnées selon des contraintes paramétriques est en effet particulièrement adapté à des contraintes physiques ou évaluables mathématiquement, comme le montre ici un exemple d’utilisation du logiciel SpaceMaker, orienté ici sur une tâche d’optimisation d’implantation urbaine en fonction de contraintes surfaciques, où il suffit alors à l’architecte d’y renseigner des valeurs numériques en entrée.

**SLIDE 3**

Or, les contraintes non-mesurables ou difficilement sont également nombreuses lors de la conception architecturale, telles que tout ce qui relève de l’esthétique ou encore tout ce qui a trait à l’usager (et par extension, à tous les facteurs humains).

A l’occasion du séminaire Architectures Intelligences du semestre 7 justement, plusieurs approches théoriques évoquant des algorithmes capables de traiter ce type de contraintes particulières ont pu être mentionnées et même développées au cours des différentes séances.

Ce tableau issu d’un mémoire de l’année dernière, présente justement la manière dont un algorithme en Deep Learning serait capable de relier différents éléments architecturaux (comme des poteaux/poutres ou murs) avec des critères comme l’esthétique, la texture ou la couleur et le profil de l’usager, pour ensuite être lui-même utilisé dans un algorithme génératif.

**SLIDE 4**

J’ai personnellement eu l’occasion de développer mes propres algorithmes en générative design au cours d’un de mes projets (celui du semestre 7 en l’occurrence, en réponse à un problème d’optimisation de chemins). Je possède également des capacités en programmation avec le langage Python (qui jusque-là n’avaient pas été exploitées dans le cadre de mon cursus).

A l’issue du séminaire, et au regard de ces expériences personnelles, une nouvelle volonté a émergé.

S’il existe aujourd’hui des solutions comme Galapagos et Grasshopper pour Rhino ou Generative Design pour Revit pour justement s’approprier facilement le générative design de manière accessible, existe-t-il de tels outils permettant de s’approprier le Machine Learning ou le Deep Learning ?

**SLIDE 5**

Plus spécifiquement, quelles ressources sont aujourd’hui à ma disposition afin qu’un étudiant comme moi puisse se saisir de ce sujet tant convoité aujourd’hui ? Suis-je en capacité de dépasser le stade théorique abordé et initié lors du séminaire ?

**SLIDE 6**

Lors de mes recherches, il s’est avéré que les ressources sont actuellement nombreuses, dont un dénominateur commun est l’approche pratique et accessible.

De bibliothèques disponibles en Open Source permettant de faire ses premiers pas en Machine Learning comme ScikitLearn, jusqu’aux Frameworks (ou infrastructures) plus aboutis comme TensorFlow, le langage de programmation Python est aujourd’hui un langage de prédilection dans le domaine, grâce à la simplicité de sa syntaxe en particulier.

Des plateformes comme Kaggle proposent également une approche communautaire du Machine Learning, mettant à disposition à la fois des jeux de données accessibles au public, des connaissances théoriques sous forme de cours (reprenant des exemples pas à pas en mêlant code et texte) ainsi qu’un environnement de développement en ligne « prêt à l’emploi » équipé de Python et des bibliothèques citées précédemment. J’aurais également pu citer Google Colab, qui met à disposition le même type d’environnement, avec un accès gratuit à des processeurs graphiques performants.

Enfin, de nombreux ouvrages se saisissent de ce sujet, principalement adressés aux débutants et orientés sur l’analyse de données en elle-même, un socle clé du Machine Learning, tels que les collections O’reilly

Cependant, le livre qui m’a été le plus utile est un ouvrage intitulé « Intelligence Artificielle Vulgarisée », prodiguant un bagage théorique et pratique suffisant pour mener à bien des projets en Machine Learning et en Deep Learning, de bases statistiques aux réseaux de neurones, en incluant même quelques bases de Python. (Je vais vous en citer un extrait révélateur).

**SLIDE 7**

« L’idée à travers cet ouvrage est de montrer, de façon vulgarisée et par la pratique, la création de projets autour de l’intelligence artificielle en mettant de côté autant que possible les formules mathématiques et statistiques.

Ainsi, l’objectif de ce livre est de rendre compréhensibles et applicables les concepts du Machine Learning et du Deep Learning à toute personne âgée entre 15 et 99 ans. »

Cela confirme une volonté collective de rendre accessible la pratique du Machine Learning.

**SLIDE 8**

Nourri de ces précieuses ressources, j’ai naturellement souhaité intégrer ces outils au sein de l’exercice de projet dans mon cursus.

**SLIDE 9**

Le Machine Learning étant impossible sans données, il m’a tout d’abord été nécessaire d’identifier les sources de données les plus pertinentes aujourd’hui pour le domaine architectural.

Le tableau de gauche représente un travail type au cours de cette sorte d’étude de faisabilité, où j’ai énuméré les différents jeux de données disponibles sur une plateforme donnée (en l’occurrence, celle de l’APUR), en spécifiant le contenu et le contexte géographique.

Je me suis alors rendu compte que l’Open Data semble alors être la source actuelle la plus exploitable aujourd’hui tant en termes de volume que de richesse, malgré que l’on reste à un niveau de détail cantonné au volume bâti extrudé.

Cependant, dû au caractère très spécifique de chaque jeu de données, et le tout provenant de services différents avec chacun leur thème propre, il est nécessaire de réaliser des agréations si l’on souhaite mettre en relation deux informations très différentes dans le but de former le jeu de données souhaité. Cette étape est cruciale puisqu’elle forme une part conséquente des travaux avec ces données.

**SLIDE 10**

J’ai justement eu l’occasion d’être confronté à une situation au cours d’un projet, où une réponse algorithmique m’est apparue comme particulièrement appropriée. En l’occurrence, cela concernait un ensemble de bâtiments voués à être démolis dont je souhaitais pouvoir évaluer le gisement de matériaux potentiel, tant au niveau qualitatif que quantitatif, afin de les réutiliser sur site.

**SLIDE 11**

C’est ici que l’accessibilité de l’IA par la pratique que j’ai évoqué précédemment prend tout son sens. En effet, une représentation conceptuelle comme vous le voyez à gauche, avec les données à fournir en entrée et en sortie peut suffire comme point de départ de la mise en place d’un algorithme

En l’occurrence, grâce à la bibliothèque AutoKeras, quelques lignes de code suffisent à la fois à initialiser et à entraîner un réseau de neurones, une fois les données bien préparées.

AutoKeras gère en réalité toute la phase d’entraînement et se charge de trouver les meilleurs réglages (tel que le Learning rate) au prix de quelques itérations supplémentaires, en laissant l’utilisateur se concentrer sur l’Input et l’Output, soit le plus important d’un point de vue purement pratique.

**SLIDE 12**

Ce travail s’est révélé être un succès, malgré les quelques limitations mentionnées au niveau des données.

J’ai ainsi pu d’accéder à de nouvelles opportunités de conception en lien direct avec ces nouvelles données sur les gisements potentiels de matériaux. Cela représente alors une piste très encourageante pour les architectes.

**Ainsi, j’ai voulu retranscrire à travers mon mémoire toute cette appropriation pratique de l’exploitation de données ouvertes et massives (désormais possible par les architectes) grâce à des outils de plus en plus accessibles, dont le Python est la pièce maitresse. La conquête du Machine Learning représentant alors un aboutissement certain.**