



École Centrale Lyon

MOS 4.4

Nouvelles Technologies de l'Information et la  
Communication

---

## Étude de veille : IA et la détection des hors-jeux dans le football

---

**Élève :**  
Manal Hachhach

**Enseignants :**  
M.Daniel Muller  
M.Mohsen Ardabilian

**Tuteur:**  
M.Rene Chalon

mars 2023

# Table des matières

## 1- Introduction

### 1-1 Ia & ballons connectés

## 2- Sources surveillés

## 3- Mot clés utilisés

## 4- Outils de collecte d'informations

### 4-1 GoogleScholar

### 4-2 Twitter

### 4-3 Youtube

## 5- Outil d'analyse

### 5-1 Zotero

## 6- Diffusion

### 6-1 Github

## 7-Dispositif de veille

## 8-Conclusion

## 1-Introduction

Dans le cadre de mon étude de veille, j'ai choisi de me concentrer sur l'application de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le domaine du football, en particulier sur la détection des hors-jeux. L'IA est de plus en plus utilisée dans le monde du football professionnel pour aider les arbitres à prendre des décisions plus précises lors des matchs en temps réel. Cette technologie combine la vision par ordinateur, l'analyse de données et l'apprentissage automatique pour détecter les positions des joueurs sur le terrain et déterminer s'ils se trouvent en position de hors-jeu ou non.

Cette application de l'IA est particulièrement intéressante car elle permet d'améliorer considérablement l'efficacité et l'exactitude des décisions arbitrales, ce qui peut avoir un impact significatif sur le résultat d'un match. De plus, cette technologie peut également aider les entraîneurs à analyser le comportement de leurs joueurs et à optimiser leur tactique de jeu.

Dans ce rapport, je vais présenter les résultats de ma veille sur l'application de l'IA dans la détection des hors-jeux dans le football. Je vais décrire les différentes techniques utilisées dans cette application, les avantages et les limites de cette technologie. Je vais également présenter les principaux acteurs impliqués dans le développement de cette technologie et les défis auxquels ils sont confrontés.

Enfin, je vais décrire la méthodologie que j'ai utilisée pour réaliser ma veille, y compris le choix des sources d'informations, la collecte et la sélection des données, ainsi que la diffusion de mes résultats. Mon objectif est de fournir une analyse complète et objective de cette application de l'IA dans le football, et de contribuer ainsi à l'élargissement des connaissances dans ce domaine en pleine expansion.

### 1-1 IA & Ballons connectés

La détection des hors-jeux est un défi pour les arbitres et les juges de ligne, car il est difficile de déterminer avec précision si un joueur est en position de hors-jeu. C'est là que l'IA intervient.

L'utilisation de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le domaine des ballons connectés est en constante évolution et offre des perspectives intéressantes pour l'avenir. Les ballons connectés sont des dispositifs utilisés pour surveiller les conditions environnementales à des altitudes élevées et peuvent fournir des données précieuses pour diverses applications, telles que la prévision météorologique, la surveillance de la qualité de l'air, la gestion des catastrophes, la surveillance agricole, etc.

La technologie semi-automatisée de détection du hors-jeu aide les arbitres vidéo et les arbitres sur le terrain à prendre des décisions plus rapides, plus précises et plus cohérentes.

Cette nouvelle technologie utilise 12 caméras placées sous le toit du stade afin de suivre le ballon ainsi que chaque joueur – jusqu'à 29 points de données contrôlés 50 fois par seconde – dans le but de déterminer leur position exacte sur le terrain. Les 29 points de données contrôlés comprennent les extrémités et membres pertinents pour l'analyse des situations de hors-jeu.



Al Rihla, le ballon officiel adidas de Qatar 2022™, apportera une aide précieuse pour la détection des situations de hors-jeu délicates puisqu'il contient un capteur d'unité de mesure inertielle (IMU).

Ce capteur, placé au centre du ballon, envoie des données à la salle de visionnage 500 fois par seconde, permettant une détection très précise du moment exact où le ballon est joué.

En combinant les données provenant du ballon et des joueurs, et à l'aide d'un système d'intelligence artificielle, la nouvelle technologie transmet automatiquement une alerte de hors-jeu aux arbitres vidéo chaque fois que le ballon est reçu par un attaquant qui se trouvait en position illicite au moment où le ballon a été joué par un coéquipier.

Avant d'en informer l'arbitre sur le terrain, les arbitres vidéo valident la décision proposée en vérifiant manuellement le moment de la passe qui aura été déterminé automatiquement ainsi que la ligne de hors-jeu qui aura été elle aussi générée automatiquement.

Ce processus ne prend que quelques secondes, ce qui permet de prendre des décisions plus rapides et plus précises sur les situations de hors-jeu. Une fois la décision confirmée par l'arbitre sur le terrain, les points de données utilisés pour prendre la décision sont transposés dans une animation 3D détaillant précisément la position des membres des joueurs au moment où le ballon a été joué.

Cette animation 3D, qui montrera systématiquement le meilleur angle possible, sera ensuite diffusée sur les écrans géants du stade et mise à la disposition des partenaires de diffusion de la FIFA.



## 2-Sources surveillées

Lors de cette étude de veille, j'ai pris soin d'utiliser différentes sources d'informations afin de collecter un maximum de données pertinentes. J'ai sélectionné des sources variées et complémentaires pour avoir une vue d'ensemble précise du sujet étudié.

Parmi les différentes sources d'informations que j'ai utilisées, il y avait **Google Alertes** qui est un outil de surveillance qui m'a permis d'être alerté dès qu'un nouvel article, une nouvelle publication ou une nouvelle mention concernant le sujet était publié en ligne. J'ai également utilisé **Google Scholar** pour trouver des articles scientifiques pertinents dans le domaine étudié.

En outre, j'ai utilisé **Twitter** pour suivre les conversations en temps réel et pour trouver des tendances et des opinions pertinentes sur le sujet. J'ai également consulté des vidéos sur **YouTube** pour obtenir des informations visuelles et des explications claires sur des concepts complexes.

Enfin, j'ai utilisé **Zotero** pour organiser et stocker les informations collectées sous forme de références bibliographiques. Cela m'a permis de garder une trace de toutes les sources d'informations consultées et de les retrouver facilement pour les analyser plus tard.

En utilisant ces différentes sources d'informations, j'ai pu collecter des données complètes et variées sur le sujet étudié, ce qui m'a permis de prendre des décisions informées et d'identifier les tendances et les opportunités les plus importantes dans ce domaine.

### 3- Mots-clés utilisés

La première étape pour mener à bien mon étude de veille sur l'Intelligence Artificielle et la détection des hors-jeux dans le football consiste à identifier et sélectionner les sources d'information les plus pertinentes en lien avec le sujet.

Pour cela, j'ai utilisé des mots-clés tels que :

"IA", "Intelligence Artificielle", "football", "détection des hors-jeux", "vision par ordinateur", "Var" et "Qatar2022", "Ballons Connectés", "Semi-automatisé", "hors-jeux", "Coupe2022".

En fonction de la source de travail, la manière de chercher était différente, sur Twitter par exemple, ils sont utilisés les hastaghs, des mots clés sans espaces et avec le symbol #.

### 4- Outils de collecte d'informations

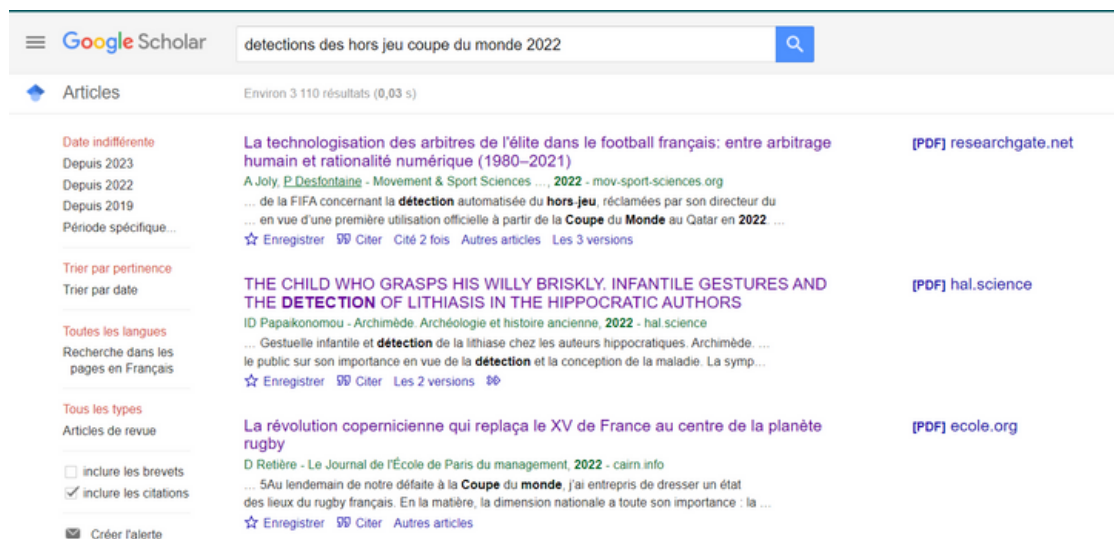
#### 4.1 Google Scholar



J'ai principalement utilisé **Google Scholar** comme outil de collecte d'informations, qui est un moteur de recherche académique qui permet de trouver des articles scientifiques, des thèses, des livres et des publications diverses dans un large éventail de disciplines. Il est considéré comme un outil de référence incontournable pour les chercheurs, les universitaires et les étudiants. L'un des avantages de Google Scholar est sa capacité à rechercher des sources académiques de qualité supérieure et à les présenter dans un format convivial.

Google scholar permis de trouver des pages web intéressantes sur le sujet. Parmi les pages que j'ai trouvées grâce à Google Scholar figurent : [mov-sport-sciences.org](http://mov-sport-sciences.org) et [preo.u-bourgogne.fr](http://preo.u-bourgogne.fr)

J'ai utilisé des mots-clés en anglais, français pour obtenir le plus d'informations possible.



## 4.2 Twitter



Pour mener cette étude, j'ai utilisé **Twitter** pour à la fois rechercher et collecter des informations. En utilisant des hashtags pertinents en rapport avec le sujet, j'ai identifié des pages utiles pour la surveillance et le développement de ma veille.

Twitter a été un outil précieux pour cette recherche grâce à sa fonction de recherche avancée et sa facilité d'utilisation.

Il est un outil potentiellement très utile dans une méthodologie de veille. En utilisant les bonnes techniques de recherche et de filtrage, il est possible de surveiller efficacement les tendances, les opinions, les actualités et les événements pertinents dans un domaine d'intérêt donné.





## 4-3 Youtube

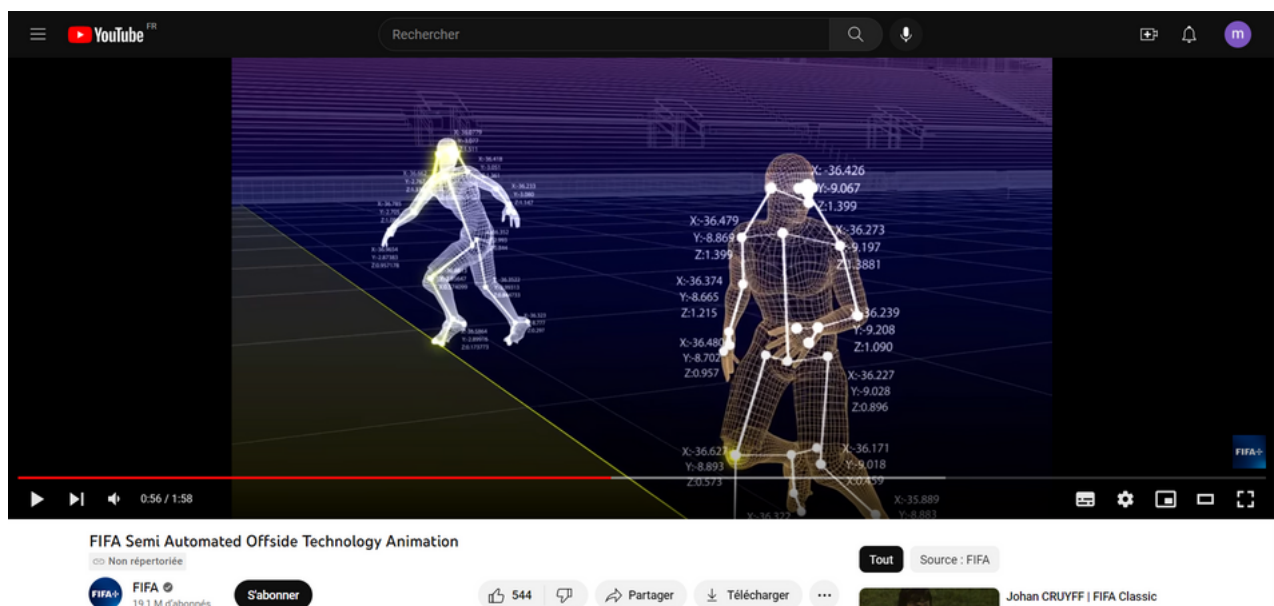


Dans le cadre de votre étude de veille, j'ai également exploité une source de connaissances très utile, à savoir les vidéos disponibles sur YouTube. Les vidéos sont une excellente ressource pour obtenir des informations visuelles et des explications claires sur des concepts complexes. En effet, les vidéos peuvent aider à simplifier des sujets difficiles à comprendre en les présentant sous forme de graphiques, d'animations ou de démonstrations en temps réel.

De plus, YouTube offre une grande variété de contenus vidéo, ce qui vous permet de trouver des vidéos adaptées à vos besoins. j'ai également abonner à des chaînes spécialisées dans le domaine d'intérêt et être informé des dernières mises à jour en temps réel.

Il est important de noter que, comme pour toute source d'information, il est essentiel de vérifier la crédibilité et l'exactitude des vidéos que vous consultez. Il est également important de vérifier les qualifications de la personne ou de l'organisation qui publie la vidéo et de croiser les informations avec d'autres sources fiables.





## 5- Outils d'analyse

Après avoir collecté les informations pertinentes pour ma veille, j'ai dû trouver un moyen de les stocker et de les organiser de manière efficace. Pour cette tâche, j'ai choisi d'utiliser **Zotero**, un outil de gestion bibliographique en ligne.

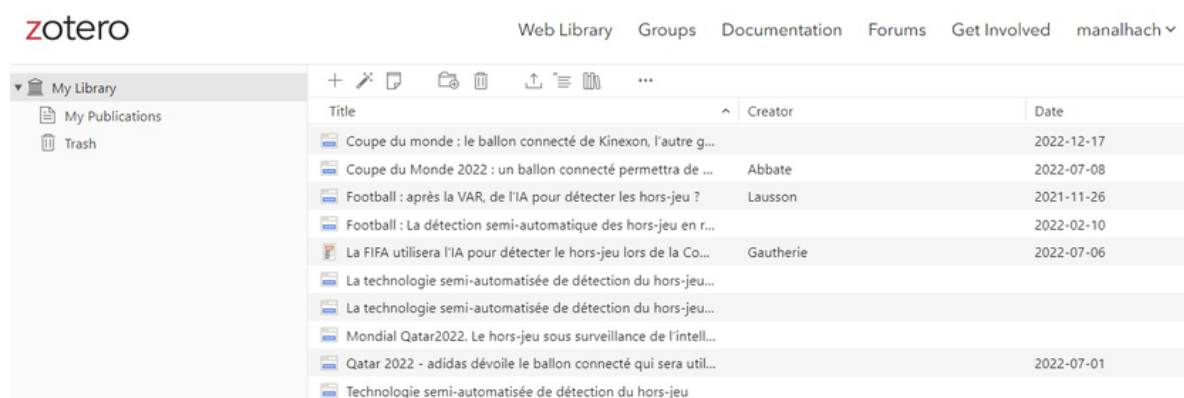
### 5.1 Zotero



Zotero m'a permis de stocker et d'organiser facilement les informations collectées, notamment des articles de revues, des livres, des rapports et des sites web, en créant des références bibliographiques complètes pour chacune des sources consultées. Cette méthode de stockage m'a permis de maintenir une base de données organisée et facilement accessible des informations collectées, tout en les classant par thèmes, auteurs, dates ou autres critères pertinents.

En utilisant Zotero, j'ai également pu créer des collections de références bibliographiques et les partager avec mes collègues et mes partenaires pour faciliter la collaboration et la communication. Cela a été particulièrement utile pour la veille collaborative, où plusieurs personnes travaillent ensemble sur un même sujet.

Enfin, Zotero offre des fonctionnalités de citation automatique, ce qui m'a permis de générer facilement des citations et des bibliographies pour mes rapports et mes présentations, en respectant les normes bibliographiques de mon domaine.



## 6- Diffusion

### 6-1 Github



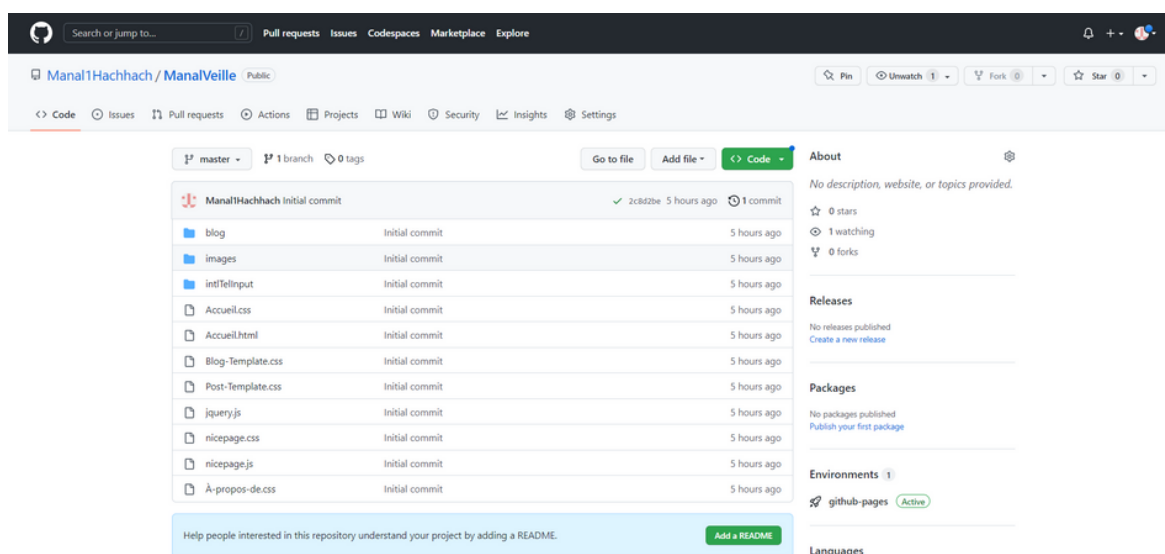
Après avoir collecté les informations pertinentes pour ma veille et les avoir analysées grâce à des outils de curation, il était important de pouvoir diffuser ces informations de manière efficace. Pour cela, j'ai choisi de créer un site web pour publier mes résultats.

J'ai utilisé **GitHub**, une plateforme de développement collaboratif en ligne, pour héberger mon site web et le rendre accessible au public. Cette solution était pratique car elle me permettait de stocker mes fichiers en ligne et de travailler avec d'autres collaborateurs en temps réel, tout en assurant une bonne gestion de version.

J'ai utilisé différents outils de développement web pour créer mon site, notamment HTML, CSS et JavaScript. J'ai conçu une interface utilisateur attrayante et facile à utiliser pour présenter mes informations de manière claire et organisée.

En utilisant GitHub pour héberger mon site web, j'ai pu le rendre facilement accessible au public, tout en le gardant sous contrôle et en le gérant efficacement. J'ai pu mettre à jour mes résultats de veille régulièrement, tout en permettant aux utilisateurs de commenter et de partager mes résultats avec leur réseau.

j'ai pu développé un site Web résumant les résultats trouvés et qui est accessible via ce lien : <https://manal.nicepage.io/?version=cea10ca8-2621-4f60-a2cf-c7ccbeec524b>



## 7- Mon dispositif de veille



## 8- Conclusion :

L'expérience de mettre en place une veille s'est révélée très instructive. Recevoir les informations plutôt que de les chercher soi-même est un gain de temps considérable et il existe de nombreux outils qui permettent de réaliser une veille efficace. Toutefois, il convient de souligner que cette tâche n'est pas facile et que le choix des mots clés est crucial, car cela peut faire la différence entre une veille réussie ou non. En conclusion, il est vrai que la capacité à mettre en place une veille peut être améliorée grâce à la pratique régulière de cette tâche. Il est donc important de continuer à s'exercer et à apprendre pour réussir à réaliser une veille efficace et pertinente.