

Rapport de stage

Entreprise OSCARS SA

2015 - 2016



Professeur :
BILLEN R.

Maître de stage :
DUBOIS O.

DESWYSEN Benjamin
2^{ème} Master en géographie, or. géomatique et géométrie

Table des matières

1	Introduction	2
2	Environnement de travail	3
2.1	OSCARS SA	3
2.2	Les bases de données ORACLE et la gestion des données spatiales	3
3	Mission et objectifs	5
4	GIP : Geo-Intelligent Platform	5
4.1	Présentation de GIP	5
4.2	Architecture de la plateforme GIP	6
4.3	Implémentation de GIP	7
5	Exécutions de GIP	8
5.1	Déploiement pour l'aéroport d'Heathrow (Londres)	8
5.1.1	Objectifs	8
5.1.2	Données	8
5.1.3	Méthodologie	8
5.1.4	Résultats	10
5.2	Déploiement pour les aéroports de Paris	12
5.2.1	Objectifs	12
5.2.2	Données	12
5.2.3	Méthodologie	12
5.2.4	Résultats	13
6	Conclusion	14

1 Introduction

Du lundi 15 février 2016 au mardi 15 mars 2016, j'ai effectué un stage au sein de l'entreprise OSCARS (pour *Oracle Spatial Consulting and Resourcing Services*) située à Andenne et qui opère dans la consultante spécialisée en matière de technologie ORACLE Spatial. Au cours de ce stage de quatre semaines, j'ai pu m'intéresser à la prise en charge en temps réel de bases de données ORACLE et ce dans le cadre de la gestion des ressources aéroportuaires.

Plus largement, ce stage a été l'opportunité pour moi d'appréhender la gestion des bases de données spatiales avec un rôle spécifique à jouer : celui de *géométricien*. En effet, ma contribution s'est avérée profitable lorsqu'il fallait appréhender la spatialité des données à disposition au sein du SIG (Système d'Information Géographique). Pour rappel, un SIG peut être envisagé comme l'a défini Robert Laurini¹, à savoir "*un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées*". A cela on peut ajouter la nécessité de *modéliser* ces opérations et la perspective de les *automatiser* grâce à l'informatique (FIGURE 1).

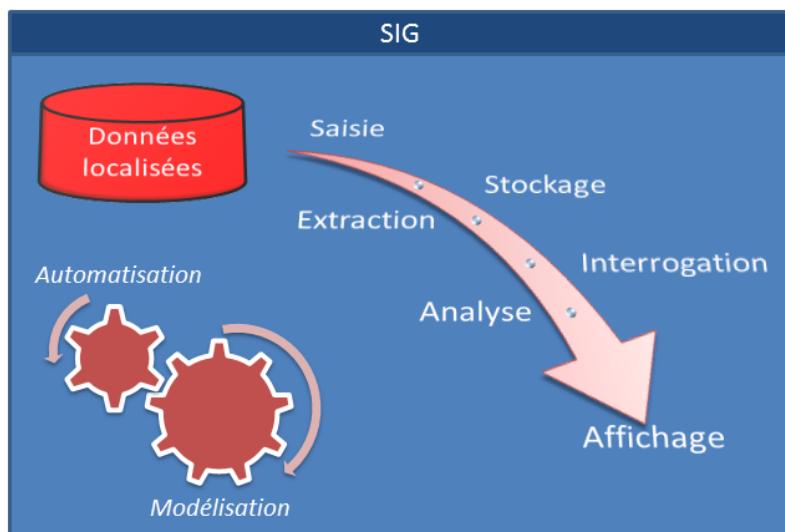


FIGURE 1 – Réalisation d'un SIG

Notons toutefois que la mise en oeuvre du SIG dans le cas présent se situe en dehors d'un environnement pré-défini dicté par un progiciel. Par conséquent, les développements applicatifs et informatiques sont nécessaires afin de répondre à des besoins bien spécifiques.

Au-delà d'enrichir mes connaissances, ce stage m'a permis de réaliser dans quelle mesure la collaboration avec d'autres spécialistes au sein de leur domaine est un facteur clé à l'intérieur d'un projet. En effet, il est primordial pour le géométricien de savoir communiquer efficacement avec ses collaborateurs mais il est également nécessaire d'avoir des bases solides dans chacune des disciplines déployées afin de contribuer efficacement au travail en cours. Dans le cas présent, il s'agissait essentiellement d'analystes programmeurs dont le rôle est de développer et faire évoluer le (futur) logiciel à qui il faut "traduire" et "faire sentir" l'importance de la spatialité des données ainsi que les traitements spécifiques qui leurs sont réservés.

Par ailleurs, cet aperçu du monde du travail m'a permis de prendre conscience des différents aspects du métier de géométricien vers lequel j'envisage de m'orienter au terme de mes études.

1. Laurini Robert et Milleret-Raffort Françoise, *les bases de données en géomatique*, Hermès, 1993.

2 Environnement de travail

2.1 OSCARS SA



La société **OSCARS SA**, auparavant installée au Grand-duché de Luxembourg, est implantée à Andenne depuis environ un an. Elle se veut une société novatrice de consultance spécialisée dans la technologie Oracle Spatial et est d'ailleurs reconnue comme référence à ce sujet depuis qu'elle a reçu le "2012 Oracle Spatial Excellence Award" dans la catégorie "Partenaire" décerné par ORACLE, lui conférant une place de premier choix et lui permettant de dispenser des formations en la matière à travers toute l'Europe.

L'équipe d'**OSCARS**, qui est construite autours de son CEO Olivier DUBOIS, est actuellement composée de 4 développeurs, un consultant spécialiste SIG et deux consultants spécialistes ORACLE. Son jeune âge et son nombre limité d'employés confèrent à OSCARS (dans sa version belge) un dynamisme particulier propice à l'innovation et où des solutions sur-mesures sont réalisées en fonction des besoins de chaque client. Cet environnement s'est avéré propice à l'apprentissage tout en exigeant une certaine autonomie.

2.2 Les bases de données ORACLE et la gestion des données spatiales

Du fait qu'il est important de connaitre certaines bases lorsqu'on intervient directement sur la base de données comme dans le cas présent, certains aspects de la gestion des données (spatiales) seront abordés ici. En effet, ce travail a été réalisé au sein d'une architecture en trois strates (WEB - Serveur d'applications - Serveur de données) au sein de l'environnement ORACLE.

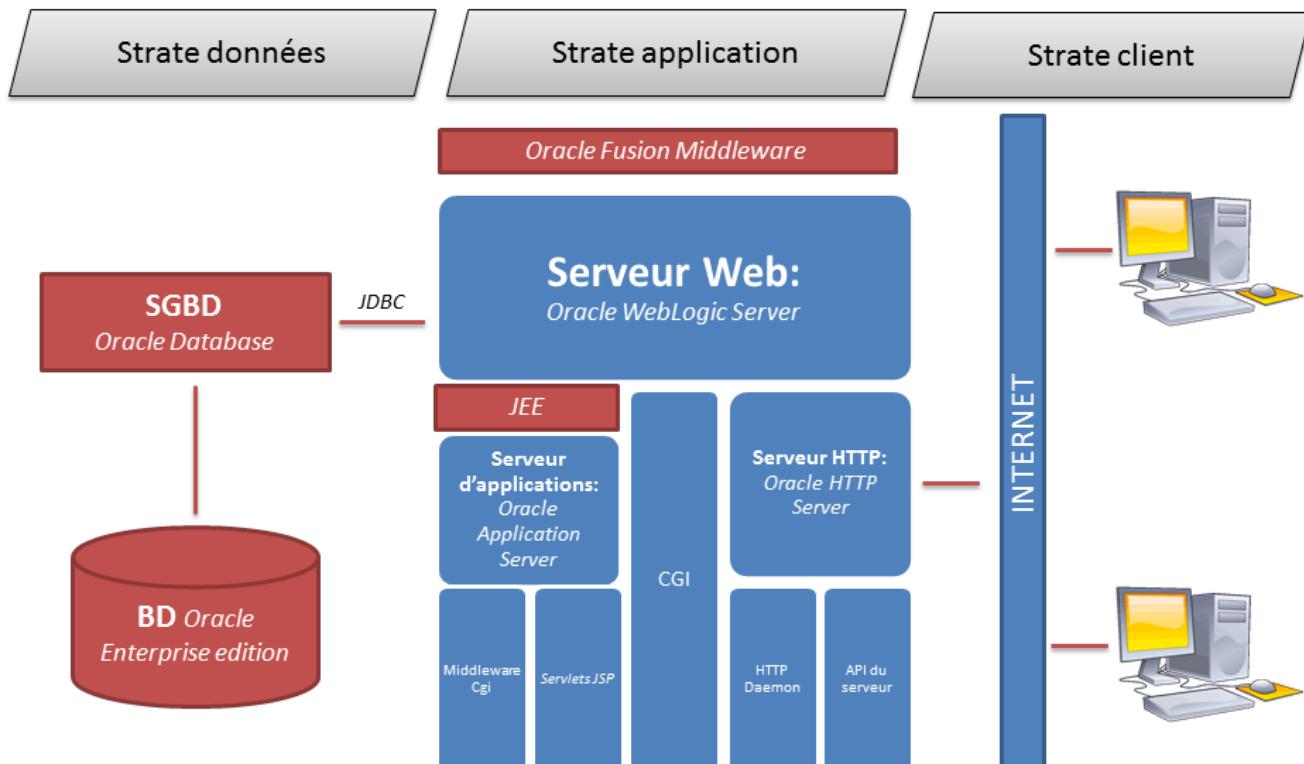


FIGURE 2 – Architecture WEB - Client - Serveur dans un environnement ORACLE

On distingue donc trois niveaux au sein de ce contexte (FIGURE 2) :

- **La strate "client"** responsable de la présentation s'effectuant via un navigateur Web qui interprète le contenu des pages HTML récupérées sur le réseau Internet. Cet affichage peut être amélioré grâce à de la programmation "côté client" (en *JavaScript* dans le cas présent) en incorporant des scripts qui seront *interprétés* au sein de la page par le navigateur sur le poste client. C'est également à ce niveau que le style et la structure sont pris en compte grâce à des feuilles de style CSS (*Cascading Style Sheets*).
- **La strate "application"** exécute le code applicatif sur le serveur Web qui lui est consacré. Ainsi, le protocole de communication HTTP échangé avec le réseau Internet y est géré par le serveur du même nom qui, par le biais du programme médiateur CGI (*Common Gateway Interface*), transmettra l'information aux *servlets* du serveur d'applications. Ces servlets font partie du *Java Entreprise Edition* (JEE) qui propose un ensemble d'extensions au cadre Java standard (*Java Standard Edition*) afin d'aider à la création d'applications.
- **La strate "données"** comporte le serveur de données supportant le *système de gestion de base de données* (SGBD) ainsi que la base à proprement parler. L'accès aux tables de données est réalisé par le biais de l'API *Java Database Connectivity* (JDBC) qui assure la connectivité entre le SGBD et le serveur Web.

De manière analogue à leur concurrent libre PostgreSQL, les bases de données propriétaires ORACLE gèrent la **spatialité des données** et sont principalement destinées à des entreprises. Cela est réalisé à l'aide de la technologie *Oracle Spatial and Graph* qui fournit les capacités avancées pour supporter les applications SIG en tant qu'option d'*Oracle Database Enterprise Edition*. Bien qu'on puisse dire que la base de données reprend ici un rôle habituellement joué par les SIG logiciels, cette solution permet d'intervenir directement au sein de celle-ci, ce qui a notamment pour conséquence d'augmenter les performances des applications.

Cette technologie est combinée avec l'ensemble de produits formant l'*Oracle Fusion Middleware* qui offrent un support complet pour le développement, le déploiement et le management d'applications basées sur la technologie ORACLE, dont la place et la popularité dans le monde des bases de données n'est plus à faire². Parmi ses composantes, notons le *WebLogic Server* qui permet le déploiement d'applications WEB orientées services ainsi que le *MapViewer* qui permet d'y intégrer des cartes interactives³.

Le SGBD intègre l'**aspect géométrique** des objets spatiaux sous forme d'un objet attributaire spécifique de type "SDO_GEOMETRY". Celui-ci permet de gérer des géométries sur base d'un ensemble de points au sein d'un système de coordonnées (2D ou 3D) donné⁴.

Les **métadonnées** associées à la géométrie des entités géographiques sont accessibles au sein d'une vue sur la base de données : la vue "USER_SDO_GEOM_METADATA" qui reprend un seuil de tolérance et la couverture spatiale du contenu de la classe.

Les **interactions** et **opérations** sur la base de données sont réalisées dans le langage procédural (Procedural Language) *PL/SQL* spécifique aux bases de données ORACLE mais respectant en partie la norme SQL ISO/IEC 9075⁵.

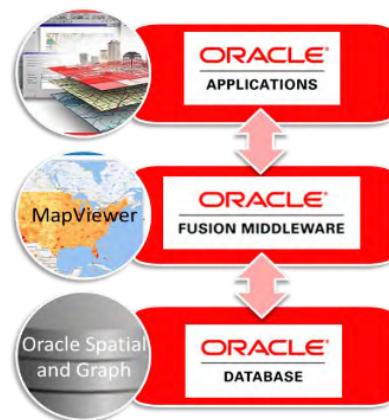


FIGURE 3 – Bases de données Oracle

2. DIGORA (site WEB). 2016. "TOP 10 des bases de données - partie 1". Consulté le 7 avril 2016. <http://www.digora.com/blog/TOP-10-des-bases-de-donnees-partie-1>

3. Oracle Help Center. 2016. "Fusion Middleware User's Guide for Oracle MapViewer - Introduction to Mapviewer". Consulté le 7 avril 2016. http://docs.oracle.com/cd/E12839_01/web.1111/e10145/vis_start.htm#JIMPV9457

4. ARMITAGE T. 2006. "Getting started with Oracle Spatial". http://download.oracle.com/otndocs/products/spatial/pdf/au_melbourne06_start.pdf

5. International Standard (ISO). 2011. "Information technology - Database languages - SQL - Part 1 : Framework (SQL/Framework)"

3 Mission et objectifs

La problématique générale de ce stage a été de proposer un outil d'optimisation (voire une automatisation) de la gestion du trafic au sol et des emplacements de stationnement d'avions au sein de l'aéroport de Paris, client de la société. A cet effet, la plateforme GIP (Geo-Intelligent Platform) développée par l'équipe d'OSCARS a été déployée afin d'exploiter la base de données de l'aéroport mise à disposition. On peut donc parler d'une approche du SIG "par les données" avec lesquelles il est possible de réaliser un suivi des avions (ou véhicules) et leurs interactions avec des entités géographiques définies par l'utilisateur, à savoir des zones de stationnement dans le cas présent. Ces interactions se limiteront à notifier des règles topologiques simples dans un premier temps : lorsqu'un véhicule au sol pénètre dans une zone (règle INSIDE) ou en sort (règle OUTSIDE), ainsi que le temps qu'il y a passé (règle TIMING) afin de pouvoir lui facturer son stationnement (voir FIGURE 4)

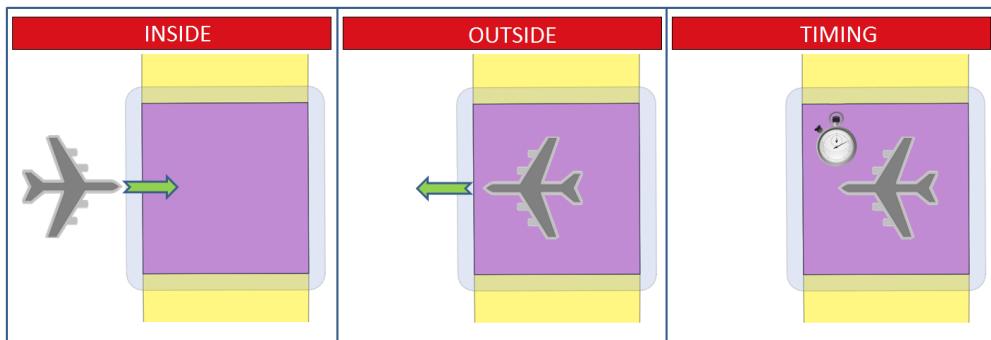


FIGURE 4 – Règles INSIDE, OUTSIDE et TIMING

En guise de familiarisation avec la plateforme et afin d'élaborer une méthodologie à mettre en œuvre, le même exercice a été réalisé au préalable sur l'aéroport d'Heathrow (Londres) à partir de données récoltées pour l'occasion. Notons que les données de l'aéroport de Paris sont confidentielles et ne peuvent être divulguées explicitement. Par conséquent, c'est essentiellement l'exercice lié à l'aéroport de Londres (réalisé à partir de données libres d'accès) qui sera l'objet de ce rapport.

4 GIP : Geo-Intelligent Platform

4.1 Présentation de GIP



GIP est une plateforme d'acquisition et de traitement de données géolocalisées qui permet de détecter des événements spatiaux définis en fonction de la position d'un ou plusieurs mobile(s) suivi(s) en temps réel par rapport à des entités géographiques⁶. Cette plateforme permet le développement, l'administration et le management d'applications qui traitent d'événements géolocalisés et de flux de données en temps réel. Elle s'inscrit dans un objectif d'amélioration des processus de gestion parfois simultanés qui coexistent au sein d'une même organisation.

Jusqu'à présent, la plateforme est essentiellement orientée vers la gestion de "silos" au sein de complexes aéroportuaires bien souvent compartimentés. Par conséquent, elle s'insère dans le processus de collaboration afin de proposer une synergie entre les différents services.

A l'avenir, comme l'évoque Olivier DUBOIS lors d'une interview⁷ sur les perspectives de GIP, on peut aisément envisager d'intégrer ce type de données spatiales en temps réel par la plateforme dans des applications technologiques effectuant des actions selon la position de mobile. Un exemple d'application serait l'illumination des pistes afin d'indiquer leur chemin aux pilotes jusqu'à leur stationnement, ce qui permettrait d'aider à la gestion du trafic au sol qui est jusqu'à présent transmis par radio.

6. Geo Intelligent Platform. Consulté le 7 avril 2016. http://oscars-sa.eu/sites/default/files/elements/description_gip_fr.pdf

7. PESSER Adrienne. 2016. "OSCARS - Olivier Dubois, l'ourson voyageur | Waw magazine". Waw Magazine. Consulté le 4 avril 2016. <http://www.wawmagazine.be/fr/oscars-olivier-dubois-l-ourson-voyageur>

4.2 Architecture de la plateforme GIP

La plateforme est organisée selon différentes composantes :

Le GIP ENGINE : permet la réalisation des services attendus à partir des données de localisation en temps réel des mobiles (*devices*). Comme illustré à la FIGURE 5, il met en œuvre une succession d'opérations qui consistent en :

- la traduction des données de position des *devices* en entrée (*Input*) du processus en un format spécifique à GIP
- le tri de ces données au sein du noyau (*Core*) afin de détecter si une ou plusieurs règles recherchées sont rencontrées
- la création de *notifications* (sous différents formats possibles) pour informer l'utilisateur qu'une des règles est rencontrée
- l'exportation de ces notifications vers une *interface* permettant l'affichage des mobiles sur une carte et des notifications en temps réel

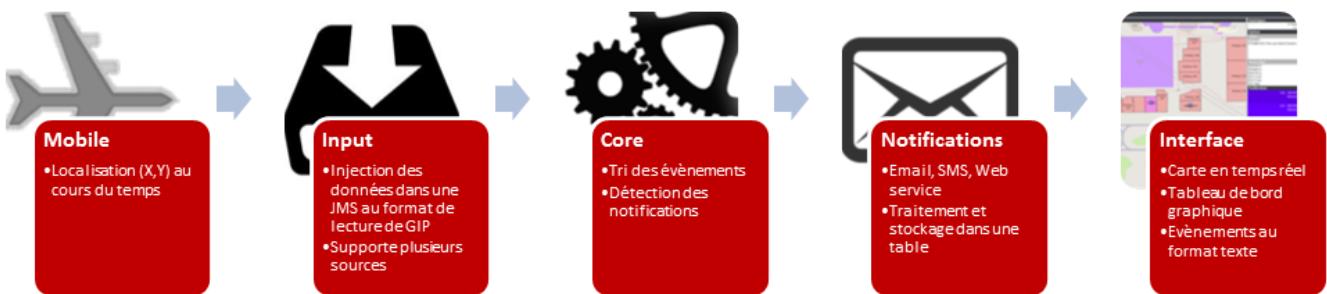


FIGURE 5 – Contexte de déploiement de la plateforme GIP

Le GIP CONFIGURATOR : est une interface WEB permettant de configurer les paramètres des différents composants internes de GIP. Il offre notamment la possibilité de définir des événements à détecter (selon des règles pré-définies), des notifications à lever et afficher des événements. Comme affiché sur la FIGURE 6, l'interface donne accès à la configuration du déchiffreur de données en entrée (*Broker*) ainsi que du noyau (*Core*) de GIP.

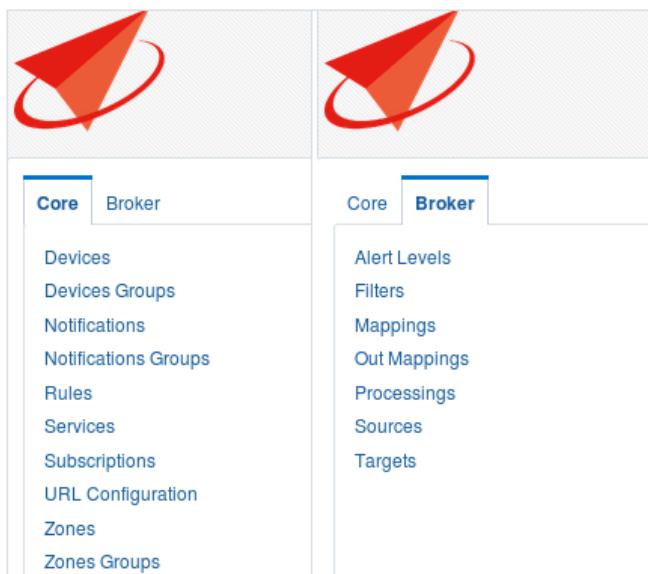


FIGURE 6 – Menus du *GIP Configurator*

Le GIP VIEWER : est une application située côté client et permettant la visualisation des notifications générées par le *Core* au sein d'une interface WEB. Celle-ci comprend une carte basée sur des données *OpenStreetMap*⁸ (OSM) d'occupation du sol, des entités géographiques spécifiques à l'application (des zones de parking par exemple), l'affichage des mobiles mis à jour au cours du temps et un emplacement d'annonce des notifications.



FIGURE 7 – Agencement des différents types de données au sein de l'interface WEB

4.3 Implémentation de GIP

La plateforme est construite à partir de produits de technologie ORACLE :

- Une **base de données ORACLE** qui intègre la spatialité des données grâce à la technologie ORACLE *Spatial*.
- Un **serveur d'application ORACLE WebLogics** afin de mettre en place un environnement Java *Entreprise Edition* (Java EE) à partir duquel des modules supplémentaires peuvent être mis en œuvre selon les besoins et dont la cohabitation avec le langage HTML 5 et les bases de données ORACLE est assurée au sein du serveur sur lequel est déployée GIP.
- Le **Java Messaging System (JMS)** qui permet la communication entre les différents constituants grâce à une *JMS queue* qui assure qu'aucun message ne sera perdu lors des transactions.

8. <https://www.openstreetmap.org/>

5 Exécutions de GIP

5.1 Déploiement pour l'aéroport d'Heathrow (Londres)

5.1.1 Objectifs

L'intérêt de cet exercice est avant tout d'effectuer une familiarisation avec la plateforme GIP déployée dans son environnement spécifique. Ainsi, un contexte similaire au projet de l'aéroport de Paris a été envisagé : mettre en place un système de gestion des parkings pour un aéroport fortement fréquenté. Ce projet de gestion présente deux aspects :

1. **La gestion *en temps réel* des parkings** permise par la mise à jour constante des positions de mobiles. En effet, il est possible de savoir où se trouve chaque appareil dans la zone et, plus particulièrement, s'il occupe un parking au moment de l'évaluation par l'opérateur. Cette fonction d'affichage peut être mise en œuvre afin de gérer le trafic des appareils au sol et d'assister le guidage de ceux-ci dans l'enceinte de l'aéroport.
2. **La gestion *a posteriori* des parkings** est un outil économique puissant basé sur des statistiques d'occupation des zones de stationnement à des fins de facturation sur base du temps de stationnement de l'appareil ou de gestion de l'infrastructure de l'aéroport.

5.1.2 Données

Les données géographiques utilisées proviennent de différentes sources :

1. **Les fonds de carte** utilisés dans le visualisateur WEB de la plateforme sont des données OpenStreetMap qui servent de support au suivi des différents mobiles en temps réel
2. **Les entités géographiques** sont, dans le cas présent, des zones de stationnement de l'aéroport levées manuellement à l'aide du logiciel QGIS dont l'acquisition est définie dans la section 5.1.3 dédiée à la méthodologie.
3. **Les positions des mobiles** qui permettent de suivre les déplacements d'avions en temps réel. Leur acquisition est également détaillée dans la section 5.1.3.

Toutes ces données sont affichées dans un même référentiel cartographique au sein de l'interface WEB de GIP : le pseudo-Mercator. Des notifications des règles BUFFERIN, BUFFEROUT et TIMING, correspondant respectivement aux règles topologiques INSIDE, OUTSIDE et TIMING, sont également affichées en temps réel afin d'effectuer un suivi des appareils.

5.1.3 Méthodologie

La réalisation de cet essai a été effectuée comme suit :

1. **Définition manuelle des zones de parking de l'aéroport** sur base des données images de google satellite et d'occupation du sol OpenStreetMap (FIGURE 8).

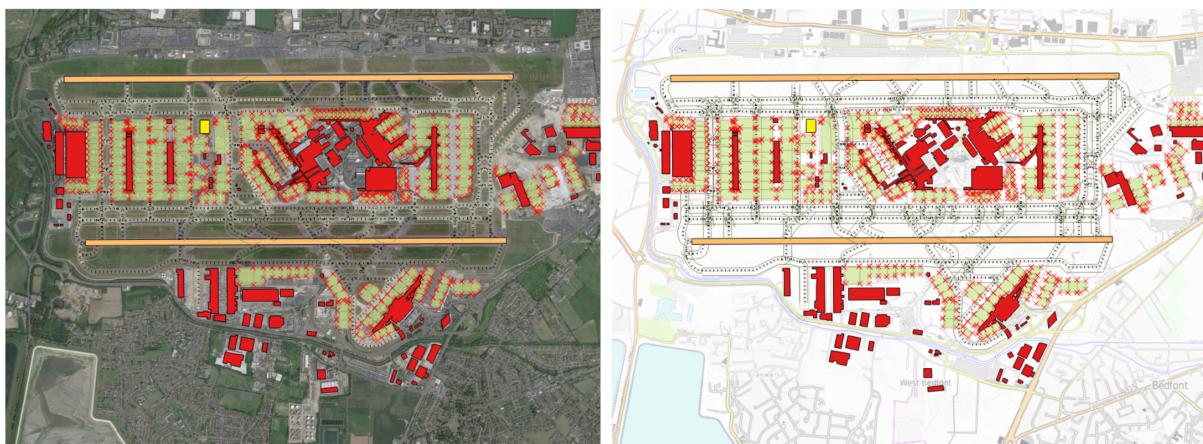


FIGURE 8 – Levée des affectations de sol de l'aéroport de Heathrow (Londres) sur fond Google satellite (gauche) et sur fond OpenStreetMap (droite)

Cette opération a été réalisée dans l'environnement du logiciel QGIS en recourant au plugin "openlayers" permettant d'accéder interactivement aux données Google et OSM directement dans leur système de coordonnées. Le système de coordonnées cartographiques (SRC) courant des couches est donc celui correspondant au Pseudo-Mercator (EPSG 3857).

Une version de ces couches sera ensuite enregistrée dans un autre référentiel cartographique (EPSG 4326) correspondant au système WGS84 qui est le référentiel utilisé par la plateforme GIP en réalisant une *projection à la volée* dans QGIS en vue d'être importée dans la base de données stockée sur le serveur où est déployé GIP.

2. **Importation des zones de parking dans une base de données ORACLE** afin de les confronter en temps réel aux positions des avions au sol lors de l'exécution du processus. Cette opération s'effectue par l'intermédiaire du programme *Oracle Map Builder* qui permet l'insertion de fichier de type *ESRI shapefile* (sous l'appellation de "fichier de formes").



FIGURE 9 – Insertion des zones de parking dans la base de données Oracle via Map Builder

L'accès à cette couche, désormais sous forme de table dont les tuples sont les zones de parking et comportent tous un attribut de géométrie, s'effectue désormais via *SQL Developer d'Oracle*. La visualisation de celle-ci peut être gérée au sein de *Map Builder* en définissant des thèmes de géométrie (voir FIGURE 9).

3. **Opération dans la plateforme GIP** : la plateforme GIP a été utilisée sur un serveur accessible depuis les bureaux de la société et c'est le côté client, à savoir celui accessible aux utilisateurs et non aux développeurs, qui a été abordé en tant que première approche.
 - Définition des zones* : chaque tuple de la table constitue une entité et doit comporter un identifiant, une géométrie (2D ou 3D), un nom et un type de géométrie.
 - Définition des groupes de zones* : un ensemble de zones constitue un "groupe de zones", celui-ci est "aéroport de Londres" dans le cas présent.
 - Définition des devices* : les avions dont les positions seront évaluées en temps réel sont récupérés depuis le site de *flightradar24*⁹ qui permet de suivre les avions en circulation en temps réel. Dans le cas présent, les positions d'avions ont été récupérées au sein d'une zone rectangulaire (*bounding box*) grâce à une requête via un protocole HTTP à l'URL suivante :

<http://data.flightradar24.com/zones/fcgi/feed.js?bounds=51.50000,51.43000,-0.55,-0.35>

FIGURE 10 – URL de récupération des position de devices autours de Heathrow

9. www.flightradar24.com

Cet URL comporte :

- Un protocole : HTTP
- Un domaine : data.flightradar24
- Des paramètres : qui sont la définition d'une zone d'étude et d'un format de réception qui est le .js (JSON)
- Les valeurs de la *bounding box* après le "?" , à savoir la latitude (maximum puis minimum) et ensuite la longitude (minimum puis maximum)

En effet, cette requête permet de récupérer des informations structurées dont les positions des *devices* au sein de la zone considérée sous forme de texte selon le formalisme *JavaScript Object Notation* (JSON) et en temps réel. Si l'on introduit cet URL dans un navigateur, voici un extrait d'exemple de réponse que le serveur de flightradar24 renvoie :

```
{"full_count":13316,"version":4
,"95129e5":["4009D9",51.4758,-0.4747,270,0,24,"6317","F-EGLL1","A320",
"G-EUUL",1459870205,"GLA","LHR","BA1489",1,0,"SHT7P",0]
,"9514881":["400F63",51.4776,-0.4722,270,375,155,"7215","F-EGLL1","A346",
"G-VWEB",1459870205,"LHR","JFK","VS9",0,1024,"VIR9M",0]
(...)}
```

On y trouve donc la position des avions mais également leur identifiant, le type d'avion et leur vitesse. Si on effectue cette requête à une certaine fréquence, on obtient un échantillonnage des positions des avions au cours du temps dans la zone étudiée.

- Définition des groupes de devices* : de manière analogue aux zones, les *devices* sont rassemblés au sein d'un groupe.
- Définition des règles* : *BUFFERIN*, *BUFFEROUT* et *TIMING* : les règles d'interaction entre les *devices* et les zones peuvent être de différents type selon ce que l'on cherche à mettre en évidence. Dans le cas présent, on cherche à signaler lorsqu'un *device* pénètre dans une zone (*BUFFERIN*), sort d'une zone (*BUFFEROUT*) ou le temps qu'il a passé au sein d'une zone (*TIMING*) entre son entrée et sa sortie. Cette dernière règle est donc déduite d'un *BUFFERIN* et d'un *BUFFEROUT* d'un *device* au sein d'une même zone (voir Figure 4).

5.1.4 Résultats

Gestion en temps réel : les résultats de cette opération de suivi sont directement accessibles dans le visualiseur WEB qui est mis à jour au fur et à mesure. Voici un exemple de suivi de *device* qui quitte son stationnement :

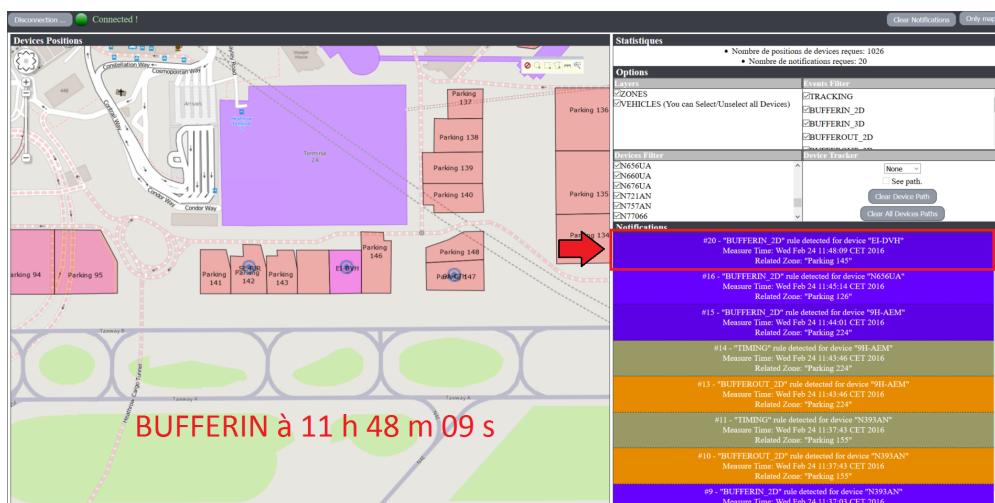


FIGURE 11 – Device "EIDVH" dans le stationnement 145 (règle BUFFERIN)

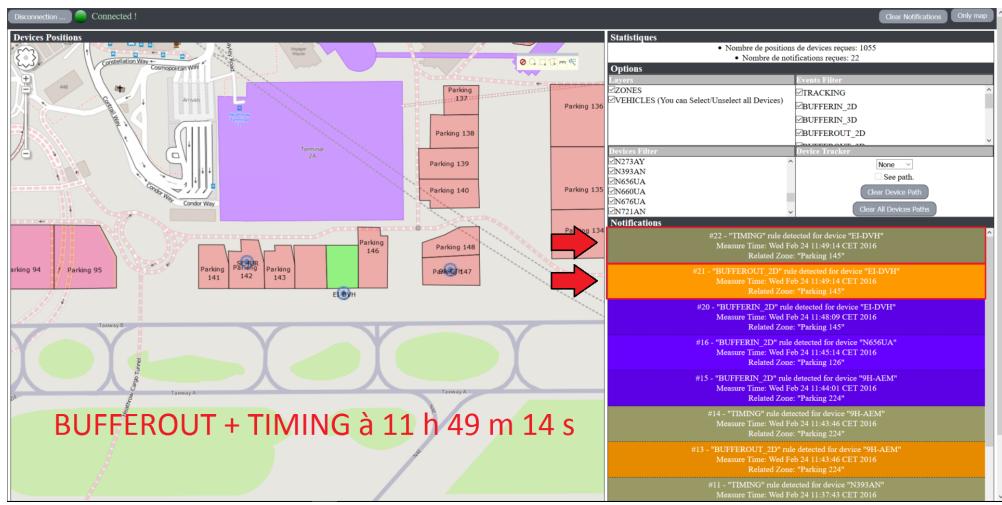


FIGURE 12 – Device "EIDVH" qui quitte le stationnement 145 (règle BUFFEROUT et TIMING)

Gestion a posteriori : un tuple étant généré chaque fois qu'une règle est rencontrée, il est possible de consulter ces données à des fins de gestion des ressources. Dans cette optique, il est intéressant de créer des vues sur la base de données qui constitueront une synthèse sur le sujet dont voici un exemple simple :

ID	Device	X	Y	Date*	Règle	Zone	Type	Date IN*	Date OUT*	Timing
1	D-AIQB	-0.4338	51.4703	10 :48 :57	IN	158	Parking	/	/	/
2	D-AIQB	-0.4304	51.4703	10 :49 :57	OUT	158	Parking	/	/	/
3	D-AIQB	-0.4304	51.4703	10 :49 :57	TIMING	158	Parking	10 :48 :57	10 :49 :57	60

Les champs marqué d'un * sont des champs de date qui ont été simplifiés en heure pour alléger l'écriture car ces actions se déroulent durant une même journée.

Dans l'exemple ci-dessus, on observe que le device "D-AIQB" est entré dans le parking 158 à 10 h 48 m 57 s pour en ressortir une minute plus tard.

On remarque que pour un même device il y a un tuple par règle rencontrée. D'une certaine manière, le tuple correspondant à un TIMING et le tuple correspondant au BUFFEROUT qui lui est associé présentent une certaine redondance car ils ne diffèrent que sur quatre attributs, ce qui pourrait consommer inutilement de l'espace en mémoire. Cependant, il est important de conserver la distinction de ces différentes règles si l'on veut pouvoir les considérer indépendamment l'une de l'autre par la suite.

Problème rencontré : en tant que première application de la plateforme sur des données réelles, cet essai a mis en avant certaines lacunes et perspectives d'amélioration soumises à l'équipe de développeurs.

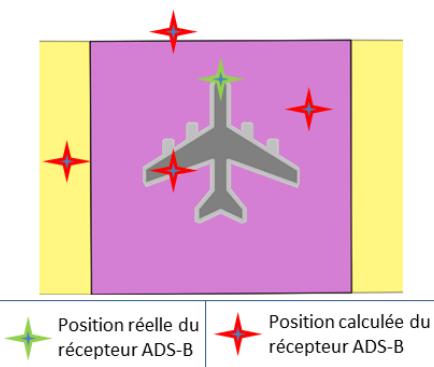


FIGURE 13 – Variation de la position relative du récepteur ADS-B de l'avion au cours du temps

Le problème réside dans le fait que la mesure de position des devices varie au cours du temps dans le système. Celle-ci étant mesurée par récepteur GNSS de type ADS-B, sa précision varie au cours du temps. Par conséquent, même lorsqu'un device est à l'arrêt, sa *position relative* (qui est recalculée constamment) varie, alors que sa *position absolue* (qui correspond à sa position réelle dans le système) est fixe étant donné qu'il est arrêté (voir FIGURE 13).

En l'absence de système de correction de la position en temps réel (tel que le *Real Time Kinematic*), il est difficile d'avoir une variation de la position assez faible pour empêcher que le device soit localisé sans ambiguïté à l'échelle des places de stationnement au cours du temps. En effet, il est fréquent que des avions en stationnement soient renseignés comme quittant leur emplacement et parfois comme entrant

dans un autre durant un certain laps de temps puis revenir au stationnement initial alors qu'ils ne l'ont jamais quitté, ce qui fausse grandement les compteurs de temps destinés à la facturation du stationnement en fonction du temps d'occupation.

Voici un exemple de TIMING erronés successifs extraits directement sur la base de données pour un même *device* :

ID	Device	X	Y	Date*	Règle	Zone	Type	Date IN*	Date OUT*	Timing
1	9H-AEM	-0.4450	51.4619	11 :43 :46	TIMING	224	Parking	11 :32 :32	11 :43 :46	674
2	9H-AEM	-0.4457	51.4624	11 :49 :58	TIMING	224	Parking	11 :44 :01	11 :49 :58	357
3	9H-AEM	-0.4445	51.4614	11 :50 :33	TIMING	221	Parking	11 :49 :58	11 :50 :33	35
4	9H-AEM	-0.4432	51.4606	11 :54 :50	TIMING	224	Parking	11 :50 :33	11 :54 :50	257
5	9H-AEM	-0.4432	51.4614	12 :23 :54	TIMING	224	Parking	11 :56 :30	12 :23 :54	1644

On observe que le device "9H-AEM" a quitté plusieurs fois son emplacement (le parking 224) jusqu'à entrer dans le parking 221 durant 35 secondes alors qu'il était à l'arrêt (dans l'emplacement 224).

Si l'on se réfère à la documentation de l'International Civil Aviation Organization (*ICAO*) en la matière¹⁰, les récepteurs GNSS sont tenus de fournir des positions à une précision de 15m sans système d'augmentation de la précision (SBAS ou GBAS) tel que le RTK.

Suite à cet artefact, des améliorations sont envisagées au niveau de la définition des règles : tant que sa vitesse sera nulle, un device ne pourra générer un BUFFEROUT comme s'il quittait la zone. Notons que, jusqu'à présent, l'attribut de vitesse des *devices* n'était pas encore pris en considération dans GIP, ce qui demandera des tâches de développement à l'avenir.

5.2 Déploiement pour les aéroports de Paris

5.2.1 Objectifs

Une fois la prise en main de la plateforme effectuée sur base de l'aéroport de Heathrow, c'est à partir des données fournies pour les aéroports de Paris (Charles de Gaulle, Le Bourget et Orly) que le processus a été réalisé : il s'agit cette fois d'un cas d'étude concret pour un client de la société afin d'évaluer en interne les capacités de GIP avant de proposer le produit car celui-ci n'est pas encore commercialisé. A nouveau, deux aspects de gestion sont mis en avant :

1. La gestion *en temps réel*
2. La gestion *a posteriori*

5.2.2 Données

Les données supplémentaires aux fonds de carte de GIP (OSM) et nécessaires sont issues d'une copie d'une base de données spatiales ORACLE des aéroports de Paris. Elles sont de deux types dans le cas présent :

1. Les entités géographiques des complexes aéroportuaires
2. Le suivi de devices durant une certaine période afin de pouvoir effectuer une reconstitution en utilisant ces données en post-traitement

5.2.3 Méthodologie

1. Accès à la base de données ORACLE qui contient toutes les données géographiques des complexes aéroportuaires concernés.
2. Classification des différentes tables de la base de données et de leur contenu. Cette opération permet de passer les données disponibles au peigne fin et de distinguer les données jouant un rôle dans la problématique.
3. Extraction des zones d'intérêt (stationnement, avitaillement, voies) et création de tables en conséquence. Ces zones d'intérêt sont identifiées par comparaison avec des images satellites du lieu (google satellite, Bing Aéro) car leur appellation ainsi que la complexité de la base de données ne permettent pas de les isoler directement sans ambiguïté.

10. International Civil Aviation Organization. 2011. « ADS-B/GPS ACCURACY ». http://www.icao.int/APAC/Meetings/2011_ADS_B_SITF10/IID%20GPS%20Accuracy.pdf

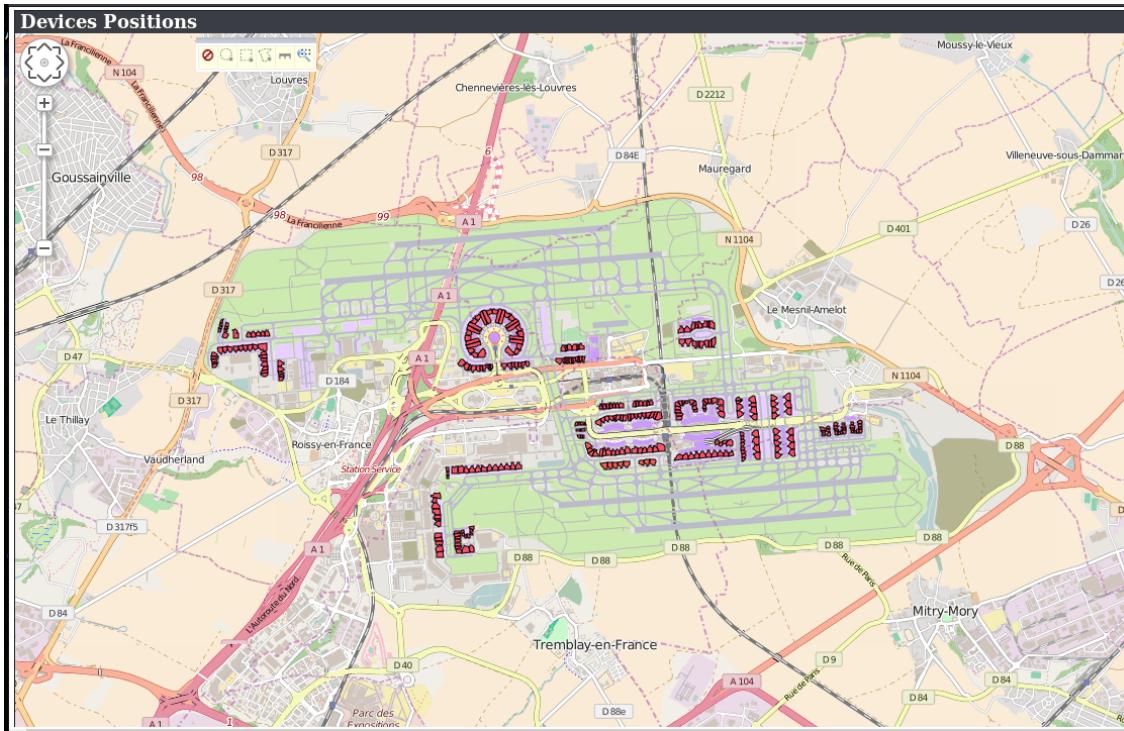


FIGURE 14 – Stationnements de l'aéroport **Charles de Gaulle** (Paris) dans le visualisateur WEB de GIP

Ces tables sont déjà au format Oracle Spatial mais certaines manipulations sont toutefois de mise :

- *Complétion des métadonnées* afin de définir une extension en x, une extension en y, une précision et un système de coordonnées identique à la plateforme GIP.
- *Création d'un index spatial* afin d'accélérer les opérations sur les attributs géométriques

4. **Importation** de ces tables **sur une machine virtuelle comportant la plateforme GIP** dans sa version ORACLE 12.2.
5. **Confrontation avec différents groupes de *devices*** (avions, véhicules) en post-traitement : BUFFERIN, BUFFEROUT, TIMING. L'avantage de réaliser cette opération a posteriori est qu'il est possible de rejouer les mouvements plus rapidement selon les capacités du serveur mais ces manipulations nécessitent une plus grande maîtrise de la plateforme avec laquelle il faut déjà être familiarisé. En effet, il est nécessaire de mettre en adéquation les éléments issus de la base de données avec la plateforme selon les formalismes précis de GIP.

5.2.4 Résultats

Gestion en temps réel : selon les *devices* disponibles et suivis, il serait possible d'aider à répondre au besoin d'automatisation de la gestion de trafic au sol en optimisant la gestion en temps réel des stationnements et en aidant à l'aiguillage des avions au sol. Quelques exemples et perspectives agissantes en faveur d'un tel outil d'aide à la décision :

- *Déneigement* : possibilité d'aiguiller les pilotes vers des emplacements déneigés, d'optimiser le travail des déneigeuses
- *Sécurité* : suivre les déplacements de transports de carburant, signaler lorsqu'un véhicule pénètre dans une zone non autorisée
- *Faible visibilité* : possibilité d'éclairage au sol indiquant le chemin aux *devices* au sein du complexe en suivant leur progression en temps réel

Gestion a posteriori : mise en avant de certaines tendances à caractère économique concernant les stationnements destinées aux responsables de la gestion du trafic et dont voici une liste non exhaustive :

- *Facturation* aux compagnies selon le temps d'occupation des *devices* et leur type
- *Zones de stationnement les plus fréquentées*

- *Adéquation entre les infrastructures disponibles et le type d'avions* utilisant les installations : si les types d'appareils évoluent, il faut que les infrastructures au sol soient adaptées en conséquence
- *Comparaison des comportements de jour et de nuit* afin de gérer le trafic d'avion-cargo et/ou agir sur les nuisances sonores

Problème rencontré : l'échantillon de *devices* à rejouer étant de taille conséquente, les capacités du serveur sont fortement mises à l'épreuve. Par conséquent, la machine hébergeant les données et qui est initialement destinée à supporter les développements de la plateforme (et non une réelle mise en pratique sur des échantillons de taille conséquente) s'est montrée débordée à plusieurs reprises par la quantité de données à traiter. C'est pourquoi, l'équipe de développement a pour objectif futur d'améliorer la gestion de la "queue JMS" servant à faire transiter les données entre les différents processus avant de soumettre le produit à un client.

6 Conclusion

Ce stage en entreprise s'est montré très enrichissant pour moi car il m'a permis de découvrir dans le détail le secteur de développement des outils SIG, ses acteurs ainsi que ses contraintes. De la sorte, il m'a permis de contribuer à ses enjeux au travers de missions qui m'ont été affectées comme celle de la mise en place d'un système d'aide à la gestion des stationnements aéroportuaires que j'ai particulièrement appréciée. Cette tâche m'a également permis de comprendre les enjeux du travail en équipe au sein d'un projet commun. Par ailleurs, ce stage m'a fait prendre conscience de mon intérêt pour le développement d'outils SIG bien que cette orientation de carrière nécessiterait pour ma part d'améliorer ma maîtrise de certains outils informatiques afin de compléter ma formation.

L'entreprise OSCARS qui m'a accueilli fait face à une période charnière alors que son premier produit, la plate-forme GIP, est sur le point d'être commercialisé. Par conséquent, je suis très fier d'avoir pu contribuer selon mes compétences à cette évolution. Cette évolution étant synonyme de changement, l'entreprise pourra bientôt enrichir son champ d'action (jusqu'alors axé sur la consultance) en ayant développé son propre produit.

Fort de cette expérience, j'aimerais beaucoup m'orienter vers ce secteur en pleine expansion et offrant un important développement d'avenir.