



Haute Ecole Economique et Technique

AVENUE DU CISEAU, 15
1348 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE

**Application web
de gestion de la supply-chain
pour la société SLG Classic Cars
(restauration de véhicules anciens)**

Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de bachelier en
Informatique et Systèmes Orientation Technologie de l'Informatique

MICHOTTE Martin

Remerciements

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Contexte	3
1.1.1	Client	3
1.1.2	Solution existante	3
1.2	Objectifs	4
1.2.1	Court terme	4
1.2.2	Long terme	4
2	Recueil d'information et Analyse	5
2.1	User-stories	6
2.1.1	Exemple	7
2.1.2	Automatisation Trello	8
2.2	Base de donnée	8
3	Méthodologie	10
3.1	Agile	10
3.2	Choix des technologies	11
3.2.1	Backend	11
3.2.2	Frontend	11
3.2.3	Base de donnée	12
3.2.4	Autre	12
3.2.4.1	API	12
3.2.4.2	Linten	13
3.3	Outils	13
3.3.1	Git/GitHub	13
3.3.2	Trello	13
3.3.3	SqlDbm	13
3.3.4	DataGrip	13
4	Développement	14
4.1	Exemple concret	14
4.2	Récapitulatif des fonctionnalités/US implémentées	16
5	Sécurité	18
5.1	Contrôle d'accès	18
5.2	Hachage et Chiffrement	19
5.2.1	Données enregistrées	19
5.2.2	HTTPS	19
5.3	HTTP Headers	20
5.4	Dependabot Github	21
6	Déploiement	22
6.1	Étude de marché	22
6.1.1	Avant-propos	22
6.1.2	Étude des solutions	23
6.1.2.1	Serveur Local	23
6.1.2.2	Heroku	24
6.1.2.3	Microsoft Azure	28
6.1.2.4	VPS OVH	30

6.2	Première approche - Heroku	32
6.3	Seconde approche - VPS	32
6.3.1	Dockerisation	32
6.3.2	Scripts	33
6.3.3	Sécurité	34
6.3.3.1	SSH	34
6.3.3.2	Fail2ban	34
6.3.3.3	Firewall (UFW)	34
6.3.3.4	Firewall (OVH)	34
6.4	Déploiement Continu	35
7	Migration données existantes	36
7.1	Problématique	36
7.2	Solution	36
8	Monitoring et backups	37
9	Pistes d'amélioration	38
10	Suite	39
11	Conclusion	40
12	Définitions	41
13	Bibliographie	42

1 Introduction

1.1 Contexte

1.1.1 Client

Le client, SLG Classic Cars, est une petite société familiale de restauration et entretien de voitures anciennes. Elle a été initialement fondée en 1976 et a été reprise par les fils en 2015. Ils sont désormais réputé dans leurs domaines et ne cessent de développer leurs activités. La société est basée sur deux sites, un atelier mécanique à Bierwart ainsi qu'un atelier carrosserie à Hingeon.

Dans le cadre de leurs activités, la société a besoin d'un SI¹ permettant de gérer de manière efficace les informations relatives aux :

- clients
- fournisseurs
- véhicules
- stock
- commandes
- devis
- factures
- fiches de Travail
- ...

1.1.2 Solution existante

Jusqu'à présent la société utilise une combinaison de deux logiciels :

GAD-Garag : *"Le logiciel garage GAD Garage est un logiciel garage professionnel de gestion commerciale pour la réparation de véhicule , GAD Garage est un logiciel Garage pour Auto , moto et la vente de pièces détachées automobiles (semi-grossiste)."*[3]

SLG-order-manager : Logiciel propriétaire permettant de générer et réceptionner des commandes. Ce logiciel interagit directement avec GAD-Garage et permet de simplifier l'encodage des informations relatives au stock.

En raison de divers problèmes liés au logiciel GAD-Garage et un manque de maintenance de celui-ci, la société souhaite développer une nouvelle solution informatique spécialement adaptée à leur façon de travailler et à leurs besoins cités ci-avant. Cette solution doit être conçue de façon à pouvoir être adaptée au fil des années en fonction des nouveaux besoins du client.

1. *"Le système d'information (SI) est un élément central d'une entreprise ou d'une organisation. Il permet aux différents acteurs de véhiculer des informations et de communiquer grâce à un ensemble de ressources matérielles, humaines et logicielles. Un SI permet de créer, collecter, stocker, traiter, modifier des informations sous divers formats."*[2]

1.2 Objectifs

Au vue de l'envergure du projet et un temps relativement limité quant à la réalisation de ce travail de fin d'études, le client et moi-même avons décidé de définir des objectifs à court et long termes. Les objectifs à court termes sont prioritaires et sont ceux sur lesquels je travaillerai dans le cadre de ce travail de fin d'études. Si le résultat est concluant le projet sera étendu au delà du cadre scolaire et les objectifs à plus long termes seront réalisé.

Bien que les objectifs à long terme soient moins importants, ils ne sont pas indispensables pour autant. Dès lors, durant toute la durée de développement de ce projet, le client continuera d'utiliser ses solutions actuelles.

1.2.1 Court terme

- gestion des clients
- gestion des fournisseurs
- gestion du stock
- gestion de la main d'oeuvre
- gestion des commandes
- design "user-friendly"
- déploiement

Ces différents objectifs sont assez vaste et cachent une multitude d'objectifs secondaires tel que la gestion des droits aux ressources, la gestion de conflit d'encodage² et bien d'autres.

1.2.2 Long terme

- les autres fonctionnalités (voitures, facturation, ...)
- gestion avancée des utilisateurs de la web-App
- //TODO

2. Gérer la possibilité que deux utilisateurs distincte modifier simultanément une même donnée.

2 Recueil d'information et Analyse

Après avoir défini, avec le client, les grandes lignes du projet il a fallu définir et détailler de manière approfondie toutes les fonctionnalités. Pour ce faire, j'ai décidé de procéder en plusieurs étapes.

Premièrement, plusieurs réunions avec le client ont permis de dégrossir l'ensemble des fonctionnalités. Ainsi, chaque grosse fonctionnalité a été découpée en plus petites, a été détaillée en texte clair et a été contextualisée par rapport à l'ensemble du projet. Cette étape fut très importante car elle a permis de concrétiser les besoins du client et de mettre en avant les potentielles difficultés.

Dans un second temps, sur base de l'étape précédente, j'ai transformé le texte clair de chaque fonctionnalité en "user story"³ Les "user stories" permettent de structurer l'ensemble des fonctionnalités en un format bien défini. Plus d'information quand à la réalisation de celles-ci se trouvent dans le sous-chapitre "User-stories" ci-après.

Pour finir, j'ai analysé et défini avec le client les besoins plus techniques tel que par exemple :

- les liens inter-fonctionnalité
- les données à devoir stocker
- les liens entre les différentes données
- les implications comptable (au niveau du stock et de la facturation)
- une estimation de la quantité de donnée à stocker
- les rôles des différents utilisateurs

3. Une "user story" est, dans le domaine du développement de logiciels, une description simple et structurée d'une fonctionnalité à développer.

2.1 User-stories

Comme expliqué précédemment, chaque fonctionnalité a été détaillée sous forme d'une "user story" (US). Dans un but organisationnel, j'ai décidé de grouper chaque US par grande fonctionnalité. Qu'entend-t-on par grande fonctionnalité ? Dans le cadre de ce projet, une grande fonctionnalité est un élément fictif faisant référence à l'ensemble des informations et manipulations relatives à un objet du système d'information. A titre d'exemple : la grande fonctionnalité "**Stock**" regroupe l'ensemble des fonctionnalités permettant de définir la façon dont un utilisateur va pouvoir consulter la quantité restante d'un produit, l'historique d'achat ou de vente d'un produit, la valeur cumulée de tous les produits, ajouter un nouveau produit, etc.

Afin de pouvoir facilement maintenir la multitude d'US, j'ai défini une structure type comportant les éléments suivants :

1. Code unique + Titre
2. Description (du type : *"En tant que X j'aimerais Y afin de Z"*)
3. Préconditions
4. Explication détaillée avec éventuellement des mockups⁴
5. Critères de validation

4. *"En informatique, le terme mock-up (qui vient du même mot anglais qui signifie une maquette à l'échelle 1 :1) désigne un prototype d'interface utilisateur."*[5]

2.1.1 Exemple

(ST02) Consulter le stock

En tant qu'utilisateur j'aimerais pouvoir consulter une liste des articles dans mon stock sous forme d'un tableau afin d'avoir un résumé des informations de chaque article.

🚩 Préconditions :

- **Technique :**
 - table `Product` doit exister
- **Logique :**
 - /

📄 Détail :

Quand l'utilisateur clique sur l'onglet `Stock` de la barre des menus, une requête `GET` est envoyée à l'API afin de récupérer les 25 premiers produits:

```
method : GET
url    : /api/products?show=0-24
```

En attendant la réponse du serveur, la page est chargée avec :

- la structure du tableau (les headers)
- un spinner à la place des données

✅ Si la requête abouti avec succès: les données sont chargées dans le tableau

❌ Si la requête échoue: un message d'erreur est affiché

S'il existe plus de 25 produits, des petites flèches en dessous du tableau permettent de charger les 25 produits suivants et ensuite remplacer les lignes du tableau existant par les "nouveaux" produits. Un compteur se trouvant à gauche des deux flèches permet de savoir la plage de produits actuellement affichée.

exemple :

1-10 < >

🔍 Critères de validation :

- Un utilisateur peut consulter une table reprenant tous les produits, chaque ligne de la table correspond à un produit.
- Si aucun produit existe, l'utilisateur voit un message indiquant qu'aucun produit n'a été trouvée et ce à la place du contenu de la table.

FIGURE 1 – Exemple de "user story"

L'ensemble des US peuvent-être consultées dans la wiki de la page Github⁵ de ce projet. Notons que toutes les fonctionnalités n'ont pas été transformées en US. J'ai décidé de travailler selon les méthodes de développement "agiles" qui préconisent de ne pas réaliser l'entièreté de l'analyse si cela n'est pas nécessaire au développement. Ma méthodologie de travail est décrite dans un chapitre ultérieur.

5. https://github.com/MMichotte/SLG_APP/wiki/US_0_home

2.1.2 Automatisation Trello

Une fois une US écrite, je la re-transcrivais sous forme de carte "Trello"⁶ afin de pouvoir utiliser celle-ci comme base de travail lors de l'implémentation de la fonctionnalité. Cette opération étant fastidieuse et rébarbative, j'ai décidé de développer une petite application en ligne de commande me permettant d'automatiquement générer mes cartes Trello sur base de mes US écrites dans la wiki du Github du projet.

J'ai conçu cette application avec comme objects :

1. imposer une structure d'US
2. utilisation simple
3. possibilité d'intégration dans une pipeline de déploiement continu⁷
4. ne doit pas avoir d'impact visuel sur les US dans le wiki de github
5. open-source

Bien que la conception de cette application m'ai pris un certain temps, cela est dérisoire par rapport au gain de temps que j'ai pu en tirer. Les fonctionnalités proposée par cette application sont néanmoins encore limités mais le projet étant open-source, tout le monde peut y contribuer.

Une explication plus détaillé n'ayant pas sa place dans ce rapport, elle est disponible sur le Github de ce mini-projet : <https://github.com/MMichotte/US-to-TrelloCard>.

2.2 Base de donnée

Un bon système d'information repose en grande partie sur la qualité de la base de donnée. La réalisation du schéma de la base de donnée est fortement dépendant du niveau de détail des fonctionnalités/US. Étant donnée que j'ai choisi de travailler en utilisant les méthodes "agile", il m'était dans un premier temps impossible de designer le schéma complet. Néanmoins, afin de ne pas devoir modifier l'ensemble de la structure de la base de donnée une fois en production, j'ai décidé de reprendre l'analyse de l'ensemble des fonctionnalités et d'en déduire un schéma de base de donnée le plus complet possible. Ce schéma a continué d'évoluer tout au long du projet en passant par plus de huit versions différentes.

En plus d'être un outil de documentation très important, ce schéma m'a permis de définir les éléments du projet plus complexe ainsi que de déceler certaines failles dans les descriptions des fonctionnalités.

6. Trello est un programme des gestion de taches permettant de créer différentes listes et cartes fin d'organiser le travail. Pour plus d'informations voir : <https://trello.com>

7. Une pipeline de déploiement continu est un ensemble d'actions permettant d'automatiser le déploiement du code depuis un environnement de développer vers un environnement de production. Pour de plus amples informations voir : <https://www.redhat.com/fr/topics/devops/what-is-ci-cd>

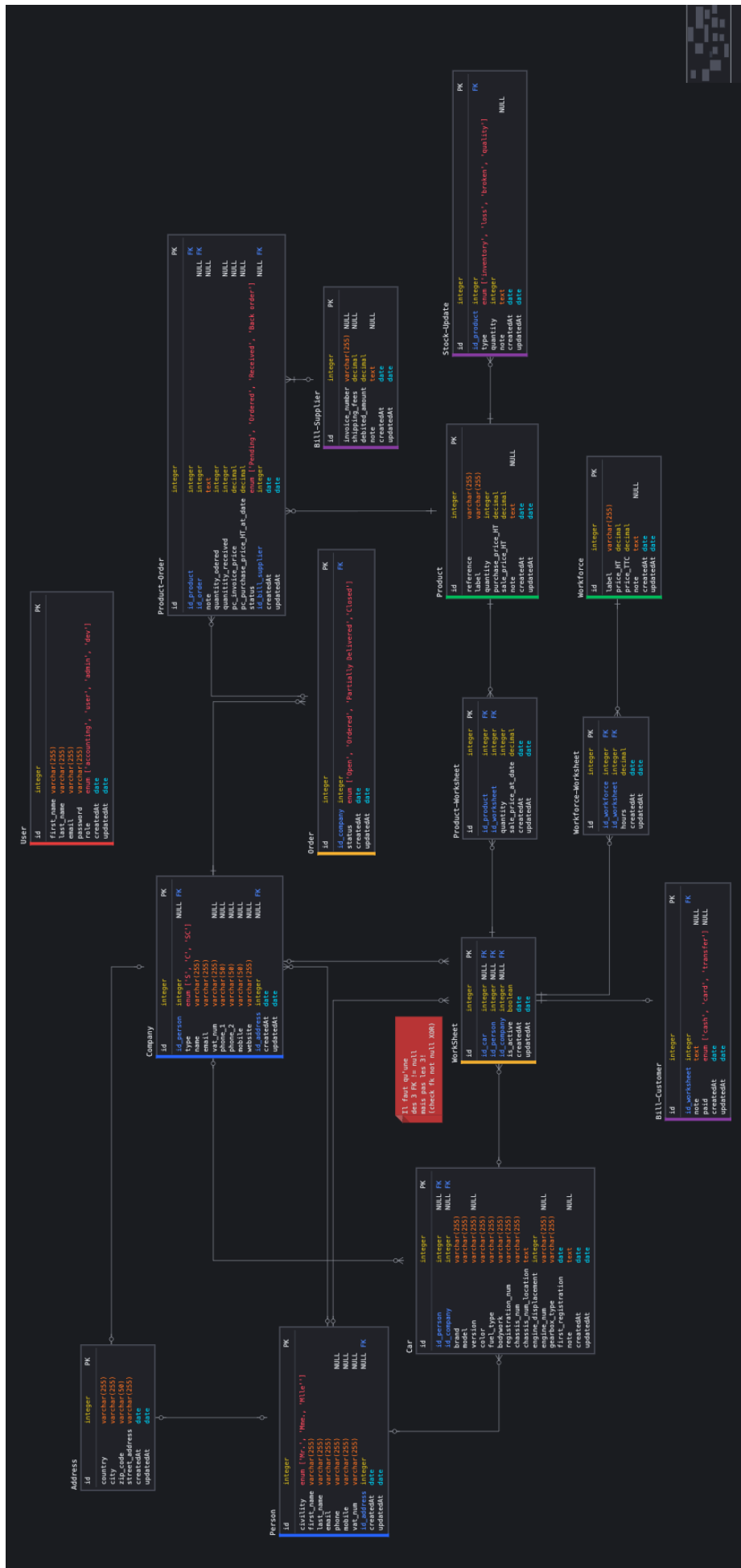


FIGURE 2 – Schéma de base de donnée

3 Méthodologie

3.1 Agile

Comme brièvement abordé précédemment, vu la l'envergure et la complexité du projet, j'ai décidé de travailler de manière "agile". Mais qu'est-ce que "l'agilité" dans le monde du développement informatique? *"En ingénierie logicielle, les pratiques agiles mettent en avant la collaboration entre des équipes auto-organisées et pluridisciplinaires et leurs clients¹. Elles s'appuient sur l'utilisation d'un cadre méthodologique léger mais suffisant centré sur l'humain et la communication². Elles préconisent une planification adaptative, un développement évolutif, une livraison précoce et une amélioration continue, et elles encouragent des réponses flexibles au changement"*[7].

Concrètement, dans le cadre de ce projet, cela à impliqué que j'ai travaillé de manière incrémentale comme l'illustre la *figure 3* ci-dessous.

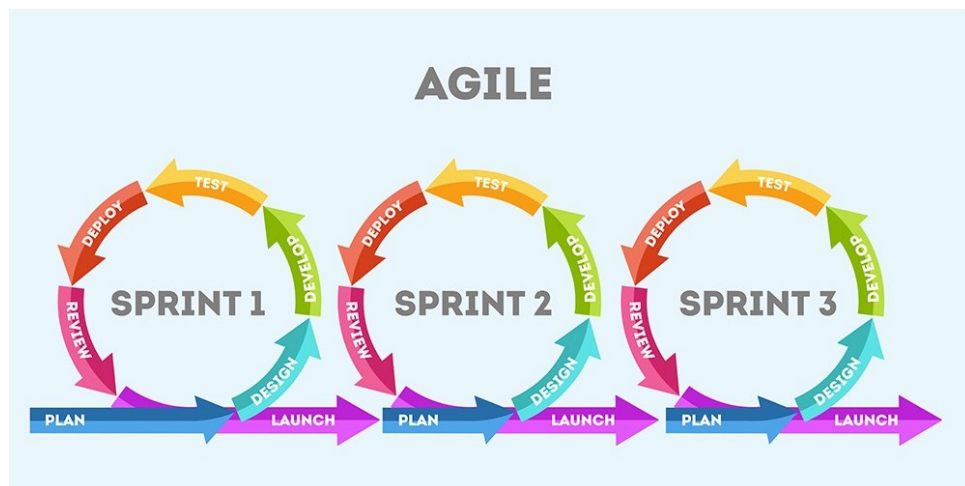


FIGURE 3 – Les raisons pour utiliser les méthodes Agile en entreprise de 300_librarians

Chaque fonctionnalité de ce projet peut être représentée par un "sprint". En d'autres termes j'ai, pour chaque fonctionnalité :

1. détaillé sous forme d'une US (PLAN + DESIGN)
2. implémenté (DEVELOP)
3. testé par le biais de tests automatisé ou manuellement (TEST)
4. déployé l'ensemble en production (DEPLOY)
5. demandé un feedback au client (REVIEW)
6. adapté la fonctionnalité en fonction du feedback

Cette Méthodologie a été très efficace et a permis une bonne collaboration avec le client.

3.2 Choix des technologies

3.2.1 Backend

Framework : NestJs

Language : TypeScript

Runtime environnement : NodeJs

ORM : TypeOrm



Tout d'abord, vu l'envergure du projet, il me paraissait important de veiller à une bonne structure et de garder en tête la maintenance du projet au fil du temps. Dans ces circonstances, il est important d'utiliser un framework. Quant au choix du framework, dans un premier temps mon choix s'est porté sur la suite NodeJs-ExpressJs. Ce choix était initialement justifié par le fait que j'avais déjà travaillé avec ceux-ci. Après quelques semaines de développement, je me suis rendu compte que je préférais nettement utiliser le TypeScript pour un projet d'une telle envergure. J'ai dès lors décidé de changer de framework et ai migré mon application NodeJs-Express vers du NestJs. Le NestJs utilise du Typescript et permet de bien structurer son code comme au frontend avec Angular. (voir ci-après)

3.2.2 Frontend

Framework : Angular

Languages :

- TypeScript
- HTML
- SCSS



Tout comme pour le backend, il est évident que l'utilisation d'un framework est indispensable. Le choix du framework s'est fait sur base de mon expérience personnelle. En effet, durant mes années d'études, j'ai eu l'occasion d'utiliser différents frameworks frontend tel que React, Vue et Angular. J'ai particulièrement bien aimé travailler avec ce dernier car il impose une certaine rigueur tout en restant relativement simple d'utilisation.

3.2.3 Base de donnée

Le choix de la base de données a été motivé par trois critères :

1. **SQL** : Comme expliqué lors de l'analyse des besoins du client dans la section "Base de donnée", vu le grand nombre de relations entre les différentes données, une base de données SQL est primordiale pour la bonne organisation du système d'information.
2. **Notoriété** : PostgreSQL est fortement utilisé dans le milieu professionnel ce qui lui oblige d'être mis à jour régulièrement et ce tant au niveau sécurité que en ajout de fonctionnalités. C'est donc une base de données fiable, utilisable à long terme et maîtrisée par de nombreux développeurs.
3. **Expérience** : Bien que toutes les bases de données SQL se ressemblent, le fait d'avoir déjà manipuler et de s'être familiariser avec PostgreSQL m'offre un gain de temps considérable.



3.2.4 Autre

3.2.4.1 API

Afin de tester les différents endpoints API de l'application, j'ai décidé d'utiliser **Insomnia**⁸. Insomnia permet non seulement de tester mon API en temps réel mais permet aussi d'écrire la documentation. Je n'utiliserai néanmoins pas cette dernière fonctionnalité étant donné que le framework backend (NestJs) que j'utilise me permet de générer automatiquement et facilement une documentation API.

Une API sans documentation est pratiquement inutilisable. Il existe un grand nombre de technologies pour écrire de la documentation API. Afin de centraliser un maximum d'éléments, j'ai décidé d'utiliser un plugin pour NestJs. Ce plugin (swagger swagger-ui-express⁹) me permet de générer automatiquement la documentation de mes endpoints sur base de quelques décorateurs¹⁰ ajouté dans le code. En plus de cela, il me permet de déployer cette documentation directement avec l'application. Celle-ci est dès lors consultable ici :

<https://app.slgcars.be/api-docs/>.

8. <https://insomnia.rest>

9. <https://docs.nestjs.com/openapi/introduction>

10. Code non-essentiel au fonctionnement de l'application mais permettant d'écrire des annotations

3.2.4.2 Linter

Il est "facile" d'écrire du code mais beaucoup plus compliqué de le rendre cohérent, lisible et portable. Afin de palier à ces problèmes un linter est indispensable. Étant donnée que je travaille principalement avec du JS et du TS, j'ai opté pour ESLint. Ce linter est 100% configurable pour chaque projet et me permet de garantir, dans l'éventualité où dans le future un autre développeur venait à contribuer au projet, la cohérence de nommage des variables, la configuration de l'IDE et bien d'autre choses. Pour ce qui est du HTML et SCSS un linter est inclus dans le framework Angular.

3.3 Outils

3.3.1 Git/GitHub

3.3.2 Trello

3.3.3 SqlDbm

3.3.4 DataGrip

4 Développement

Bien que le développement à proprement parler ait constitué la majeure partie de ce projet, expliquer l'intégralité des fonctionnalités n'a pas sa place dans le cadre de ce rapport. Je tiens cependant à partager un exemple d'une analyse logique d'une fonctionnalité qui, à mes yeux, représente bien la complexité de ce projet (exemple ci-après).

Le développement à pour ce projet été divisé en quatre grandes phases :

1. **mise en place de la structure du projet :**

Cette phase a constitué à initialiser les différents modules du projet (backend, frontend, ...) ainsi qu'à choisir une structure de dossier appropriée.

2. **mise en place des outils facilitant le productivité :**

Afin de me simplifier le travail et/ou de ne pas avoir à exécuter des tâches répétitives, j'ai utilisé plusieurs outils tel qu'un linter¹¹ ou des extensions de mon IDE me proposant de l'autocomplétion avancée. Ce sont donc une série d'outils non-indispensables mais incontournables.

3. **implémentation des US**

4. **refactoring :**

Cette phase n'est pas une phase en tant que telle. En effet, tout au long du projet, j'ai refactorisé le code que ce soit au niveau de la structure ou de la logique.

4.1 Exemple concret

Contexte : Dans le cadre de la US *"CO07 - Réceptionner une commande"*, une multitude de cas sont à étudier. En voici l'analyse :

Pour chaque produit réceptionné :

1. **Le produit à été reçu avec : quantité reçue == quantité commandé**

- (a) mise à jour de l'information du produit
- (b) le statut du produit passe à "RECEIVED"

2. **Le produit à été reçu avec : quantité reçue < quantité commandé**

- (a) Le produit est affiché avec deux status : "RECEIVED" et "BO"¹². La quantité manquante est affichée dans le statut "BO".

11. Un linter est un outil d'analyse statique de code permettant d'uniformiser le style du code et de détecter des potentiels erreurs.

12. Back Order

(b) Lors de la sauvegarde de la facture :

- i. un nouveau produit reprennent les mêmes informations que le produit d'origine est ajouté à la commande courante. La quantité commande de ce nouveau produit est égale à la quantité manquante définie précédemment. Le status de ce produit est "BO".
- ii. le status produit d'origine passe à "RECEIVED".

3. Le produit à été reçu avec : quantité reçue > quantité commandé

(a) Le système cherche tous les produits équivalents à celui-ci venant du même fournisseur et dont le status est "BO".

— **le système trouve un produit :**

- i. Récupération de la commande concernée par le produit trouvé
- ii. Traitement de ce produit comme s'il faisait partie de la commande actuelle (il passe par les mêmes étapes décrites ci-autour)

— **le système ne trouve pas produit :** On continue la procédure ci-dessous

(b) mise à jour de l'information du produit

(c) le statut du produit passe à "RECEIVED"

4. Le produit n'a pas été reçu

(a) le statut du produit passe à "BO"

5. Le produit ne faisait pas partie de la commande concernée

(a) l'utilisateur a la possibilité d'ajouter un produit non-présent dans la commande à l'aide d'un bouton.

(b) (ajout du produit dans la commande, voir US CO03)

(c) retour à l'étape n° 3

La réception d'une commande génère une facture. Cette facture a une valeur comptable et se doit donc d'être correcte. En plus de la création d'une facture, la réception d'une commande met à jour le stock. Le stock étant d'une grande importance financière et commerciale, celui-ci se doit également d'être le plus correcte possible avec la réalité. Dans ces circonstances, il était impératif que toutes les actions exécutées sur tous les produits d'une commande soient Des lors, j'ai du utiliser un système de transaction afin de garantir l'intégrité des données. Soit l'intégralité des données sont correcte et cohérente et sont alors ajoutée en base de donnée, soit il y a une erreur et l'entièreté de l'action est annulée, aucun changement n'a lieu dans la base de données.

4.2 Récapitulatif des fonctionnalités/US implémentées

L'ensemble des fonctionnalités prévues dans les objectifs à "court terme" ont été réalisées. Voici un récapitulatif non-détaillé de "user stories" implémentées :

Général

- ✓G01 - Connexion utilisateur

Stock

- ✓ST01 - Onglet Stock
- ✓ST02 - Consulter le stock
- ✓ST03 - Ajouter nouvel article dans le stock
- ✓ST07 - Rechercher un article
- ✓ST09 - Supprimer un article
- ✓ST04 - Consulter/modifier le détail d'un article
- ✓ST06 - Consulter récapitulatif entrée/sortie d'un article

Main d'oeuvre

- ✓MO01 - Onglet Main d'oeuvres
- ✓MO02 - Consulter la liste des main d'oeuvres
- ✓MO03 - Ajouter un nouveau tarif de main d'oeuvre
- ✓MO05 - Rechercher un main d'oeuvre
- ✓MO06 - Supprimer une main d'oeuvre
- ✓MO04 - Consulter/Modifier le détail d'un main d'oeuvre

Client

- ✓CL01 - Onglet Clients
- ✓CL02 - Consulter liste clients
- ✓CL03 - Ajout nouveau client
- ✓CL09 - Rechercher un client
- ✓CL10 - Supprimer un client
- ✓CL04 - Consulter/modifier détail d'un client

fournisseur

- ✓FO01 - Onglet Fournisseurs
- ✓FO02 - Consulter liste des fournisseurs
- ✓FO03 - Ajouter nouveau fournisseur
- ✓FO04 - Consulter/Modifier le détail d'un fournisseur
- ✓FO06 - Rechercher un fournisseur
- ✓FO07 - Supprimer un fournisseur

Commandes

- ✓CO01 - Onglet Commandes
- ✓CO02 - Consulter la liste des commandes
- ✓CO03 - Créer une nouvelle commande
- ✓CO04 - Consulter le détail d'une commande
- ✓CO05 - Rechercher une commande
- ✓CO06 - Supprimer une commande
- ✓CO07 - Réceptionner une commande

Factures

- ✓FA01 - Onglet Factures

5 Sécurité

5.1 Contrôle d'accès

Cette application web est destinée à être utilisée par plusieurs personnes avec des rôles différents au sein de la société. Chaque rôle n'a pas les mêmes droits quant à la consultation ou manipulation des données de l'application. On peut ainsi distinguer cinq catégories d'utilisateurs :

1. **Inconnu** : utilisateur non-authentifié. Celui-ci n'a aucun droit sur les données et peut uniquement accéder à la page de connexion de l'application.
2. **Comptabilité** :
 - a tous les droits de l'inconnu
 - peut uniquement consulter l'ensemble des données
 - peut générer des pdf (factures, commandes, ...)
3. **Atelier** :
 - a tous les droits de la comptabilité
 - peut créer/modifier une fiche de Travail
 - peut créer/modifier une commande
4. **Administration** :
 - peut tout faire hormis supprimer les utilisateurs de type "Développeur"
5. **Développeur** :
 - peut tout faire et a accès aux logs et métriques

Afin d'authentifier un utilisateur et donc de lui donner certains droits ou non, l'application utilise des JSON Web Tokens (JWT)¹³. Les tokens sont générés lors de chaque nouvelle connexion réussie et sont valides pendant 48h. Toute action effectuée à l'aide d'un token non-valide déconnecte automatiquement l'utilisateur et le re-dirige vers la page de connexion.

13. Comment cela fonctionne-t-il ? Explication en vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=7Q17ubqLfaM>

5.2 Hachage et Chiffrement

Avant toute chose il me semble bon de rappeler la différence entre le **hachage** et le **chiffrement** :

— **hachager** :

Utilisation d'un algorithme de hachage uni-directionnel afin de transformer les données de manière irréversible et de longueur fixe. Il est donc possible de comparer deux hash.

— **chiffrer** :

Encoder des données afin qu'uniquement la personne ayant la clé de déchiffrement puisse les déchiffrer. Cette action est donc réversible.

5.2.1 Données enregistrées

Toute donnée susceptible d'être un risque pour l'intégrité et la protection de l'application ou des autres données est stockée sous forme de hash (et non en clair ¹⁴) dans la base de donnée (par exemple les mots de passes des utilisateurs).

Afin de hasher ces données, j'ai utilisé la librairie "bcrypt". La librairie "bcrypt" est une des librairies de hashage les plus réputées. Elle permet d'incorporer un sel (salt) ¹⁵ afin de se protéger contre les attaques par table de correspondance (rainbow table) ¹⁶. De plus elle est facilement paramétrable permettant ainsi d'augmenter la complexité de l'algorithme utilisé afin de palier aux attaques par force brute ¹⁷ utilisant des machines à puissances de calcul importante.

5.2.2 HTTPS

Stocker les données à risque de manière chiffrée dans la base de donnée est une chose, cependant, avant que les données n'arrivent jusque là elles sont potentiellement envoyées en clair sur le réseau (internet). Afin d'éviter cela, je n'autorise que les connexion HTTPS et redirige les connexions HTTP vers le HTTPS. Ceci permet de garantir que l'entièreté des données envoyées sont chiffrées et dès lors beaucoup moins vulnérables aux attaques de type "Man In The Middle" (MITM).

14. lisible et compréhensible par quiconque

15. *"Le salage, est une méthode permettant de renforcer la sécurité des informations qui sont destinées à être hachées (par exemple des mots de passe) en y ajoutant une donnée supplémentaire afin d'empêcher que deux informations identiques conduisent à la même empreinte (la résultante d'une fonction de hachage)"*[8]

16. Attaque consistant à comparer un hash à un table reprenant un grand nombre de paires de text clair et le hash correspondant.

17. Attaque consistant à essayer un grand nombre de données générées automatiquement en espérant trouver la bonne.

5.3 HTTP Headers

Les headers HTTP permettent de sécuriser un site-web contre la plupart des attaques les plus répandues et ce de manière relativement simple. Voici en résumé les principaux headers que j'ai configuré :

— **Strict-Transport-Policy (STP) :**

Header permettant d'indiquer au navigateur que le site-web ne peut être accédé qu'en utilisant HTTPS au lieu de HTTP.

— **Content-Security-Policy (CSP) :**

"L'en-tête de réponse HTTP Content-Security-Policy permet aux administrateurs d'un site web de contrôler les ressources que l'agent utilisateur est autorisé à charger pour une page donnée. Bien qu'il y ait quelques exceptions, ces règles impliquent la plupart du temps de définir les origines du serveur et les points d'accès pour les scripts. Cet en-tête aide à se protéger contre les attaques de cross-site scripting."[9]

— **X-Frame-Options :**

"L'en-tête de réponse HTTP X-Frame-Options peut être utilisé afin d'indiquer si un navigateur devrait être autorisé à afficher une page au sein d'un élément <frame>, <iframe>, <embed> ou <object>. Les sites peuvent utiliser cet en-tête afin d'éviter les attaques de clickjacking pour s'assurer que leur contenu ne soit pas embarqués dans d'autres sites."[10]

— **X-Content-Type-Policy :**

"L'entête X-Content-Type-Options est un marqueur utilisé par le serveur pour indiquer que les types MIME annoncés dans les en-têtes Content-Type ne doivent pas être modifiés ou et suivis. Cela permet de se détacher du sniffing de type MIME, ou, en d'autres termes, c'est une façon de dire que les webmasters savaient ce qu'ils faisaient."[11]

Après avoir configuré ces différents headers, j'ai testé le bon fonctionnement de ceux-ci en lançant une analyse en ligne. Comme le montre la *figure 4* l'ensemble des headers ont bien été configurés et protègent désormais le site-web.

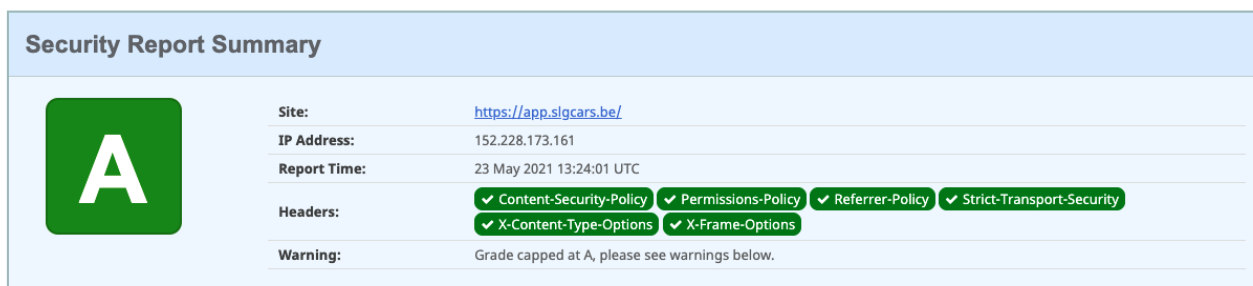


FIGURE 4 – Résultat analyse de sécurité des headers fait sur <https://securityheaders.com/>

5.4 Dependabot Github

Durant le développement de l'application, afin de ne pas réinventer la roue, il est fréquent d'utiliser des packages/composants externes créés par d'autres développeurs. Ces packages étant utilisés par un grand nombre d'utilisateurs, ils sont une proie "facile" pour des personnes malveillantes qui souhaiteraient infecter un grand nombre de site-web. Ces packages sont dès lors régulièrement mis à jour par les créateur afin de garantir une sécurité maximale.

Mais comment savoir quand une nouvelle version d'un packages est disponible pour des raison de sécurité? Heureusement, Github propose plusieurs services permettant de réaliser des analyse de sécurité statique sur le code y étant hébergé. Ainsi j'ai utilisé "Dependabot" qui scan périodiquement l'ensemble des dépendances du projet afin d'y détecter de potentielles failles. Si celui-ci en trouve, il m'envoie un email me prévenant de la nature de la faille et de sa dangerosité. Il ne me reste alors plus qu'à mettre à jour le(s) package(s) concerné(s) manuellement ou d'accepter une pull-request¹⁸ générée par "Dependabot".

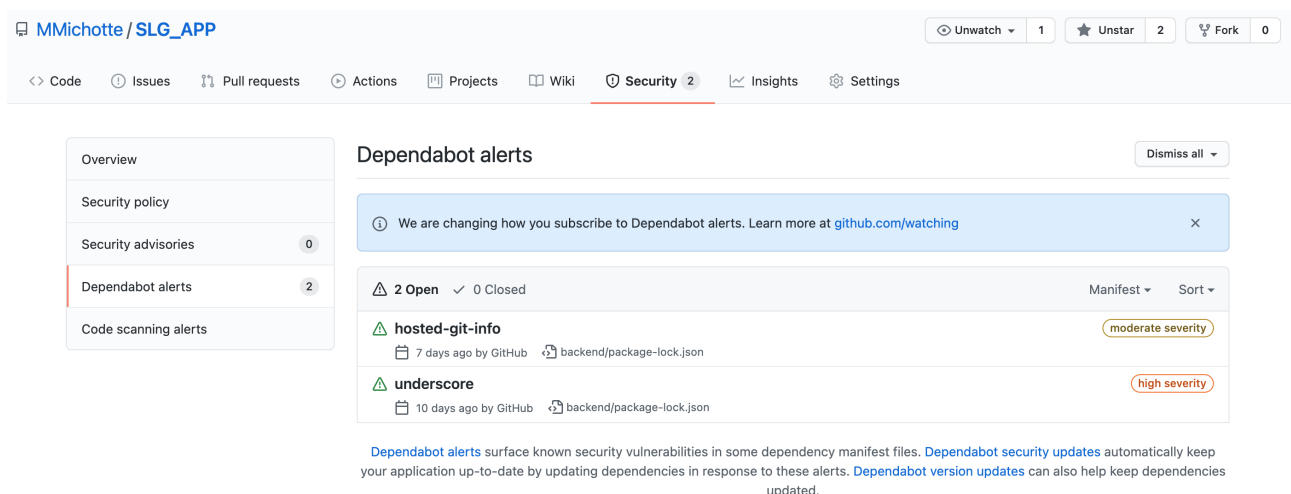


FIGURE 5 – Exemple d'alertes générées par "Dependabot"

18. Demande de modification du code source par une tierce personne. Pour plus d'information, voir : <https://www.atlassian.com/git/tutorials/making-a-pull-request>

6 Déploiement

6.1 Étude de marché

6.1.1 Avant-propos

Il existe de nos jours une multitude de solutions afin d'héberger une application web. Toutes les solutions offrent divers avantages et inconvénients, aussi bien d'un point de vue technologique que financier. Afin de ne pas s'encombrer avec une quantité importante de possibilités, j'ai sélectionné 3 options qui me paraissent les plus adéquates :

- Serveur local
- Heroku (<https://www.heroku.com/home>)
- Microsoft Azure (<https://azure.microsoft.com/en-us/>)
- Virtual Private Server (VPS) chez OVH (<https://www.ovhcloud.com/fr/vps/>)

Dans le cadre de ce projet, il est important de préciser les points suivant :

- le client n'a **pas d'informaticien** à temps pleins
- le client souhaite **limiter les dépenses** au maximum
- le **trafic** vers l'application sera **faible** car utilisé uniquement par une ou deux personnes et pendant 2-3h par jour maximum
- dans le futur, un web-shop pourrait être intégré à l'application et donc générer un trafic plus important -> **évolutivité**

La solution doit pouvoir :

- Héberger une application NodeJs
- Héberger une base de données SQL

(Idéalement les deux services sont hébergé sur la même plateforme mais ce n'est pas obligatoire.)

6.1.2 Étude des solutions

6.1.2.1 Serveur Local

Description :

Le client utilise actuellement un serveur tournant sous Windows 10 pro. Ce serveur fait tourner leur programme de gestion mais sert également d'ordinateur "classique" pour tous les employés. Notons qu'aucun système de backup automatique n'est mis en place. La base de données incluse dans leur programme de gestion devant être accessible depuis le site de la carrosserie, une règle de port-forwarding est mise en place dans le firewall de leur routeur.

Avantages :

- Coût négligeable car infrastructure existante
- Maîtrise totale des données

Inconvénients :

- Os du serveur inadapté (Windows 10 pro)
- Maintenance plus compliqué à mettre en place
- Scalability (évolutivité) compliquée voir impossible sans investissement conséquent
- Déploiement continue plus complexe à mettre en place
- Accessibilité extérieur require plus de sécurité
- Nécessite la mise en place d'une meilleur gestion des backups
- Pas de redondance

Prix :

L'infrastructure physique déjà existante et l'utilisation de software gratuit et open-source tel qu'Apache, PostgreSQL, fail2ban,... rendraient les coûts négligeables.

Coût estimé en production : ± 0 €/mois

Conclusion

Au vu des nombreux désavantages, je pense que cette solution, bien que peu coûteuse, ne soit pas envisageable.

6.1.2.2 Heroku

Déscription :

Heroku est un PaaS(Platform as a Service) fortement utilisé de par sa simplicité et sa compatibilité avec des langages modernes tel que Node, Ruby, Python et bien d'autres.

Bien que souvent utilisé pour des projets de petite à moyenne taille, certaines grandes entreprises comme Toyota Europe ou Dubsmash l'utilisent également.

Avantages :

- Intégration très facile avec git
- Entièrement gratuite pour le développement
- Inclus une base de données PostgreSQL
- Coût en production fixe
- Maintenance facile et accessible à distance
- Portabilité élevée : il est très facile d'arrêter le service de de migré vers une autre solution.
Le code n'est pas lié à Heroku
- Expérience : j'ai déjà plusieurs fois eu l'occasion de travailler avec Heroku, je connais assez bien la plateforme et la façon de travailler avec
- Métriques inclus
- Sécurité

Inconvénients :

- Scalabilité moyenne car il faut changer de plan tarifaire en fonction du trafic
- Gestion de la base de données moins facile (pas de rôle différents)
- Cold-starts d'une à deux minutes du site-web (uniquement avec la version gratuite)

Prix :

Heroku fonctionne sur base de plans tarifaire prédéfini mais modulable. En fonction des besoins du client, j'ai sélectionné 4 plans tarifaire :

— **Hobby - gratuit :**

Ce plan tarifaire offre pratiquement toutes les fonctionnalités dont nous avons besoin. Nous serons néanmoins restraints par le nombre de requêtes, la taille de la base de données, les cold-starts, ... Cette solution me semble plus que suffisante durant le développement de l'application et pourquoi pas durant les premiers mois ou premières années d'utilisation. Attention, la DB gratuite est limitée à 10K lignes.

Heroku Pricing Estimate		Est. monthly cost \$0	
Created: December 12, 2020 Available until: June 6, 2021		1 app	
App 1	my-app-estimate-1		\$0
	Dynos		
	Free	1 instance	\$0
	Data Services		
	Postgres Hobby Dev	1 instance	\$0
	Redis Hobby Dev	1 instance	\$0
Included	• Ability to add collaborators • Heroku Pipelines and Heroku Review Apps		

— **Hobby - basic :**

Ce plan tarifaire est identique au précédent sauf que la DB peut accueillir 10M de lignes.

Heroku Pricing Estimate		Est. monthly cost \$9	
Created: December 12, 2020 Available until: June 6, 2021		1 app	
App 1	my-app-estimate-1		\$9
	Dynos		
	Free	1 instance	\$0
	Data Services		
	Postgres Hobby Basic	1 instance	\$9
	Redis Hobby Dev	1 instance	\$0
Included	• Ability to add collaborators • Heroku Pipelines and Heroku Review Apps		

— Hobby - avancé :

Ce plan tarifaire est à peu de choses prêt équivalent au plan gratuit. Il permet néanmoins de supprimer complètement les cold-starts. Il offre également un les métriques du site pour les dernières 24h.

Heroku Pricing Estimate		Est. monthly cost \$16	
Created: December 12, 2020 Available until: June 6, 2021		1 app	
App 1	my-app-estimate-1		\$16
	Dynos		
	Hobby	1 instance	\$7
	Data Services		
	Postgres Hobby Basic	1 instance	\$9
	Redis Hobby Dev	1 instance	\$0
Included	<ul style="list-style-type: none">• Ability to add collaborators• Heroku Pipelines and Heroku Review Apps		

— Production :

Cet plan offre tout ce que les plans précédents offraient mais augmente considérablement les capacité de gestion de trafic, augmente la taille maximale de la base de données, offre des métriques détaillées aussi bien pour la base de données que pour le site-web, permet des roll-backs sur une période de 7 jours.

Heroku Pricing Estimate		Est. monthly cost \$75	
Created: December 12, 2020 Available until: June 6, 2021		1 app	
App 1	my-app-estimate-1		\$75
	Dynos		
	Standard 1X	1 instance	\$25
	Data Services		
	Postgres Standard 0	1 instance	\$50
Included	<ul style="list-style-type: none">• Up to 5 Heroku Teams with 1-5 members each (additional cost for larger Teams)• Heroku Pipelines and Heroku Review Apps• Standard support during business hours with 1+ day response		

Conclusion

Sur base de ces options, je pense qu'il est possible de partir dans un premier temps sur le plan tarifaire n°2. Néanmoins le jour où un web-shop est ajouté à l'application, il faudra probablement passer sur un autre plan tarifaire tel que le n°3.

En plus du coût du plan n°2, il est bon de prendre une petite marge de sécurité afin de ne pas être surpris lors d'éventuels coûts supplémentaires tel qu'un nom de domaine, un autre certificat SSL,...

Coût estimé en production : 18 €/mois

6.1.2.3 Microsoft Azure

Déscription :

Microsoft Azure est un des leaders dans le domaine des cloud service providers. La plateforme offre plus de 200 produits couvrant une multitudes de domaines allant de la location de ressources de calculs pour du Machine Learning à l'hébergement de base de données en passant par la gestions de conteneurs Docker.

Microsoft Azure est utilisé par un très grands nombre d'entreprises tel que 3M, Airbus, Avid, BMW et bien d'autres.

Avantages :

- Scalabilité extrêmement performante
- Compartimentation de chaque service
- Documentation et communauté très active
- Grandes flexibilité de configuration
- Maintenance facile et accessible à distance
- Métrics inclus
- Sécurité

Inconvénients :

- Coût très variable et difficile à prévoir à l'avance
- Complexe à configurer correctement
- Plus de choses à configurer manuellement
- Je n'ai aucune expérience

Prix :

A l'inverse de Heroku, Azure ne fonctionne pas sur base de plans tarifaire spécifique mais fonctionne sur base du principe Pay-as-you-go. Le coût dépend donc fortement du trafic, de la taille de la base de données, de la taille des requêtes etc.

- **Service Web** : Hébergement de l'app sur une machine Linux :
 - version gratuite pendant 12 mois
 - version payante : 11.081€/mois
- **Base de donnée** :
 - 5GB (5GB étant le minimum configurable) d'espace de stockage à 0.1155€/GB/mois soit : ±5.8€/mois
 - 1 vCore à 0.4840€/heure, si utilisation 2h/j -> 60h/mois soit : ±29€/mois

Coût estimé en production : 50 €/mois

Conclusion

Bien que Microsoft Azure offre une très grande flexibilité et environnement très professionnel, le coût semble fort élevé et pas très compétitif pour une application de cette envergure. Néanmoins, le jour où un web-store est ajouté, cette solution peut être retenue !

6.1.2.4 VPS OVH

Déscription :

Qu'est ce qu'un VPS ? *"Un serveur privé virtuel est un environnement isolé, créé sur un serveur physique à partir d'une technologie de virtualisation. Cette solution offre tous les avantages d'un serveur standard, profitant de ressources allouées et d'une administration complète."*[12]

Il existe plusieurs entreprises de Cloud Computing offrant des services VPS tel que AWS, IBM et OVH. Ayant eu de bons échos d'OVH et ayant déjà travaillé avec leurs services, j'ai choisi de limiter ma recherche d'offre à OVH.

Avantages :

- Maîtrise totale des données
- Facile à mettre en place
- Grandes flexibilité de configuration
- Maintenance facile et accessible à distance
- Scalability (évolutivité) compliquée
- Métrics inclus

Inconvénients :

- Nécessite la mise en place de la sécurité du VPS
- Nécessite la mise en place d'une gestion des backups
- Redondance plus compliqué à mettre en place

Prix :

OVH propose une multitude de plans tarifaires pour leurs VPS (voir *figure 6* ci-dessous). Notre application étant réservé à un usage interne, le trafic généré sera faible. Le plan tarifaire le moins cher nous sera dès lors plus que suffisant. De plus il est toujours possible de changer de plan par la suite.

Specifications techniques

	Value 5,00 €/HT/mois 4,60 € HT/mois Commander	Essential 10,00 €/HT/mois 9,20 € HT/mois Commander	Comfort 20,00 €/HT/mois 18,40 € HT/mois Commander	Elite À partir de 30,00 €/HT/mois 27,60 € HT/mois Commander
Processeur	1 vCore	2 vCore	4 vCore	8 vCore
Mémoire	2 Go	4 Go	8 Go	De 8 Go à 32 Go
Storage	40 Go SSD NVMe	80 Go SSD NVMe	160 Go SSD NVMe	De 160 Go à 640 Go SSD NVMe
Bande passante	250 Mbit/s illimité*	500 Mbit/s illimité*	1 Gbit/s illimité*	2 Gbit/s illimité*

FIGURE 6 – Tarifs VPS OVH

Coût estimé en production : ± 5 €/mois

Conclusion

Cette solution offre pratiquement tous les avantages d'un serveur local sans devoir se soucier de l'aspect hardware et ce à un prix très raisonnable.

6.2 Première approche - Heroku

Dans un but de réduire au maximum les coûts et de simplifier les choses durant le développement de l'application, le client et moi même avons décidé de déployer, dans un premier temps, celle-ci sur Heroku avec le plan gratuit. Cette solution fut plus que suffisante pendant les deux trois premiers mois du développement. Néanmoins, une fois l'application plus complète, plusieurs facteurs tel que :

- la lenteur de mise en production (temps nécessaire entre l'action de déploiement et l'accessibilité du site)
- le maximum de 10k lignes d'entrées dans la base de donnée

nous ont fait revoir les solutions de déploiement.

6.3 Seconde approche - VPS

Pour les raisons précédemment abordées, nous avons décidé de migré l'application hébergée sur Heroku vers un VPS chez OVH. Ceci nous a permis de nous affranchir totalement des contraintes liés à la base de données mais impliquait une plus grande configuration initiale.

En sachant que l'application pouvait potentiellement encore être migrée dans le future, j'ai décidé de mettre en place une multitudes d'éléments afin de rendre ces transitions les plus simples possible. Ainsi l'entièreté de l'application est dockerisée¹⁹ et toutes les configurations du VPS sont au maximum scriptées.

6.3.1 Dockerisation

Dans le but de faciliter la configuration des différents services nécessaires au bon fonctionnement de l'application, je les ai chacun mis dans un conteneur docker. Ainsi l'application est composée de 3 conteneurs distincts :

1. **slg-db** : La base de donnée PostgreSQL. Port exposé : **5434**.
2. **slg-app** : L'application node²⁰ en tant que tel, composée du backend et frontend. Port exposé **8080**.
3. **caddy** : Serveur web Caddy²¹ utilisé en tant que reverse proxy²² et gestionnaire des certificats https. Ports exposés : **80** et **441**.

19. //TODO

20. //TODO

21. <https://caddyserver.com>

22. //TODO

Ces trois conteneurs fonctionnent en symbiose et sont dépendant les uns des autres. L'application node ne démarrera par exemple pas si la base de donnée n'a pas démarrée avec succès. Afin de contrôler l'environnement dans lesquels ces conteneurs sont lancés ainsi que de pouvoir facilement les démarrer/arrêter, j'ai créé un fichier docker-compose²³.
(Voir : https://github.com/MMichotte/SLG_APP/blob/master/docker/docker-compose.yml)

6.3.2 Scripts

J'ai principalement écrit 2 scripts, le premier et plus consistant me permet de configurer automatiquement un nouveau VPS. Dans les faits, celui-ci exécute :

1. Mise à jour des packages
2. Mise à jour de la time-zone
3. Création d'un nouvel utilisateur
4. Modification des paramètres de connexion SSH
5. Configuration et activation de Fail2ban²⁴
6. Installation de docker-compose

Le second script est bien moins complexe et me permet de configurer et démarrer le backup (local) journalier de la base de donnée. Ces backups sont réalisés périodiquement à l'aide de crontab²⁵.

Il s'avère que ces scripts m'ont été très rapidement utiles. Seulement 6h après la configuration complète du VPS, un incendie a ravagé plusieurs data-centers chez OVH et a détruit, entre autres, notre VPS.²⁶ Après quelques jours d'inaccessibilité, j'ai pu re-configurer un VPS dans un autre data-center. Cette configuration n'a pas duré plus de 10 minutes.

23. docker-compose permet d'orchestrer un ensemble de conteneurs dans le but de simplifier la gestion et la communication de ceux-ci.

24. Fail2ban est un programme de prévention permettant de bloquer les tentatives d'intrusion frauduleuses

25. *"Crontab est un outil qui permet de lancer des applications de façon régulière, pratique pour un serveur pour y lancer des scripts de sauvegardes, etc."*[13]

26. Plus d'information sur l'incident : <https://www.ovh.com/fr/news/presse/cpl1785.dernieres-informations-notre-site-strasbourg>

6.3.3 Sécurité

6.3.3.1 SSH

6.3.3.2 Fail2ban

6.3.3.3 Firewall (UFW)

6.3.3.4 Firewall (OVH)

6.4 Déploiement Continu

7 Migration données existantes

7.1 Problématique

7.2 Solution

8 Monitoring et backups

9 Pistes d'amélioration

10 Suite

11 Conclusion

12 Définitions

US : User Story

CI : Continuous Integration

CD : Continuous Deployment

IDE : Integrated Development Environment

API : Application Programming Interface

13 Bibliographie

- [1] Tristan Slegers (sans date), sur le site *SLG Classic Cars : La voiture ancienne. Côté passion*. Consulté le 19 mai 2021.
<https://slgcars.be>
- [2] Syloé (2021), sur le site *syloe : Système d'information* Consulté le 20 mai 2021
<https://www.syloe.com/glossaire/systeme-dinformation/>
- [3] E.U.R.L ADELIE (2021), sur le site *Logiciel Garage / Logiciel Garage Professionnel , GAD Garage* . Consulté le 20 mai 2021
<https://www.logiciel-garage.fr>
- [4] Walter Görlitz (21 février 2021), sur le site *User story - Wikipedia* Consulté le 22 mai 2021
https://en.wikipedia.org/wiki/User_story
- [5] Verdy P (31 janvier 2021), sur le site *Mock-up — Wikipédia* Consulté le 22 mai 2021
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Mock-up>
- [6] Rob Terzi (16 novembre 2018), sur le site *Qu'est-ce que l'approche CI/CD ?* Consulté le 22 mai 2021
<https://www.redhat.com/fr/topics/devops/what-is-ci-cd>
- [7] Shadow-M-P (14 mai 2021), sur le site *Méthode agile — Wikipédia* Consulté le 23 mai 2021
https://fr.wikipedia.org/wiki/Méthode_agile
- [8] Pautard (08 avril 2021), sur le site *Salage (cryptographie) — Wikipédia* Consulté le 23 mai 2021
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Salage_\(cryptographie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Salage_(cryptographie))
- [9] JNa0 (22 mai 2021), sur le site *Politique de sécurité de contenu - HTTP / MDN* Consulté le 24 mai 2021
<https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/HTTP/Headers/Content-Security-Policy>
- [10] DeusExNihilo (22 mai 2021), sur le site *X-Frame-Options - HTTP / MDN* Consulté le 24 mai 2021
<https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/HTTP/Headers/X-Frame-Options>
- [11] tchioubak (22 mai 2021), sur le site *X-Content-Type-Options - HTTP / MDN* Consulté le 24 mai 2021
<https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/HTTP/Headers/X-Content-Type-Options>
- [12] OVH (sans date), sur le site *Qu'est-ce qu'un VPS ? Découvrez les avantages d'un VPS / OVHcloud* Consulté le 25 mai 2021
<https://www.ovhcloud.com/fr/vps/definition/#:~:text=Grâce%20au%20VPS%2C%20vous%20profitez,en%20payant%20le%20juste%20prix.>

- [13] linuxTricks (sans date), sur le site *Cron et crontab : le planificateur de tâches!* - Wiki - Wiki Consulté le 25 mai 2021
<https://www.linuxtricks.fr/wiki/cron-et-crontab-le-planificateur-de-taches>