

## PROJET INNOVATION

# Suivi en temps réel de la production dans un atelier de sellerie



### *Equipe projet :*

Anas BAHTAOUI  
Mohamed EL HASNAOUI  
Mariem MOUNIR  
Aboubakiri DIAW  
Walid TARRAZI

### *Tuteurs :*

Saloua ABAAKIL  
Fouad RIANE

16 janvier 2020

# Remerciements

Nous tenons à remercier notre tutrice entreprise Mlle Saloua Abaakil pour son soutien et son encadrement tout au long du déroulement de notre projet.

Nous remercions aussi notre tuteur école Mr Fouad Riane qui était toujours disponible et prêt à nous accueillir et à nous offrir de précieux conseils.

Un grand merci également à Mr Nassef Hmimda et au corps administratif de l'Ecole Centrale Casablanca pour nous avoir offert cette chance via le concept de projets d'innovation de travailler sur un merveilleux sujet comme celui-ci.

Nous remercions également tout le personnel de Saddle Choice pour leur accueil au sein du centre de production de Skhirat.

Et enfin, merci à tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Problématique et observations</b>	<b>5</b>
2.1	Problématique . . . . .	5
2.2	Visite à l'entreprise . . . . .	5
2.3	Cadrage du projet . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Idéation</b>	<b>9</b>
3.1	Recueil de l'information . . . . .	9
3.2	Affichage de l'information . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Prototype</b>	<b>13</b>
4.1	Recueil de l'information . . . . .	13
4.2	Affichage de l'information . . . . .	14
4.3	Outils utilisés . . . . .	14
4.3.1	SQL . . . . .	14
4.3.2	Python Dash . . . . .	15
4.4	Résultats du prototype . . . . .	15
4.4.1	Tableau de bord des opérateurs . . . . .	15
4.4.2	Tableaux de bord des managers . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Perspectives</b>	<b>17</b>

# Chapitre 1

## Introduction

Chaque entreprise a besoin d'être capable de superviser sa chaîne de production de la meilleure manière possible. Une supervision en temps réel permet de diagnostiquer rapidement les problèmes éventuels et intervenir rapidement pour les rectifier, le but ultime étant de respecter sa chaîne de valeur et respecter ses engagements vis-à-vis de ses clients.

Leather in Motion (Lim Group) est un leader mondial de la production de selles d'équitation, et de ganterie de luxe. Une entreprise basée à Bordeaux en France et dont le chiffre d'affaire a atteint 65 millions d'euros en 2019.

Saddle Choice est une entreprise qui a commencé son activité dans le marché en 2001, elle est spécialisée dans la fabrication des équipements d'équitation, soit pour le cavalier, soit pour ce qui est des accessoires du cheval, les bridons et les selles. Saddle Choice date depuis presque 20 ans, et d'un capital de 500k MAD, et regroupe une variété de produits haute de gamme, et emploie plus de 213 ouvriers, elle est considérée comme le principal sous-traitant de LIM Group elle reçoit également des commandes hors groupe essentiellement de la part des particuliers et les clubs équestres. Au sein de l'usine, il y a cinq ateliers :

- Atelier de la découpe
- Atelier de sellerie
- Atelier de briderie
- Atelier de petits matériaux
- Atelier Maroquinerie

Dans ce mémoire, nous allons abordé en premier lieu la problématique du projet ainsi de les observations relevées de notre visite à l'entreprise, ensuite nous allons évoqués les idées générées dans la phase d'idéation qui ont mené au prototype que nous allons exposés d'une façon détaillée, et enfin nous allons présenté le business model de notre solution avant de conclure avec un bilan de notre travail et les perspectives de celui-ci.

## Chapitre 2

# Problématique et observations

### 2.1 Problématique

L'entreprise Saddle Choice rencontre un problème de gestion de délai vis-à-vis de leurs clients. Ces retards ont pour principale raison l'augmentation du nombre journalier de commandes que l'entreprise reçoit, un chiffre qui a quasiment triplé dans l'espace de cinq années (17 en 2014 contre 50 en 2019).

Dans l'objectif d'être capable de gérer ces retards, notre client a exprimé son besoin d'avoir un moyen de suivi en temps réel du déroulement de la production. Pour avoir un meilleur aperçu du le milieu dans lequel nous allons agir ainsi que de mieux connaître notre client nous avons effectuer une visite aux locaux de l'entreprise à Skhirat.

### 2.2 Visite à l'entreprise

Nous pouvons décomposer le centre de production en trois bloc :

- Le stock en matières premières
- Les ateliers de production
- Le poste d'emballage et de livraison

L'atelier de production de selles constitue le périmètre de notre activité et peut lui-même être décomposé en cinq bloc :

- Atelier de découpe
- Atelier de Panneaux
- Atelier d'assemblage 1
- Atelier d'assemblage 2
- Atelier d'assemblage 3

Quatre types de produits sont traités au sein de l'atelier :

- **S14** : Fait référence à une selle finalisée

- **S04 & S07** : Ce sont des kits destinés à être assemblés en dehors de l'entreprise
- **SO** : Désigne les selles d'occasions qui ont besoin d'une réparation

Actuellement, la remontée de l'information concernant le nombre de selles manufacturées se fait par l'intermédiaire d'une tablette à la fin de l'assemblage 3 où les chiffres sont actualisés, comme vous pouvez le voir ci-dessous.



	24/10/2019		Objectif
S14	18	▲ ▼	28
S07	8	▲ ▼	8
S04	5	▲ ▼	7
SO	4	▲ ▼	12
<b>Total</b>	<b>35</b>		<b>Ecart -20</b>

FIGURE 2.1 – Tablette de contrôle

Ces chiffres enregistrés sur un fichier Excel sont par la suite affichés sur un écran. Ainsi, on peut avoir accès aux nombres de selles fabriquées et le comparer avec l'objectif du jour pour avoir une idée sur l'état d'avancement de la production.



FIGURE 2.2 – Ecran d'affichage

Un ordinateur, lié au serveur, est mis en place pour alimenter l'écran et assurer l'actualisation instantanée du tableau Excel dès qu'il reçoit une information de la part de la tablette.



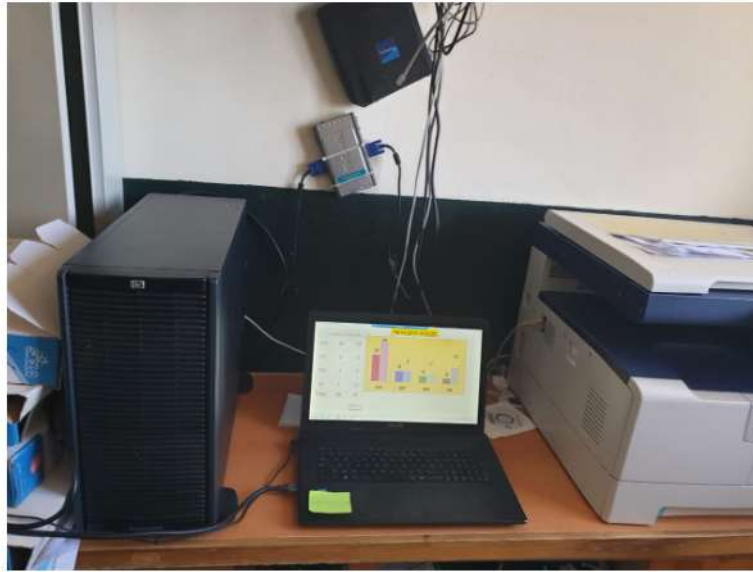


FIGURE 2.3 – PC pour alimenter l'écran

## 2.3 Cadrage du projet

Pour mieux cerner le sujet nous avons eu recours à la méthode QQQQCP, et nous avons obtenus les réponses suivantes :

	Questions	Réponses
Qui ?	Qui est le client ? A qui est destiné le produit final ? Qui seront les utilisateurs du produit ?	Entreprise Saddle Choice Le service de production Le manager et les opérateurs
Quoi ?	De quoi avez vous besoin concrètement ? A quoi cela va servir ?  Que pensez vous d'une solution utilisant le management visuel ?  Quelle est la nature des problèmes rencontrés ?	Un moyen de suivi de production en temps réel Permettre de suivre les KPI en temps réel C'est un bon moyen pour permettre aux employés de devenir plus impliqués et responsables Gestion de sortie + temps de réaction élevé
Où ?	Où pensez vous installer cette solution ?  Où trouvez vous les informations relatives aux ateliers de production ?	Sur des ordinateurs et sur un écran dans l'openspace Rapports quotidien d'avancement de commande ainsi qu'un fichier Excel
Quand ?	Depuis quand rencontrez-vous des difficultés, des problèmes techniques ? Quand est-ce que l'entreprise prévoit l'installation d'un process de suivi en temps réel ?	Depuis l'augmentation dans l'évolution des produits et des commandes Une fois le concept de la solution est validé, nous allons la mettre en place dans nos ateliers de production
Combien ?	Combien de fois avez-vous rencontré ces problèmes (fréquence) ?	Au moment des pics de production
Pourquoi ?	Pourquoi cherchez-vous à améliorer la performance de vos installations actuelles ? Quels sont vos objectifs précisément ?	Pour respecter les délais de livraison client et gagner en productivité.

L'empathy map nous a aussi permis d'obtenir des informations supplémentaires sur les utilisateurs potentiels de notre solution nous en retenons les suivantes :

- **Que voit-il ?** : Des retards au niveau des livraisons, la difficulté à localiser la source du retard
- **Qu'espère-t-il ?** : Espère être capable de visualiser à tout instant l'état d'avancement de la production dans l'objectif d'être rapide dans les diagnostics et les interventions
- **Quels sont ses craintes ?** : Ne plus être capable de gérer le flux de commandes et ainsi éventuellement perdre des clients insatisfaits.
- **Quels sont ses besoins ?** : Un outil de remontée de l'information relative à la production dans l'atelier de sellerie et d'affichage d'une façon simplifiée de ces informations.

Au final, nous avons convenu avec notre tutrice que l'objectif primaire de notre projet serait d'établir un système permettant le suivi en temps réel du nombre de selles produites et d'être en mesure d'afficher ces chiffres-là.

Ainsi nous avons segmenté notre projet en deux volets :

- **La collecte d'information**
- **La communication de l'information**



## Chapitre 3

# Idéation

### 3.1 Recueil de l'information

La première phase du projet consiste en la collecte de l'information concernant la production. Les idées proposées pour cette finalité diffèrent l'une de l'autre, favorisant tantôt la praticité aux dépens du coût, tantôt l'inverse. Voici les principales idées que nous avons développées :

- Installer un tapis roulant entre les ateliers et le munir de capteurs pour détecter les positions des selles : cela permet d'identifier la position d'une selle le long de la chaîne de production, de même que l'instant de son arrivée et de son départ d'un poste de production.



FIGURE 3.1 – Convoyeur à bandes mobiles ayant inspiré l'idée

- Installer des tablettes au niveau de chaque poste de l'atelier de production : cette approche se base sur le fait d'installer une tablette par poste de production, chaque tablette est munie d'une application compteur que l'opérateur incrémente manuellement lorsqu'il finit de travailler sur une commande. Ces tablettes doivent ensuite toutes être liées à un serveur où les informations concernant tout le processus de production sont centralisées.

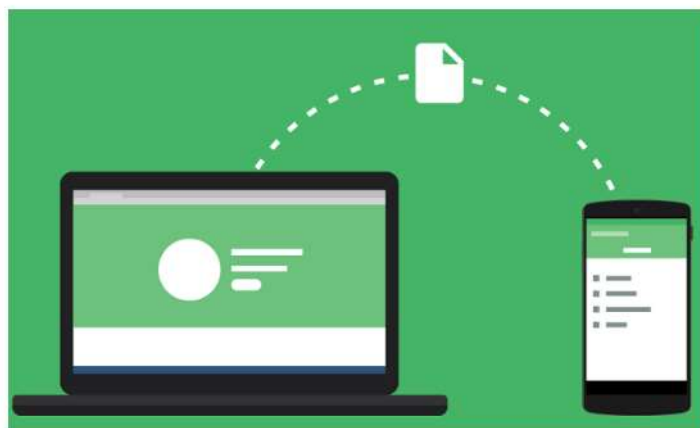


FIGURE 3.2 – Transmission de l'information depuis les tablettes vers la base de données

- Scanner le code barre de la selle après son passage au niveau de chaque poste : ici, on exploite le fait que la selle possède un identifiant unique, un code barre. Le principe reste le même qu'avec les tablettes : on installe une scannette par poste de production, l'opérateur scanne la selle après l'avoir traitée, l'information est directement transmise vers une base de données.



FIGURE 3.3 – Scannette de code barre

La solution pour laquelle nous avons opté est la dernière. En effet, la première solution nécessite un réaménagement total de l'atelier de sellerie, ce qui serait relativement coûteux. La deuxième solution nécessite une saisie manuelle des données, ce qui constitue une source éventuelle d'erreurs. Enfin, avec des scannettes ayant chacune un unique identifiant, on sera sûr que l'information n'est pas erronée et qu'une scannette ne scanne une selle qu'une seule fois le long du processus de fabrication.

## 3.2 Affichage de l'information

La deuxième phase consiste en l'exploitation de l'information que nous avons collectée et la visualisation de celle-ci. Il s'agit d'effectuer une remontée d'information. Trois options se sont présentées :

-Tableau de bord (numérique ou non) : il s'agit d'utiliser une interface graphique regroupant des indicateurs de performance à des moments donnés de la production.



FIGURE 3.4 – Exemple d'implémentation de tableau de bord en industrie

- Signaux lumineux (méthode Andon) : une utilisation de témoins lumineux pour les situations où un nombre fini d'options se présentent (par exemple une machine est soit en panne, soit en marche). L'idéal serait d'utiliser une couleur pour indiquer les pannes ou les dysfonctionnements, une pour les situations incertaines et une pour indiquer un bon état de fonctionnement.



FIGURE 3.5 – Méthode Andon

- Alertes via smartphones : il est aussi possible d'avoir recours aux alertes sur smartphones. Ainsi, le manager aura accès à l'information la plus importante partout. Le smartphone offre de plus un support flexible et adapté aux notifications.



FIGURE 3.6 – Alertes via smartphone

## Chapitre 4

# Prototype

Comme on a évoqué précédemment, notre solution devrait couvrir deux volets :

- **Le recueil de l'information**
- **L'affichage de l'information**

Le prototype suivra cette logique, et accordément nous allons vous faire part du raisonnement que nous avons suivi lors de sa conception.

### 4.1 Recueil de l'information

La finalité de cette solution est de pouvoir acquérir des informations de plusieurs natures, en temps réel :

- Suivre une ligne de production en temps réel
- Quantifier les retards, la performance, etc. sur les différents postes
- Identifier les pannes et les anomalies

Dans la conception d'une telle solution, le modèle Toyota ressort rapidement comme possibilité. Or, la structure complexe de l'atelier de production d'une part et la nature de l'activité que l'on peut qualifier "d'artisanale" font en sorte que la proposition des modifications ou d'installations dures (d'infrastructure) est fortement non appréciée par notre client. Au vu de ces contraintes, nous avons opté plutôt pour une négociation sur des installations légères, et d'exploiter le plus possible ce dont dispose l'entreprise à présent. Un deuxième point concerne l'incompatibilité d'une solution totalement automatique et ce mode de production, nous avons conclu qu'un intermédiaire (semi-automatique), sera le plus favorable à déployer, et donc l'enjeu est de proposer une solution intuitive : acceptable par les opérateurs et facile à utiliser.

L'idée que nous avons favorisée est l'utilisation des scannettes que l'on va positionner aux différents postes de l'atelier de production.

En effet, chaque selle est munie d'un code barre créé dès la confirmation de sa commande. Donc en équipant chaque poste avec une scannette, nous nous assurerons qu'une selle est passée par cette étape, et d'égaleme nt récupérer l'information sur le temps de passage par cette étape.

De cette information dérive un grand ensemble de données, qui dépendra de la manière dont nous l'exploiterons, nous citons par exemple :

- Localisation de la commande dans l'espace/temps
- Localisation des retards en temps réel



- Quantification des retards par poste (fréquence quotidienne, hebdomadaire, mensuelle)
- Nombre de commande traités par poste en temps réel
- Détection des anomalies, en comparant ces données avec l'historique, etc

Maintenant, une fois les informations relevés et stockés dans une base de données, il est temps de discuter la manière dont nous allons les exploiter et afficher.

## 4.2 Affichage de l'information

Les utilisateurs de notre solution sont le manager et les opérateurs.

Nous avons donc procédé à identifier les besoins de chacun en terme d'information.

- **L'opérateur** : il n'a besoin que d'une quantité limitée d'informations. Il s'agit alors de ne pas s'attarder sur les détails de la chaîne de production. Nous avons ainsi choisi de lui montrer deux informations de la manière la plus visuellement accessible : sa progression par rapport à l'objectif du jour et son avance ou son retard par rapport au Takt Time, défini par le manager.
- **Le manager** : il doit avoir accès à une palette plus diversifiée et détaillée. Il a en particulier besoin d'informations qui ne concernent pas simplement la performance journalière, mais hebdomadaire et mensuelle aussi, afin d'élaborer des plans d'action à court et à moyen terme. Ajoutons à ceci qu'il doit avoir la liste des machines dans l'atelier et leur états actuels.

Nous avons décidé de développer une application web constituée de deux tableaux de bord, le premier destiné à être affiché pour les opérateurs et le deuxième accessible par les managers uniquement. Le premier tableau de bord est composée de deux indicateurs : des barres de progression indiquant la progression de la production vis-à-vis des objectifs journaliers, et des coches et des croix modélisant respectivement le respect du takt time et le retard relativement à celui-ci. Le tableau de bord mis à la disponibilité des managers leur donne la possibilité de fixer les nombres de pièces à produire ainsi que la valeur du takt time et leur communique plusieurs informations importantes tel le nombre de pièces produites dans chaque poste, la valeur exacte du retard cumulé par poste, les moyennes hebdomadaires et mensuels du nombre de pièces produites ainsi que l'état des machines (bon fonctionnement ou bien en panne).

Comme il a déjà été annoncé, cette solution est semi-automatique car on ne peut pas spécifier l'objectif du jour sans intervention du manager. Nous avons alors réservé une page pour la configuration requise par l'application.

## 4.3 Outils utilisés

### 4.3.1 SQL

Les scans de la selle à chaque poste de l'atelier de fabrication transmettent des informations vers la base de données de l'ERP de l'entreprise. SQL est le langage qui va nous permettre de recueillir ces informations là et de les exploiter.

N'ayant pas accès à la base de données de l'entreprise, SQL est aussi un outil qui nous permet de créer nos propres bases de données qui nous avons construites pour être similaire en structure à celle de Saddle Choice.

### 4.3.2 Python Dash

Dash est un framework python qui permet de construire des applications web. Il permet aussi de construire des tableaux de bord en utilisant uniquement le langage Python. Dash est opensource et exécute ses applications sur un navigateur web.

C'est effectivement en utilisant Python Dash que nous allons construire nos tableaux de bord et y afficher les informations recueillies depuis la base de données.

## 4.4 Résultats du prototype

### 4.4.1 Tableau de bord des opérateurs

La figure suivante montre un exemple du tableau de bors qui sera mis à la disposition des opérateurs.



### 4.4.2 Tableaux de bord des managers

Le premier tableau de bord mis à la disposition du manager et qui contient des informations plus détaillées.



## Suivi d'atelier

	SO	So4	So7	S14		Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5		Machine 1	Machine 2	Machine 3	Machine 4	Machine 5	Machine 6	Machine 7	Machine 8
Selles produites	0	0	1	0	Actu	00:13:10	00:06:10	00:19:13	00:00:00	00:04:47	Panne	False	False	False	True	False	True	False	True

	Aujourd'hui	Cette semaine	Ce mois		Aujourd'hui	Cette semaine	Ce mois
Etape 1	8	20	95	Etape 1	00:55:17	02:40:14	04:42:13
Etape 2	4	29	84	Etape 2	00:12:38	01:13:48	04:44:44
Etape 3	7	27	88	Etape 3	00:23:04	01:50:17	05:42:17
Etape 4	7	20	90	Etape 4	00:45:20	02:18:14	08:38:40
Etape 5	9	39	62	Etape 5	00:39:32	01:27:22	06:56:58



Ci-dessous le tableau de bord permettant au manager de placer ces inputs (Objectifs du jour et takt time).

## Panneau de configuration

### Objectif du jour

Total Commandes	<input type="text" value="0"/>
Etape 1	<input type="text" value="0"/>
Etape 2	<input type="text" value="0"/>
Etape 3	<input type="text" value="0"/>
Etape 4	<input type="text" value="0"/>
Etape 5	<input type="text" value="0"/>

### Takt Time (par commande)

Durée totale (mns)	<input type="text" value="0"/>
Etape 1 (mns)	<input type="text" value="0"/>
Etape 2 (mns)	<input type="text" value="0"/>
Etape 3 (mns)	<input type="text" value="0"/>
Etape 4 (mns)	<input type="text" value="0"/>
Etape 5 (mns)	<input type="text" value="0"/>

SAUVEGARDER

RÉINITIALISER



## Chapitre 5

# Perspectives

Notre prototype est très performant, en effet il permet non seulement d'afficher le nombre de pièces produites et les comparer avec les objectifs journalier de production, mais aussi de visualiser l'état d'avancement de chaque poste au sein de l'atelier de production et de constater rapidement si un atelier est en retard et déterminer précisément lequel.

Néanmoins il existe des améliorations que l'on peut envisager d'ajouter à notre produit. On peut travailler sur l'amélioration du design des tableaux de bord, on peut aussi penser à développer notre prototype nous le rendre multiplateforme c'est à dire non seulement exploitable sous la forme d'une application web mais aussi d'une application mobile ce qui nous permettrait d'incorporer des alertes via notifications.

Notre solution peut être encore développer pour donner en plus de l'état actuel de la production (retard, nombre de selles produites ...) des suggestions aux managers sur la façon de gérer les retards en fonction des postes qui en sont responsables en devenant non seulement un outil d'affichage de données mais aussi un outil d'aide à la décision.