



**HAL**  
open science

## Déploiement du flux tiré sur une ligne de presse

Rodrigo Machado

► **To cite this version:**

| Rodrigo Machado. Déploiement du flux tiré sur une ligne de presse. Autre. 2009. dumas-00518407

**HAL Id: dumas-00518407**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00518407>**

Submitted on 17 Sep 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



École Centrale de Lyon  
TFE 2009



Renault Trucks  
Etablissement de Vénissieux, Lyon

## Rapport Final de Travail de Fin d'études PROJET LOGISTIQUE

### Déploiement du Flux Tiré sur une Ligne de Presse

1<sup>er</sup> Avril – 18 Septembre 2009

*MACHADO, Rodrigo*



#### Tuteurs

*ECL :*  
HOURCADE, Nicolas

*Entreprise :*  
NEVERS, Florent  
LAGNEAU, Jérôme

Option : Energie

Filière : Energie Embarquée

Métier : Production & Logistique

## Remerciements

A l'issue des 6 mois passés chez Renault Trucks, je tiens à remercier avant tout mes tuteurs industriels, Florent Nevers, responsable Logistique, Ordonnancement et système de production et Jérôme Lagneau, responsable Méthode Logistique, de m'avoir accueilli au sein de leur équipe et conseillée tout au long de ma mission. Je les remercie également de m'avoir autant impliquée dans la vie de l'entreprise.

Je remercie Manuel Obecný, responsable Ordonnancement et Approvisionnement, Didier Rioux, responsable planification TGP, Philippe Leridon, responsable Magasin Expédition et Réception, ainsi que Jean-Louis Gand, responsable fabrication pour leur implication dans mon projet.

Je tiens également à remercier les services Magasin Expédition, Maintenance, Ordonnancement, Qualité et les équipes de fabrication pour leur disponibilité, leur accueil et les visites d'atelier que j'ai effectuées avec eux. Je remercie tout particulièrement Julien Thevenet, Thibault Bataillon, Jean-Michel Dupouy, Philippe Rostaing et Patrick Guillot du service Méthode Logistique, Vicent Porcel et Lilian Girerd, chefs d'équipe du Magasin Expédition, Alexandre Fettig, Stéphane Bevy et George Martinez, chefs d'Unité Élémentaire de Production, qui ont fait preuve de disponibilité afin de répondre à mes questions.

Ce stage s'intégrant dans mon échange en 3<sup>ème</sup> année dans la formation d'ingénieur de Production, je remercie Nicolas Hourcade, enseignant tuteur.

Et, bien sûr, merci à toutes les personnes du centre emboutissage qui ont contribué au bon déroulement de mon stage par leur accueil, leurs conseils et pour le temps qu'ils m'ont accordé.

Rodrigo MACHADO

## Résumé

L'efficacité d'un système de production dépend en grande partie de la gestion mise en œuvre pour déclencher les différentes opérations nécessaires à la fabrication des produits. Au sein du centre d'emboutissage du groupe Renault Trucks, ce rapport a pour but d'expliquer la mise en œuvre du flux tiré sur une ligne de presse. Nous nous sommes tout d'abord intéressés à analyser les flux (physiques, administratifs) et les problématiques existantes pour le pilotage de la production en flux poussé avec une gestion de production assistée par ordinateur basée sur le prévisionnel. Pour pouvoir être capable de passer du flux poussé au flux tiré, il faut d'abord calculer la taille de la boucle à mettre en place par rapport au nombre de étiquettes (Kanban), quantité de pièces en stock, capacité de la ligne de production, temps de fabrication et analyser les contraintes existants pour arriver à la meilleure solution. Dans une ligne de presse comme cela de Renault Trucks, avec une multitude de références avec consommations différentes et plusieurs particularités, il faut qu'un système de flux tiré soit fortement standardisé et simplifié, pour qui la production tirée par la consommation puisse marcher « tout seul » comme ça devrait être. Ce projet à permis de mettre en évidence la simplification qu'un système basé dans le flux tiré peut amener dans une usine, ainsi que la réduction importante des coûts de stockage final.

*Mots-clés libres :*

*Kanban; flux tiré ; flux poussé ;*

## Abstract

The efficiency of a production system depends largely on the implementation of management to trigger the various operations necessary to manufacture products. In the stamping plant of Renault Trucks, the report aims to explain the implementation of pull flow on a press line. We are firstly interested in analysing the flows (information and components) and problems that exist for managing the production in push flow with a computer-aided management and manufacturing based on forecasts. To be able to move from the push flow to pull flow, it is initially necessary to calculate the size of the loop to be put in place in relation to the number of labels (Kanban), quantity of parts in stock, capacity of the production line, manufacturing time and analyse the existing constraints to reach the best solution. In a press line like that of Renault Trucks, with a multitude of references with different consumption and several peculiarities, it requires a highly standardised and simplified pull system, for which production pulled by the consumption can walk alone as it should be. This project has revealed that a system based on the pull flow may simplify the production in a factory: it also shows a significant reduction in storage costs.

*Keywords:*

*Pull flow; push flow; Kanban*

# Sommaire

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>1</b>
<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
<b>1 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE .....</b>	<b>7</b>
1.1 HISTORIQUE RENAULT TRUCKS .....	7
1.2 LE GROUPE AB VOLVO .....	8
1.2.1 LA STRUCTURE DU GROUPE VOLVO .....	8
1.3 L'ENTREPRISE RENAULT TRUCKS .....	9
1.3.1 PRESENTATION GENERALE .....	9
1.3.2 LES PRODUITS .....	9
1.3.3 LES SITES DE PRODUCTION .....	10
1.4 LE CENTRE D'EMBOUTISSAGE, VENISSIEUX .....	11
1.4.1 PRESENTATION GENERALE .....	11
1.4.2 LES DIFFERENTS BATIMENTS DU CENTRE EMBOUTISSAGE .....	11
1.4.3 LES PRODUITS DU CENTRE EMBOUTISSAGE .....	14
1.4.4 ORGANISATION DE LA PRODUCTION .....	15
<b>2 CONTEXTE, ANALYSE DE L'EXISTANT .....</b>	<b>16</b>
2.1 LE FLUX TGP .....	16
2.1.1 ETAT DES LIEUX .....	16
2.2 DEFINITION DU PROJET .....	18
2.2.1 MISSION .....	18
2.2.2 SUJET : FLUX TIRE « KANBAN » .....	19
<b>3 PROJET – RÉALISATION TECHNIQUE .....</b>	<b>21</b>
3.1 ORGANISATION .....	21
3.1.1 OUTILS UTILISES .....	22
3.2 DEFINITIONS ET CALCULS DES PARAMETRES .....	23
• FAMILLES OU SERIES .....	23
• TAILLE DU LOT .....	23
• FAMILLES EN KANBAN (VOIR ANNEXE A.3) .....	23
3.2.1 OUTIL DE CALCUL DE LA BOUCLE .....	24
3.3 ANALYSE DES PROPOSITIONS DE FLUX .....	27
3.3.1 PROPOSITION I .....	28
3.3.2 PROPOSITION II .....	30
<b>4 PROJET – DÉPLOIEMENT DE LA BOUCLE KANBAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 DEFINITION ET ÉLABORATION DES CARTES KANBAN .....	35
4.1.1 KANBAN DE PIÈCES FINIES .....	35
4.1.2 KANBAN DE LANCEMENT DE FABRICATION .....	36
4.1.3 KANBAN DE LANCEMENT CD5 .....	37
4.1.4 KANBAN DE FLANS PREDECOURPES .....	38

4.1.5	KANBAN DE LANCEMENT PREDECOUPE.....	39
4.1.6	KANBAN DE FLANS AVANT PREDECOUPE .....	40
4.1.7	KANBAN POUR LES OF.....	41
4.2	MISE EN PLACE DES TABLEAUX.....	42
4.2.1	TABLEAU D'ACCUMULATION.....	42
4.2.2	TABLEAU LANCEUR.....	43
4.3	CREATION DU SUPERMARCHÉ DE PIÉCES FINIES .....	44
4.4	CREATION DU SUPERMARCHÉ DE FLANS A PREDECOUPER.....	45
4.5	MODIFICATIONS ADMINISTRATIVES .....	46
4.5.1	MODE DE PAIEMENT .....	46
4.5.2	IDENTIFICATION PAR CONTENANT.....	47
4.6	FORMATION DES ACTEURS .....	48
4.7	BUDGET DU PROJET .....	49
<b>5</b>	<b>RÉSULTATS .....</b>	<b>49</b>
5.1	COMITE DE PILOTAGE.....	49
5.2	PROBLEMES TROUVES ET REACTIONS.....	50
5.2.1	INFORMATIONS SUR LES CARTES KANBAN .....	50
5.2.2	DISPOSITION DES CARTES SUR LES CONTENANTS .....	51
5.2.3	GESTION DES INCOMPLETS.....	51
5.2.4	PILOTAGE CD5 .....	52
5.2.5	ORGANISATION DU LANCEUR TGP .....	53
5.3	RETOUR DES ACTEURS .....	53
5.4	INDICATEURS .....	54
5.4.1	DISPONIBILITE DU STOCK.....	54
5.4.2	CONFORMITE DU STOCK.....	55
5.4.3	VALEUR DU STOCK .....	55
5.4.4	FIABILITE DU NOMBRE DE CARTES .....	56
	<b>ENJEUX.....</b>	<b>58</b>
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>59</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>60</b>
	<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>61</b>
	<b>TABLES DES ANNEXES .....</b>	<b>62</b>

## Introduction

En tant qu'élève ingénieur en échange pour le métier de Production & Logistique à l'Ecole Centrale de Lyon, j'ai eu la possibilité de réaliser un stage industriel en fin de 3ème année. J'ai choisi Renault Trucks car la structure est assez importante pour découvrir l'organisation humaine et technique d'une l'entreprise et mettre en pratique les connaissances acquise.

J'ai été accueilli au centre Emboutissage, sur le site de Vénissieux, dans le but de :

- animer et participer à des chantiers de progrès sur les flux logistiques du centre emboutissage
- déployer le flux tiré sur la ligne de production de pièces TGP (Très grosses presses)

Dans un atelier de production, le flux tiré se traduit par le fait qu'un poste amont ne doit produire que ce qui lui est demandé par son poste aval qui ne doit lui-même produire que ce qui lui est demandé par son propre poste aval et ainsi de suite... le poste le plus en aval ne devant produire que pour répondre à la demande des clients.

Ce rapport, dont le but est de présenter ma mission et de dresser un bilan de ces six mois, se décompose en 4 parties :

- La première partie est une présentation du groupe Renault Trucks et du service Emboutissage, ligne de production TGP et aussi le service Méthodes Logistiques, lieu de mon stage,
- Dans la seconde partie, j'évoquerai le contexte de mon projet ainsi que les objectifs de ce stage,
- La troisième partie est dédiée à la résolution du projet, c'est-à-dire, l'organisation, les différentes propositions, les moyens mis en place pour répondre à l'objectif ainsi que les résultats obtenus
- Dans la quatrième et dernière partie, je dresserai un bilan de cette première expérience, ainsi que les étapes suivantes au projet.

# 1 Présentation de l'entreprise

## 1.1 Historique Renault Trucks

La marque RENAULT TRUCKS créée en 2002 est issue de deux entreprises pionnières dans le domaine de l'automobile en France:

- **Berliet**, fondée en 1894 par Marius Berliet sur le site de Vénissieux,
- **Renault Paris**, fondée par Louis Renault en 1898.

En 1978, ces deux entreprises se sont regroupées afin de former l'entreprise Renault Véhicules Industriels (RVI) qui appartient alors au groupe Renault SA (automobiles, autobus, camions).

En 1990, Renault Véhicules Industriels pénètre le marché américain en achetant l'ensemble des parts de marché de l'entreprise Mac Trucks.

Le 25 Avril 2000, Louis Schweitzer, Président de Renault SA, et Leif Johansson, Président de AB Volvo, annoncent la reprise de la filiale poids lourds de Renault, le groupe Renault V.I./Mack par AB Volvo, en échange d'une participation de Renault à hauteur de 20% dans le groupe Volvo.

Le groupe Volvo devient ainsi le deuxième groupe mondial du secteur poids lourds derrière Mercedes en conservant trois marques distinctes: Volvo Trucks, Renault Trucks et Mack Trucks. Le groupe Volvo a pour objectif : « une gamme de véhicules distincte pour chacune de ces trois marques mais avec des composants communs à hauteur de 65% ». Les 35% restants doivent affirmer l'identité de la marque.

Début 2002, Renault V.I. devient Business Area du groupe Volvo et prend l'appellation commerciale de Renault Trucks.

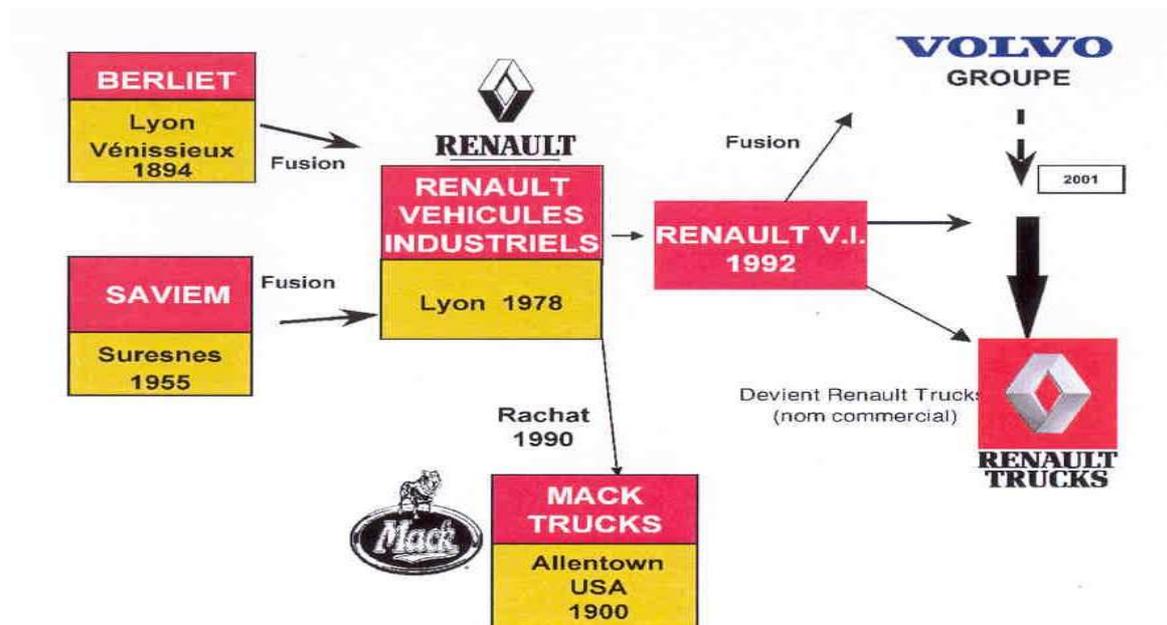


Figure 1: Historique de Renault Trucks

## 1.2 Le Groupe AB Volvo

Renault trucks fait donc partie depuis Janvier 2001 du groupe suédois AB Volvo et s'intègre dans l'organisation du groupe.

### 1.2.1 La Structure du Groupe Volvo

Le groupe AB VOLVO est structuré selon une organisation transversale divisée en « Business Area » et « Business Unit ».

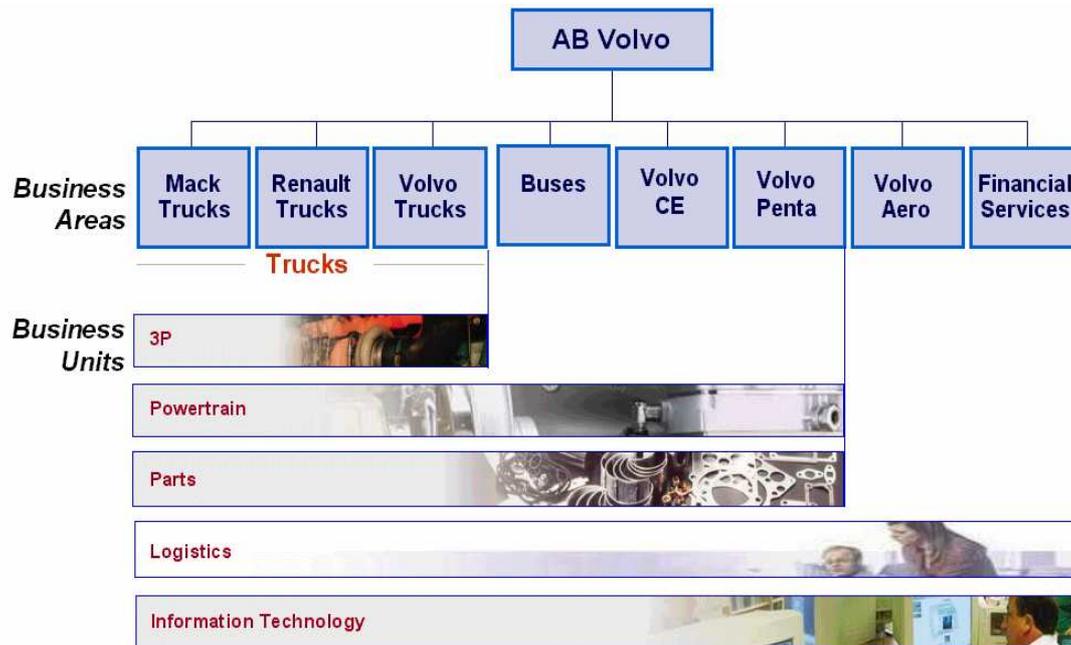


Figure 2: Organisation du Groupe Volvo

Les Business Area correspondent à 8 marques distinctes. Ces produits complémentaires positionnent le groupe sur plusieurs secteurs d'activités :

- le Véhicule Industriel représenté par **Mack Trucks, Renault Trucks, Volvo Trucks**

- le transport en commun avec la fabrication des **Bus Volvo**
- le matériel de travaux publics avec **Volvo Construction Equipment**
- le transport nautique avec **Volvo Penta**
- le transport aérien avec **Volvo Aero**
- les services financiers avec **Volvo Financial Services**.

Les Business Units correspondent à des services communs aux Business Area. Ces unités ont, chacune, leur spécificité et développent des fonctions supports au service des marques.

- **3P** (Product planning, Product Development, Purchasing) : Service responsable des projets, études et achats camions. 3P travaille uniquement pour les trois marques "Trucks" du groupe.

- **Powertrain**: Fournisseur de moteurs, boîtes de vitesses, ponts et essieux du groupe.

- **Parts:** Gère les pièces de rechanges pour les produits camions, bus et autocars, équipement de construction et moteurs marins.
- **Logistics:** Service logistique du groupe pour le transport des éléments.
- **Information Technology:** Service central pour l'informatique.

L'intérêt de cette organisation est de mettre en commun un maximum de ressources, tout en assurant l'indépendance des marques et donc la différence vis-à-vis du client final.

### 1.3 L'entreprise Renault Trucks

#### 1.3.1 Présentation Générale

Renault Trucks compte **14 359 employés**. Le chiffre d'affaires de l'entreprise n'est pas divulgué, suite à la volonté de Volvo.

A ce jour, Renault Trucks occupe :

- **La première place sur le marché gamme Lourde en France,**
- **La seconde place sur le marché gamme Lourde en Espagne, Portugal et Lituanie.**

Le volume de ventes en 2008 est de près de **76 774 camions** (dont 21 189 utilitaires et 55 585 industriels), après un record de 79 857 véhicules en 2007, donc une baisse de près de 4% dans le volume de ventes total de l'entreprise.

#### 1.3.2 Les Produits

Renault Trucks a totalement renouvelé sa gamme de camion depuis 1996. Aujourd'hui, cette gamme se découpe en 3 :

<i>Gamme utilitaire (partagée avec Renault SA)</i>	Pour le transport en ville	- Master - Mascott
<i>Gamme intermédiaire</i>	Pour le transport en ville et régional	- Midlum - Premium Distribution
<i>Gamme haute</i>	Pour les trajets au niveau national et international	- Premium Route - Magnum
	Pour les chantiers	- Kerax - Premium Lander

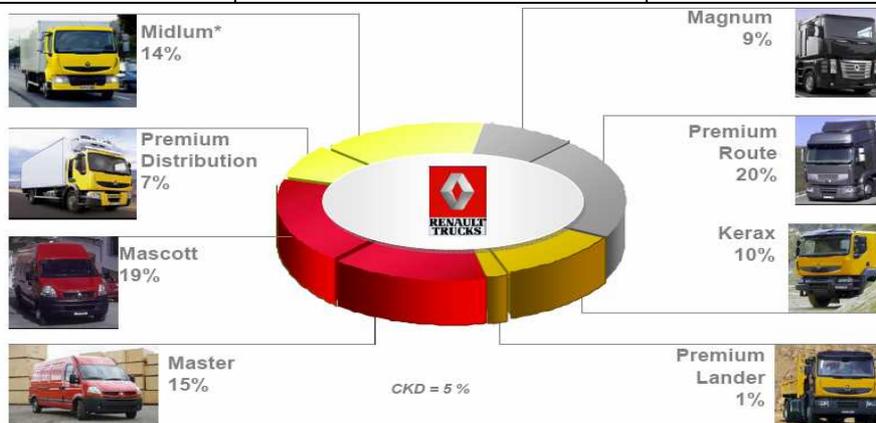


Figure 3: Répartition des ventes par gamme 2006

Le "porte drapeau" de la marque est un véhicule de transport routier haut de gamme: le Magnum.

### 1.3.3 Les Sites de Production

Renault Trucks produit des véhicules sur 6 sites européens et différents sites CKD (assemblage hors Europe).

Ces sites CKD (Completely Knocked Down ; lot de pièces détachées) sont rattachés à Renault Trucks et sont chargés de l'assemblage des pièces envoyées par les sites européens afin de produire des camions pour les pays d'Amérique du Sud, du Maghreb, d'Afrique, du Moyen Orient et d'Océanie. Ce système a été mis en place pour des raisons douanières et financières (taxes, frais de livraison,...)

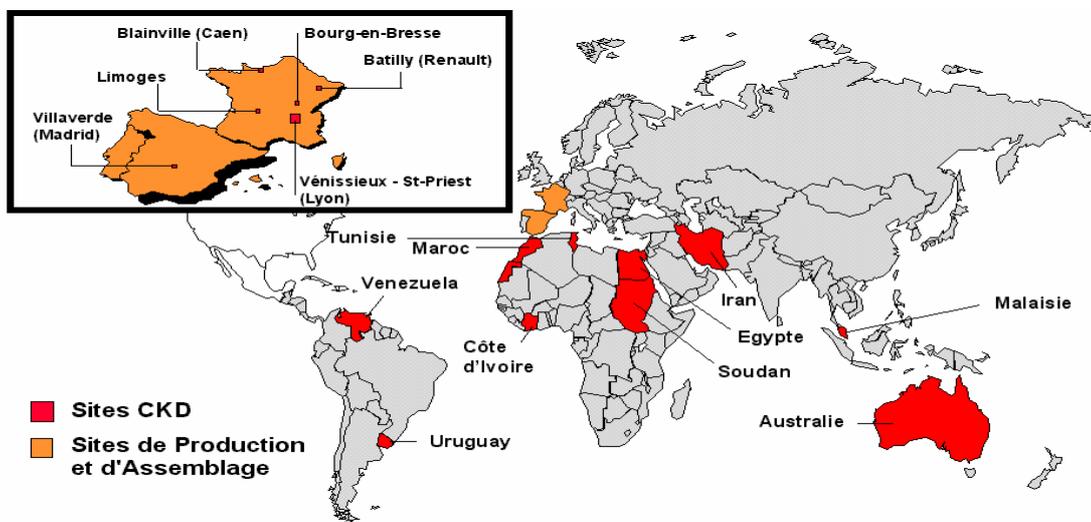


Figure 4: Sites de Production dans le monde

<i>Blainville</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assemblage des cabines de tous les VI (Véhicules Industriels) de la gamme</li> <li>- Assemblage des VI gamme intermédiaire (Midlum)</li> <li>- Production d'équipements pour les camions</li> </ul>
<i>Bourg en Bresse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assemblage des VI gamme haute (Premium, Magnum)</li> </ul>
<i>Limoges</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges standards</li> <li>- Pièces de rechange</li> <li>- Équipements militaires</li> </ul>
<i>Vénissieux / Saint-Priest</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonderie</li> <li>- Emboutissage</li> <li>- Moteurs</li> <li>- Ponts et essieux</li> <li>- Centre international de pièces de rechange</li> <li>- Centre d'étude et de recherche</li> <li>- Centre de formation</li> </ul>
<i>Batilly</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assemblage gamme utilitaire (Master, Mascott)</li> <li>- Site Renault Automobiles</li> </ul>
<i>Villaverde (Espagne)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assemblage de la gamme chantier (Kerax)</li> <li>- Usinage de pièces mécaniques</li> </ul>

## 1.4 Le centre d'emboutissage, Vénissieux

L'importance de la présentation du centre d'emboutissage est d'expliquer le scénario de mon stage, en identifiant les principaux bâtiments, les différentes lignes de production, produits, clients et fournisseurs.

### 1.4.1 Présentation Générale

Le centre emboutissage est situé à Vénissieux et a été construit en 1915. Il dégage un chiffre d'affaires de 58 millions d'euros et compte actuellement 265 salariés. Nous trouvons, en plus des ouvriers de production et de maintenance, un directeur de centre, des services comptabilité, ressources humaines, qualité et recherche propres.

L'emboutissage a la particularité d'avoir un fonctionnement autonome par rapport aux autres services présents sur le site de Vénissieux. Aucun lien n'est fait entre le service Emboutissage et les unités Moteur ou Fonderie.

### 1.4.2 Les différents bâtiments du centre emboutissage

Le centre Emboutissage s'étend sur plus de 44 500 m<sup>2</sup>. Il est composé de différents bâtiments :

#### □ Le bâtiment CD5

Le bâtiment CD5 sert d'entrepôt pour les bobines utilisées par les lignes de presses TGP (Très Grosses Presses).

Le débitage des bobines de tôle fine est effectué par une ligne de cisailage qui les découpe en flans. Ces derniers sont ensuite envoyés au bâtiment BC3 sur la ligne TGP.



Figure 5: Stock de bobines



Figure 6: Ligne de cisailage

#### □ Le bâtiment BC3

Le bâtiment BC3 est principalement composé de:

- **une ligne de presse TGP (Très Grosses Presses)**, également appelée GP2. Elle est constituée de 5 presses mécaniques de 900 à 1 400 tonnes, qui travaillent sur la tôle fine (de 0.65 à 2mm d'épaisseur). Cette ligne est automatisée : le chargement des flans (provenant de CD5) dans les presses est réalisé par des robots, tout comme l'extraction de la presse et le transfert à la presse suivante. La seule opération manuelle est le conditionnement des pièces en sortie de ligne, qui nécessite des opérateurs. Cette

ligne possède 2 entrées et 3 sorties possibles. C'est sur cette ligne qu'était basé mon stage. Le déploiement du flux tiré sur la fabrication de pièces TGP, où la consommation de pièces finies pilote la production d'un nouveau lot à un moment donné.



Figure 7: Ligne TGP automatisée

Les grandes pièces de structure et les pièces d'aspect cabines sont traitées sur cette ligne. Le principal client des pièces TGP est l'usine Renault Trucks à Blainville.

Chiffres clés :

- 118 références embouties
- 350 pièces /heure
- 6000 pièces/ jour
- 44 familles d'outils de presse différentes
- environ 6 changements de série/jour (chaque série utilise une famille d'outils de presse différente)

La ligne TGP présente une énorme diversité de pièces finies avec des consommations différentes et ses particularités, ce qui rend plus difficile le pilotage par flux tiré et la standardisation des tâches de travail.

- **une ligne de presse MP (Moyennes Presses)**, également appelée GP1. Elle travaille de la tôle épaisse (de 2 à 10mm d'épaisseur). Cette ligne est semi automatisée : le chargement des flans (provenant d'un fournisseur extérieur) dans les presses et le conditionnement se font manuellement alors que l'extraction se fait par l'intermédiaire de bras extracteurs mécanisés (préhenseurs) et que le transfert entre les presses nécessite des tapis roulants.

Cette ligne est rattachée à **la presse Schuler**. Cette presse reçoit les bobines d'acier et produit des pièces qui peuvent ensuite être injectées sur la ligne MP. Les pièces châssis et structure cabine sont traitées sur cette ligne.

Chiffres clés :

- 200 références embouties,
- 300 pièces/heure,
- 5 000 000 pièces/an.

- **un atelier de soudage (8001)**, qui réalise des assemblages par soudure manuelle ou machine
- **un service de maintenance**, qui est en charge de la maintenance opérationnelle. Il s'agit de la maintenance des machines et de la maintenance légère des bâtiments (électricité essentiellement).
- **un service de réparation et maintenance des outils des activités Schuler, MP et TGP ainsi que différentes zones de stockage pour ces outils.**
- **un atelier de fabrication spéciale**, qui reprend les pièces non conformes et réalise des fabrications ou des essais de pièces avant série. Les machines à disposition sont une plieuse, des poinçonneuses et d'autres outils divers.
- **des bureaux** pour les services fabrication, ordonnancement et maintenance

□ **Le bâtiment BC4**

Le bâtiment BC4 est principalement composé de:

- **un atelier de rivetage** : l'assemblage par rivetage, a lieu dans chacun des cinq îlots, dont trois sont équipés de machines robotisées.
- **un atelier de peinture**, pour le traitement de surface, la peinture et l'étuvage des pièces
- **des zones de stockage et d'expédition** (le magasin)
- **des bureaux** de la direction du centre emboutissage ainsi que ceux du service méthode, logistique, projets et qualité

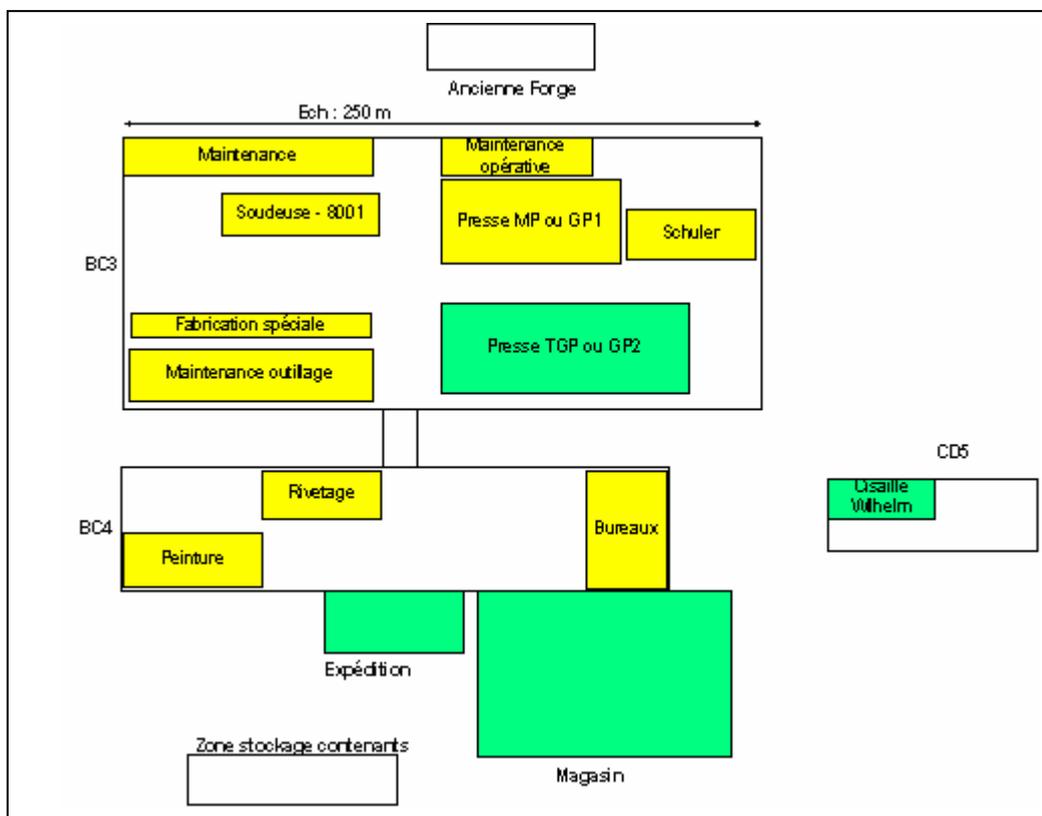


Figure 8: Plan du centre d'emboutissage

### 1.4.2.1 Méthodes Logistique

Dans le cadre de mon stage chez Renault Trucks, je fais partie de l'équipe du service Méthodes Logistiques. Le service propose des solutions optimales en matière de production et accompagne les autres services dans la mise en place de ces solutions. Ses missions sont :

- Support sur les méthodes de production
- Ordonnancement des pièces nouvelles et modifiées (OPNM) : Rentrer dans le système et mettre à jour la documentation des produits
- Gestion des contenants standards et spécifiques (emballage métallique)
- Gestion des Volvo-emballage consignés (emballage bois)
- Projets (développement nouveaux conditionnements et flux usine)

Le service est organisé selon l'organigramme ci-dessous, dont je réponde au projet flux tiré pour la ligne TGP. Un autre projet de flux tiré pour la ligne MP est aussi en place.

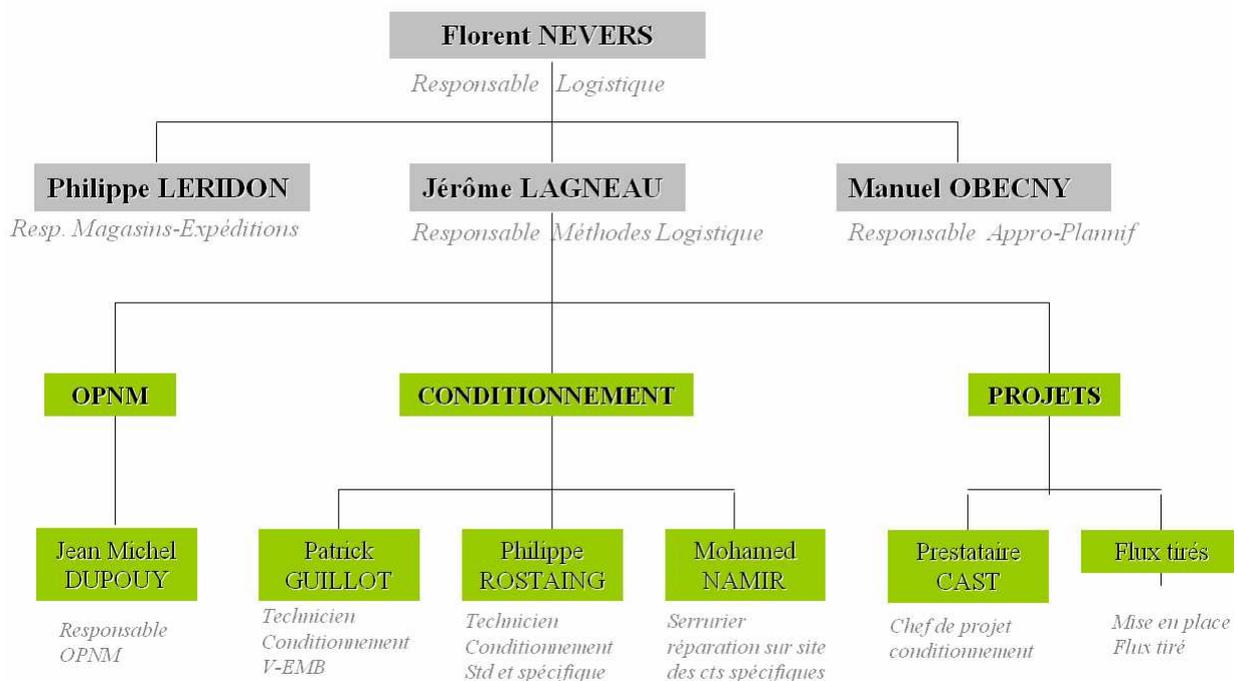


Figure 9: Organigramme de l'équipe Méthodes Logistique

### 1.4.3 Les Produits du Centre Emboutissage

Le centre emboutissage produit deux types de pièces : les pièces en tôles fines et les pièces en tôles épaisses.

- **Les tôles fines** sont destinées aux **cabines des camions**. Elles sont embouties sur la ligne de presses TGP, ce sont des tôles de grandes dimensions et de faibles épaisseurs. Elles sont en acier nu, électro-zinguées ou galvanisées. Le galva et le zinc sont une couche déposée sur les tôles pour augmenter la résistance à la corrosion.

- **Les tôles épaisses** sont destinées aux **châssis des camions** ; du fait de leurs épaisseurs supérieures à 2 mm elles sont embouties sur la ligne de presses MP. De plus elles se doivent d'être plus résistantes car elles sont soumises à de fortes contraintes.



Figure 10: Pièce tôle fine



Figure 11: Pièce tôle épaisse

#### 1.4.4 Organisation de la Production

Normalement, pour assurer la production sous le mode "Juste à Temps", le centre produit 24 heures sur 24 et 5 jours sur 7 avec :

- une équipe matin,
- une équipe après-midi,
- une équipe nuit,

La production est arrêtée seulement le weekend et un mois pendant l'été pour effectuer la maintenance des machines et différents travaux d'été.

Pendant la durée de mon stage, pour survivre la crise économique mondiale, installée depuis la milieu d'année 2008, Renault Trucks a été obligée de prendre quelques décisions. Pour ne pas toucher la capacité de la ligne de production, l'entreprise a réduit le nombre de jours travaillés, donc le centre produit 2 ou 3 jours par semaine seulement, ce qui est suffisant pour répondre aux besoins des clients.

##### □ Clients

Les clients du centre Emboutissage sont pour la plupart des clients internes au groupe Renault Trucks, notamment le site d'assemblage de Bourg en Bresse et celui de Blainville (principal client des pièces TGP), et aussi Volvo.

##### □ Fournisseurs

Le centre emboutissage traite principalement avec un fournisseur d'acier, Arcelor.

## 2 Contexte, Analyse de l'existant

La principale mission qui m'a été confiée en termes de flux tirés concerne:

- le flux de production des pièces TGP

### 2.1 Le Flux TGP

Les pièces TGP sont des pièces de tôle fine de grandes dimensions qui subissent plusieurs opérations. Ces composants (bobines d'acier) passent tout d'abord pour la cisaille à CD5 (environ 48 heures avant la fabrication), qui les découpe en flans et sont ensuite envoyés au bâtiment BC3 sur la ligne TGP. Ensuite quelques flans passent pour une prédécoupe, afin de donner un format spécifique aux flans avant de les emboutir, mais la majorité (environ 90% des pièces produites) passent directement sur la ligne TGP et donc l'emboutissage des flans. Puis toutes ces pièces sont envoyées au magasin pour expédition aux clients (dont Renault Trucks Blainville, est le principal client).

#### 2.1.1 Etat des lieux

La représentation en VSM (voir Glossaire) trouvée ci-dessous montre le flux de pièces TGP depuis le fournisseur de matière (Arcelor Mittal) jusqu'au client (Renault Trucks Blainville) au début de mon stage. Cette représentation reprend le mode de fonctionnement des flux poussés. Comme on peut le voir et le confirmer, les prévisions sont la base la plus importante car sans elles, impossible de produire.

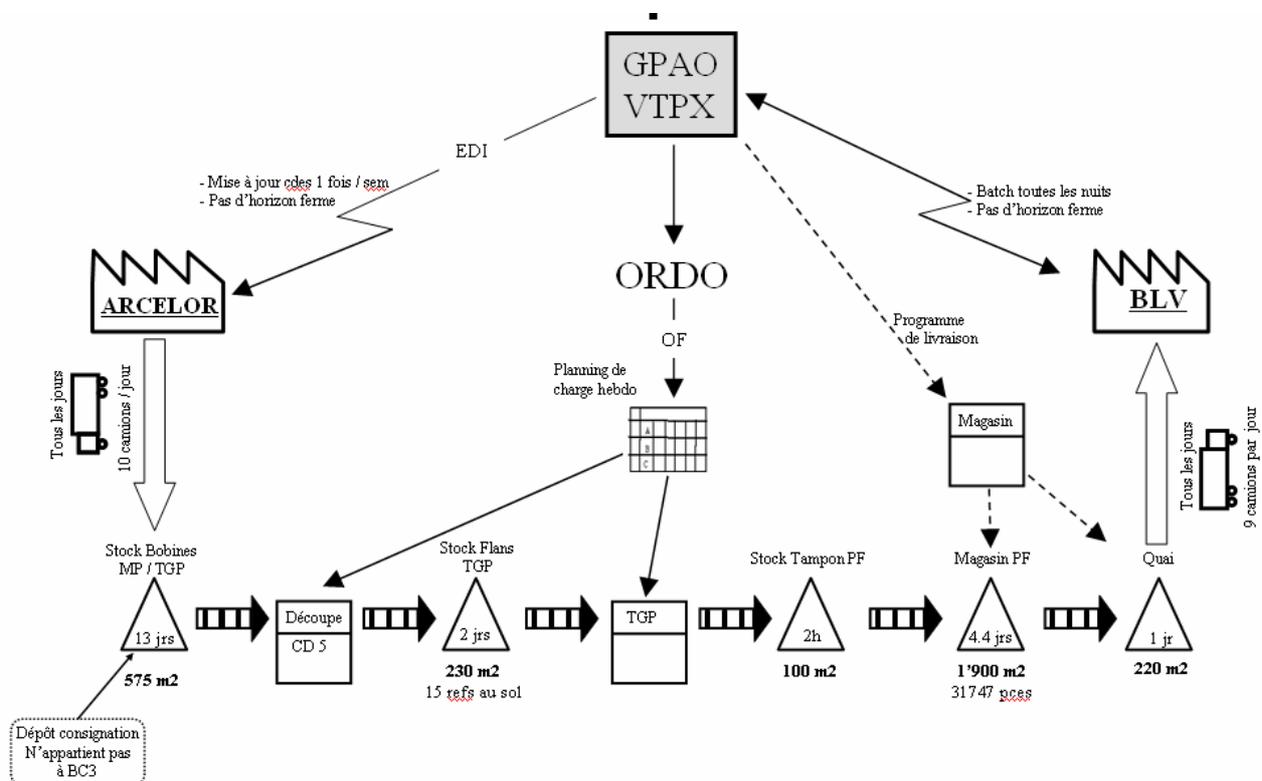


Figure 12: Représentation en VSM du flux poussé sur la ligne TGP

En travaillant avec un flux poussé sur la ligne TGP, la production de pièces de tôle fine était basée sur la prévision effectuée par un système informatique appelé VTPX (système utilisé pour la gestion de production assistée par ordinateur - GPAO). La production poussée anticipe la demande en s'appuyant sur des prévisions de livraisons de produits finis (les composants sont « poussés », de poste en poste, de l'amont vers l'aval, jusqu'à l'expédition. L'entreprise s'expose donc à produire inutilement et à avoir des immobilisations financières inutiles.

En conséquence, le service ordonnancement n'a pas de maîtrise sur la production et ne possède pas de vision globale et concrète sur celle-ci.

Un logiciel de GPAO, Gestion de la production assistée par ordinateur, est un programme modulaire de gestion de production permettant de gérer l'ensemble des activités, liées à la production, d'une entreprise industrielle :

- Gestion des stocks et des achats
- Gestion de commandes
- Gestion des produits engendrés par ces commandes
- Gestion des articles entrant la fabrication des produits et de leurs nomenclatures-gammes,
- Expédition des produits
- Facturation

VTPX permet à tous les salariés de Renault-Trucks en France de visionner les informations d'une référence. En effet, il permet de savoir la disponibilité en magasin, les ordres de fabrication, les quantités de production, et beaucoup d'autres encore.

Concernant la fabrication et l'ordonnancement, le système pilote la demande de matière vers le fournisseur Arcelor Mittal par EDI (échange de données informatiques) orienté sur la prévision des ventes avec 6 mois en avance avec une mise à jour hebdomadaire. Selon les besoins prévisionnels calculés par VTPX, l'équipe d'ordonnancement préparait un planning de production. Cette planification ne tenait pas compte de la consommation réelle dans le magasin de pièces finies. La production planifiée était mise dans le bureau sur la forme des ordres de fabrication avec les quantités et références issues de propositions GPAO (taille du lot, date).



Figure 13: Planning de production TGP avant le flux tiré

Après la fabrication des pièces (voir Figure 12), les contenants étaient identifiés avec l'ordre de fabrication et ramenés dans une zone tampon à côté de la ligne. Ensuite, un cariste de l'équipe du magasin expédition cherchait les contenants dans la zone tampon pour les rentrer dans un magasin (lieu de stockage sans les emplacements dédiés par type de pièce), et faisait une opération informatique d'entrée magasin pour chaque contenant. Finalement, selon le programme de livraison, le magasin effectuait les expéditions au par camion (environ 9 camions par jour).

Le problème d'avoir un système tout informatisé qui pilote une ligne de production est d'abord son manque de flexibilité. Un changement inattendu de la demande du client, ne peut pas être prévu par le système, ce qui va demander une action du gestionnaire d'ordonnancement et une demande de fabrication en urgence, pour essayer d'éviter les retards clients.

Un autre problème identifié était le fait que le système informatique ne donne pas d'information visuel sur ce qu'on a vraiment en stock, donc parfois on se trouvait dans le cas d'un stock hors de contrôle.

## 2.2 Définition du Projet

### 2.2.1 Mission

Au sein du centre emboutissage de Renault Trucks, j'ai la mission de l'animation et la participation à des chantiers de progrès sur les flux logistiques du centre emboutissage: aussi bien flux physiques (caristes, lieux de stockage...) que d'information notamment avec le déploiement de flux tirés. Les compétences requises pour la réalisation du projet étaient: autonomie et rigueur, connaissance des outils d'amélioration continue et du lean manufacturing, travail en équipe, et présence terrain. Le projet fait partie d'un autre projet plus ample piloté par mon tuteur Florent Nevers de la mise en place d'une boucle Kanban de consommation avec l'usine Renault Trucks à Blainville.

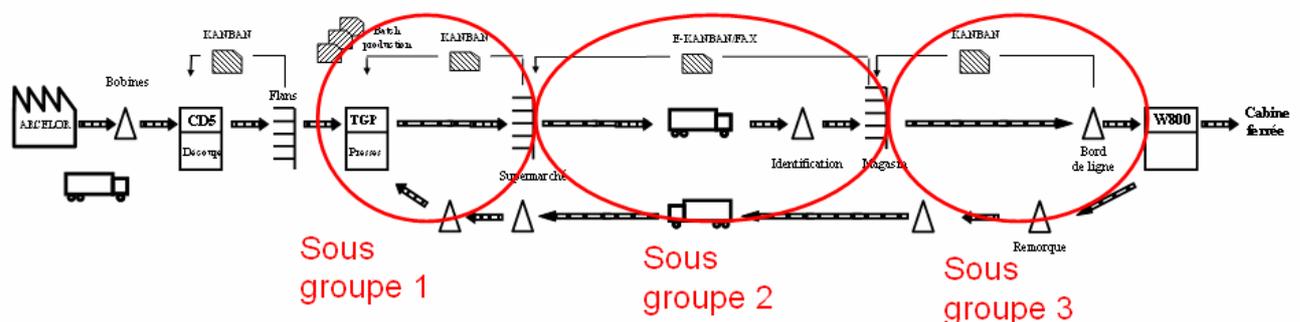


Figure 14: Représentation en VSM de la boucle de consommation avec Blainville

La première étape (sous-groupe 1), but de mon projet, c'est le déploiement du flux tiré au centre d'emboutissage pour les pièces TGP.

## 2.2.2 Sujet : Flux Tiré « Kanban »

Depuis plusieurs années, les entreprises cherchent la meilleure façon d'optimiser leurs productions et ainsi passer des flux poussés qui consistent à produire sur prévisions et vendre ce qui est produit, à un mode de Juste à Temps aussi appelé Flux tirés.

Les flux tirés eux définissent leur mode de fonctionnement comme produire sur commandes fermes, la consommation d'un produit dans le stock de produits finis est le déclenchement pour un ordre de fabrication et donc produire ce qui a été vendu. Ils ont aussi 3 objectifs :

- livrer ce que veut le client, et pas un autre produit
- quand il le veut, ni avant, ni après
- où il le veut, et dans la quantité demandé, ni plus, ni moins

Les flux tirés possèdent un outil optimal : le KANBAN.

Un kanban est un terme Japonais signifiant « étiquette » que l'on fixe sur les moyens de conditionnement de pièces ou produits dans une ligne d'assemblage ou sur une aire de stockage.

Le nombre de cartes kanban en circulation doit être optimisé pour éviter la constitution d'une production trop importante qui pourrait dérégler la boucle.

Cette méthode, déployée à la fin des années 1950 dans les usines Toyota, est mise en place entre deux postes de travail et limite la production du poste amont aux besoins exacts du poste aval. Cette méthode est surtout adaptée aux entreprises ayant une production répétitive et relativement régulière.

La méthode est fondée sur :

- l'emploi optimal du personnel
- le just-in-time (juste à temps)
- la réduction des stocks (par commandes journalières)
- la concertation entre la production et la vente pour assurer une charge constante
- la qualité du personnel
- la standardisation du travail
- la conception des produits en vue de faciliter leur fabrication
- la gestion centralisée
- le principe " SMED " (Single Minute Exchange of Die) qui consiste en réduire les temps de changement d'outils de fabrication

Le Kanban a pour but de définir les modalités de mise en route d'une production en flux tiré, c'est-à-dire dans laquelle ce sont les commandes-clients qui déclenchent « automatiquement » la fabrication par remontée des ordres depuis la sortie des produits.

Dans un atelier de production, cela se traduit par le fait qu'un poste amont ne doit produire que ce qui lui est demandé par son poste aval qui ne doit lui même ne produire que ce qui lui est demandé par son propre poste aval et ainsi de suite... le poste le plus en aval ne devant produire que pour répondre à la demande des clients. Dans ce contexte, la production est donc tirée vers l'aval à partir des commandes.

Il est important pour le bon fonctionnement de la boucle :

- Production répétitive (grande ou moyenne série)
- Commandes clients bien réparties
- Changement de série rapide
- Maintenance préventive
- Qualité totale

### 2.2.2.1 Principes du Kanban

Chaque contenant de pièces est accompagné par une étiquette kanban. La consommation finale du produit en stock enchaînera la demande de fabrication d'un nouveau pour le remplacer. Le flux sera donc plus simple et la production se gèrera par elle-même.

- Le Stock Supermarché:

Un supermarché, en production, est une zone de stockage où chaque référence a son emplacement dédié. Pour déployer des flux tirés, il est primordial de disposer d'un supermarché.

Dans ma mission globale de déploiement de flux tirés au centre emboutissage, il m'a fallu mettre en place un supermarché pour les pièces finies TGP et pour les flans qui passent pour l'opération de prédécoupe.

- Le Tableau d'Accumulation:

A mesure que les contenants de pièces finies sont consommés vers le supermarché, les cartes Kanban vont à un tableau d'accumulation organisé par référence ou famille de références. Chaque colonne de l'accumulateur a un seuil de déclenchement (taille du lot économique par rapport au nombre de cartes) préétabli. Une fois que les cartes arrivent au seuil, un lancement de la production est déclenché. Comme on peut avoir plusieurs séries qui vont déclencher au même temps, il faut mettre en place un planning (ou Lanceur), pour toutes les séries en attente de fabrication.

- Le Planning « Lanceur » :

Le Lanceur doit être placé à proximité du poste de travail. Il permet de:

- visualiser les kanban en attente de réalisation;
- être informé des problèmes du poste aval (par exemple : non retour de kanban);
- définir une priorité pour le lancement en fabrication;
- connaître la situation d'en-cours

- Calcul de la boucle Kanban

Plusieurs critères peuvent être choisis pour le calcul d'une boucle Kanban. Le problème qui se pose quand on met en place un système kanban dans un atelier est de déterminer le nombre de cartes kanban à mettre en circulation. Comme il n'existe pas une « formule magique » pour le faire, chaque entreprise dimensionne sa boucle avec ses propres contraintes.

Normalement, le calcul est fait par rapport à la consommation moyenne de pièces par unité de temps, le délai de mise à disposition des pièces (qui est en particulier fonction de la cadence de fabrication du poste considéré) et le nombre de pièces par contenants. La méthode de calcul utilisé dans mon projet chez Renault Trucks, aussi bien que tous les paramètres utilisés pour le faire, sont présentés dans la session 3.2.

## 3 Projet – Réalisation Technique

### 3.1 Organisation

Il s'agit d'un projet complet, de l'étude de l'existant à la réalisation du chantier et application du flux tiré. C'était un projet court terme prévu au retour des congés 2009. Un premier Gantt (voir Annexe A.1) a été réalisé afin de définir les étapes importantes de ce projet.

Pendant les trois premières semaines de stage, j'ai vécu une première phase du projet qui comprenait un travail d'approche du sujet, de l'entreprise et des futurs interlocuteurs de mon projet. Elle consistait également à dresser un **état des lieux** sur l'implantation existante, les flux actuels.

La seconde phase consistait à la **mise en place d'un groupe de travail** et à la **confection de différents scénarios des flux**, afin de définir exactement les besoins et de valider ensemble les solutions. Le groupe de travail était formé par des personnes clefs de chaque service affecté au projet (méthodes logistiques, magasin expéditions, ordonnancement, fabrication et qualité). On faisait des réunions hebdomadaires d'une heure pour analyser et valider les différents sujets. Comme animateur du projet, j'ai préparé les présentations et j'ai organisé toutes les décisions et actions futures avec responsable et délai dans un fichier de suivi informatique (voir Annexe A.2), que j'envoyais après chaque réunion aux participants du groupe aussi bien que ses responsables. Avec ce fichier on pouvait suivre les actions par rapport au planning établi et bien respecter les délais du projet.

La troisième étape consistait au **calcul de la boucle Kanban** (définition du nombre de cartes, surface nécessaire, coûts impliqués), **déploiement du projet et mise en place d'un système Kanban dans l'atelier** avec la formation de tous les acteurs engagés de l'entreprise.

La quatrième et dernière étape, débutant le 31 d'Août était **l'application du projet (démarrage du flux tiré) et suivi de fonctionnement** avec des audits hebdomadaires. Malheureusement, mon stage se terminant le 18 Septembre, je n'ai pas pu participer qu'aux trois premières semaines de cette phase.

Au niveau du projet, j'étais vraiment autonome mais, je pouvais m'appuyer sur l'aide de mon tuteur. Nous avons fait des points régulièrement afin de réfléchir ensemble sur les solutions et leur faisabilité. Il m'indiquait ce que je devrais faire passer en priorité, les personnes à rencontrer pour obtenir des informations.

Au fil des semaines, j'ai acquis plus d'autonomie, en sachant où et comment trouver les informations et en connaissant les personnes compétentes dans les domaines voulues. Je savais également mieux quelle était la démarche à suivre lors d'un projet au sein du centre. En parallèle, mon tuteur me donnait plus de responsabilités, par exemple,

la présentation de notre projet au comité de direction le jour du démarrage du nouveau mode de pilotage de la ligne TGP (le 31/08) et dernièrement (le 10/09) au niveau de la direction de fabrication général de Renault Trucks.

### 3.1.1 Outils Utilisés

- VTPX:

Un logiciel de GPAO, Gestion de la production assistée par ordinateur, est un programme modulaire de gestion de production permettant de gérer l'ensemble des activités, liées à la production, d'une entreprise industrielle :

- Gestion des stocks et des achats
- Gestion de commandes
- Gestion des produits engendrés par ces commandes
- Gestion des articles entrant dans la fabrication des produits et de leurs nomenclatures-gammes
- Expédition des produits
- Facturation

VTPX permet à tous les salariés de Renault-Trucks en France de visionner les informations d'une référence. En effet, il permet de savoir la disponibilité en magasin, les ordres de fabrication, les quantités de production, et beaucoup d'autres encore. Il gère aussi tout ce qui attrait au personnel et commandes fournitures.

- HARRY:

Le logiciel HARRY permet l'extraction sous format Excel des données trouvées sur le système VTPX. L'utilisation d'HARRY est indispensable pour obtenir et organiser toutes les données en relation aux références de pièces de la ligne TGP, comme la famille d'outils, consommation moyenne journalière, type de contenant utilisé, quantité de pièces par contenant, cadence de fabrication. Tous ces paramètres ont été utilisés pour le calcul de la boucle Kanban.

- Microsoft Excel:

Microsoft Excel a été le logiciel le plus utilisé pour moi depuis le début du stage. Avec les extractions HARRY et une multitude de données pour traiter, je pouvais organiser et classifier les données par références et par familles de pièces de façon rapide. Excel m'a permis de créer un fichier automatique pour le calcul de la boucle avec toutes les paramètres impliqués inclus et de très facile mise à jour. De cette façon, le gestionnaire du système Kanban va pouvoir mettre à jour son nombre de cartes lors des modifications des paramètres.

- Microsoft Visio:

Microsoft Visio a été utilisé pour la création des plans d'implantations des supermarchés (stock avec emplacements dédiés). Avant de créer les emplacements physiques, on pouvait simuler à l'échelle toute la surface du supermarché.

## 3.2 Définitions et Calculs des paramètres

Après une première phase de découverte de l'entreprise et analyse de l'existant on a déterminé quelques paramètres et données d'entrée pour le calcul de la boucle et confectionner différents scénarios de flux.

- **Familles ou Séries**

La première décision qu'on a pris a été de regrouper les références de pièces finies TGP (correspondant à 132 références) en famille d'outils (on réduit à 44 familles). Ça veut dire que les pièces d'une même famille ou série sont produites avec les mêmes outils de presse et donc, nous n'avons pas besoin de changer les outils (environ 35 minutes pour changer les outils d'une série à l'autre sont nécessaires) et comme ça on simplifie la production. Les familles en général utilisent le même type de flan et matière première (bobine) pour ses références. De cette façon, on décide de lancer toujours la production d'une famille, par rapport à la consommation de chaque référence concernée.

- **Taille du Lot**

Une autre décision prise au début a été de figer le temps de fabrication de l'ensemble de pièces d'une famille à 3 heures de fabrication. On a vu qu'avec 3 heures de fabrication par famille, on aurait environ 4 ou 5 jours de couverture en stock pour la majorité des familles avec une consommation régulière. Au-delà de ça, 3 heures de fabrication est cohérent avec la performance de la ligne TGP et le nombre de changements de séries par jour voulu. Il faut préciser que le temps de 3 heures est ajusté par rapport au temps de fabrication d'un contenant complet, et donc on aura toujours un peu plus que trois heures de fabrication.

Pour déterminer le nombre de pièces correspondantes au temps de fabrication, on a multiplié la cadence en coup/minute de la machine par le temps de fabrication en minutes (soit 180 min).

Le nombre total des contenants complets qui corresponde au temps de fabrication de la famille va nous déterminer le nombre de cartes Kanban correspondants au seuil de déclenchement de la famille dans le tableau accumulateur.

- **Familles en Kanban (voir Annexe A.3)**

En théorie, on peut dire que le flux tiré marchera bien pour les pièces avec une consommation forte et régulière. Pour cette raison, on a choisi les familles qui passent en Kanban par rapport à leur consommation moyenne journalière (CMJ). Pour les familles avec une CMJ au dessus de 20, on les traite par le Kanban (ce qui correspond à 73% des références TGP ou 86 références). Les autres familles avec une CMJ faible (au dessous de 20) ou zéro, on les a laissé en OF (Ordre de Fabrication) avec un lancement au moment qu'on a une demande spécifique de la pièce (correspondant à 32 références).

Le but de cette classification, est de ne pas avoir en stock supermarché les pièces qui ne sont pas consommées souvent, et donc qui « dormiraient » plusieurs jours ou mois en stock et qu'ont le risque d'avoir des problèmes de qualité et d'immobilisation d'argent.

Avec cette décision, on va traiter en Kanban seulement les familles qu'on a une CMJ régulière, ce qui génère une rotation des pièces.

### 3.2.1 Outil de Calcul de la boucle

Pour le calcul du nombre de cartes dans la boucle, on m'a donné la mission de créer un outil qui permet un calcul automatique du nombre de cartes, de la surface nécessaire par rapport aux pièces en stock et de la valeur moyenne du stock. Un outil qui permette une mise à jour facile et rapide.

J'ai créé un fichier Excel (voir annexe A.4), avec toutes les références groupées par familles, et qui reprend quelques paramètres spécifiques par référence pour effectuer les calculs (cadence de fabrication, nombre de pièces par contenant, CMJ...). Les paramètres utilisés dans le calcul sont :

Cadence en coup par minute : Elle correspond au temps utilisé pour la fabrication d'une pièce en minutes par la presse.

Nombre de pièces par coup : nombre de pièces fabriquées par coup de presse. Il existe des références qui sont frappées ensemble et d'autres qui sont individuelles.

Temps de fabrication : c'est le temps de fabrication des pièces d'une série, il était préétabli et correspond à 3 heures de fabrication.

Taille de lot : c'est la quantité de pièces fabriquées en 3 heures de fabrication. Ce numéro est ajusté par rapport au nombre de contenants complets. De cette façon, on aura parfois l'équivalent à un peu plus de 3 heures de fabrication.

Seuil de déclenchement : c'est le nombre de contenants complets (soit nombre de cartes) nécessaire au conditionnement d'une série. Pour l'obtenir on effectue la division : Taille de lot/quantité de pièces par contenant.

Couverture de stock : la taille de lot produite assure un temps de stockage par rapport aux demandes. On la calcule avec la division : Taille de lot/CMJ

Temps d'ouverture : temps de production pour une journée. Il est de 24 heures pour toutes les presses.

Temps de constitution du lot : il nous indique le temps d'attente avant de déclencher un nouveau lot en fabrication. Il s'obtient par la taille de lot divisé par les CMJ (la demande journalière) et le diviser par 24 pour l'avoir en heures.

Temps d'attente dans le lanceur : il constitue le temps durant lequel une série attend d'être fabriquée à la suite de celles déjà dans le lanceur, il est égal au nombre de lots dans le lanceur multiplié par le temps de fabrication moyen. On a établi un maximum de 16 lots dans le lanceur pour démarrer le système. Le but c'est de réduire le nombre de lots dans le lanceur, pour du coup réduire le nombre total de cartes dans la boucle.

Temps de changement outil : il correspond au temps entre la fin d'une série et le début de la suivante, nécessaire au changement d'outils de production.

Fréquence de prélèvement : c'est le nombre de fois où les cartes KANBAN sont récupérées pour les insérer dans le tableau d'accumulation (1 fois par poste au minimum donc 3 fois par jour car les équipes sont en roulement toutes les 8 heures).

Aléas : c'est une couverture pour anticiper certains problèmes tels que non disposition outil, matière ou autres, 8 heures pour la ligne TGP.

Temps de retour carte : c'est le temps qu'une carte mettra pour être remise dans l'accumulateur, ce temps démarre au moment où la carte sera accrochée sur le contenant, son stockage et son retour. Il est obtenu par le **temps de fabrication d'un contenant complet plus le temps de constitution du lot (heures) plus le temps d'attente dans lanceur plus le temps de changement outil plus le temps des aléas et le temps correspondant à fréquence de prélèvement.**

Stock de sécurité : 2 jours de sécurité. Il est calculé par rapport au nombre de cartes, donc de contenants, équivalents à 2 fois la CMJ, avec un minimum de 2 contenants par référence.

Nombre de cartes : il correspond au nombre de cartes dans la boucle par famille. Il y a au minimum 2 cartes dans la boucle. Il est obtenu par le temps total divisé par (temps ouverture par jour divisé par la CMJ de la famille) et divisé par la quantité par contenant. Si le nombre obtenu est inférieur à 2, on met donc 2 cartes dans la boucle sinon la boucle est dérégulée et le flux kanban n'aurait pas lieu d'être.

$$\text{Nombre de Cartes} = \frac{\text{Temps de Retour carte (heures)} \times [\text{Temps d'ouverture (heures/jour)/CMJ (pièces/jour)}]}{\text{Quantité (pièces/contenant)}}$$

(Nb de contenants)

On rajoute à ce numéro le nombre de contenants de sécurité qu'on a calculé par famille. Comme ça, on aura le nombre total de cartes de la famille. Pour déterminer le nombre de cartes par référence, on a fait le rapport entre la CMJ de la référence et la CMJ de la famille, multiplié par le nombre de cartes de cette famille. De cette façon, on est arrivé au nombre de cartes, soit contenants, pour chaque référence.

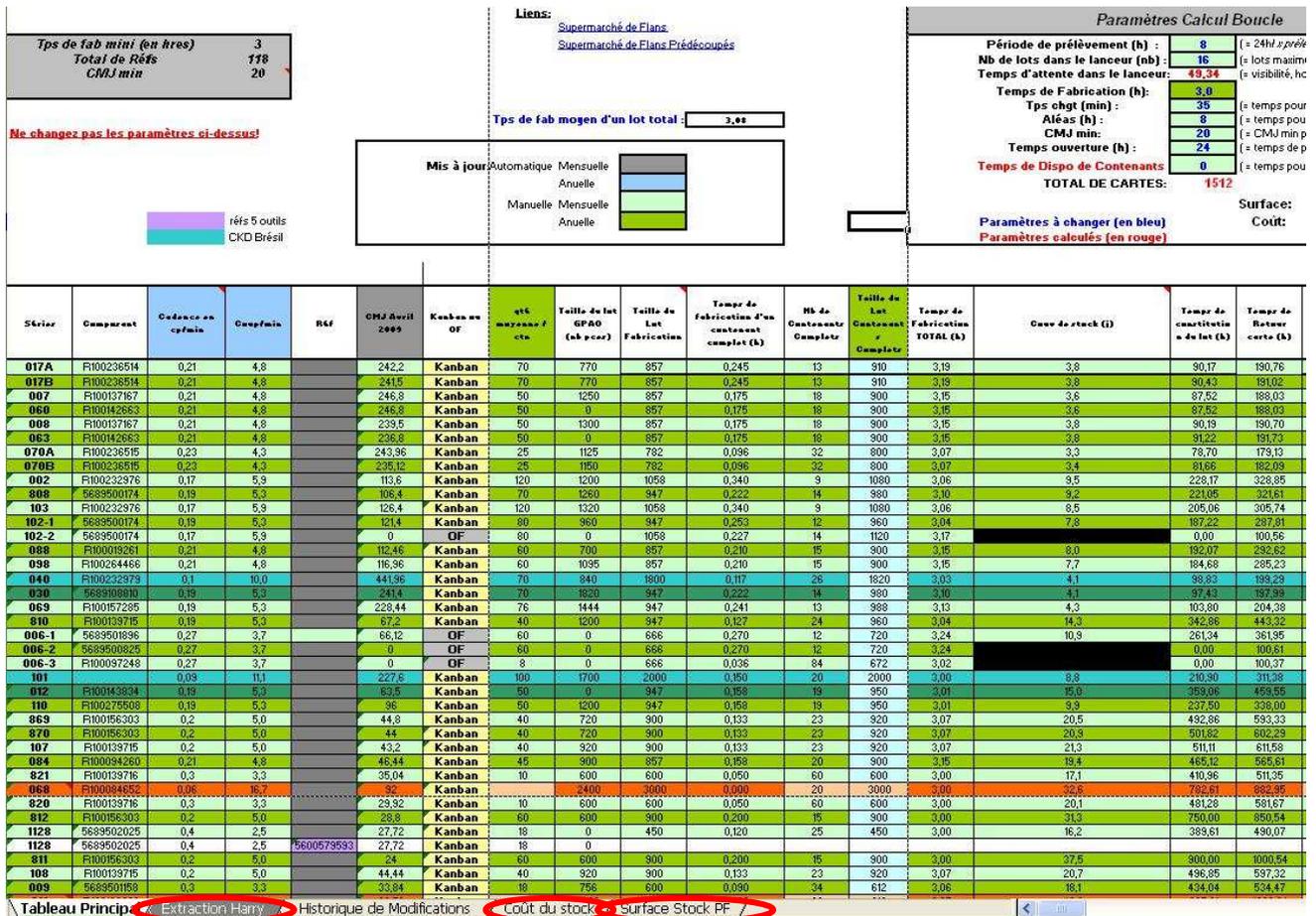


Figure 16: Ecran principale du fichier de calcul pour la boucle Kanban

La mise à jour du fichier sera faite par le gestionnaire, mensuellement (CMJ et paramètres de contrôle), et annuellement (cadence de fabrication de la machine, temps de fabrication des séries). Un code couleur identifie quelles sont les paramètres à changer à sa fréquence de changement. La CMJ de toutes les références est mise à jour avec un simple « copier, coller » d'une extraction HARRY dans l'onglet identifié pour ça.

<b>Paramètres Calcul Boucle</b>		
Période de prélèvement (h) :	8	(= 24h/x prélèvements par jour)
Nb de lots dans le lanceur (nb) :	16	(= lots maximum dans le lanceur)
Temps d'attente dans le lanceur:	49,34	(= visibilité, horizon de fabrication)
Temps de Fabrication (h):	3,0	
Tps chgt (min) :	35	(= temps pour changer d'outil entre 2 séries)
Aléas (h) :	8	(= temps pour anticiper des risques)
CMJ min:	20	(= CMJ min pour pilotage Kanban)
Temps ouverture (h) :	24	(= temps de production pour une journée)
Temps de Dispo de Contenants (j)	0	(= temps pour avoir le contenant disponible)
TOTAL DE CARTES:		1512
	Surface:	2038 m <sup>2</sup>
	Coût:	629 141,46 €
Paramètres à changer (en bleu)		
Paramètres calculés (en rouge)		

Figure 17: Paramètres pour la mise à jour du calcul

Dans un autre onglet (voir Figure 16), le fichier calcule la surface nécessaire pour avoir un stock pour tous ces contenants. Il prend le nombre de contenants par référence divisé par la gerbabilité du contenant (ça veut dire le nombre de contenants qui peuvent être rangés les un sur les autres). Avec ça, on obtient le nombre de piles de contenants par référence, et du coup on peut le multiplier par la surface d'une pile pour avoir la surface nécessaire en stock pour chaque référence. La somme de la surface occupée pour toutes les références multipliée par un coefficient de 1,5 (qui représente une surface de sécurité pour les déplacements des chariots élévateurs et les allées de circulation) va nous donner une estimation de la surface nécessaire pour constituer un stock supermarché pour ces références.

Un dernier onglet, va calculer le coût moyen du stock, en prenant la quantité de pièces en stock (nombre de cartes ou contenants multiplié par le nombre de pièces par contenant) et la multiplier par le prix de la pièce. La somme des coûts de toutes les références va nous donner une valeur qui divisée par 2 (car dans le flux tiré on ne doit jamais avoir tous les contenants de la boucle en stock, on doit aussi avoir les cartes sur le tableau d'accumulation) correspondra à la valeur moyenne du stock.

L'intérêt d'avoir cet outil de calcul automatique au-delà d'une mise à jour facile et rapide, est aussi de pouvoir voir tout de suite l'impact du changement d'un paramètre (si par exemple on réduit le temps de changements d'outils en faisant du SMED) sur le nombre de cartes, sur la surface en supermarché et sur le coût du stock.

### 3.3 Analyse des Propositions de flux

Dans cette partie on va analyser les différentes propositions du groupe de projet pour le déploiement du flux tiré sur la ligne TGP, et identifier les problèmes trouvés dans chaque proposition.

### 3.3.1 Proposition I

La première proposition c'était d'avoir 3 supermarchés (stock dédié par référence) avec 3 boucles Kanban indépendants. Un supermarché de pièces finies pour piloter la fabrication de pièces TGP, un supermarché de flans prédécoupés pour piloter l'opération de prédécoupe et un supermarché de flans pour piloter la découpe à CD5 (voir Glossaire).

On a utilisé l'outil de calcul de la boucle pour dimensionner les supermarchés et identifier les coûts de réalisation du projet.

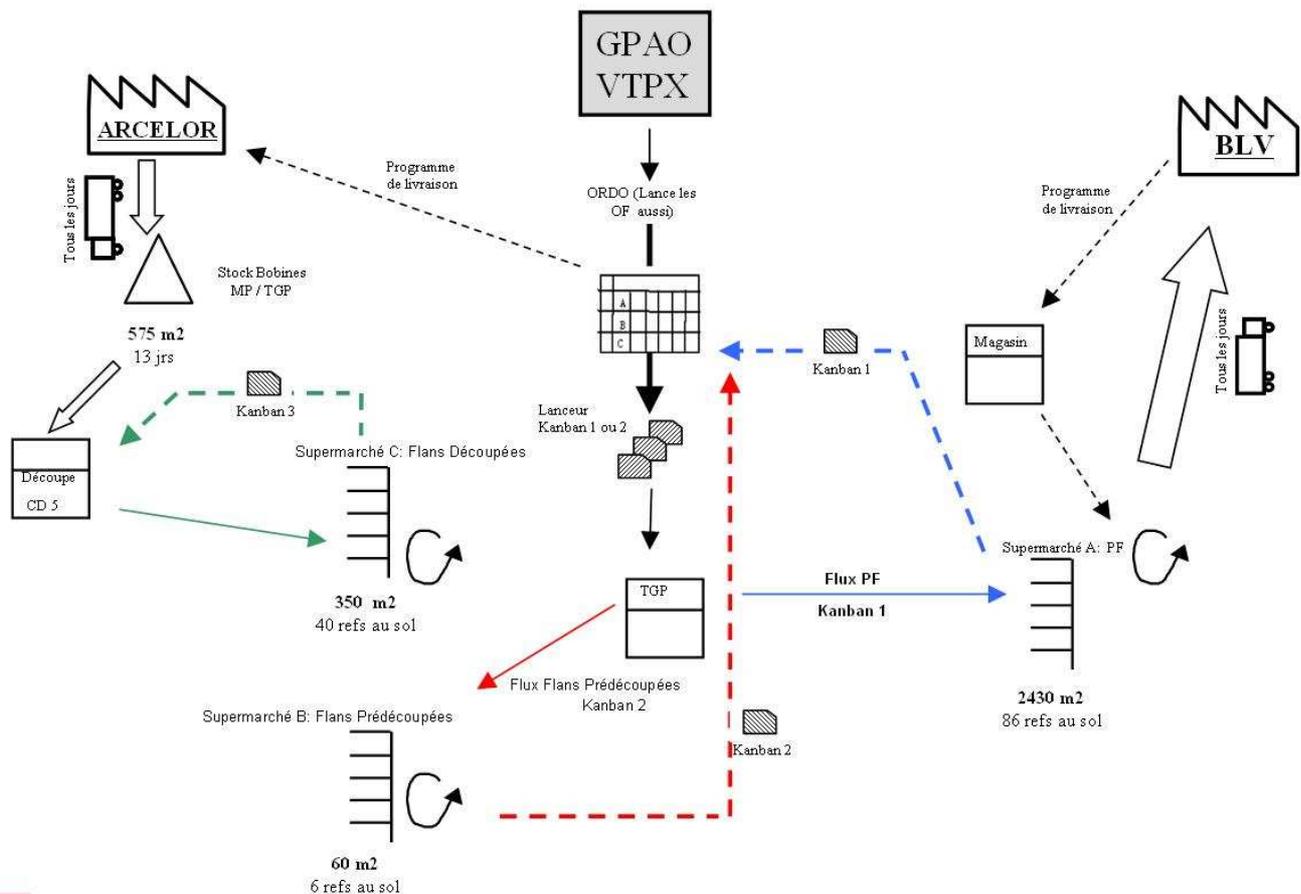


Figure 18: Représentation en VSM de la proposition I de flux sur la ligne TGP

L'idée du flux était de piloter toutes les opérations depuis la consommation vers un supermarché entre le poste qui réalise l'opération (Poste amont) et son client (poste aval).

	Amont		Aval
	Opération	→	Client
Supermarché de pièces finies	Fabrication	→	Blainville
Supermarché de flans prédécoupés	Prédécoupe	→	Fabrication
Supermarché de flans	Cisaille CD5	→	Fabrication Prédécoupe

Le **supermarché de pièces finies**, avec **86 références** avec emplacements dédiés au sol et dimensionné de **2430m<sup>2</sup>** va piloter la production de pièces finies. Ce supermarché serait basé sur la consommation du client (l'usine Renault Trucks à Blainville est le principal client). Ce qui représente une boucle de plus de **1500** cartes avec un coût moyen estimé de **630k€** selon les paramètres fixés dans l'outil de calcul.

Blainville consomme les contenants complets de pièces finies, et cette consommation va déclencher un nouveau lot de fabrication une fois que les cartes des pièces (soit contenants) consommées arrivent à un seuil de déclenchement établi par famille. Après sa fabrication, le contenant va être identifié avec la carte kanban et va retourner au supermarché.

Le **supermarché de flans prédécoupés**, avec **6** familles de références (parce qu'il y a des références qu'utilisent le même type de flan) avec emplacements dédiés au sol et dimensionné de **60m<sup>2</sup>** va piloter l'opération de prédécoupe. Ce supermarché serait basé dans la consommation de la fabrication de la ligne TGP. Il y a 10 références de pièces TGP qu'ont besoin d'une opération de prédécoupe avant de passer en fabrication. Le but c'est d'avoir une série d'avance en flans pour toutes les familles dans le système Kanban. Ce qui représente une boucle d'à peu près **40** cartes avec un coût estimé de **45k€** selon les paramètres fixés dans l'outil de calcul.

Pour conditionner les flans, on utilise des palettes (voir Glossaire), et en général on peut empiler jusqu'à 250 flans sur les palettes. Ça sera l'équivalent des contenants dans ce supermarché.

Donc, la fabrication va consommer des palettes complètes de flans, et cette consommation va déclencher l'opération de prédécoupe pour la quantité équivalente de flans d'une série. Après la prédécoupe, la palette va être identifié avec la carte kanban et va retourner au supermarché.

Le **supermarché de flans**, avec **40** familles de références (6 familles qui vont passer pour la prédécoupe et 34 familles qui vont être fabriquées directement) avec emplacements dédiés au sol et dimensionné de **350m<sup>2</sup>** va piloter l'opération de cisaille à CD5. Ce supermarché serait basé sur la consommation de la fabrication et de l'opération de prédécoupe de la ligne TGP. Ça représente une boucle d'à peu près 150 cartes avec un coût moyen estimé de **278 569,42 €** selon les paramètres fixés dans l'outil de calcul.

### 3.3.1.1 Avantages

Cette proposition nous permettra de piloter directement toutes les opérations concernées au flux de pièces TGP, depuis la cisaille de la bobine à CD5 jusqu'à consommation du client.

Le fait d'avoir un stock de flans avec une série d'avance pour chaque famille nous permettra de réduire les délais de disponibilité des flans pour la fabrication des pièces finies et d'avoir une souplesse sur le flux.

En plus, on a une surface disponible pour créer un supermarché de pièces finies et un peu aussi pour créer un supermarché pour les flans prédécoupés.

### 3.3.1.2 Inconvénients

Les problèmes trouvés sont plutôt liés à la disposition des flans en supermarché.

Un des inconvénients de cette proposition c'est d'avoir le supermarché de flans pour toutes les familles. D'abord, on trouve un problème de surface physique pour constituer ce supermarché. La surface qu'on avait disponible pour les flans n'était pas suffisamment grande pour nous permettre de créer un emplacement dédié pour chaque famille. Pour faire ça, il fallait réorganiser l'espace physique de l'entreprise.

Le coût de ce supermarché augmenterait beaucoup la valeur du stock, une fois que le stock de bobines à CD5 est en consignment avec le fournisseur Arcelor Mittal pendant 15 jours. C'est-à-dire qu'on paie seulement quand on la coupe en flans. Normalement, notre stock en cours de flan nous coûte environ **180k€**, et donc un supermarché de flans avec aussi un supermarché de flans prédécoupés nous coûterai à peu près 145k€ plus cher.

Aussi pour les flans, le service de qualité a alerté sur la possibilité de dégradation des flans, une fois que les flans de quelques familles qui n'ont pas une consommation très forte peuvent rester stockés pendant quelques mois, et accumuler une couche de poussière qui peut nuire à la production de pièces finies. Donc, un risque qualité important.

Un dernier point, et décisif pour la prise d'une décision est que la société n'a pas assez de palette en stock pour constituer un supermarché comme cela. Il fallait donc investir et acheter des palettes supplémentaires (pour information, ça nous coûterai environ 40k€ d'investissement, soit 1k€ par palette), ce que pendant un moment de crise économique nous a forcé à réfléchir vers une autre proposition de flux sans investissement.

### 3.3.2 Proposition II

La deuxième proposition était d'avoir 3 supermarchés aussi avec 3 boucles Kanban indépendants. Un supermarché de pièces finies pour piloter la fabrication de pièces TGP et la cisaille à CD5, un supermarché de flans prédécoupés pour piloter l'opération de prédécoupe et un supermarché de flans avant prédécoupe (pour réapprovisionner les flans prédécoupés) qui va piloter la cisaille CD5 pour ces types de flan.

On a utilisé l'outil de calcul de la boucle pour dimensionner les supermarchés et identifier les coûts de réalisation du projet.

Pour mieux comprendre le flux, on l'a séparé en deux flux différents :

- Le flux tiré des pièces sans prédécoupe (90% des références traités par kanban)
- Le flux tiré des pièces avec prédécoupe (6 familles différentes avec forte CMJ)

L'idée du flux, c'est aussi de piloter toutes les opérations possibles depuis la consommation vers un supermarché entre le poste qui réalise l'opération (Poste amont) et son client (poste aval). Dans ce cas, CD5 va être piloté par la consommation des pièces finies aussi bien que la ligne TGP.

	Amont	→	Aval
	Opération	→	Client
Supermarché de pièces finies	Cisaille	→	Blainville
	Fabrication	→	
Supermarché de flans prédécoupés	Prédécoupe	→	Fabrication
Supermarché de flans	Cisaille CD5	→	Prédécoupe

### 3.3.2.1 Flux tiré des pièces sans prédécoupe

Le flux tiré pour les pièces sans prédécoupe est relativement simple, comme on peut le voir sur le schéma ci-dessous :

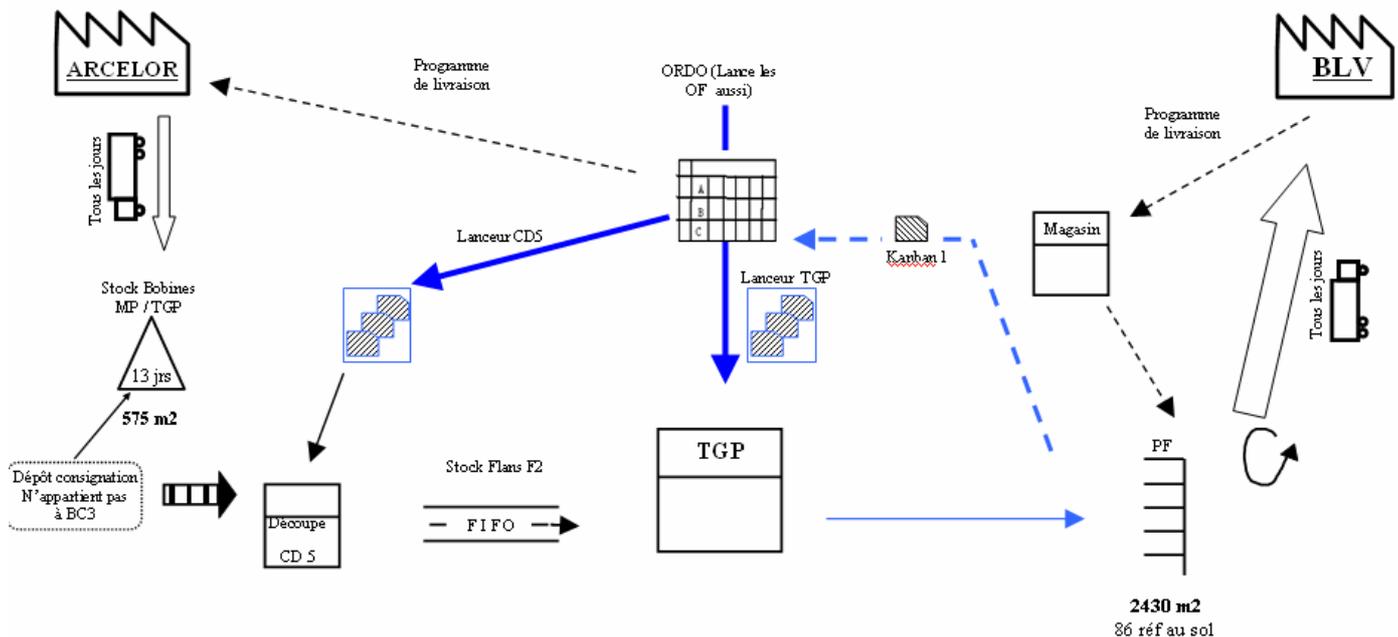


Figure 19: Représentation en VSM de la proposition II de flux sur la ligne TGP sans prédécoupe

Le **supermarché de pièces finies**, avec **86 références** avec emplacements dédiés au sol et dimensionné de **2430m<sup>2</sup>** va piloter la production de pièces finies et la cisaille à CD5. Ce qui représente une boucle de plus de **1500** cartes, avec un coût moyen de pièces estimé de **630k€** selon les paramètres fixés dans l'outil de calcul.

Le client consomme les contenants complets de pièces finies. Chaque contenant porte une carte kanban, qui sera amenée (après l'expédition du contenant) à un tableau d'accumulation organisé par famille. Chaque colonne représente une famille et chaque famille a son propre seuil de déclenchement calculé par rapport à 3 heures de fabrication.

Une fois que les cartes correspondantes aux références d'une famille arrivent au seuil de déclenchement, le lot est constitué et la série est prête pour être lancée. Dans ce moment là, on envoie deux informations (en forme de carte, voir session 4.1) : une pour un lanceur, qui sert de planning, qui s'appelle Lanceur TGP, et l'autre pour le planning à CD5, qui s'appelle Lanceur CD5. Une carte reste dans le lanceur TGP pour à peu près 48 heures (temps d'attente dans le lanceur, calculé par rapport au nombre de lots dans le lanceur multiplié par le temps de fabrication moyen), et vue la capacité et charge vers CD5, on peut garantir qu'on aura les flans découpés pour CD5 (une fois qu'on a la matière première, bobine fournit par Arcelor Mittal en stock) avant que la série soit lancée, donc avant les 48 heures. Seulement le gestionnaire d'ordonnancement peut modifier l'ordre du tableau en cas d'urgences.

Quand les contenants complets de pièces finies sont fabriqués, on va remettre les cartes kanban et réapprovisionner le supermarché dans l'emplacement dédié pour la référence.

De cette façon, la consommation des pièces finies vers le supermarché va piloter la fabrication à TGP, aussi bien que la cisaille à CD5. Pour le cas spécial des pièces qui subissent l'opération de prédécoupe on aura un flux différent.

### 3.3.2.2 Flux tiré des pièces avec prédécoupe

Le flux tiré pour les pièces avec prédécoupe est un peu plus compliqué que le dernier flux présenté, comme on peut le voir sur le schéma ci-dessous :

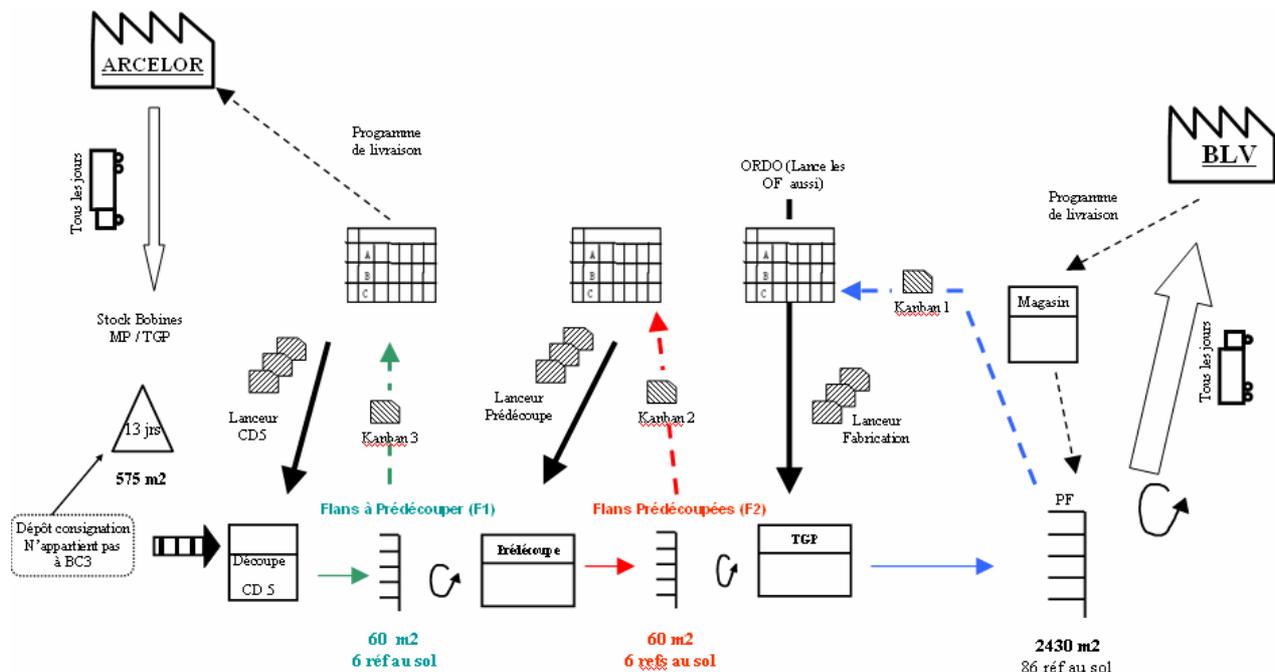


Figure 20: Représentation en VSM de la proposition II de flux sur la ligne TGP avec prédécoupe

On aura toujours un supermarché pour des pièces finies, avec toutes les références traitées par kanban avec son emplacement dédié. 10 références (soit 6 familles) sont concernées dans le cas de pièces avec prédécoupe, comme on voit sur le tableau ci-dessous :

017A	070A
5010220072	5010536799
017B	5010609683
5010220073	070B
030-1	5010536800
5010220331	5010609684
5010220373	
030-2	
7420790565	
7420790566	

Au fur et à mesure que les contenants de ces références sont consommés, on envoie les cartes kanban dans l'accumulateur TGP (le même accumulateur pour les pièces sans prédécoupe). La différence dans ce cas, c'est que quand les cartes arrivent au seuil de déclenchement établi, on va lancer seulement la carte qui va piloter la fabrication TGP et on ne prend pas la carte jaune qui pilote CD5 comme dans l'autre cas. On doit avoir en avance, les flans déjà prédécoupés (après l'opération de prédécoupe) dans un stock qui s'appelle **F2** (stock pour les flans directs fabrication aussi). On utilisera environ **60m<sup>2</sup>** pour les flans prédécoupés dans le stock.

Au moment de la fabrication des pièces, on va consommer les palettes de **flans prédécoupés** (aussi identifiées avec une carte kanban) de la famille correspondant et au fur et à mesure, on va accumuler les cartes dans un autre tableau accumulateur réservé pour les familles concernées. Quand on a fini les palettes et, du coup, on est arrivé au seuil, on lance une carte qui va piloter l'opération de prédécoupe dans le même lanceur TGP, dans les cases réservés pour cette opération, comme j'expliquerai dans la session 4.2. Comme dans le dernier cas, dans la sortie de fabrication, on va ré-identifier les contenants avec les cartes kanban correspondantes et réapprovisionner le gros supermarché de pièces finies.

De la même façon, au moment de la prédécoupe, on va consommer les palettes de **flans à prédécouper**, qui sont stockés avec une série d'avance dans un stock qui s'appelle **F1** (on a besoin d'environ **60m<sup>2</sup>** pour constituer ce stock avec 6 familles différentes), identifiés avec une carte kanban par palette et des emplacements dédiés au sol. A mesure qu'on consomme chaque palette, on doit remettre la carte correspondante dans un troisième accumulateur. A la fin de l'opération, on identifie chaque palette avec la carte kanban des flans prédécoupés et on réapprovisionne le stock **F2**. Quand toutes les palettes sont consommées, on lance finalement la carte jaune (le même type de carte qu'on utilise pour les pièces sans prédécoupe) pour piloter la cisaille de flans à CD5, dans le lanceur.

Pour finir, CD5 coupera la bobine en flans, identifiera les palettes avec les cartes kanban et réapprovisionnera le stock **F1**.

### 3.3.2.3 Avantages

Cette proposition va nous permettre de piloter toutes les opérations concernées au flux de pièces TGP, même si on ne fait pas ça directement pour CD5 dans le cas des pièces sans prédécoupe. Le fait d'envoyer l'information de production sur forme de carte (la carte jaune) nous aide à découper les flans par rapport aux besoins TGP.

L'opération de prédécoupe nous pose toujours un problème de planification pour le gestionnaire, du coup, il faut prévoir en stock une série d'avance de flans prédécoupés et à prédécouper pour chaque famille pour nous permettre de réduire les délais de disponibilité de ces flans pour tous les opérations, et mieux gérer le planning de production.

En plus, il n'y aura pas de problèmes de surface pour stocker les flans. Avec une série d'avance pour les flans prédécoupés et pour les flans à prédécouper, on occupe 120m<sup>2</sup>, ce qui rend faisable cette solution (voir plan en annexe A.6). Pour constituer les deux stocks, on aura assez de palette, et donc, il ne faudra pas dépenser d'argent pour acheter d'autres palettes supplémentaires.

En un comparatif avec la proposition I, le fait d'avoir les deux supermarchés de flans (avant prédécoupe et après prédécoupe) pour la proposition II va nous coûter **85k€**, tandis que seulement le supermarché pour tous les flans présenté dans la proposition I nous coûterait **278 569,42 €**.

Les références qui passent pour la prédécoupe ont une forte CMJ, donc, on n'aura pas un problème de qualité due le temps que les flans restent stockés, en sachant qu'on aura au moins une série par semaine à produire. Pour les autres types de flans, le temps de stockage est d'environ 48 heures selon les calculs réalisés, ce qui ne pose pas un problème pour la qualité non plus.

### 3.3.2.4 Inconvénients

Les inconvénients de cette solution sont plutôt liés à la gestion des incomplets, vue que parfois CD5 ne peut pas couper la quantité exacte demandée dans la carte jaune qui le pilote, à cause des contraintes techniques des bobines. Du coup, ça va générer les reliquats de flans ou des contenants de pièces finies incomplets. Les solutions qu'on a prises par rapport à ça, seront présentées dans la session 5.2.3.

En prenant compte des avantages et inconvénients de chaque solution, on a décidé de mettre en place la proposition II et dans la prochaine session, j'expliquerai toutes les démarches de la mise en place de la boucle kanban sur le flux de pièces TGP.

## 4 Projet – Déploiement de la boucle Kanban

L'étape suivante après la prise de la décision a été la mise en place de la boucle kanban au centre d'emboutissage. Plusieurs chantiers ont été créés pour préparer l'atelier et ses acteurs pour le démarrage du flux tiré. Les principaux chantiers ont été :

- Définition et Elaboration des cartes Kanban
- Mise en place des tableaux
- Création du supermarché de pièces finies
- Création du supermarché de flans à prédécouper
- Modifications administratives
- Formation des acteurs

Un budget du projet va être aussi présenté à la fin de ce chapitre.

### 4.1 Définition et Elaboration des Cartes Kanban

Pour le flux tiré TGP, le nombre de cartes donné par l'outil de calcul a été d'environ **1600 cartes plastifiées** (environ 1500 pour les pièces finies plus les cartes de lancement TGP et CD5). Due la diversité du flux et les différents cas à traiter, plusieurs types de cartes ont été créés pour essayer de standardiser et simplifier la production. Toutes les cartes Kanban ont un format T pour qu'on puisse les ranger sur le tableau d'accumulation des fiches.

#### 4.1.1 Kanban de pièces finies

Pour chaque référence de pièce finie, on a fait des cartes kanban, selon le nombre de cartes calculé par l'outil présenté dans la session 3.2.1.

<b>5010220 ○ 073</b>	
	
Famille: <b>017B</b>	
UM: MN1110	QTE: 70
Stockage Magasin :	<b>98</b>
Empt	<b>B2 11 à 13</b>
<i>Matière: Flan Prédécoupé F2 017B</i>	

Figure 21: Exemple de carte kanban pour des pièces finies

Chaque kanban représente un contenant complet de pièces. Chaque carte est personnalisée et a des informations différentes par référence.

Sur le kanban des pièces finies, il est affiché :

- la référence concernée au dessus
- la famille correspondante
- de type de contenant utilisé (UM : unité de manutention)
- la quantité de pièces par contenant
- l'emplacement dédié au supermarché
- l'information d'où vient la matière (CD5 ou stock F2)

Ces cartes restent sur le porte-étiquette des contenants. Une fois qu'on consomme les contenants, les cartes vont dans une boîte et puis, le cariste du magasin va les amener au tableau d'accumulation TGP, pour que l'opérateur TGP puisse les organiser et les ranger par famille, comme indiqué sur la carte. Quand on a accumulé le nombre de cartes correspondant au déclenchement de la série, on accroche les cartes au dessous du lanceur TGP et on attend jusqu'au moment de la production pour remettre les cartes sur chaque contenant de pièces finies complets. Ces contenants vont, donc, retourner au supermarché de pièces finies dans l'emplacement affiché dans les cartes.

#### 4.1.2 Kanban de lancement de fabrication

Pour les cartes de lancement de fabrication, on peut avoir deux types de cartes, soit une par famille. On aura les cartes de lancement pour les pièces sans prédécoupe et pour les pièces avec prédécoupe. Les deux modifications sont le lieu d'où vient la matière, et la couleur au dessus de la carte.

○ <b>070A</b>		○ <b>068</b>	
	<b>VOLVO</b>		<b>VOLVO</b>
<b>CARTE DE LANCEMENT</b>		<b>CARTE DE LANCEMENT</b>	
Qté pièces : <b>800</b>		Qté pièces <b>3000</b>	
Qté Contenants : <b>32</b>		Qté contenants : <b>20</b>	
Tps série <b>3,07 h</b>		Tps série : <b>3,00 h</b>	
Nb Outils : <b>5</b>		Nb Outils : <b>3</b>	
Matière : <b>Flan F2 - 070A</b>		Matière : <b>R100084652</b>	
Outil	Matière	OF	UM

Figure 22: Exemples de cartes de lancement de fabrication

Chaque carte représente une famille. Chaque carte est personnalisée et a des informations différentes par famille.

Sur les cartes de lancement fabrication, il est affiché :

- la famille concernée au dessus
- la quantité de pièces pour 3 heures de fabrication
- la quantité de contenants correspondante
- le temps de fabrication théorique
- le nombre d'outils (machines) utilisés
- l'information d'où vient la matière (bobine CD5 ou flan prédécoupé au stock F2)
- les cases pour validation avant production (disponibilité des outils, de la matière, des OF et UM : unité de manutention)

Les cartes de lancement se trouvent dans le tableau d'accumulation TGP au dessus du seuil de déclenchement indiquée par famille. Au moment de lancement de la série, les cartes sont mises dans l'ordre au lanceur TGP. L'opérateur TGP va attendre que les cases soient validées avant de pouvoir lancer la production. La case OF n'est plus utilisée dans le flux, une fois qu'on a changé le mode de déclaration de la production, ce qui va être expliqué dans la session 4.5. Après la fabrication des pièces, les cartes retournent au tableau d'accumulation.

### 4.1.3 Kanban de lancement CD5

Chaque famille à au moins une carte de lancement CD5. Ça va dépendre du nombre de types de flan utilisés par la famille. Pour une famille avec un seul type de flan, une quantité fixe de flans à découper par CD5 sera indiquée sur la carte. Par contre, pour les familles qu'utilisent deux ou plus types de flan, on aura des quantités à compléter (par le gestionnaire) par rapport à la répartition des flans par famille.

○ <b>040</b>	○ <b>060</b>
<b>CARTE DE LOT – CD5</b>	<b>CARTE DE LOT – CD5</b>
<i>Matière :</i> <b>R100232979</b> <b>1985 x 1310 mm</b>	<i>Matière :</i> <b>R100142663</b> <b>1800 x 1275 mm</b>
Poids du flan: <b>20.0kg</b>	Poids: <b>15.70 T</b>
Qté: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Qté: <b>900</b>
Nb flans/palette : <input style="width: 50px;" type="text"/>	Nb flans/palette : <b>220</b>
Nb de Palettes: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Nb de Palettes: <b>5</b>
UM: <b>MN 796</b>	UM: <b>MN 796</b>

Figure 23: Exemples de cartes de lancement de fabrication

La carte de lancement CD5 est jaune pour différencier des autres cartes dans la boucle.

Sur les cartes de lancement CD5, il est affiché :

- la famille concernée au dessus
- la matière (bobine) correspondante
- la dimension de la bobine
- le poids du flan (quantité total de flans à compléter) ou poids total (poids du flan multiplié par la quantité fixe correspondante)
- la quantité de flans à découper
- l'information du nombre de flans par palette
- la quantité de palettes
- le type de palette

Les cartes de lancement CD5 se trouvent dans le tableau d'accumulation (TGP ou Prédécoupe) au dessus du seuil de déclenchement indiquée par famille. Au moment de lancement de la série (pour les pièces sans prédécoupe) ou après l'utilisation des flans au stock F1 de flans à prédécouper (pour les pièces avec prédécoupe), les cartes sont mises dans l'ordre dans l'accumulateur CD5. Le gestionnaire d'ordonnancement va valider avec un trombone (mis sur la carte) si la bobine est disponible en stock à CD5 et la carte est donc, amenée au lanceur CD5 dans l'ordre. Après la découpe des flans, les cartes jaunes sont mises dans une boîte « Retour Matière CD5 » à côté du stock F2. Le gestionnaire ordo vient chercher les cartes dans la boîte et les amène au lanceur TGP, où il pourra valider sur la carte de lancement fabrication avec un trombone que la matière (flan) est disponible en stock.

Pour les familles avec prédécoupe, le gestionnaire doit mettre les cartes directement dans l'accumulateur prédécoupe au dessus du seuil de déclenchement de la famille.

#### 4.1.4 Kanban de flans prédécoupés

Chaque palette de flans prédécoupés est identifiée avec une carte kanban.

○ <b>017A</b>	
	
UM: MN 825	QTE: 305
<b>Prédécoupe</b>	
Lieu de stockage : <b>F2</b>	
<i>Flan Prédécoupé</i>	
<i>Matière: Flan F1 – 017A</i>	

Figure 24: Exemple de carte de flans prédécoupés

Sur les cartes des flans prédécoupés, il est affiché :

- la famille concernée au dessus
- le type de la palette utilisée
- la quantité de flans par palette
- le lieu de stockage et dénomination du flan,
- l'information d'où vient la matière (flans à prédécouper au stock F1)

Ces cartes restent dans une pochette plastique entre les flans pour identifier chaque palette. Une fois qu'on consomme les palettes pour la fabrication des pièces, les cartes vont dans l'accumulateur prédécoupe pour la famille correspondante comme c'est indiqué. Quand on a accumulé le nombre de cartes correspondantes au déclenchement de la prédécoupe, on accroche les cartes avec la carte de lancement prédécoupe dans le lanceur TGP. A mesure qu'on finit de produire les palettes prédécoupées, on identifie avec les cartes et elles vont retourner au stock F2. Aujourd'hui, il n'y pas d'emplacement dédié pour ces palettes, mais c'est un point d'amélioration pour l'avenir.

#### 4.1.5 Kanban de lancement prédécoupe

Chaque famille avec prédécoupe a sa carte de lancement pour cette opération.



Figure 25: Exemple de carte lancement prédécoupe

Sur les cartes de lancement prédécoupe, il est affiché :

- la famille concernée au dessus
- la quantité de flans à prédécouper
- la quantité de palettes correspondante
- le temps théorique pour l'opération
- l'information d'utilisation d'outil de prédécoupe
- l'information d'où trouver la matière (flans à prédécouper au stock F1)

Ces cartes se trouvent dans l'accumulateur prédécoupe au dessus du seuil de déclenchement des cartes de flans prédécoupés. Une fois qu'on consomme toutes les palettes

qui sont au stock F2 pour la famille, on doit réapprovisionner le stock, et donc, on lance la prédécoupe. Cette carte de lancement va, donc, au lanceur TGP, mais comme la prédécoupe utilise seulement une machine (la 1300T, la dernière machine), on peut cohabiter (production en même temps) avec les autres séries qui n'utilisent pas la 1300T. Du coup, on a créé un lanceur avec deux niveaux, où on peut faire cohabiter les séries prédécoupe et les autres séries. Le lanceur va être expliqué dans la session 4.2.2.

Quand la prédécoupe est finie, la carte va retourner au tableau d'accumulation prédécoupe.

#### 4.1.6 Kanban de flans avant prédécoupe

Cette carte est dédiée pour les palettes de flans qui sortent de CD5 et vont passer pour l'opération de prédécoupe. Les palettes sont stockées dans l'emplacement dédié par famille au stock F1. Les palettes sont identifiées avec la carte kanban dans une pochette plastique.

○ <b>017</b>	
	
UM: MN 825	QTE: 305
Lieu de stockage : <b>F1</b>	
<b>Flan</b>	
<i>Matière: Flan CD5</i> <i>R100236514</i>	

Figure 26: Exemple de carte de flan à prédécouper

Sur les cartes de flans à prédécouper, il est affiché :

- la famille concernée au dessus,
- le type de la palette utilisée,
- la quantité de flans par palette,
- le lieu de stockage et dénomination du flan,
- l'information d'où vient la matière (Flans CD5 – Découpe de bobine).

Une fois qu'on consomme les palettes pour la prédécoupe des flans, les cartes vont dans l'accumulateur prédécoupe pour la famille correspondante comme c'est indiqué. Quand on a accumulé le nombre de cartes correspondantes au déclenchement de la découpe à CD5, on accroche les cartes au dessous de l'accumulateur CD5 et on attend le gestionnaire pour valider que la matière (bobine) est disponible à CD5 et valider avec le trombone la carte jaune (lancement CD5) correspondante. Dès que c'est fait, on amène les cartes kanban avec la carte jaune au lanceur CD5. A mesure qu'on

finit de produire les palettes de flans à prédécouper, on identifie avec les cartes et elles vont retourner au stock F1.

#### 4.1.7 Kanban pour les OF

Les références avec une faible consommation n'ont pas des cartes kanban, et vont rester en OF. Les séries « OF » vont être lancées à mesure qu'on a besoin des pièces, et pour qu'on puisse les organiser dans les lanceurs (TGP et CD5), on a créé des cartes vierges à compléter pour ces références.

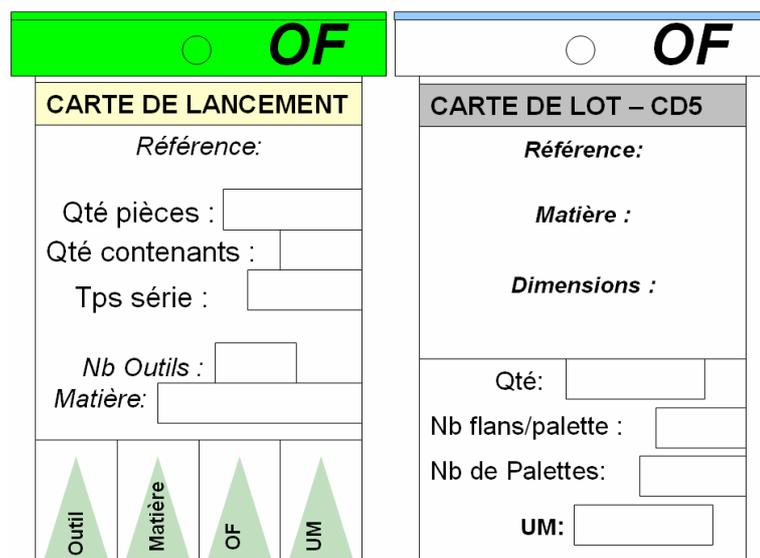


Figure 27: Exemples de carte vierge de lancement pour les OF

Sur les cartes de lancement fabrication pour les OF, il faut informer :

- La(es) référence(s) concerné(e)s,
- La quantité de pièces à produire,
- la quantité de contenants correspondants,
- le nombre d'outils utilisés,
- la référence de la bobine à CD5.

Sur les cartes de lancement CD5 pour les OF, il faut informer :

- La(es) référence(s) concerné(e)s,
- la référence de la bobine à CD5,
- la dimension du flan (longueur x largeur),
- la quantité de flans à découper,
- le nombre de flans par palette,
- le nombre de palettes correspondants,
- le type de palette utilisé.

La mise à jour des nombres cartes sera faite mensuellement, et c'est au service méthodes logistiques de réapprovisionner les cartes dans la boucle.

## 4.2 Mise en place des tableaux

Pour le fonctionnement en flux tirés, il est préférable d'avoir un tableau d'accumulation des cartes et un planning lanceur, pour permettre de simplifier, standardiser la production et rendre visuel.

### 4.2.1 Tableau d'accumulation

On a créé deux tableaux d'accumulation différents, mais qui suivent toujours le même principe : accumulation de cartes jusqu'à un seuil de déclenchement.

Les tableaux sont utilisés pour accumuler les cartes de pièces finies (appelé Tableau d'Accumulation TGP) et pour accumuler les cartes de flans des familles avec prédécoupe (appelé Tableau d'Accumulation Prédécoupe).

- Tableau d'Accumulation TGP



Figure 28: Organisation du tableau d'accumulation TGP

Le tableau d'accumulation TGP a été installé juste à côté du planning lanceur, et à côté de la ligne de fabrication. Après la consommation, les cartes vont arriver pour les opérateurs TGP qui vont, eux-mêmes, remplir le tableau avec les cartes.

Il est organisé en ordre croissante des familles, qui sont indiquées avec une carte titre au dessous du tableau, comme ça, l'opérateur doit juste vérifier la correspondance entre la famille indique sur la carte et au tableau.

Chaque colonne représente une famille (il y a des familles qui vont utiliser deux colonnes, parce que le nombre de carte est supérieur au nombre de fentes disponibles), et chaque famille à son seuil de déclenchement indiqué avec une ligne verte (nombre de contenants correspondants au temps de fabrication de la série).

Les cartes de lancement (fabrication et CD5) se trouvent au dessus de cette ligne, ce qui rend plus évident le procès suivant de lancer une série.

L'accumulateur va nous donner toujours une vision inverse de ce qu'on a dans le supermarché. Si les cartes sont dans l'accumulateur, ça veut dire qu'on n'a pas les contenants en stock. Du coup, on peut avoir une vision globale du stock en quelques secondes.

- Tableau d'Accumulation Prédécoupe

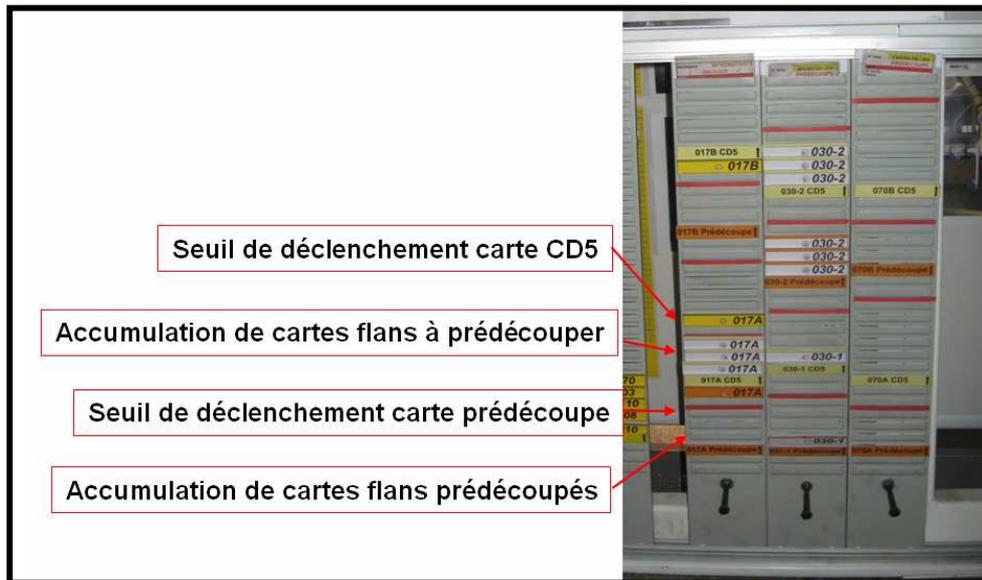


Figure 28: Organisation du tableau d'accumulation prédécoupe

Le tableau d'accumulation prédécoupe va suivre le même principe d'accumulation et déclenchement. La différence, c'est qu'on aura deux accumulations par famille avec prédécoupe. La première accumulation est des cartes de flans prédécoupés (qui sont au stock F2), et que quand arrivent au seuil (indiqué avec une ligne rouge) vont lancer la carte de lancement prédécoupe, trouvée au dessus de la ligne. L'accumulation suivante est des cartes de flans à prédécouper (qui sont au stock F1). Encore une fois, quand on arrive au seuil, on déclenche la carte de lancement CD5.

Un autre tableau, utilisé pour les cartes (jaunes) de lancement CD5 ne sert pas à déclencher une série ou un lot de fabrication, mais il sert comme fille d'attente pour ordonner les cartes des séries qu'ont déclenchées, avant d'envoyer l'information à CD5.

#### 4.2.2 Tableau Lanceur

Le tableau lanceur permet de planifier les lancements des lots dans un ordre de priorité (première série arrivée au seuil de déclenchement, première série à produire). Il est localisé juste à côté du tableau d'accumulation pour faciliter les lancements et modifications. Sur le lanceur, on a voulu donner une vision à 48 heures sur la production (soit 16 cases pour les cartes). De cette façon, CD5 aurait aussi à peu près 48 heures pour rendre disponible la matière première.



Figure 29: Organisation du lanceur TGP

Les cartes de lancement de familles (aussi pour l'opération prédécoupe) qui sont arrivées au seuil de déclenchement sont mises dans le lanceur dans la case suivante selon l'ordre indiqué. Pour les cartes de fabrication, on utilise la partie principale (intérieure) du lanceur, et pour les séries de prédécoupe, on utilise les cases extérieures. Ça veut dire qu'on va faire les deux séries au même temps (fabrication et prédécoupe). On peut seulement cohabiter les séries quand la série de fabrication (case intérieure) n'utilise pas la 1300T (5<sup>ème</sup> machine, utilisée pour la prédécoupe). Cette information est indiquée sur toutes les cartes. Une flèche rouge indique la série qui est en cours et à la fin de chaque série, le technicien d'atelier doit remettre la carte de lancement dans l'accumulateur.

En dessus du lanceur, on trouve les cartes correspondantes à la taille du lot de la série.

En cas des urgences ou d'autres priorités, le gestionnaire d'ordonnancement peut changer l'ordre du lancer. Mais, Il faut préciser que seulement le gestionnaire a le droit modifier le lanceur.

Il y a un autre tableau lanceur à CD5 de fonctionnement pareil, mais beaucoup plus simple (sans prédécoupe ou contraintes de machine).

### 4.3 Création du supermarché de pièces finies

Le plus grand chantier réalisé a été la réorganisation du supermarché de pièces finies, une surface équivalente à **2430m<sup>2</sup>**. Un sous-groupe de travail a été créé au début juin avec l'équipe du magasin-expéditions pour définir le zoning du nouveau supermarché

de 86 références au sol avec emplacements dédiés. La dimension du supermarché a été donnée par le nombre de cartes (soit contenants) par référence. Avec l'aide du logiciel Microsoft Visio on a élaboré un plan du supermarché (voir annexe A.5) avec toutes les dimensions, numérations et références correspondantes avant de commencer les travaux prévus pour les mois de Juillet/Août.

Les décisions qu'on a prises ont été :

- Nouveau marquage au sol, numérotation logique des allées (plus simple) ;
- Peinture de toutes les allées et emplacements (plus organisé) ;
- Mettre les plus grosses consommations, aussi bien que les plus gros contenants au plus proche possible du quai d'expédition (moins de déplacements des chariots) ;

Pendant 4 semaines, deux personnes ont bien travaillé pour réorganiser toute la surface physique du supermarché et le rendre disponible pour le démarrage du Kanban. Ce chantier nous a rendu le supermarché beaucoup plus efficace et logique. Si avant on avait une numérotation incompréhensible avec des magasins 98 et 24, et des allées K, L, M, N, O...Aujourd'hui, on a un seul supermarché avec des allées A, B, C et D en ordre croissante, et les emplacements énumérés de façon simple, comme ça, n'importe qui peut trouver sans problème une pièce dans le magasin avec son emplacement, qui est affiché sur la carte kanban.



Figure 30: Nouveau supermarché de pièces finies

#### 4.4 Création du supermarché de flans à prédécouper

Un autre chantier réalisé a été la création d'un stock dédié pour les flans que vont passer par la prédécoupe. Avant, ces flans se trouvaient avec tous les autres dans le même stock et sans identification spécial. Encore une fois, on a utilisé Microsoft Visio pour élaborer un plan du futur supermarché (voir annexe A.6) pour guider les travaux. La surface choisie se trouve maintenant à 5 mètres de la machine qui réalise la prédécoupe (1300T), en sachant qu'avant elle se trouvait à environ 100 mètres.

Pendant une semaine, une personne a travaillé pour la création de ce supermarché. Comme on a seulement 6 types de flans différents (soit 6 emplacements), on n'a pas créé une numérotation pour les emplacements ou allées. Une identification au sol avec le numéro de la famille nous indique le flan à chercher.



Figure 31: Nouveau supermarché de flans à prédécouper

L'idée initiale était de créer un stock dédié aussi pour les flans après la prédécoupe, mais aujourd'hui on n'a pas encore assez de place pour le faire, ce qu'on peut se dire d'améliorer dans le futur.

## 4.5 Modifications Administratives

Selon le nouveau mode de pilotage, quelques modifications administratives ont été réalisées avec le but de simplifier le procès. Le mode de paiement pour les pièces en Kanban a été modifié et aussi l'identification des contenants.

### 4.5.1 Mode de paiement

Dans le mode de pilotage en flux poussé, on utilisait les ordres de fabrication pour chaque étape de notre chaîne de production. Ça veut dire qu'on payait chaque opération jusqu'à production de pièces finies (découpe CD5, prédécoupé, fabrication). Chaque paiement générait une saisie dans le système VTPX et vu le volume des saisies, ça pouvait vite générer des erreurs et écarts de stock.

Aujourd'hui, on change vers un paiement par une déclaration de production très simple et rapide pour l'ensemble de pièces finies produits. On ne paie plus pour chaque opération séparée plusieurs fois, on paie pour l'ensemble d'opérations réalisées pour la production d'une série de pièces finies une seule fois.

Cette modification va nous faire réduire considérablement le nombre de saisies VTPX (66% de réduction), ce qui nous permet d'avoir une fiabilité du stock plus importante.

En plus, un gain de consommables suit à modification, car avant on avait un ordre de fabrication avec papier plastique par référence produite, et si on dit qu'on produit 15 à 20 références par jour, ça fait une réduction de presque 4k feuilles de papier par an.

## 4.5.2 Identification par contenant

Pour le progrès du projet, et pour avoir plus de flexibilité sur le système, on a profité pour revoir l'identification de chaque contenant. Une fiche par contenant était générée avec l'ordre de fabrication pour le contenant, comme ça les informations sur cette fiche et son format étaient définis par le système informatique. Une autre fiche par contenant a été créée en format Excel pour permettre le fabricant et du coup le cariste du magasin de bien identifier son contenant et respecter un standard.

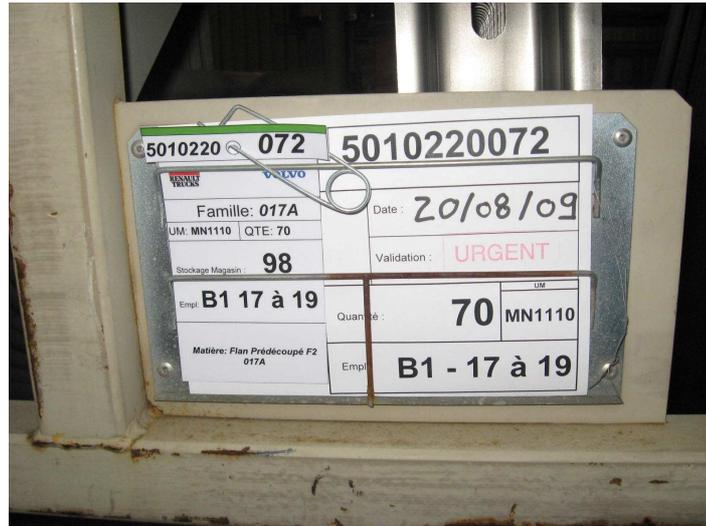


Figure 32: Nouvelle identification des contenants

La fiche respecte bien le format du porte-étiquette d'une façon que tout soit visible et donne l'emplacement correct pour chaque validation. Pour avoir la traçabilité des pièces, la date de fabrication, le tampon de l'équipe qui a fabriqué le contenant et la validation de la qualité est indispensable. Si la fiche n'est pas remplie correctement, et donc, on ne suit pas le standard établi, le contenant ne doit pas être enlevé de la zone tampon de fabrication.

En profitant, de la création de cette fiche, on a supprimé la carte entrée magasin, qu'identifiait chaque contenant. Avant, le cariste du service magasin faisait une entrée magasin pour chaque contenant qui sortait de TGP, et identifiait les contenants. Aujourd'hui, il n'aura plus besoin de faire cette opération pour chaque contenant. Par contre, il fera une entrée magasin pour l'ensemble de contenants par référence dans sa journée de travail. Encore une fois, ça va nous aider à réduire le nombre de saisies sur le système (environ 90% de réduction, soit un gain de 15 minutes par journée de travail), et du coup améliorer la fiabilité du stock.

C'est important aussi de savoir, qu'on ne peut pas supprimer complètement cette opération, parce qu'il faut basculer les pièces produits de l'atelier aux emplacements dédiés dans le supermarché, et malheureusement, aujourd'hui la déclaration de la production en sortie de ligne TGP n'est pas capable de le faire automatiquement.

## 4.6 Formation des Acteurs

Après la préparation de tout l'atelier, organisation des supermarchés, création des cartes, mise en place des tableaux, la partie de formation des acteurs pouvait donc démarrer. Pendant les semaines 34 et 35 (du 17 Août au 28 Août), on a formé et informé tous les gens impliqués dans la boucle Kanban.

Pour les chefs d'UEP et les techniciens d'atelier du service fabrication, aussi bien que pour les caristes du service magasin-expédition, on a dédié une journée complète pour leur donner la formation nécessaire pour faire fonctionner la boucle kanban et ainsi comprendre les enjeux. Une explication théorique sur le flux tiré et les intérêts de l'appliquer dans le centre d'emboutissage, aussi bien que les gains apportés avec cette solution étaient explicités dans une première partie de la journée. Un jeu Kanban a été préparé pour simuler les différents cas qu'on pouvait trouver dans le nouveau mode de fonctionnement.



Figure 33: Jeu Kanban : simulation de fonctionnement de l'atelier en flux tiré

Dans le jeu Kanban, on simulait avec les participants, 5 configurations différentes de production :

- Familles avec une seule référence (cas plus simple)
- Familles avec plusieurs références, et un seul type de flan (répartition du nombre de pièces à produire pour chaque référence)
- Familles avec plusieurs références, et plusieurs types de flans (répartition des flans sur la carte jaune par rapport aux références concernées pour le déclenchement)
- Familles avec prédécoupe (la boucle plus compliquée et complète)
- Cas spécifique pour une famille (références qui sont fabriquées avec d'autres références au même temps, obligée de faire une répartition plus détaillée)

En plus de ces différents cas, ainsi un tour de l'atelier pour connaître tous les organes de la boucle, les principaux acteurs étaient prêts pour démarrer et vivre le flux tiré.

Même après la formation, on a été présent dans les réunions d'équipe (nuit, matin et après-midi) pour accompagner le changement, et pendant les 3 premières semaines, on était proche de la ligne de production, pour suivre la boucle et pour réaliser une formation continue. On a pris en compte les suggestions de ceux qui vivaient la boucle pour essayer de l'améliorer à chaque jour.

Les standards de fonctionnement créés (voir annexe A.7) ont été mis à disposition de tous les opérateurs.

Pour l'ensemble du centre d'emboutissage, l'information de la mise en place du kanban TGP a été diffusée sous format informatique (voir annexe A.8).

## 4.7 Budget du projet

Le budget pour le projet était minime par rapport aux gains qu'il peut apporter. La liste détaillée des dépenses pour la réalisation du projet est trouvée dans l'annexe A.9.

Les dépenses plus importantes sont liées au paiement de la main d'œuvre utilisée pour le projet (peinture des supermarchés, serrurier, formation).

Le coût de réalisation du projet est donc de l'ordre de **10k€**.

# 5 Résultats

Ayant démarré le flux tiré dans l'atelier le 31/08, on n'a pas encore eu le temps nécessaires pour obtenir les résultats à plus long terme par rapport à l'application du kanban sur la ligne TGP, en sachant que la boucle n'a pas encore tournée assez de temps. En plus, pour le fonctionnement réel en flux tiré, on doit le démarrer avec le stock supermarché déjà constitué et tirer la production vers la consommation. Il faut préciser que ce n'était pas possible de constituer le stock avant de démarrer la boucle, et qu'on va le faire au fur et à mesure.

Je vous rappelle que la production dans cette époque de crise tourne seulement trois jours par semaine. De toute façon, je vous présenterai le retour d'expérience de ces deux premières semaines et les principaux indicateurs préparés pour suivre la boucle et l'amélioration continue.

## 5.1 Comité de Pilotage

Un comité de pilotage, que j'ai animé, a été formé avec les responsables de la logistique, de l'ordonnancement, de la fabrication et du magasin-expéditions pour suivre les résultats de la boucle et prendre les décisions pour l'améliorer. On se retrouvait tous les jours pour analyser les problèmes trouvés dans les différents services, et pour définir les possibles solutions avec son pilote et les délais définis. Chaque action a été renseignée sur un fichier Excel de suivi (voir annexe A.10) pour faciliter et voir le progrès des actions en cours et complètes.

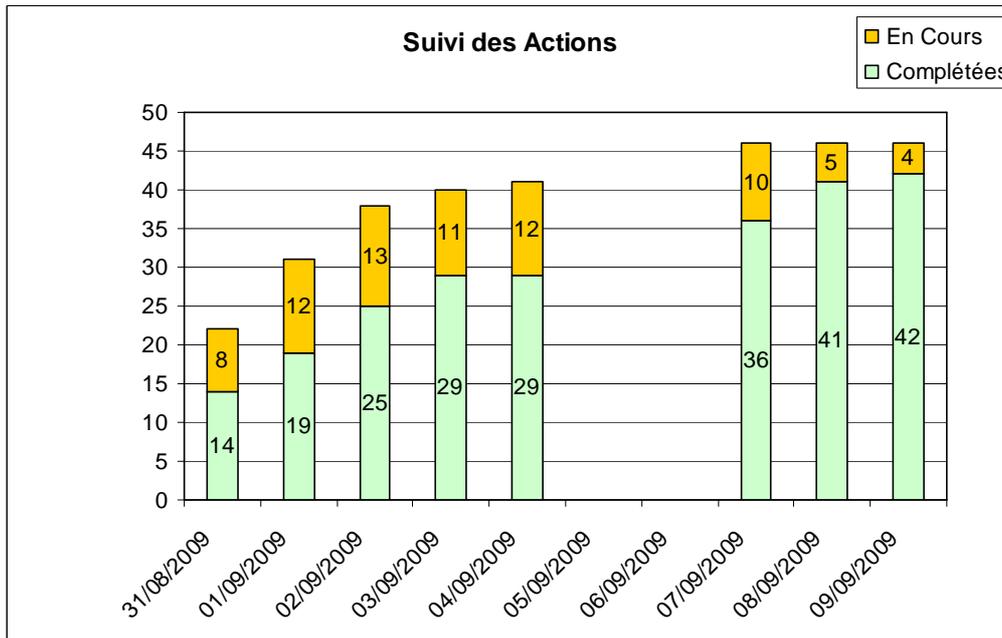


Figure 34: Graphique du progrès des actions dès le démarrage du Kanban

Le graphique représenté dans le graphique ci-dessus nous montre le nombre d'actions identifiées. On voit qu'au début on a une augmentation significative des problèmes identifiés par jour, et par contre, on voit une tendance à stabiliser ce nombre d'actions pendant la deuxième semaine.

## 5.2 Problèmes trouvés et réactions

Les principaux problèmes trouvés dès le démarrage avec le kanban ont été :

- Informations sur les cartes Kanban
- Disposition des cartes sur le contenant
- Gestion des incomplets
- Pilotage CD5
- Organisation du lanceur TGP

### 5.2.1 Informations sur les cartes kanban

Au fur et à mesure que la boucle tournait, on a trouvé quelques problèmes par rapport au contenu affiché sur les cartes, et donc a changé toutes ces cartes pour des nouvelles cartes corrigées.

Les problèmes plus souventes ont été trouvés sur les cartes de lancement CD5, et pour ce cas on a pris la décision de refaire toutes les cartes, avec une supervision des opérateurs, et, finalement, de changer les cartes dans la boucle pour arriver au meilleur résultat pour tous.

## 5.2.2 Disposition des cartes sur les contenants

Un autre problème trouvé dès le démarrage du flux tiré a été la disposition des cartes kanban de pièces finies sur les contenants. En sachant que la plus part des contenants pour les pièces TGP sont des contenants spécifiques (contenant dédié pour le conditionnement d'un certain type de pièce) et que tous ces contenants ont un porte-étiquette pour faciliter son identification, on avait au début les cartes kanban avec les agrafes mises dans les porte-étiquette (voir Figure 32).

Le problème c'est que les agrafes ne servent pas pour agraffer la carte au porte-étiquette, mail comme support pour que la carte ne glisse pas dans le porte-étiquette, et donc on rajoutait deux opérations inutiles à la boucle, parce que pour mettre les cartes dans l'accumulateur, il faut aussi enlever les agrafes.

La solution trouvée a été d'adapter aux cartes un autre type de support. On a utilisé les colliers plastiques coupés comme support des cartes sur le porte-étiquette. De cette façon on enlève les opérations de mettre et enlever les agrafes et on arrive à ranger les cartes dans l'accumulateur et sur le porte-étiquette sans problèmes. C'était une solution qui ne coûtait presque rien (environ 40 €) et qui résulte le gain de temps sur des opérations sans valeur ajoutée.

## 5.2.3 Gestion des incomplets

La gestion des incomplets reste un point que l'on trouve encore sur le flux des pièces TGP.

Malgré l'application du flux tiré, on ne peut pas encore éviter 100% de fabrication des contenants incomplets, car des contraintes techniques qui viennent dès la découpe à CD5.

Normalement, CD5 reçoit une information d'une quantité de flans à couper pour une série à produire, et essaye toujours de respecter cette quantité pour donner exactement ce que TGP veut, et quand il veut pour la fabrication. CD5 utilise une bobine pour couper les flans, et s'il reste encore de bobine après couper la bonne quantité, il faut la rembobiner pour la prochaine fois. Ce qui se passe de temps en temps, c'est que si on finit de couper la quantité qui a été demandé et il reste moins de 3 tonnes de la bobine, on est obligé de continuer la découpe jusqu'à la fin de cette bobine, parce que, à cause des contraintes de qualité, on n'est pas permis de rembobiner des bobines avec moins de 3 tonnes. Du coup, dans ces cas, on aura plus de flans qu'on a besoin pour la fabrication.

Pour contourner ces cas, TGP ne va pas prendre plus de flans qu'on a besoin pour fabriquer une série de contenants complets, ce qui va générer des reliquats de flans à traiter. Un inventaire hebdomadaire de stock de flans va être fait par la fabrication et ça va nous donner l'information des palettes de flans incomplètes (les reliquats de flans générés) pour retransmettre à CD5, qui doit chercher ces palettes incomplètes pour débiter dans une prochaine découpe et essayer de minimiser les incomplets.

Une autre configuration qui peut générer des incomplets, c'est quand TGP a la bonne quantité de flans pour la série (ex : 1000 pièces à fabriquer = 1000 flans), mais on fabrique des pièces défectueuses, ce qu'on appelle les rebuts. Dans ce cas, on peut avoir deux types de contenants de pièces finies incomplets avec traitements différents :

- Si supérieur à 50% : On doit mettre la carte d'identification d'un contenant incomplet supérieur à 50%, identifier la nouvelle quantité dans la fiche par contenant (barrer l'ancienne quantité affichée) et le cariste du magasin doit l'enlever de la zone tampon pour expédition prioritaire.

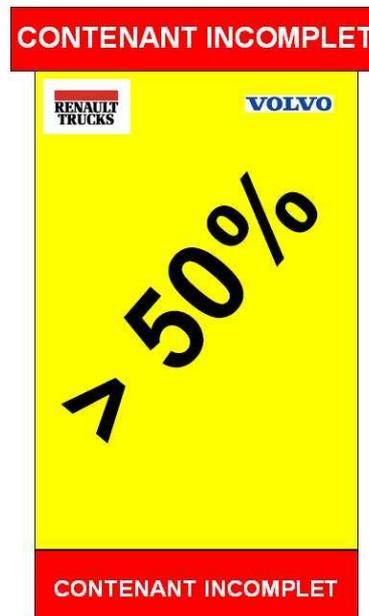


Figure 35: Carte d'identification d'un contenant incomplet supérieur à 50%

- Si inférieur à 50% : mettre l'identification contenant incomplet existante, avec la nouvelle quantité (barrer l'ancienne quantité affichée) et ranger les contenants dans la zone tampon. Ça va vite causer un problème qui doit être résolu avec plus d'attention. Il faut remettre le contenant au bord de ligne pour remplissage une fois qu'on relance la série.

Il faut préciser qu'un contenant incomplet ne peut jamais être identifié avec une carte kanban, parce que ça dérégulera la boucle et on n'aura jamais la précision de notre consommation réelle.

Malgré toutes les contraintes, le kanban va nous permettre de mieux contrôler les incomplets gérés pour la fabrication et d'essayer de trouver vite une solution pour les contenants incomplets qui « dorment » en stock (la surface dédiée en zone tampon pour les incomplets est très petite) et réduire le nombre de rebuts sur la ligne de production.

## 5.2.4 Pilotage CD5

Après le démarrage de la boucle, on a aperçu, qu'on avait sous-estimé les changements à CD5 avec les flux kanban et la suppression des OF. Il a manqué une formation plus directe aux opérateurs CD5.

Il est déjà programmé pour le 17/09, une formation plus spécifique pour ces opérateurs pour un éclaircissement du fonctionnement du flux tiré pour CD5, une révision des informations sur les cartes (quantités, matières utilisées...), applications des plusieurs cas et une explication de la gestion des incomplets vers CD5.

### 5.2.5 Organisation du Lanceur TGP

Au début du projet on a pris une décision de construire un tableau qui permettait de donner une visibilité de 48 heures sur la production, et donc avec 16 cases. On s'aperçoit qu'en tenant compte du volume de cartes dans le lanceur et le nombre de séries en déclenchement, on devrait augmenter la taille du lanceur, d'une façon à pouvoir mettre plus de séries (soit 30 cases, 90 heures de visibilité) et sécuriser la production à CD5.

Au delà de ça, le nouveau lanceur va fonctionner comme un thermomètre pour la production. Ça veut dire que si on a moins de 16 lots dans le lanceur on est en avance de production, et par contre, si on a plus de 16 lots, on est en retard.

En profitant de la remise en place du lanceur, on a réorganisé la zone où se trouvent les tableaux pour créer une ambiance plus dédiée au Kanban TGP, avec les tableaux, les standards d'aide aux postes, les affiches pour le flux tiré, en la rendant plus facile et visuel pour le travail à réaliser.



Figure 36: Nouvelle zone Kanban TGP vers la 1400T

### 5.3 Retour des acteurs

En général, on a eu un retour « excellent » de la mise en place du flux tiré en la ligne TPG vers tous les acteurs. On voit que les opérateurs sont tous engagés et participent bien dans la boucle, comprennent le fonctionnement complet (sauf les opérateurs CD5 qui vont être encore formés), en respectant les standards créés. On a reçu à peu près 46 suggestions depuis le démarrage, et on essaie de toujours améliorer le système pour le rendre le plus optimal.

## 5.4 Indicateurs

Pour la manutention et évaluation de la boucle, on a créé des indicateurs :

- Disponibilité du stock
- Conformité du stock
- Valeur du Stock
- Fiabilité du nombre de Cartes (taux de pertes)

Pour réaliser les audits on utilise les fichiers Excel, qui nous donne le graphique d'évaluation des inventaires et nous permet de mieux analyser les résultats.

### 5.4.1 Disponibilité du stock

Sous responsabilité du service magasin-expéditions, cet indicateur nous indique le pourcentage de références disponibles au supermarché au moment de l'audit. On doit avoir au minimum un contenant disponible en stock pour pouvoir assurer une livraison aux clients. On a prévu un audit par semaine pour qu'on ait une bonne idée par rapport à l'évolution du supermarché.

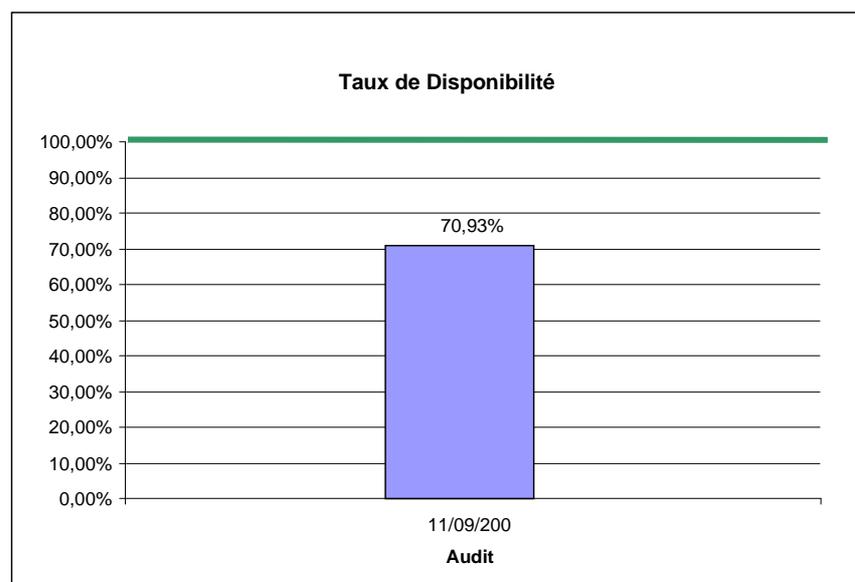


Figure 37: Graphique des taux de disponibilité du stock

Pour le moment, on a fait seulement un audit de disponibilité de références en stock. On a eu un résultat satisfaisant, 61 des 86 références (soit 70,93%) ont au moins un contenant en stock. L'objectif c'est d'arriver à avoir 100% des références disponibles. Notre nouveau stock supermarché en flux tiré kanban va nous donner une variété de produits en stock qu'on n'avait avant. L'entreprise a programmé une ouverture de 3 jours supplémentaires par rapport au client pour atteindre l'objectif dans le prochain mois.

## 5.4.2 Conformité du stock

Aussi sous responsabilité du service magasin-expéditions, cet indicateur est calculé sur la base de références disponibles en stock au moment de l'audit et nous permet d'optimiser la qualité de stockage. Il prend en compte comme paramètres principaux actuellement le gerbage des contenants pour éviter des pertes en hauteur, le respect des emplacements (chaque référence dans son emplacement correspondant) et les cartes kanban sur les contenants. Un audit hebdomadaire est attendu pour cet indicateur.

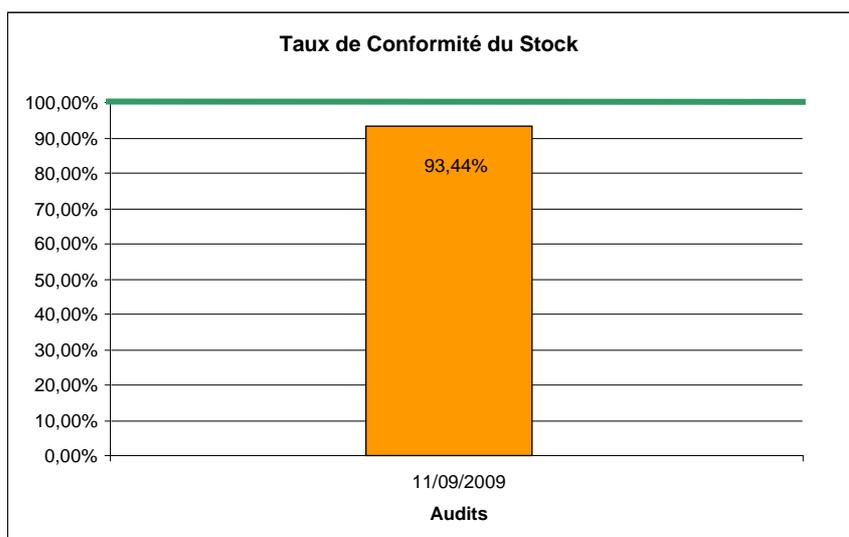


Figure 38: Graphique Taux de conformité du stock

Selon le premier audit fait le 11 septembre, on a eu, parmi les références disponibles en supermarché, une conformité pour 93,44% des références en stock. Ça veut dire que presque toutes les références (57 de 61) en supermarché sont bien rangées dans l'emplacement correct, on respecte la hauteur de gerbage, les cartes kanban correspondantes sont affichées sur les contenants. On avait seulement 2 contenants sans carte Kanban et deux contenants qui n'étaient pas bien rangés. C'est un résultat extraordinaire pour la deuxième semaine en flux tiré, et très proche de l'objectif de 100%.

Ces résultats montrent bien la simplification que le flux kanban amène dans le supermarché de pièces finies, désormais plus visuel et plus organisé.

## 5.4.3 Valeur du stock

Cet indicateur est le plus important pour la stratégie de l'entreprise. Ça va nous aider à valoriser l'impact du flux tiré sur le centre. La réduction de la valeur du stock est le but principal du projet. Le service d'ordonnancement est le responsable pour faire les audits pour cet indicateur et analyser ses résultats.

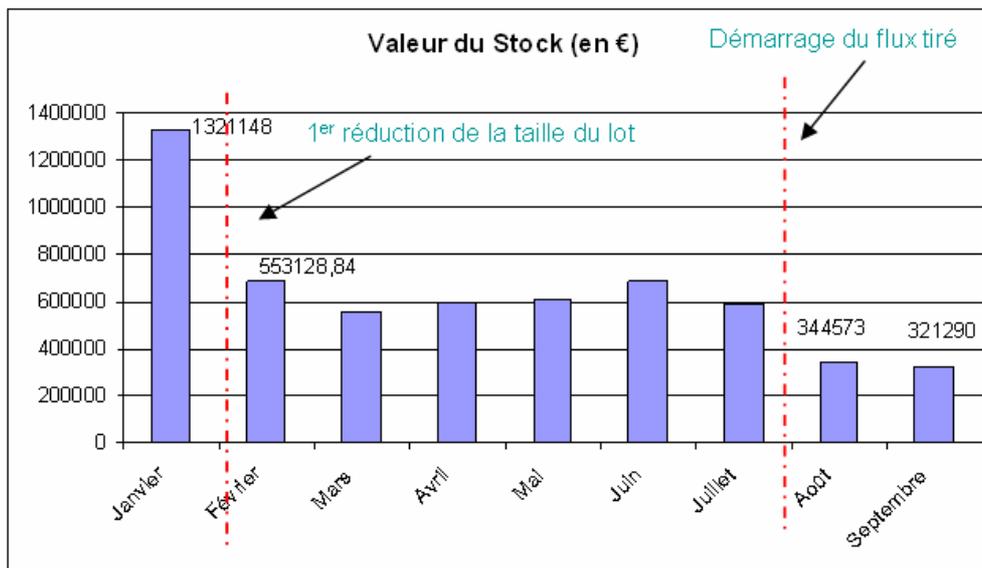


Figure 39: Graphique d'Evolution de la valeur du stock

Selon les données du début 2009, quand l'entreprise était en fonctionnement normal et flux poussé on avait une valeur du stock à 1.321.148€. A partir de Février 2009, avec la crise économique mondiale, on commence à réduire la cadence et la taille du lot de fabrication, et on voit tout de suite une baisse importante, et une valeur du stock d'environ 550k€.

A partir d'août et septembre on voit une réduction de presque 25%, après le démarrage du flux tiré. Ce qui est dû, surtout, à la réduction des tailles de lots des familles de pièces et production tirée par la consommation du client (on produit ce qu'on consomme).

En fonctionnement normal, on a prévu une valeur moyenne du stock d'environ 600k€, correspondant à une réduction de 50% par rapport au fonctionnement en Janvier 2009 et à peu près la même valeur des mois suivants. La différence maintenant c'est qu'on aura un stock sous contrôle avec 2 jours de sécurité et couverture de tous les aléas (chose qu'on n'avait pas avant). On attend quelques mois pour pouvoir vraiment analyser cette valeur et prendre les décisions pour pouvoir réduire la valeur du stock (réduction du nombre de cartes dans la boucle, changements des paramètres de sécurité et couverture..).

#### 5.4.4 Fiabilité du nombre de cartes

L'indicateur de fiabilité nous indique le taux de pertes de cartes. Dans une boucle avec 1600 cartes, il est fondamental pour le maintien de la boucle, en sachant qu'une seule carte perdue peut déréguler le fonctionnement du système. Donc, on va réaliser un audit mensuel (pas hebdomadaire, vu la complexité et le nombre de cartes dans la boucle) réalisé par le service méthodes logistiques. Le premier audit est prévu pour le 17 septembre.

Pour le retour d'expérience d'une autre boucle kanban existante au centre d'emboutissage avec 800 cartes, au démarrage on a un taux de pertes, et après 6 ou 7 semaines, on observe une tendance à stabiliser au dessous de 0,4% de pertes comme on peut voir dans la figure 40. Ce taux élevé en début peut être justifiée par le temps nécessaire aux opérateurs pour s'habituer aux changements dans l'usine.

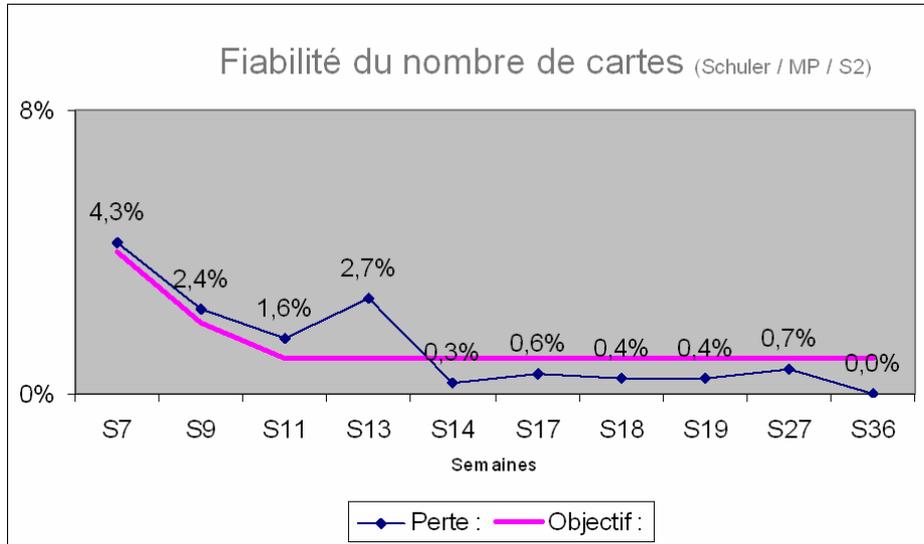


Figure 39: Graphique d'Evolution du taux de pertes de cartes

## Enjeux

Mes enjeux sont très importants pour cette première expérience professionnelle, en tant que stagiaire provenant d'un pays dont la langue officielle n'est pas le français.

Tout d'abord, j'ai acquis la vision d'une organisation comme celle de Renault Trucks. Par exemple, découvrir les relations humaines et hiérarchiques au sein de l'usine, les diverses contraintes inhérentes à l'entreprise. Il m'a fallu investir correctement mon temps de manière à concilier mon sujet de stage et la découverte d'autres secteurs et des acteurs de l'entreprise. L'intégration dans mon service a été primordiale.

Il a été également intéressant de confronter mes connaissances techniques acquises à l'Ecole Centrale avec les connaissances nécessaires en entreprise et les enrichir au contact de personnes qualifiées.

Etre acteur d'un projet de déploiement du flux tiré dans un centre d'emboutissage, au sein d'une structure telle que Renault Trucks, est une expérience enrichissante tant au point de vue professionnel que personnel.

Cette mission a développé mon autonomie et a mis en évidence ma capacité de manager. En effet, n'ayant pas d'expérience professionnelle, je n'avais pas d'idées des exigences du monde industriel. Malgré ça, j'ai réussi à exercer mes fonctions de manager dans l'ensemble du projet, travailler avec des gens qui vivent une période difficile de crise économique mondiale avec 15 jours de chômage par mois et faire qu'ils s'investissent dans le projet qui au début était seulement à moi. Avec mon travail et ma bonne gestion montrée tout au long du projet, en peu de temps j'ai gagné la confiance et le respect de toute l'équipe, même si au début j'étais qu'un stagiaire étranger sans expérience professionnelle qui ne parlait pas trop bien le français. Dans chaque réunion, j'ai montré que je n'étais pas là parce que j'avais de la chance. J'ai fait preuve de mes compétences et j'ai montré que j'étais la meilleure personne et toujours la plus motivée pour piloter le projet.

À mon avis, une des principales conditions de réussite du projet est due à ma capacité de bien amener et motiver toutes les personnes impliquées au projet. J'étais toujours proche pour écouter leur attentes et pour répondre à leur besoins. J'ai pu les convaincre de l'importance du sujet pour l'entreprise et l'importance du rôle de chacun pour le succès du projet.

Je pense ce stage indispensable dans notre cursus scolaire : il vient en complément des notions apprises en cours et lors du projet collectif en donnant une vision industrielle et concrète à notre formation. On apprend également à adapter les méthodes vues en cours à la situation dans laquelle nous nous trouvons.

Ce stage a renforcé mon intérêt pour le secteur logistique et m'a donné également l'occasion de réfléchir sur mon avenir : je pense qu'une expérience de management ou de projet en usine ne peut être que bénéfique pour l'évolution d'une carrière car elle donne une bonne vision du monde industriel.

Enfin, tout au long de ma mission, j'ai cherché à prendre en compte la dimension humaine, à devenir compétent dans la recherche d'information et à être acteur de mon projet en proposant des solutions, en les analysant, en détectant de nouveaux problèmes et en les résolvant.

## Conclusion

Le contexte économique fait que la majorité des entreprises cherchent à réduire leurs stocks tout en pouvant honorer les commandes clients. Pour cela elles s'appuient sur le juste à temps et les flux tirés. Le kanban, outil est un des principaux outils du juste à temps. Ce système d'information a fait ses preuves puisqu'il existe depuis les années 50 et qu'il est souvent utilisé.

Chez Renault Trucks, le déploiement de tels systèmes s'inscrit dans la démarche d'amélioration continue, le SPRT (Système de Production Renault Trucks). Au centre emboutissage, le kanban est une méthode adoptée récemment puisque la première boucle mise en place date de deux ans. Avec cette première boucle, le centre a réduit ses stocks sur le flux des traverses et a augmenté son taux de service. Le fait de remonter ce flux jusqu'à la ligne TGP doit permettre un meilleur pilotage et donc une meilleure gestion des stocks.

Les objectifs établis au début du stage ont été atteints, et le flux tiré sur la ligne TGP a démarré avec succès. Les principales problèmes identifiées ont été réglées, en prenant compte les suggestions d'amélioration. L'information et la formation ont été données pour tous les acteurs impliqués au projet, qui a été présenté aussi au niveau de la direction de fabrication de Renault Trucks. J'ai finalisé tout le transfert de compétences pour les personnes concernées pour le déroulement normal du projet une fois que je finis mon stage.

Pour continuer cette démarche de flux tirés, l'idéal serait d'étendre le kanban à l'usine de ferrage à Blainville (le principal client de la ligne TGP), avec un supermarché de pièces finies là-bas. Au niveau du centre d'emboutissage, les prochaines étapes sont l'optimisation des zones de stockage de flans et des flux de caristes, aussi bien que l'optimisation continue de la boucle en question.

## Bibliographie

**E. BALLOT** {2004}; Le Kanban : Système de Production et de Logistique

**M. BELLIVIER** (2000), *LE JUSTE-A-TEMPS*, Editions l'Harmattan.

**N. SOULARD** (2001), La Méthode Kanban dans l'industrie automobile actuelle

### Liens Internet:

**KANBAN:** <http://fr.wikipedia.org/wiki/Kanban>

**Le Juste-à-temps:** [ [http://fr.wikipedia.org/wiki/Juste-%C3%A0-temps\\_\(gestion\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Juste-%C3%A0-temps_(gestion)) ]

**Flux Tiré :** [ [http://www.achats-industriels.com/logistique/flux\\_t.asp](http://www.achats-industriels.com/logistique/flux_t.asp) ]

**Flux Poussé vs Flux Tiré :** <http://chohmann.free.fr/lean/poussevstire.htm>

## Glossaire

VSM : Value Stream Mapping, une technique de documentation sous forme graphique à l'aide d'icônes des flux des matériaux, de la valeur ajoutée/non ajoutée et des informations

CD5 : Appellation du bâtiment et ligne de cisaille

TGP : Ligne de production de Très Grosses Presses

MP : Ligne de production de Moyennes Presses

BC3 : Bâtiment des bureaux

BC4 : Bâtiment où on trouve la ligne TGP

CMJ : Consommation Moyenne Journalière

OF : Ordre de Fabrication

GANTT : Outil utilisé en gestion de projet permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches réalisées composant un projet

Flans : Élément résultat de l'opération de cisaille de la bobine à CD5, utilisé pour la fabrication de pièces, pouvant aller de 0,30 à 1m par 1 à 2,50m avec une épaisseur de 0,7 à 2 mm.

Palettes : Unité de conditionnement des flans

GPAO : Gestion de la production assistée par ordinateur (VTPX c'est le système utilisé par Renault Trucks).

HARRY : Logiciel utilisé pour faire les extractions de données vers le VTPX

CKD : « Completely Knocked Down », un lot de pièces détachées automobiles

UEP : Unité Élémentaire de Production = Equipe de travail

# Tables des Annexes

<b>A.1 GANTT – PLANNING DU PROJET .....</b>	<b>63</b>
<b>A.2 EXEMPLE DE SUIVI DU PROJET .....</b>	<b>64</b>
<b>A.3 ORGANISATION EN FAMILLES/SERIES TGP.....</b>	<b>65</b>
<b>A.4 OUTIL DE CALCUL DE LA BOUCLE KANBAN .....</b>	<b>66</b>
<b>A.5 PLAN VISIO DU SUPERMARCHÉ DE PIÈCES FINIES.....</b>	<b>67</b>
<b>A.6 PLAN VISIO DU SUPERMARCHÉ DE FLANS À PRÉDECOUPER .....</b>	<b>68</b>
<b>A.7 STANDARD DE FONCTIONNEMENT – JOURNÉE TYPE KANBAN.....</b>	<b>69</b>
<b>A.8 INFORMATIONS POUR LE CENTRE D’EMBOUTISSAGE.....</b>	<b>70</b>
<b>A.9 DÉTAILLE DU BUDGET DU PROJET .....</b>	<b>72</b>
<b>A.10 PILOTAGE ET SUIVI DES ACTIONS .....</b>	<b>73</b>



## A.2 Exemple de suivi du Projet

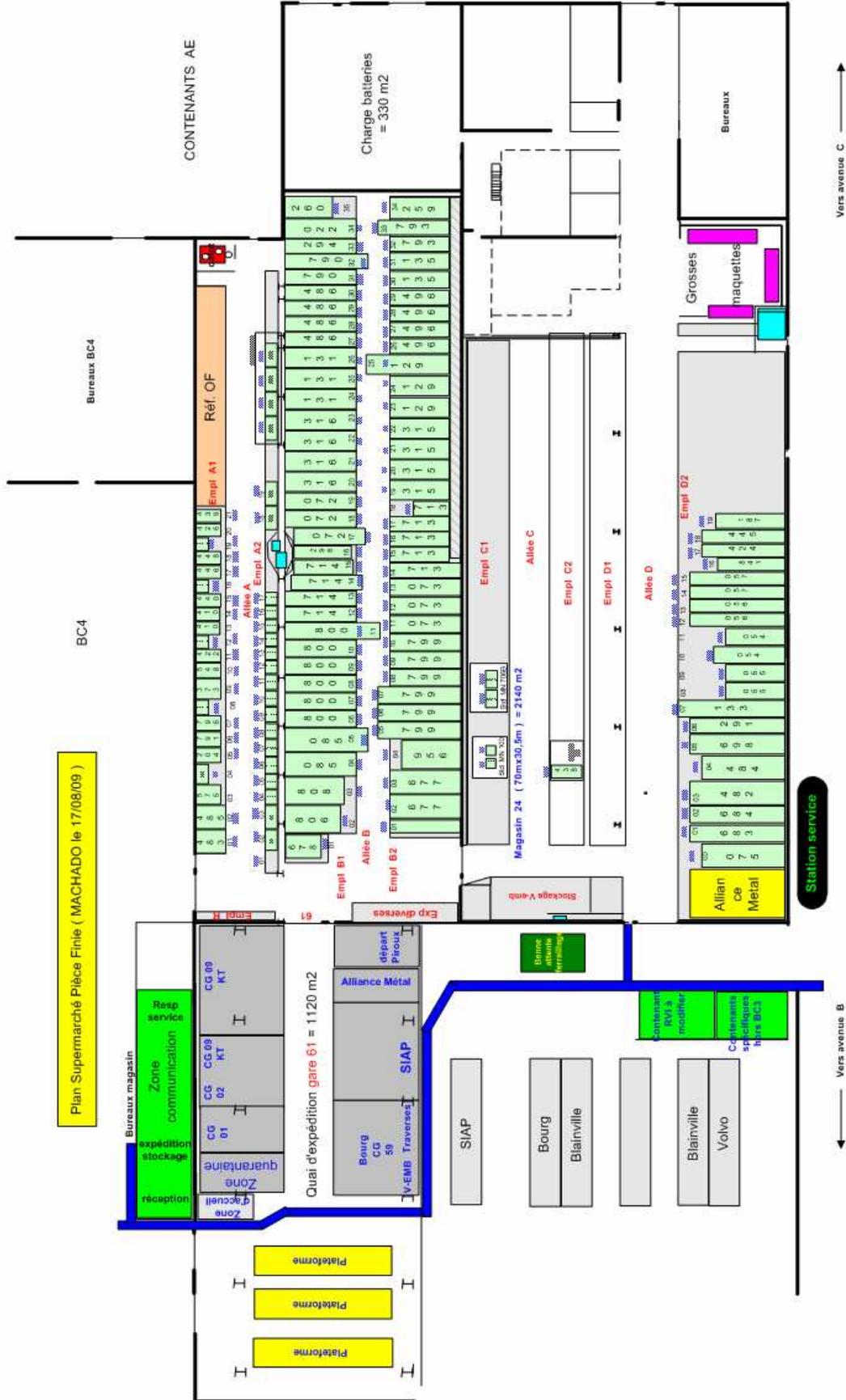
COMPTE- RENDUS					
	Date de réunion	INFORMATION / DECISIONS / ACTIONS	PILOTE	DELAIS	N° LUP
1					
2				Sem 26	
3					
4	28/04/2009	Brainstorming (Complete)			
14	05/05/2009	Brainstorming (Complete)			
23	12/05/2009				
37	19/05/2009				
47	26/05/2009				
58	02/06/2009				
72	10/06/2009				
82	16/06/2009				
83	Syntaxe des Cartes	Approuvée par le Magasin et par l'Ordo. Il manque l'approbation de la Fabrication	R. MACHADO / A. FETTIG	Sem 25	Fait
84	Administratif	STKDP ou OF. Définition par Manuel Obecny. Si on garde les OF, on peut remonter l'information de production au CD5 par les OF, sinon il va falloir trouver une autre façon de remonter l'information (soit par une carte de lancement CD5, soit une autre chose).	M. OBECHNY	Sem 25	Fait
85	Récupération des Cartes	Standard d'aide aux postes. Identifier la fonction de chaque acteur dans la boucle Kanban.	R. MACHADO	Sem 27	Fait
86	Caristes	Identifier la répartition des caristes et le nouveau flux.	R. MACHADO / P. LERIDON / A. FETTIG	Sem 26	Fait
87	Matériel Kanban	Demande du matériel pour le déploiement du projet. Papier, Tableaux, Pincés, Outils avec Gilles Pandraud. Envoyer la commande.	R. MACHADO	Sem 25	Fait
88	Tampon de Fabrication	Par suggestion de L. GIRERD. Avoir un tampon par équipe de fabrication avec la date de fabrication et l'équipe correspondante. À tamponner la fiche par contenant. Vérifier possibilité et valider	A. FETTIG	Sem 25	Fait
89	Fiche par contenant	Générée avec les OF. Création/modification; Informations nécessaires: Nb OF, Date, Validation, Réf., Qte, Empl., Type de Contenant (fichier excel)	R. MACHADO / M. OBECHNY	Sem 26	Fait
90					

### A.3 Organisation en Familles/Séries TGP

RENAULT TRUCKS		Familles/Séries TGP			
<b>002</b>	<b>040</b>	<b>063</b>	<b>088</b>	<b>108</b>	
5010538075	7421113417	7420832496	5010538806	5010309055	
5010538076	7421113448	7420832505	5010538808	5010309222	
<b>007</b>	7421113448	7420832548	5010538956	<b>110</b>	
5010225197	7421113410	<b>068</b>	<b>098</b>	5010609292	
5010609713	7421113410	5010609312	5010220677	5010609291	
<b>008</b>	7421113446	5010609320	5010220678	5010220295	
5010225204	7421113428	5010609321	<b>101</b>	5010220294	
5010609714	7421113436	<b>069</b>	5010220378	<b>808</b>	
<b>009</b>	7421113436	5010220259	5010220380	5010220085	
5010538698	7421113430	5010220260	5010220296	<b>809</b>	
5010609022	7421113430	7420790575	5010220841	5010220129	
5010609373	7421113433	7420790584	5010220297	<b>810</b>	
<b>011</b>	7421113424	<b>070A</b>	5010220840	5010220131	
5010220187	7421113445	5010538799	<b>102</b>	<b>811</b>	
5010309438	7421113426	5010609683	5010609482	5010220133	
<b>012</b>	7421113439	<b>070B</b>	5010609483	<b>812</b>	
5010538793	7421113440	5010538800	<b>103</b>	5010220135	
5010538794	7421113422	5010609684	5010609484	<b>820</b>	
5010538796	7421113422	<b>084</b>	5010609485	5010220315	
5010538797	7421113442	5010538116	<b>104</b>	<b>821</b>	
<b>017A</b>	7421113437	5010538117	5010220374	5010220316	
5010220072	7421113419	5010538790	5010220375	<b>869</b>	
<b>017B</b>	7421113419	5010538791	5010309511	5010309056	
5010220073	7421113438	5010609343	5010609289	<b>870</b>	
<b>030</b>	<b>060</b>	5010609344	5010609290	5010309057	
5010220331	7420832486	5010609345	<b>107</b>	<b>1128</b>	
5010220373	7420832499		5010309054	56000579593	
7420790565	7420832545		5010309221		
7420790566					



### A.5 Plan Visio du Supermarché de Pièces Finies



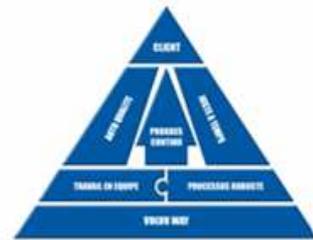


## A.7 Standard de Fonctionnement – Journée Type Kanban

RENAULT TRUCKS		JOURNEE TYPE KANBAN TGP Expedition/Fabrication			Verdon 1.1	07/09/2019
N°	Qui	Quoi	Où	Commentaires		
1	Clerici Magasin	Récupérer les cartes Kanban dans le <u>boîtier</u> au magasin et les ramener à la table à côté du tableau d'accumulation TGP	Au bâtiment BOI			
2	Opérateur TGP - FA	Mettre les cartes Kanban dans l'accumulateur par famille	TGP BC3 accumulateur			
3	Opérateur TGP - FA	<p>Pour les réapprovisionnant le <u>tableau de distribution</u> un autre opérateur valide le lancement du lot sur le <u>terminal TGP</u> et accorder les cartes Kanban en dessous du lanceur. Mettre les cartes de lancement dans l'<u>accumulateur CDS</u></p> <p>- Identifier la référence de pièce pour le lancement (si nécessaire)</p>	TGP BC3 accumulateur			
<b>POINT KANBAN QUOTIDIEN</b>						
3a	Contrôleurs auto Matière	<p>Récupérer les cartes matières (cartes de lancement pièces) dans le <u>boîtier</u> table CDS - matière. CDS connectés avec l'écran de sélection matières. Mettre les cartes pièces au lanceur, dans le cadre de la commande et mettre la référence OK pour la Matière (dans)</p> <p>- Traiter les problèmes de que matières et suite. - Valider que la dépendance matières (dans) pour les nouveaux lots distribués sur l'accumulateur CDS (si la valider avec un terminal)</p> <p>Seul le gestionnaire peut modifier le lanceur</p>	TGP BC3 accumulateur			
3b	Responsable CDS	Mettre les cartes de lancement pièces (matières et pièces) à la table (dans) de l'accumulateur CDS et les amener au lanceur CDS	TGP BC3 accumulateur CDS			
3c	Opérateur TGP	Récupérer les cartons	TGP BC3 accumulateur			



# FLUX TIRES TGP/CD5 J -5



**PILOTAGE DE L'ACTIVE EN KANBAN**  
(sur le principe de Schuler/Rivetage/Peinture)



*Planification actuelle*

5010220 ○ 072	
RENAULT TRUCKS	VOLVO
Famille: 017A	
UM: MN1110	QTE: 70
Stockage Magasin 98	
Empl B1 17 à 19	
Matière: Plan Prédécoupé F2 017A	

*Nouveau Mode de pilotage*

- Matériel et procédures : OK
- Formations : Finalisation cette semaine
- Démarrage : Lundi 31/08/09 matin



**Embout' info**

02/09/2009

# LANCEMENT KANBAN TGP REUSSI !



*Nouveau tableau de pilotage (lanceur) dans l'atelier*

Merci de la remontée des dysfonctionnements et des propositions d'améliorations qui sont faites, ce qui montre une implication de chacun.



Rappel de l'importance des cartes, aucune carte ne doit-être perdue afin de ne pas mettre en péril la livraison client

## A.9 Détaillé du Budget du Projet

Article	Fournisseur	Code	Qty	Prix Unitaire	Prix
Papier A4 Blanc 160 g	Lyreco	468313	4	4,91 €	19,64 €
PAVO A4 Laminating Pouches Matt	Lyreco	609M68	9	33,57 €	302,13 €
Bac à bec plastique origami	Manutan	1326M75	2	1,65 €	3,30 €
Bandes Verticales	Lyreco	171352	40	10,82 €	432,80 €
Support Horizontaux	Lyreco	171443	6	33,13 €	198,78 €
Ruban Magnétique Vert	Manutan	73M177	2	5,65 €	11,30 €
Tableau Blanc Emailé Design(120x90cm)	Lyreco	169684	2	86,73 €	173,46 €
4 Marqueurs assortis	Lyreco	993512	1	1,26 €	1,26 €
Effaceur Magnétique	Lyreco	4197288	1	3,25 €	3,25 €
Pince à oeilletons	Manutan	1596M630	16	8,99 €	143,84 €
Peinture					2 000,00 €
Main d'oeuvre					7 000,00 €

Total=

10 289,8 €

