

**Mise en place d'indicateurs de suivi de pilotage et  
d'outils d'amélioration des performances sur une  
ligne de production de visualisations  
pour avions et hélicoptères.**

Du 10 avril au 15 juin 2007 – Kévin PAGNAT





# Sommaire

<b>Résumé - Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>5</b>
<b>I ° Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>II° Présentation de Thalès Avionics.....</b>	<b>7</b>
1 – THALES : la Société.....	7
1.1 Historique.....	7
1.2 Chiffres clés.....	7
1.3 Implantation du groupe.....	8
2 – THALES AVIONICS : la division aéronautique.....	8
2.1 Sa place sur le marché et ses activités .....	9
2.2 Son implantation dans le monde .....	10
2.3 Les concurrents de la division.....	11
2.4 Organisation de la division.....	12
3 - Le site du Haillan .....	13
3.1 Faits marquants du site.....	14
3.2 Chiffres clés.....	14
3.3 Organisation du site.....	15
3.4 Activités du site.....	15
3.5 Le département production .....	16
<b>III° Objectifs .....</b>	<b>17</b>
1 – Fonctionnement d'une ligne de production.....	17
2 – Activité CTA-PROD .....	18
3 – En cours de production.....	19
4 – Cartouche bon de réparation .....	19
<b>IV° Outils réalisés.....</b>	<b>20</b>
1 – Activité CTA-PROD .....	20
1.1 Avec Visual Basic .....	20
1.2 Sans Visual Basic .....	22
2 – En cours de production.....	25
2.1 Avec Visual Basic .....	25
2.2 Sans Visual Basic .....	27
3 – Cartouche bon de réparation .....	28
<b>V° Conclusion .....</b>	<b>30</b>
<b>Index des illustrations .....</b>	<b>31</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>31</b>

## Résumé - Abstract

Le projet général de ce stage fût la mise en place d'outils de visualisation des performances fournisseurs (analyse des défauts des produits), du temps de contrôle des produits stockés et la simplification d'un procédé manuel par la création de feuilles de calcul sous Excel.

Mots-clefs : outils, performances, contrôle, Excel.

On a production line, manufacturing faults for each supplier have to be measured in order to show their performance. That's the aim of this project that will analyze them thanks to the Microsoft spreadsheet : Excel. There will be others subjects based on the same idea : improve the means of production for the line.

Keywords : production line, manufacturing faults, performance, Excel.

## Remerciements

Tout d'abord, je remercie M. Christian CHABROL pour m'avoir permis de rentrer en tant que stagiaire à Thalès.

Ensuite, je tiens à remercier mon maître de stage M. Michel MARRE pour l'intérêt qu'il m'a porté pendant ces deux mois et pour les différents sujets qu'il a su me confier.

Un grand merci aussi à M. Olivier BOUSQUET pour sa disponibilité et les projets que l'on a pu réaliser ensemble.

Enfin, merci à tous les techniciens de la ligne de production LPR pour leur bonne humeur quotidienne et leur sympathie, ainsi qu'aux IRP, MCA des différents îlots.



## I ° Introduction

Ce stage de deuxième année fut l'occasion de découvrir le fonctionnement d'une grande entreprise telle que Thalès. En effet, j'ai choisi cette entreprise en particulier pour sa réputation en matière de management de production mais aussi pour le sujet qui y était proposé. Celui-ci ne correspondait pourtant pas à la formation enseignée par l'IUT mais il permettait d'en connaître davantage sur le fonctionnement d'une ligne de production et sur le développement de moyens pour le suivi de celle-ci.

Ainsi, je n'ai pas eu à réaliser un projet à proprement parler mais plutôt une série d'outils permettant une meilleure visualisation des performances fournisseurs, de la vitesse de production et enfin une automatisation de procédés manuels.

Tous ces projets avaient pour seule contrainte l'utilisation du tableur Excel (tableau croisé dynamique, graphique,...) et de son logiciel intégré Visual Basic pour la programmation de certaines fonctions. Il m'a donc fallu découvrir ce logiciel assez rapidement et exploiter au maximum les fonctions qu'il intégrait pour pouvoir réaliser des outils performants mais, aussi, simples d'utilisation.

Je commencerai donc par une présentation rapide de l'entreprise Thalès avec son implantation à travers le monde et en France. Puis je me focaliserai sur son intégration au sein du site du Haillan. Enfin je présenterai la ligne LPR et son fonctionnement pour finalement présenter les différents outils réalisés durant ce stage.



## II° Présentation de Thalès Avionics

### 1 – THALES : la Société

#### *1.1 Historique*

Voici un résumé en quelques dates-clés de l'histoire de la société Thalès.

- **1893** : Création de la compagnie Thomson-Houston, le groupe se développe autour de l'électricité, dans des applications industrielles et grand public.
- **1919** : Création de la Compagnie de télégraphie Sans Fil CSF
- **1945** : Participation à la reconstruction du pays, dans l'électronique professionnelle (radio, radars...), grand public et le développement des composants
- **1968** : Création de Thomson-CSF (fusion de Thomson-Brandt et de CSF) autour de l'électronique
- **1982** : Nationalisation de Thomson-CSF. En 1983, elle regroupe ses activités d'électronique militaire de Thomson SA
- **1987** : Acquisition de GE/RCA, et création de ST Microelectronics
- **1989** : Naissance de Sextant Avionique
- **1992** : Cession de l'électroménager
- **1997** : Regroupement des activités d'électronique spatiale et de défense avec les activités de communications militaires d'Alcatel et les activités d'électronique professionnelle et de défense de Dassault Électronique.
- **1998** : Privatisation de Thomson-CSF : 53,06% du capital est détenu par des actionnaires du secteur privé.
- **1999** : Acquisitions de ADI, ADS, Sextant In flight Systems, Avimo...
- **2000** : Acquisition de Racal Electronics, qui fait du Royaume-Uni le deuxième pays d'implantation. Création de Samsung Thomson-CSF
- En **décembre 2000**, Thomson-CSF change de nom et devient THALES, qui est peu à peu adopté par l'ensemble des subdivisions du groupe.

#### *1.2 Chiffres clés*

- **Chiffre d'affaires 2006** : 12,6 milliards d'€
- **3 marchés** principaux : Aerospace, Défense, Sécurité
- 68000 **salariés** répartis dans 50 pays
- 25% du chiffre d'affaires ré-investis dans **la recherche et le développement**. Une base industrielle dans 28 pays et une présence commerciale dans 42 pays.

### 1.3 Implantation du groupe

Thalès est avant tout implanté en France où sont employées plus de 35 000 personnes. Mais l'entreprise s'affiche aussi sur toute la planète comme le montre la représentation ci-dessous. De plus en plus, elle se délocalise dans d'autres pays comme l'Arabie Saoudite, l'Afrique du Sud, la Chine et bien d'autres. Thalès représente actuellement 68 000 employés de part le monde.



Figure 1 : Implantation de Thalès dans le monde

## 2 – THALES AVIONICS : la division aéronautique

Le Business Group Avionics (BGAV) regroupe toutes les activités avioniques du groupe. Il s'agit de systèmes d'interface homme/machine (IHM), de calculateurs, de systèmes de communications, de navigation, de multimédia de bord et de génération électrique. Son chiffre d'affaires s'élève à 1036 millions d'euros, et il emploie 6669 employés dont 24% hors de France.

Thalès Avionics (THAV) est l'une des sociétés du BGAV, anciennement Sextans Avionique, née le 12 juillet 1989 de la fusion des sociétés CROUZET, SFENA, EAS, filiales d'Aérospatiale, et de la division avionique générale de Thomson-CSF.

## 2.1 Sa place sur le marché et ses activités

- **Positionnement :** - N°1 en Europe  
- N°3 Mondial
- **Chiffre d'affaires :** 2.4 milliards d'euros en 2005  
Hausse de 10% sur l'année 2005/2006  
Prise de commandes 2004/2005 : + 34 %
- **Effectifs :** 13000 dans 8 pays dont 3300 hors de France

Actuellement, Thalès Avionics se place comme le numéro un en Europe et le numéro trois mondial pour la production de visualisations d'avions et d'hélicoptères, de viseur têtes hautes, de casques de pilotage,...

Au niveau des activités, l'entreprise se base autant sur la production civile que la production militaire et joue sur un équilibre entre la recherche de nouveaux produits et la production de masse.



Figure 2 : La place de Thalès Avionics



**Figure 3 : Les activités de Thalès Avionics**

## 2.2 Son implantation dans le monde

Si la production est majoritairement française, la volonté d'offrir au client un service et un support de chaque instant, complet et proche des implantations des clients, a conduit Thalès Avionics à s'implanter partout à travers le monde.



Figure 4 : Implantation de Thalès Avionics

### 2.3 Les concurrents de la division

#### Civil



#### Militaire



## 2.4 Organisation de la division

L'organisation de Thalès Avionics, entièrement orientée vers le client, est constituée de cinq unités :

- Avionique Avions civils de Premier Niveau
- Avionique Avions Régionaux et d'Affaires
- Avionique Avions d'Armes et d'Entraînement
- Avionique Avions de Transport Militaire et Avions Spéciaux
- Avionique Hélicoptères

Pour couvrir l'ensemble des fonctions de l'électronique de vol, Thalès Avionics a regroupé ses compétences et moyens en six unités techniques et industrielles :

- Calculateurs
- Capteurs
- Conduite du Vol
- Instruments
- Interface Homme/Machine
- Navigation

Ces unités ont été regroupées en deux pôles principaux :

- Les SBU (Strategic Business Unit) dont le but est de servir d'interface entre les différents marchés de l'aéronautique
- Les TBU (Technical Business Unit) dont le but est de concevoir, développer et fabriquer les produits.

L'organigramme qui suit décrit l'organisation de Thalès Avionics (la position de la Ligne LPR, au sein de laquelle j'ai effectué mon stage, y est détaillée).



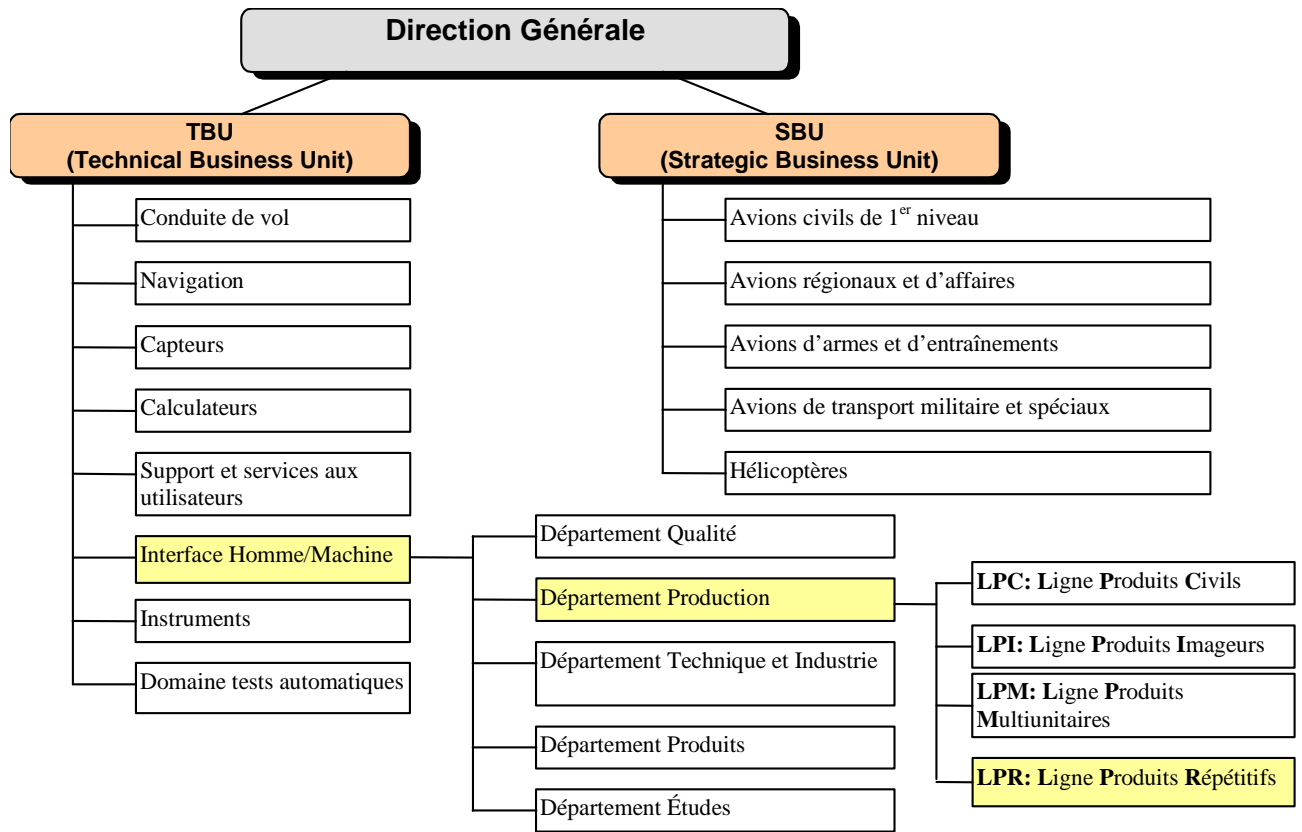


Figure 5 : Organisation de Thalès Avionics

### 3 - Le site du Haillan

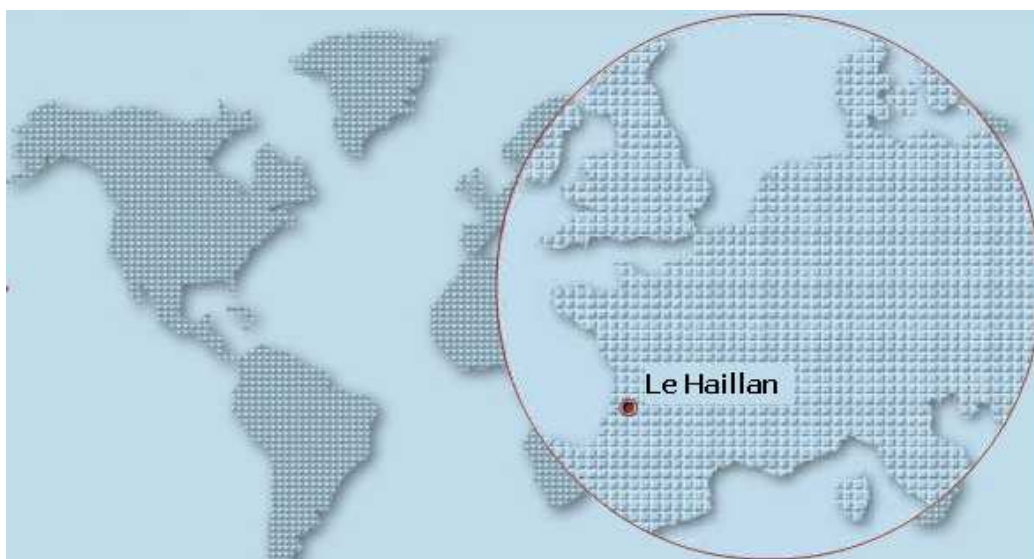




Figure 6 : Vue aérienne de Thalès - Le Haillan

### 3.1 Faits marquants du site

Depuis sa création en 1975 jusqu'à nos jours, le site a connu de grandes dates marquantes :

- **1975** : Installation du département Avionique de Thomson-CSF au Haillan. Industrialisation du premier viseur électronique.
- **1981** : Premier vol du viseur de casque sur *Alouette 3*
- **1984** : Cockpit A320
- **1988** : Visualisations *Tigre*
- **1996** : Rétrofits de suites avioniques pour *C-130* et *Alphajet*
- **1997** : Suites avioniques *Dash8-400*
- **2001** : Système de visualisations de cockpit pour l'*A380*. Livraison des premières visualisations LCD pour la famille Airbus
- **2002** : Casques *TopOwl* pour *Cobra US*
- **2004** : Navigation aéroportuaire
- **2005** : Suite avionique *S76*, casque *TopOwl-F* pour *Mig-29*

### 3.2 Chiffres clés

Le site du Haillan, c'est :

- **Superficie** : 28 000 m<sup>2</sup>
- **1008 employés** en 2005 (dont 60% d'ingénieurs)
- **Chiffre d'affaires** en 2005 : 2,4 milliards d'euros

### 3.3 Organisation du site

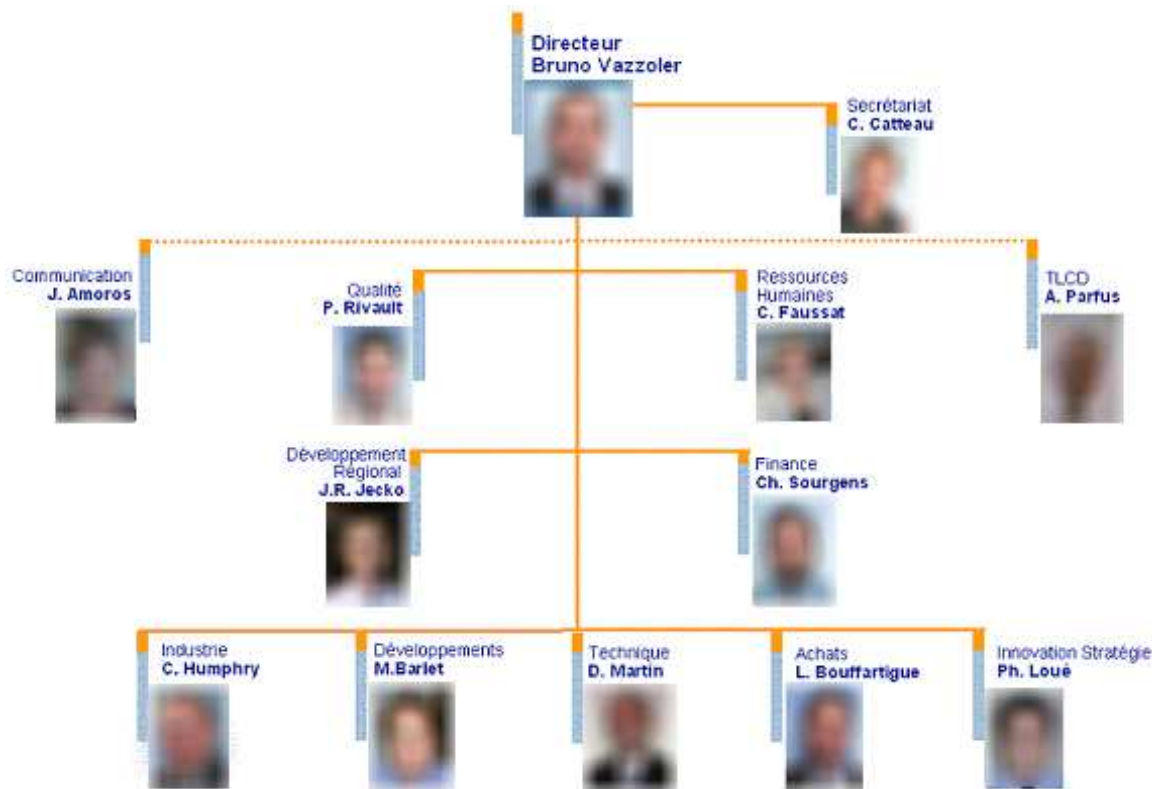


Figure 7 : Organigramme de l'organisation du site du Haillan

### 3.4 Activités du site

Le site du Haillan comprend les activités "Commerce et Programmes Militaires" (AME : Aerospace Military Equipment) et les activités techniques et industrielles "Systèmes de cockpit" (CIS : Cockpit Interactive Solutions).

A travers son activité Commerce et Programmes Militaires, Thalès Avionics se positionne comme un partenaire majeur présent sur le marché mondial auprès des constructeurs d'avions militaires, de lanceurs et de satellites, des ministères de la défense, des forces armées, à qui elle propose des solutions électroniques spécifiques adaptées. Son offre couvre l'ensemble des applications d'aviation militaire (avions de combat, de transport ou encore d'entraînement), les systèmes de navigation pour lanceurs et missiles, l'électronique embarquée sur satellite, et certaines applications spécifiques de haute technologie comme l'étage électronique de puissance du Laser MégaJoule.

De son côté, l'unité Cockpit Interactive Solution conçoit, développe, valide et produit des équipements et systèmes de cockpit pour les programmes civils et militaires de Thalès Avionics. L'unité est numéro un européen et troisième mondial sur son marché. Les cockpits d'avions développés et produits au Haillan sont installés en série sur la quasi-totalité de la gamme Airbus, Dassault Aviation et Eurocopter mais également chez des clients export tels que Bombardier au Canada dans le domaine civil, et auprès des compagnies aériennes du monde entier.



## III° Objectifs

### 1 – Fonctionnement d’une ligne de production

Comme dit précédemment, la ligne LPR intègre des visualisations pour cockpit d’avions et d’hélicoptères, publiques ou militaires. La sécurité est donc le maître mot de la ligne, et chaque produit, en sortant, a subi un processus rigoureux de tests de validation pour en assurer leur conformité. Ainsi, chaque îlot de la ligne est sensiblement organisé de la même manière.

Les produits arrivent par livraison et sont en attente de Contrôle Technique d’Entrée (CTE/CTA). Les contrôleurs vérifient alors la conformité de chaque lot réceptionné grâce au BRM (Bon de Réception Marchandise). A ce niveau, une DU (Décision d’Utilisation) est appliquée et permet de savoir si la marchandise est acceptée (en parties ou en totalité) ou non. Les différentes DU sont listées ci-dessous : elles nous seront utiles pour la suite du projet.

#### Liste des DU et leur cas d’utilisation

- **FINI** : Lot sans contrôle d’entrée
- **FINC** : Lot accepté à 100% après CTE
- **ADTS** : Lot accepté à 100% après dérogation de THAV ou défauts mineurs ou défauts imputables à THAV
- **ADPR** : Lot partiel accepté par dérogation
- **ADTT** : Lot accepté en totalité après CAD (Commission d’Analyse des Décisions)
- **ADTX** : Acceptation en totalité sans contrôle (cas d’urgence)
- **REFF** : Refus du lot en totalité
- **REFT** : Refus / Retour total du fait de THAV.
- **PROD** : Retour de production (lots défectueux lors des tests)

Les « pièces détachées » (SRU : Serial Replacable Unit) issues des lots acceptés sont ensuite récupérées en production (chaque pièce dans un îlot qui lui est propre) : ce sont les sous-ensembles (principalement des cartes électroniques) qui composent la visu, aussi appelée LRU. La première étape consiste donc à monter la visu : c’est le « regroupement ». S’en suit alors un cycle de test, composé de plusieurs étapes, allant des tests thermiques au test final. Les deux dernières étapes sont administratives et esthétiques (emballage de la visu) et permettent d’envoyer le produit dans les meilleures conditions au client, avec la garantie de conformité de Thalès Avionics.

D’autre part, les techniciens doivent consigner toutes les actions faites et toutes les anomalies détectées en cours de cycle. Ainsi, après l’expédition de chaque visu, ils doivent remplir un fichier retraçant toutes les pannes qui sont apparues pendant les phases de tests. Nous en parlerons plus en détail dans la suite du rapport. Cette traçabilité est un peu lourde mais nécessaire pour remonter rapidement à l’origine des problèmes et garantir une transparence totale au client.

## 2 – Activité CTA-PROD

Toutes les informations d'un lot arrivant sur la ligne LPR sont enregistrées dans une base de données qui relie tous les centres Thalès et qui permet donc de consigner des archives de production, de retrouver les dates d'entrée et de sortie d'un produit ainsi que ses pannes ou réparations : c'est la **base SAP**. Le logiciel qui lui est associé permet d'extraire de cette base toutes les informations que l'on souhaite et de créer un fichier Excel regroupant ces données : c'est l'**extraction SAP**.

Pour mettre en forme l'activité de la ligne, j'ai donc eu recours à une extraction sur quelques mois des produits entrés en ligne avec :

- leur code DU
- leur date d'entrée/sortie
- le nombre de lots contrôlés
- le nombre de lots refusés
- le fournisseur
- l'article.

Voici comment se présente une extraction :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Article	Cod Prod	Code D.U.	Lieu Ctr	Fourn.	Qté lot	DateDébut	Qté mauvaise	Date
2	7525371		FINI	LPR	90007375	20,000	12/09/2006	0,000	12/09/2006
3	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	03/01/2006	0,000	09/01/2006
4	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	27/01/2006	0,000	27/01/2006
5	WS61		FINC	LPR	90010800	2,000	01/02/2006	0,000	14/02/2006
6	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	13/02/2006	0,000	14/02/2006
7	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	14/02/2006	0,000	15/02/2006
8	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	13/03/2006	0,000	03/04/2006
9	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	10/04/2006	0,000	10/04/2006
10	WS61		FINC	LPR	90010800	1,000	18/05/2006	0,000	06/06/2006
11	WS61		ADTT	LPR	90010800	1,000	23/06/2006	1,000	23/06/2006
12	WS61		FINC	LPR	90017417	1,000	03/01/2006	0,000	13/01/2006
13	WS61		FINC	LPR	90017417	1,000	03/01/2006	0,000	13/01/2006
14	WS61		FINC	LPR	90017417	1,000	03/01/2006	0,000	13/01/2006
15	WS61		REFF	LPR	90017417	1,000	11/01/2006	1,000	11/01/2006
16	WS61		ADTT	LPR	90017417	1,000	11/01/2006	1,000	11/01/2006
17	WS61		FINC	LPR	90017417	1,000	13/01/2006	0,000	22/02/2006

**Figure 9 : Extraction SAP**

L'extraction utilisée est composée en réalité de plus de 2000 lignes d'articles et contient d'autres informations qui n'ont pas été utilisées par la suite. Le but du projet a donc été de trier ces données par fournisseurs et articles et de tracer sous forme de graphique le nombre de lots rejetés (quantité mauvaise) en CTA et celui en PROD (grâce au code DU).

### 3 – En cours de production

A partir de cette même extraction, un 2<sup>e</sup> projet majeur a été réalisé. Il s'agit de reporter, toujours sous forme graphique, le nombre de lots en cours de contrôle (CTA ou PROD) ainsi que leur âge moyen (nombre de jours passés dans l'entreprise) pour une période donnée. Ce graphique permet alors au responsable de ligne de se rendre compte de l'augmentation ou la diminution du temps mis par les différents contrôles du produit et ainsi mettre en œuvre des moyens d'amélioration. Son fonctionnement sera précisé au chapitre suivant.

### 4 – Cartouche bon de réparation

Lors des tests de déverminage (clim chaud/froid, vibration, ...) en production, chaque technicien doit consigner les défauts trouvés dans un fichier correspondant à l'îlot où il se trouve. Chaque fichier « bonrepar » est organisé de la manière suivante :

FAQ		Dernière ligne tableau			Cartouche		Remplir bonrepar	
N° bon réparation	Equipement LRU	Désignation PN LRU	S/N ou ALGT LRU	Origine	S/E ou SRU	Désignation PN SRU	S/N ou ALGT SRU	Fournisseur
PLB070458	SMD68S	C19403AA03	57	I	CPU	E13951AB02	459	CAL
PLB070459	SMD68S	C19403AA03	27	I	CPU	E13951AB02	710	CAL
PLB070460	MFD66T	C19261AB02	760	L	LAM	E19802EA	1032	LPI
PLB070461	SMD68S	C19403AA03	52	A	DPH	E24701BA	170	TLCD
PLB070462	MFD66T	C19261AB02	440	A	LAM	E19802EA	587	TLCD
PLB070463	MFD66T	C19261AB02	768	E	TVM	E19808CA	583	GICEP

Figure 10 : Fichier bonrepar.xls

On y retrouve toutes les informations concernant l'équipement traité ainsi qu'un numéro de bon de réparation qui s'incrémente à chaque nouveau défaut. Le fichier Excel est composé d'autres feuilles dont une qui met en forme toutes les données : c'est le « bon de réparation » (Figure 11). Celui-ci est imprimé et remis aux MCA (Maîtrise Conformité Approvisionnements) qui font la liaison avec le fournisseur dont le produit comporte des défauts. Ils recopient tout le bon dans un format défini dans le logiciel SAP et quelques fois le traduisent en anglais si le fournisseur est étranger. Ce mini-projet a donc permis de réduire tout ce processus à un simple copier-coller pour les MCA en créant un cartouche préformaté, complété par les techniciens et envoyé directement par email. C'est la fonction du bouton « Cartouche » que l'on peut voir sur la Figure 10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
2	THALES AVIONICS									BON DE REPARATION																									
4	Equipement									Sous-ensemble déposé																									
5	Désignation									Désignation									Date																
7	P/N									P/N									Emetteur																
9	S/N ou Algt									SN									Ligne																
11	Compteur horaire									SAP																									

Figure 11 : Bon de réparation de chaque îlot (Partie haute)

Sur ce même fichier, une fonction remplissant la feuille « BON DE REPARATION » ci-dessus a été ajoutée et permet de l'imprimer si besoin est sans avoir à tout rentrer à la main. C'est le rôle du bouton « Remplir bonrepar ».

## IV° Outils réalisés

### 1 – Activité CTA-PROD

#### 1.1 Avec Visual Basic

Pour réaliser ce premier projet, il a fallu apprendre un nouveau langage, le Visual Basic qui reste assez similaire au C appris à l'IUT. L'appréhension a donc été assez intuitive et dès les premiers jours l'outil a pu être développé. Les macros (fonctions d'Excel) ont été utilisées de manière conséquente dans ce projet. La première version a donc entièrement été réalisée en programmation grâce à des variables, des tableaux, des fonctions, ... dont un bout de code est présenté en *Figure 12*

```
'Récupération du nombre de valeurs totales de la liste
Dim qte_valeur As Integer
Windows(nom_fichier).Activate

Set myRange = Worksheets("Feuil1").Range("A1:A65000")
qte_valeur = Application.WorksheetFunction.CountA(myRange) - 1
```

Figure 12 : Code Visual Basic de l'activité cta-prod

L'utilisation des commentaires (texte en vert) doit permettre la compréhension et la réutilisation de l'outil simplifiées pour une amélioration future. L'utilisation de tableaux à 4 variables (lourds pour la mémoire de l'ordinateur) a été nécessaire pour stocker les informations ce qui nous amènera à créer une 2<sup>e</sup> version de l'outil n'utilisant pas de macros et consommant moins de mémoire.

Le fichier comporte plusieurs pages :

- **Listing** : elle regroupe la liste des fournisseurs ainsi que leurs articles associés. Un bouton « Extraire » permet de choisir l'extraction SAP à utiliser pour recueillir les informations.
- **Graph** : sur cette feuille sont placées toutes les données essentielles à l'affichage du graphique (dates, titres, valeurs)
- **Activité** : c'est la page la plus importante, là où se trouve le graphique. Sa description est détaillée ci-dessous.

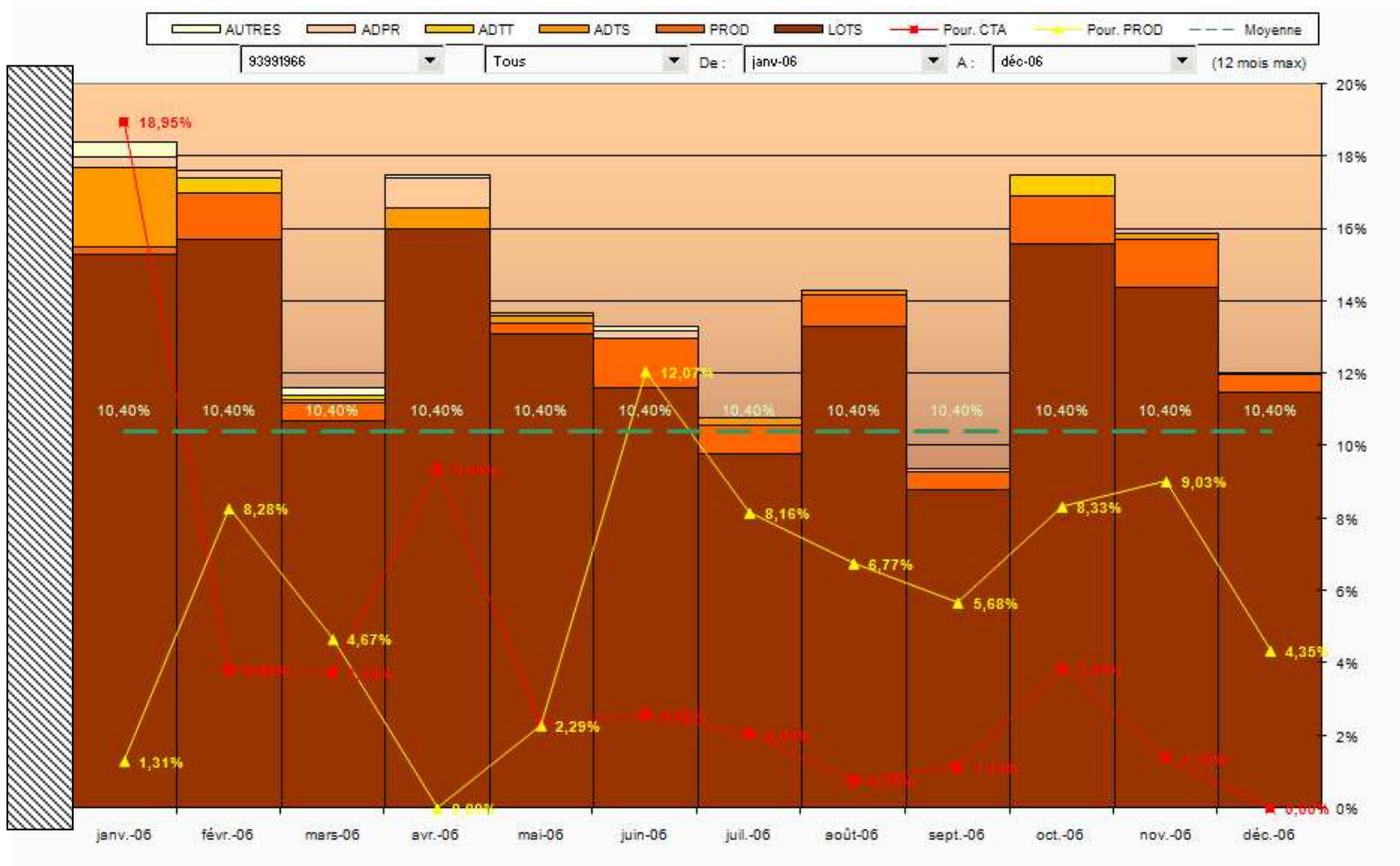


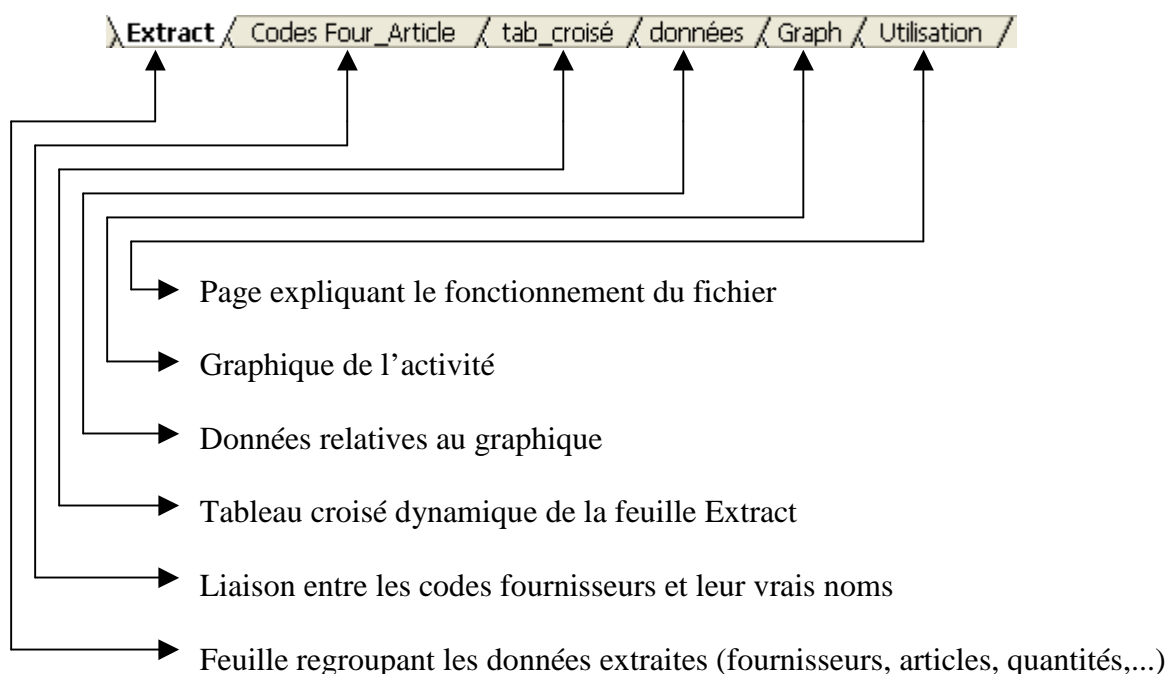
Figure 13 : Graphique présentant l'activité cta-prod

La feuille « Activité » présente donc sous forme graphique les lots rejetés en production (PROD) et ceux rejetés en contrôle d'entrée (Autres, ADPR, ADTT, ...). L'échelle de gauche indique la quantité de lots et celle de droite les pourcentages. Ainsi le graphique est clair et lisible. On peut voir également que des listes déroulantes ont été ajoutées sous la légende. Celles-ci servent à sélectionner le fournisseur auquel on s'intéresse, tous ou seulement l'un de ses produits et une date de début ou de fin de recherche sur une période de 12 mois.

Cet outil fonctionne donc parfaitement mais reste imparfait car il demande de relancer l'extraction à chaque ouverture. En effet les données du graphique sont récupérées dans la mémoire de l'ordinateur qui est vidée une fois que l'on quitte le programme. Ceci nous a contraint à créer un second fichier recueillant toutes les informations de tous les fournisseurs directement dans une page et de les regrouper ensuite par l'intermédiaire de fonctions prédéfinies dans Excel.

## 1.2 Sans Visual Basic

Comme dit précédemment, l'utilisation de Visual Basic est très simple mais le stockage des données se fait par la mémoire de l'ordinateur. Dans cette 2<sup>e</sup> version, l'extraction SAP est donc partiellement recopiée dans le fichier, sur la page « Extract ». Voici les différentes pages qui composent le fichier :



Un tableau croisé dynamique permet de réaliser un tri automatisé sur une grande base de données. Dans notre cas, la *Figure 14* illustre une partie du tableau. On peut alors sélectionner un fournisseur dans une liste déroulante, un code produit et un article et le tableau nous renvoie, triées par dates, les quantités mauvaises et quantités lots par code DU.

Grâce à ce tri automatisé, on va pouvoir récupérer n'importe quelle donnée et l'utiliser pour créer notre graphique. C'est sur la feuille « données » que sont regroupées les informations relatives au graph.

Fournisseurs	93991966						
Code Prod	(Tous)						
Article	(Tous)						
		Code DU					
Date	Données	ADPR	ADTS	ADTT	ADTX	ERR	EXPL
01/12/2005	Somme Qté mauvaise			12			
	Somme Qté lot			12			
01/01/2006	Somme Qté mauvaise	2	10				1
	Somme Qté lot	10	10				5
01/02/2006	Somme Qté mauvaise	3			3		
	Somme Qté lot	23			3		
01/03/2006	Somme Qté mauvaise		1		1		0
	Somme Qté lot		2		1		11
01/04/2006	Somme Qté mauvaise	7			1		
	Somme Qté lot	17			1		

**Figure 14 : Tableau croisé dynamique de l'activité cta-prod**

Les fonctions intégrées dans Excel ont été largement utilisées : en effet, il a fallu récupérer et arranger les données de la page dynamique « tab\_croisé » dans un tableau statique afin de pouvoir réaliser un graphique sans difficulté. Ainsi la page « données » regorge de fonctions liant les 2 pages entre elles. La *Figure 15* en montre une petite partie.



I4		=SI(INDEX(\$G:\$G;\$B\$44+46;1)=0;"";INDEX(\$G:\$G;\$B\$44+46;1))							
	A	I	J	K	L	M	N	O	
1	Infos Graph								
2									
3									
4		déc 2006	janv 2007	févr 2007	mars 2007	avr 2007	Totaux	Affichage	
5	Lignes Totaux	22	22	22	22	22		1	
6	LOTS	32	32	32	32	32	478	1	
7	Qtés acceptées	32	32	32	32	32	478	1	
8	Colonne ADPR	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
9	ADPR	0	0	0	0	0	0	1	
10	Colonne ADTS	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
11	ADTS	0	0	0	0	0	0	1	
12	Colonne ADTT	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
13	ADTT	0	0	0	0	0	0	1	
14	Colonne ADTX	1	1	1	1	1		1	
15	ADTX	0	0	0	0	0	0	1	
16	Colonne ERR	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
17	ERR	0	0	0	0	0	0	1	
18	Colonne EXPL	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
19	EXPL	0	0	0	0	0	0	1	
20	Colonne FIIC	2	2	2	2	2		1	
21	FIIC	0	0	0	0	0	0	1	
22	Colonne FIIL	3	3	3	3	3		1	
23	FIIL	0	0	0	0	0	0	1	
24	Colonne PROD	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
25	PROD	0	0	0	0	0	0	1	
26	Colonne REFF	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
27	REFF	0	0	0	0	0	0	1	
28	Colonne RTAV	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
29	RTAV	0	0	0	0	0	0	1	
30	Colonne Autre	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune		1	
31	(vide)	0	0	0	0	0	0	1	
32	Pour. CTA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		1	
33	Pour. PROD	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		1	
34	Moyenne	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1	

Figure 15 : Tableau statique des données du graph

Un filtre automatique a aussi été ajouté (lignes en bleu) et permettra l’affichage ou non des données sur le graph (Colonne « Affichage » : 1 – valeur affichée 0-valeur non affichée). Enfin, le graphique en lui-même se trouve sur la page « Graph » (Figure 16) et est entièrement modulable. On peut donc choisir les éléments que l’on souhaite voir afficher, un fournisseur, un ou tous ses articles et la date de début d’analyse. Tous les lots rejetés en CTA sont représentés dans des tons de vert et ceux en PROD en orange. On obtient un graphique plus clair que le précédent, plus flexible et qui ne nécessite aucune mise à jour tant que l’on observe la même extraction.

Ce fichier est une ébauche pour un travail que réalisera une autre stagiaire en école d’ingénieur et qui se basera sur les données recueillies. C’est pourquoi une page « Utilisation » a été ajoutée afin d’expliquer le fonctionnement du fichier de manière la plus explicite possible.



Figure 16 : Graphique de l'activité cta-prod v.2

## 2 – En cours de production

Le second projet majeur a donc été l'analyse des « en cours » de production à des dates prédéfinies. Une seconde utilisation de l'extraction SAP a été nécessaire. Comme pour le projet précédent, 2 versions ont été réalisées car il ne semblait pas être possible à première vue de n'utiliser que les fonctions d'Excel pour réaliser les calculs à partir de l'extraction.

### 2.1 Avec Visual Basic

Le principe de calcul des « en cours » est assez simple : pour chaque produit, on a une date d'entrée et une date de sortie. A une date donnée, on regarde si on se trouve entre la date d'entrée et la date de sortie. Si c'est le cas, on récupère le nombre de lots et l'âge moyen (différence entre la date de sortie et la date d'entrée) du produit et on répète l'opération sur toute l'extraction. Ainsi si l'on souhaite avoir un graphique sur 1 an (365 jours) et que l'on possède une extraction de 2000 lignes de produits, cela veut dire qu'on lance le programme  $365 \times 2000 = 730\,000$  fois. C'est la fonction du bout de code ci-après (Figure 17).

```

Do While ligne_copie < qte_valeur
  test_date_debut = Worksheets("Extract").Cells(ligne_copie, 2).Value
  test_date_fin = Worksheets("Extract").Cells(ligne_copie, 3).Value
  If (test_date_debut <= date_aff And date_aff <= test_date_fin) Then
    en_cours = en_cours + Worksheets("Extract").Cells(ligne_copie, 4).Value
    age_moyen = age_moyen + (test_date_fin - test_date_debut) + 1
    nb_dates = nb_dates + 1
  End If
  ligne_copie = ligne_copie + 1
  test_article = Worksheets("Extract").Cells(ligne_copie, 1).Value
Loop

```

Figure 17 : Code source des « en cours »

Ce programme est lancé par l'intermédiaire d'un bouton. Avec une extraction de 2000 lignes, l'utilisation de Visual Basic permet de calculer les en cours en 5 minutes. Un compteur a donc été rajouté pour voir l'avancement du calcul (voir Figure 18).

Dates	Semaine	En cours	Age moyen (jours)
02/01/2006	601	11	
03/01/2006	601	109	
04/01/2006	601	138	
05/01/2006	601	155	
06/01/2006	601	198	
07/01/2006	601	184	
08/01/2006	602	184	
09/01/2006	602	203	
10/01/2006	602	379	
11/01/2006	602	244	
12/01/2006	602	466	
13/01/2006	602	221	
14/01/2006	602	204	

Figure 18 : Page « En cours »

On voulait pouvoir représenter l'évolution suivant plusieurs semaines mais aussi sur quelques jours. Un tableau croisé dynamique a permis le regroupement des données par semaine et on a alors pu créer 2 graphiques sur une même page pour plus de clarté (Figure 19).

Ce fichier fonctionne donc bien mais reste encore une fois long à utiliser. Après quelques semaines de recherche, la fonction d'Excel réalisant le même calcul a été trouvée et a permis le développement de la seconde version.

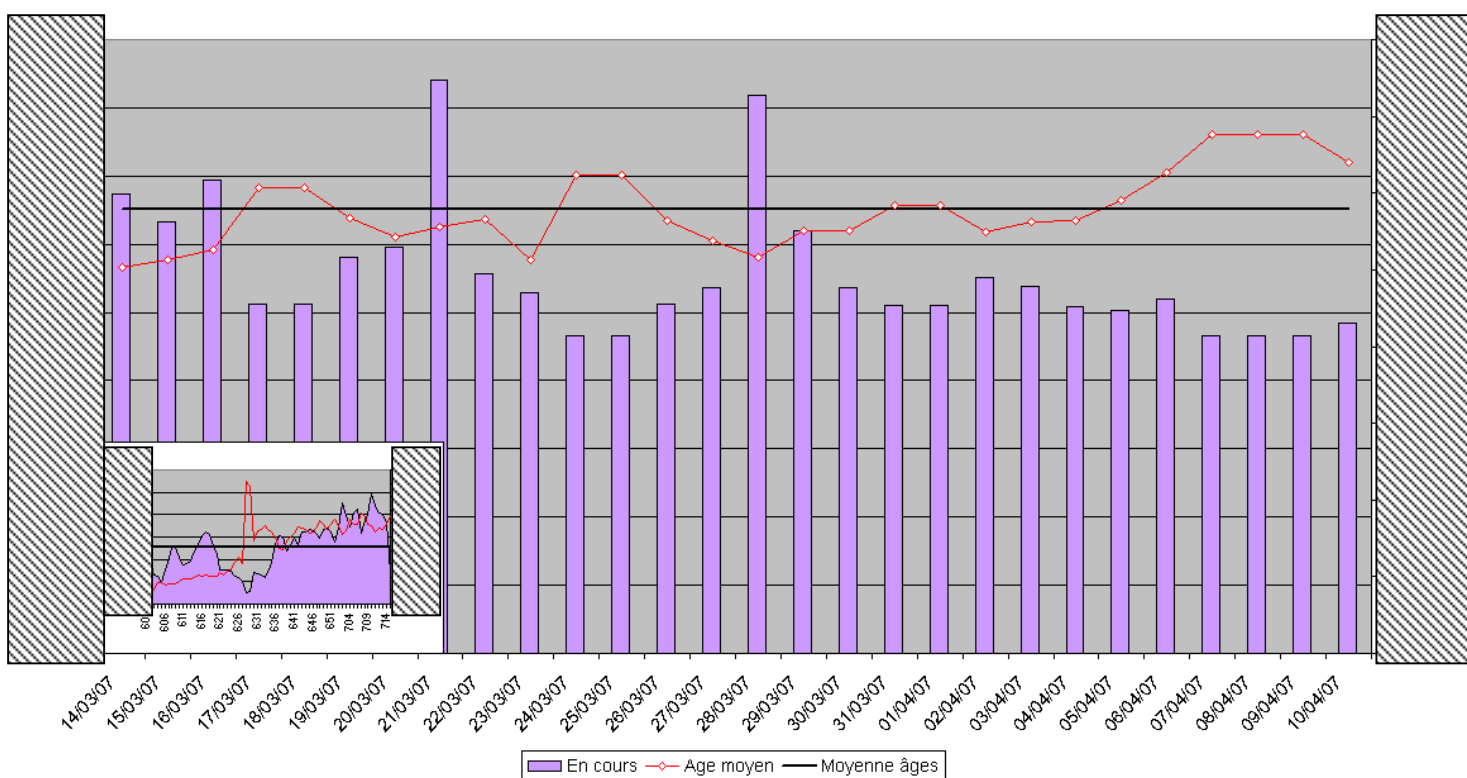


Figure 19 : Graphique des « en cours » par jours et par semaines

## 2.2 Sans Visual Basic

Une nouvelle fonctionnalité d'Excel a heureusement été découverte dans les dernières semaines du stage et a permis d'améliorer sensiblement le temps de calcul des « en cours » : ce sont les fonctions matricielles. Elles sont remarquables par la présence d'accolades en début et fin et ne peuvent être activées que par la série de touches Ctrl+Shift+Entrée une fois la saisie terminée.

**Exemple de fonction matricielle sous Excel (calcul de l'âge moyen) :**

```
{=SI(C6=0;"";SOMME(SI(['en_cours_extract.xls]Extract'!$B$2:$B$4000<=A6)*(['en_cours_extract.xls]Extract'!$C$2:$C$4000>=A6);(['en_cours_extract.xls]Extract'!$C$2:$C$4000-['en_cours_extract.xls]Extract'!$B$2:$B$4000+1)))/SOMME(SI(['en_cours_extract.xls]Extract'!$B$2:$B$4000<=A6)*(['en_cours_extract.xls]Extract'!$C$2:$C$4000>=A6);1;0))}
```

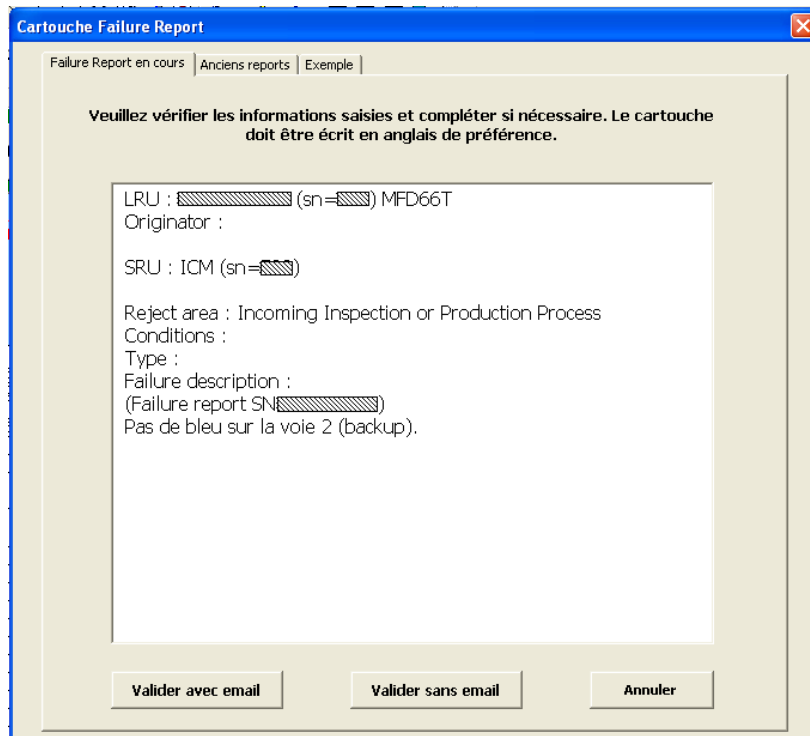
Sans rentrer dans les détails, la fonction est finalement explicite. En gris on trouve le fichier extérieur sur lequel est placée l'extraction. En vert, les fonctions de conditions et de sommes (somme des âges moyens). En rouge, les signes de multiplication sont en fait des ET logiques et permettent de tester si la date se trouve entre celle d'entrée (colonne B) et celle de sortie (colonne C). La première somme calcule l'âge total de chaque en cours (colonne C – colonne B + 1) à une date donnée (A6) et la deuxième le nombre de lignes pour cette même date. En divisant les résultats, on obtient l'âge moyen.

Une fois cette fonction appliquée à nos 365 jours de l'année, le calcul devient automatique. Un pourcentage donné par Excel dans la barre des tâches nous indique aussi l'avancement. Pour une même base d'extraction et un même nombre de dates, on obtient un temps de calcul d'environ 20 secondes, soit 15 fois moins de temps qu'en Visual Basic ! Cela est sûrement dû au fait que le programme doit être transcrit en code machine par l'intermédiaire d'un compilateur alors que les fonctions d'Excel le sont probablement déjà.

### 3 – Cartouche bon de réparation

Pour créer la forme d'un cartouche (champs, boutons, titres), il existe des blocs intégrés à Visual Basic appelés UserForm. Ils sont assimilables aux messages d'avertissements que génère Windows (barre de titre bleue, fond de texte gris). Ils sont munis de dizaines de fonctionnalités telles les multi-pages, les menus déroulants, les champs de texte, l'insertion d'images et de boutons, ...

Avant de créer une forme, il a fallu détailler son fonctionnement et son utilité. Ainsi, un graphcet a d'abord été préparé (*Figure 21*). Il permet de visualiser rapidement les différentes parties (transformées en fonctions par la suite) et donc de structurer un corps pour le programme. Des sous-fonctions de sécurité ont ensuite été ajoutées pour permettre une meilleure stabilité. Le principe du cartouche créé est donc le suivant : chaque îlot de production dispose d'un fichier « bonrepar » qui lui est propre. Un technicien souhaite envoyer un bon de réparation (failure report) à un MCA pour un produit dont il vient de rentrer la panne. Il se place alors sur la ligne qu'il souhaite envoyer et clique sur le bouton Cartouche (voir *Figure 10*). Cela appelle une fonction qui ouvre un UserForm et reprend les informations de la ligne sélectionnée mises en forme pour directement être envoyées par mail (*Figure 20*).



**Figure 20 : Cartouche bon de réparation (UserForm)**

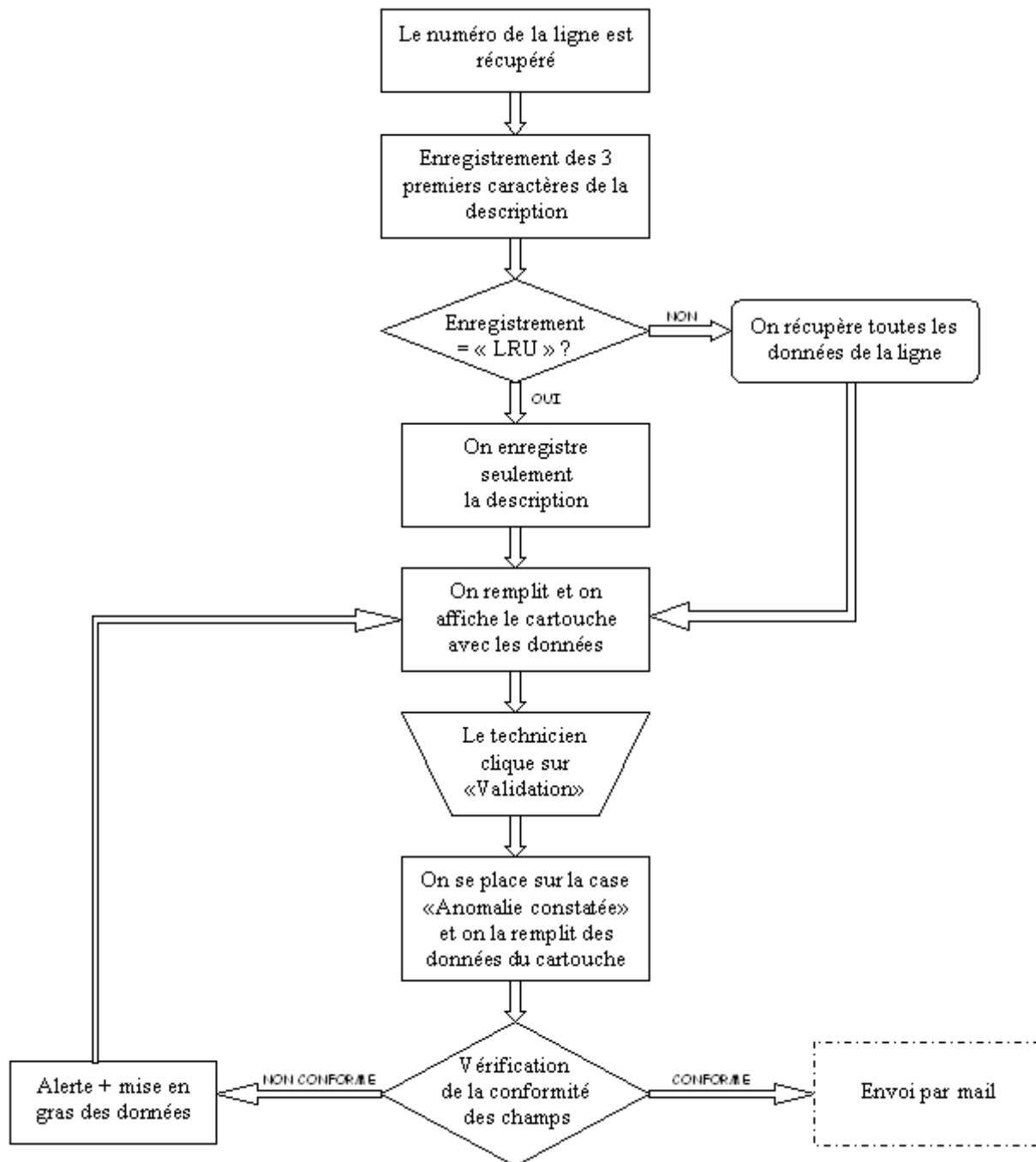


Figure 21 : Graphcnet présentant le fonctionnement du cartouche

Une fois le cartouche complété, un bouton permet de l'envoyer directement au MCA concerné (chaque MCA s'occupe de produits qui lui sont propres). En définitive, un bouton a été ajouté sur chaque fichier « bonrepar », un gain de temps a été observé pour la création des bons de réparations.

## V° Conclusion

Au terme de ces 2 mois de stage, trois outils majeurs ont été développés afin d'améliorer la visualisation de la qualité des fournisseurs, des performances de production sur la ligne mais aussi les temps de certaines tâches que réalisent les techniciens chaque jour.

L'informatique et l'anglais ont donc été mis à profit dans ces projets et ont permis de les concrétiser. Chaque semaine, des techniciens avaient quelques demandes de débogage pour certaines de leur macro qui ne marchaient plus. Cela m'a permis de m'initier sur de petits problèmes avant de m'attaquer à mes projets. De plus cela a entretenu mes relations avec eux et permis de rester dans une bonne ambiance tout au long du stage.

Ce premier stage en entreprise m'a montré l'importance du suivi de chaque partie d'une ligne de production (contrôles du produit, consignation des défauts, analyse des performances fournisseurs) pour permettre des prises de décisions et des moyens d'améliorations de la production.



## Index des illustrations

Figure 1 : Implantation de Thalès dans le monde .....	8
Figure 2 : La place de Thalès Avionics.....	9
Figure 3 : : Les activités de Thalès Avionics .....	10
Figure 4 : Implantation de Thalès Avionics .....	11
Figure 5 : Organisation de Thalès Avionics.....	13
Figure 6 : Vue aérienne de Thalès - Le Haillan .....	14
Figure 7 : Organigramme de l'organisation du site du Haillan .....	15
Figure 8 : Organigramme de la LPR .....	16
Figure 9 : Extraction SAP .....	18
Figure 10 : Fichier bonrepar.xls .....	19
Figure 11 : Bon de réparation de chaque îlot (Partie haute).....	20
Figure 12 : Code Visual Basic de l'activité cta-prod.....	20
Figure 13 : Graphique présentant l'activité cta-prod .....	21
Figure 14 : Tableau croisé dynamique de l'activité cta-prod .....	23
Figure 15 : Tableau statique des données du graph .....	24
Figure 16 : Graphique de l'activité cta-prod v.2.....	25
Figure 17 : Code source des « en cours ».....	26
Figure 18 : Page « En cours » .....	26
Figure 19 : Graphique des « en cours » par jours et par semaines.....	27
Figure 20 : Cartouche bon de réparation (UserForm).....	28
Figure 21 : Graphcet présentant le fonctionnement du cartouche.....	29

## Glossaire

**CAD** : Commission d'Analyse et de Décision  
**CIS** : Cockpit Interactive Solution  
**CTA** : Contrôle Technique d'Approvisionnement  
**CTE** : Contrôle Technique d'Entrée  
**DU** : Décision d'Utilisation  
**IHM** : Interface Homme Machine  
**IRP** : Ingénieur Responsable Produit  
**LPR** : Ligne Produits Répétitifs  
**LRU** : Line Replaceable Unit  
**MCA** : Maîtrise de la Conformité des Approvisionnements  
**PROD** : Production  
**QM** : Quality Management  
**RNC** : Rapport de Non Conformité  
**SBU** : Strategic Business Unit  
**SCA** : Supply Chain Approvisionnement  
**SN** : Serial Number  
**SRU** : Serial Replaceable Unit  
**TBU** : Technical Business Unit  
**THAV** : Thalès Avionics