

16 Annexes

16.1 Annexe 1 – Description Business Thales Alenia Space ETCA.

Leader mondial en Conditionnement et Distribution d'énergie électrique à bord des satellites et engins spatiaux :

- Unités de Conditionnement et Distribution d'énergie électrique,
- Unités de Contrôle de Charge-Décharge des Batteries,
- Unités de Puissance et de Contrôle de moteurs à Propulsion
- Electrique (type ionique ou plasmique),
- Alimentations Haute Tension pour Tubes à Ondes Progressives (TOP), charge utile des satellites de Télécommunication,
- Large gamme de Convertisseurs de Puissance,
- Electronique "Avionique" de contrôle de mécanismes de tout
- Type: orientation des panneaux solaires, pointage d'antennes,...
- Alimentations de puissance pulsée pour imagerie RADAR
- Electronique pour instruments scientifiques ou d'observation de la Terre (traitement numérique du signal, interface de communication,...)

Principal fournisseur d'équipements électroniques à bord des lanceurs ARIANE:

- Distribution de puissance
- Sauvegarde des biens et des personnes
- Contrôle du pilotage (TVC) de tous les étages
- Séparation étages et coiffe

Quelques développements récents :

- Unité de Conditionnement et de Distribution de Puissance pour la constellation Globalstar_2,
- Unités de Cryptographie, à bord des satellites de la constellation Galileo, des liaisons avec les stations terrestres,
- Unité de Conditionnement et de Distribution de Puissance pour satellites d'Observation de la Terre (PLEIADES), pour missions spatiales scientifiques (HERSCHEL-PLANCK),
- Pré-développement d'une nouvelle génération d'unité de conditionnement de Puissance pour satellite de Telecom (jusque 20kW, marchés Thales et Export),
- Boîtier de commutation et d'alimentation (BCA) à bord du lanceur Soyouz
- Qualification ESA technologie hybride de puissance en boîtier hermétique,
- Qualification ESA d'un circuit de contrôle PWM en technologie hybride,
- Systèmes de gestion de processus pour applications spatiales et industrielles

Technologies spatiales développées

Eléments montés en surface et technologie BGA, composants magnétiques, technologie haute tension (jusque 7 kV, incl. pression critique), circuits hybrides couche épaisse en basse et haute puissance, macro-hybrides, boîtiers mécaniques Al et Mg, tests d'environnement et essais électromagnétiques.

Exemples de programme

Ariane, AMC12, AMC 13, APSTAR, SYRACUSE 3, STAR ONE, HOTBIRD 7, GALILEO GSTBV2, DFH 4, KOREASAT, HERSCHELPLANCK, SMART 1, INTELSAT NI-Alpha, INMARSAT, CHINASAT, PLEIADES, Canadian SMALLSAT, JWST, SOYUZ, EXPERT, GLOBALSTAR_2

Exemples de clients

Arianespace, ESA, CNES, EADS Astrium, EADS Space Transportation, Thales Alenia Space, CAST, ISRO, Thales, SAFRAN, Sodern

16.2 Annexe 2 – Description des produits

ATOP

L'Amplificateur pour Tubes à Ondes Progressives fournit l'alimentation de puissance pour les tubes émetteurs des satellites. Ces émetteurs retransmettent les signaux de télévision et de télécommunications, les images météo, les mesures des appareils scientifiques,...

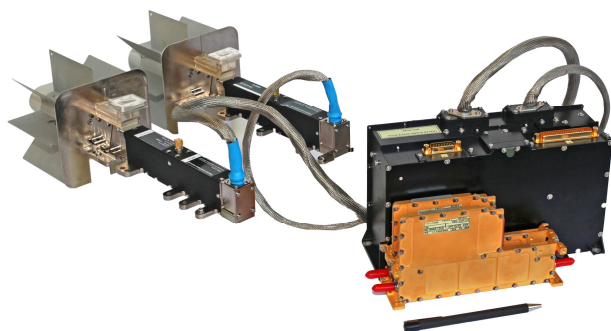


Figure 41. ATOP

La Power Conditioning Unit (PCU) est utilisée pour faire fonctionner le satellite une fois que l'énergie solaire n'est plus suffisante. Son range de puissance est important (6 à 18 KW) ce qui lui permet d'être montée sur beaucoup de satellites géostationnaires.

Pendant les périodes d'expositions, le système contrôle la puissance fournie par les panneaux solaires à travers un Sequential Switching Shunt Regulators (S3R). Puis il recharge les batteries via plusieurs (selon besoin client) contrôleurs de courant nommés Battery Charge Regulators (BCR).

Pendant les périodes d'éclipses la puissance est redistribuée par deux batteries Li-Ion ou NiH2. Cette puissance est contrôlée par le bus de régulation ce qui assure la stabilité du système.

Notre capacité de fabrication permet d'en fournir 6 par an.



Figure 42. Illustration d'une PCU 4000

PPU

La PPU (Power Processing Unit), est un produit dont le marché s'est développé très récemment mais que la société avait développé il y a plus de dix ans.

Le but du produit est de fournir la puissance nécessaire aux moteurs de propulsion ioniques, ce qui permet aux satellites qui dérivent naturellement dans l'espace de se repositionner. Ce qui augmente considérablement leur durée de vie opérationnelle.

Capacité de production : 20 par an.

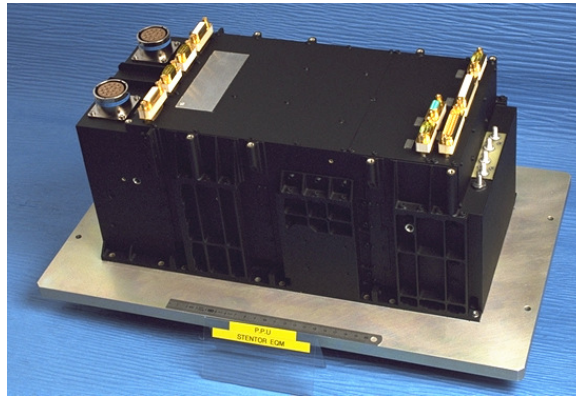


Figure 43. Exemple d'une PPU montée sur une plaque de transport.

PCDU

La PCDU Medium Power est destiné à l'observation et missions scientifiques (ex : Herschel program). Tous les types d'orbites (basses, hautes et géostationnaires) peuvent accueillir cette plateforme robuste, fierté de notre société.

C'est un produit modulable. C'est-à-dire que suivant le besoin, plusieurs modules sont mis en parallèle sur l'ensemble supérieur (baseplate) afin d'augmenter ses capacités, ce qui lui donne une adaptabilité considérable suivant la mission effectuée.

Un exemple d'une PCDU complète (avec un grand nombre de modules) est donné ci dessous.

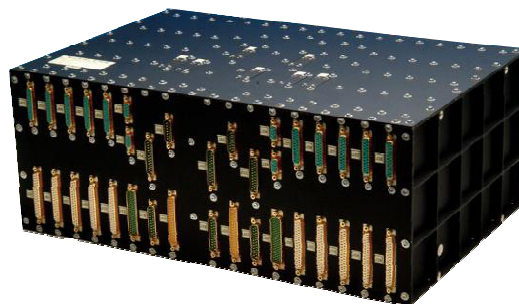


Figure 44. Image d'une PCDU medium power

LPLC

Ce produit est un convertisseur DC/DC qui permet d'alimenter jusqu'à 5 produits à des tensions différentes (20V à 126V). La puissance totale maximum monte à 40 W. Le système est basé sur une cellule PWM travaillant à fréquence fixe avec un système de régulation intégrée.

Le package est bien particulier puisqu'il s'agit d'un hybride scellé hermétiquement, qui respecte les standards ESA en terme de dégazage.

L'usine à la capacité maximale d'en fournir 500 unités par an.

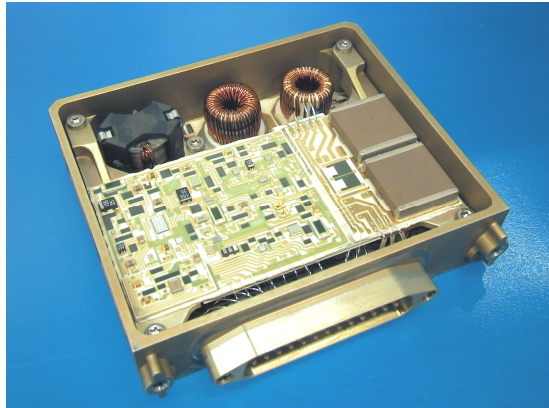


Figure 45. Illustration d'un LPLC « ouvert » (sans capot scellé)

Ariane

21 équipements/lanceurs

50% de l'électronique d'Ariane 5

Capacité : 6 à 7 lanceurs par an.

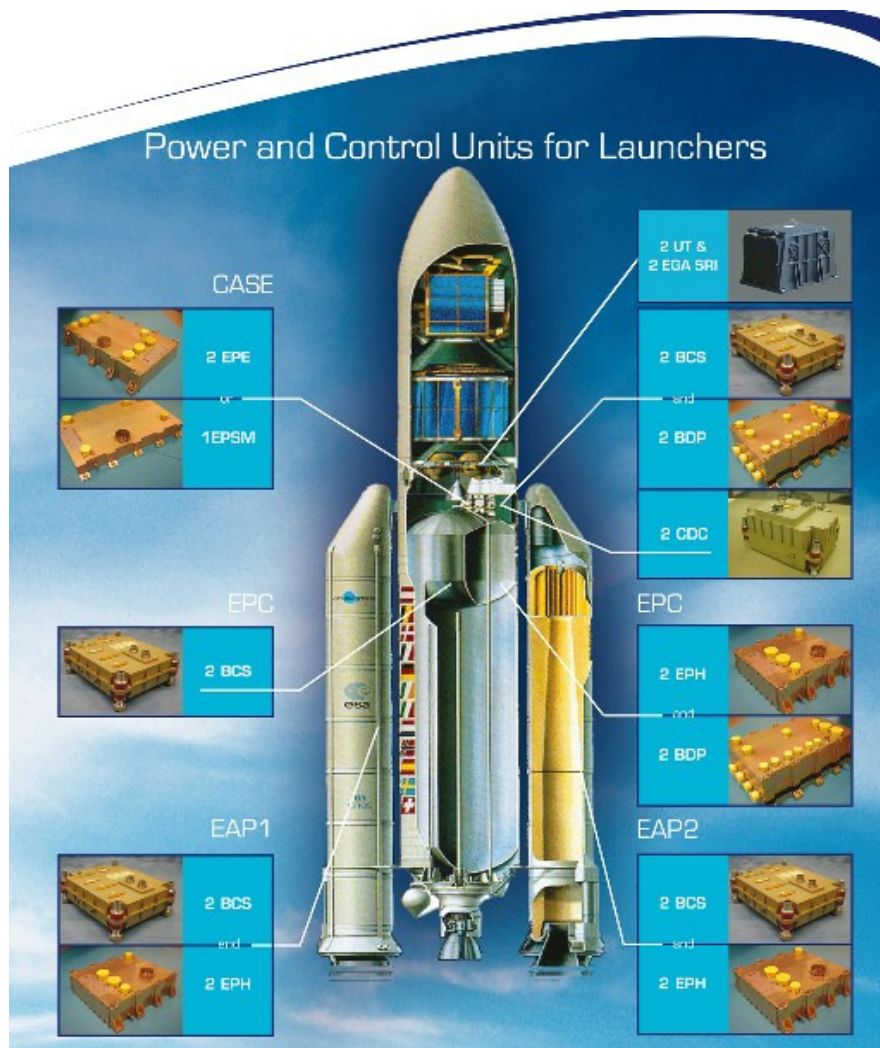


Figure 46. Les produits Thalès dans la fusée Ariane

16.3 Annexe 3 – Value Stream Mapping

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
29	ARMOIRE SAS EL 12				1			
30	T		1					30
31	ETAGERE KITTING EL12				1			
32	T		1					1
33	TRI DU KIT			1		0,15		
34	T		1					1

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
35	ETAGERE KITTING EL12				1			
36	T		1					40
37	DEPOSE SUR POSTE DE TRAVAIL MYDATA				1			
38	T		1					0.5
39	CONTRÔLE			1		0.02		
40	T		1					25
41	NETTOYAGE RINCAGE PCB	1				0.15		
42	T		1					25
43	POSE SUR LE POSTE DE TRAV MYDATA				1			
44	T		1					0.5
45	COLLAGE ETIQUETTE ET SERIALISATION	1				0.02		
46	T		1					0.5
47	APPROPRIATION MANUELLE	1				0.06		
48	T		1					40
49	CQ APPROPR			1		0.08		
50	T		1					70
51	ETUVAGE	1				0	24	
52	T		1					30
53	ARMOIRE AZOTE				1			
54	T		1					20
55	DEPOSE SUR POSTE SERIGRAPHIE				1			

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
56	T		1					1
57	SERIGRAPHIE	1				0.33		
58	T		1					1.5
59	COLLAGE CAM/ALOT	1				0.03		
60	T		1					0.5
61	VERIF POINTS DE COLLE ET SERIGRAPHIE			1		0.04		
62	T		1					2
63	PASSAGE MYDATA	1				0,75		
64	T		1					6
65	CONTRÔLE VISUEL EN LIGNE			1		0.5		
66	T		1					0.5
67	AJOUT COMPOSANT	1				0.25		
68	T		1					3
69	CODENSO	1				0.15		
70	T		1					1
71	STOCK SORTIE CONDENSO				1			
72	T		1					18
73	POSE SUR POSTE ANNEMASSE				1			
74	T		1					0.5
75	MISE DANS LE PANIER ANNEMASSE				1			
76	T		1					1

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
77	NETTOYAGE ANNEMASSE	1				0.75		
78	T		1					1
79	POSE DU PANIER				1			
80	T		1					0.5
81	EXTRACTION DU PBA				1			
82	T		1					20
83	NETTOYAGE MANUEL	1				0.15		
84	T		1					1
85	POSE DE LA CARTE				1			
86	T		1					100
87	POSE SUR POSTE DU FOUR				1			
88	T		1					2
89	ETUVAGE	1				0	12	
90	T		1					85
91	DEPOSE SUR POSTE SERIGRAPHIE				1			
92	T		1					1
93	SERIGRAPHIE	1				0.33		
94	T		1					1.5
95	COLLAGE CAM/ALOT	1				0.03		
96	T		1					0.5
97	VERIF POINTS DE COLLE ET SERIGRAPHIE			1		0.04		
98	T		1					2

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
99	PASSAGE MYDATA	1				0,75		
100	T		1					6
101	CONTRÔLE VISUEL EN LIGNE			1		0.5		
102	T		1					0.5
103	AJOUT COMPOSANT	1				0.25		
104	T		1					3
105	CODENSO	1				0.15		
106	T		1					1
107	STOCK SORTIE CONDENSO				1			
108	T		1					18
109	POSE SUR POSTE ANNEMASSE				1			
110	T		1					0.5
111	MISE DANS LE PANIER ANNEMASSE				1			
112	T		1					1
113	NETTOYAGE ANNEMASSE	1				0	0.75	
114	T		1					1
115	POSE DU PANIER				1			
116	T		1					0.5
117	EXTRACTION DU PBA				1			
118	T		1					20
119	NETTOYAGE MANUEL	1				0.15		
120	T		1					1

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
121	POSE DE LA CARTE				1			
122	T	1						100
123	POSE SUR POSTE DU FOUR				1			
124	T		1					2
125	ETUVAGE	1				0	12	
126	T		1					85
127	CQ MYDATA			1		1.5		
128	T		1					30
129	ARMOIRE AZOTE				1			
130	T		1					40
131	RETOUCHES	1				3		
132	T		1					20
133	NETTOYAGE	1				0.15		
134	T		1					20
135	ARMOIRE AZOTE				1			
136	T		1					35
137	VISU RETOUCHES			1		0.75		
138	T		1					30
139	ARMOIRE AZOTE				1			
140	T		1					10
141	DEPOSE SUR ETAGERE FLYING PROBE				1			
142	T		1					2

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
143	TEST FLYING PROBE			1		1.5		
144	T		1					10
145	ARMOIRE AZOTE				1			
146	T		1					10
147	ETUVAGE	1				0	8	
148	T		1					10
149	ARMOIRE AZOTE				1			
150	T		1					40
151	CABLAGE COMPO	1				2,5		
152	T		1					20
153	NETTOYAGE	1				0.15		
154	T		1					20
155	ARMOIRE AZOTE				1			
156	T		1					40
157	VISUELLE FINALE			1		1.5		
158	T		1					35
159	ARMOIRE AZOTE				1			
160	T		1					25
161	EMBALLAGE ET MISE EN BOITE	1				0.07		
162	FIN D'OF							
163	T		1					1
164	CHARIOT				1			

N°	Description	Symboles				Données		
		○	→	□	▽	Temps heures	Temps délai	Distance mètres
165	T		1					150
166	SAS EL 13				1			
	TOTAL	26	68	11	32	7,15		1312,00

16.4 Annexe 4 – Découpe des opérations du poste de contrôle électrique

Deux types de travaux sont effectués sur la Flying Probe :

- Récurent : Passage de carte sur la flying probe (travail de série)
- Non Récurent : Premier passage de carte sur la machine – Cela nécessite toute une préparation que nous détaillerons plus bas.

Travail Récurent

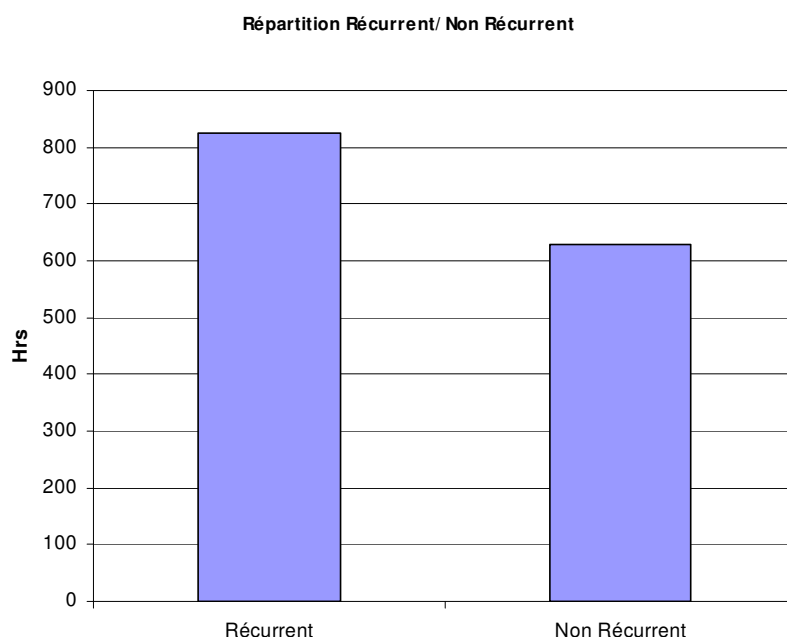
Le temps est décrit dans les gammes (0.5 à 2 h), un travail de revue a été fait par E.Cazzolato et L.Hénaut. Du point de vue du technicien les temps sont bons.

Travail Non Récurent

Le temps de travail dépend de la complexité de la carte (16h à 40h). Ce point est toujours mal évalué car seul le technicien a la connaissance pour évaluer le temps.

De ce fait, c'est le technicien dès que la carte arrive qui transmet le temps dont il a besoin aux ordonnanceurs qui modifient les gammes en rajoutant une opération. (Ce travail était fait par Jobbing en 2011).

Ci-dessous la répartition des tâches récurrentes et non récurrentes,

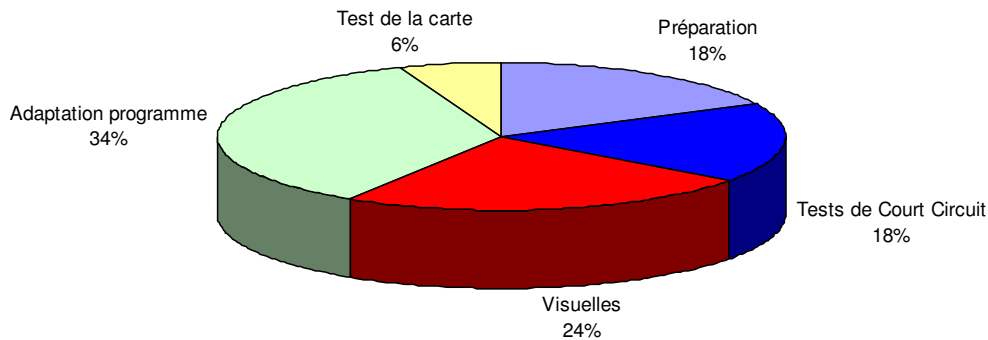


On observe une part importante de travail non récurrent non planifiable, d'où les retards récurrents sur les cartes qui suivent.

PS : Il faut aussi noter qu'en 2011 il y avait deux opérateurs travaillant en parallèle sur la machine, alternant les tâches.

Le temps de travail non récurrent est beaucoup plus important que celui du récurrent, c'est pourquoi j'ai détaillé avec le technicien les opérations qui le composent.

Répartition Tâches Non Récurrences



Les données (hrs) sont données avec une carte que le technicien vient de faire, ce n'est pas à généraliser, la proportion par contre peut l'être.

Préparation (3 hrs)

A la réception d'un OF d'une nouvelle carte ,D2B extrait l'ODB de gestdoc et sort 4 outputs :

- .PAR Liste des composants, valeurs, tolérances
- .NOD Liste des nœuds de l'ODB, des composants, n° de pins, coordonnées X,Y,Test forcé (Oui/Non), Position(Top/Bottom)...
- .SHI Liste des nœuds connectés à la liste des composants
- .SHO Liste des canaux

Tests de court circuits (3hrs)

Le programme révèle une liste de court circuit que le technicien vérifie (les shunts, les secondaires de transfo sont vus comme des court circuits)

Visuelles (4hrs)

Identification des composants non testés électriquement. Par exemple deux diodes en parallèles. Le système n'en testera qu'une.

Le technicien doit donc créer une ligne dans le programme de test pour vérifier la présence des diodes visuellement.

Adaptation du programme en fonction des macros utilisées (6hrs)

Exemple : La macro de mesure d'une diode est faite pour passer « bon » une tension de 0.6 à 0.7 V. Or nombreuses sont les diodes qui atteignent des tensions de 0.45V.

Le technicien doit modifier le programme afin d'y ajouter des spécificités (dérogations sur le résultat de test).

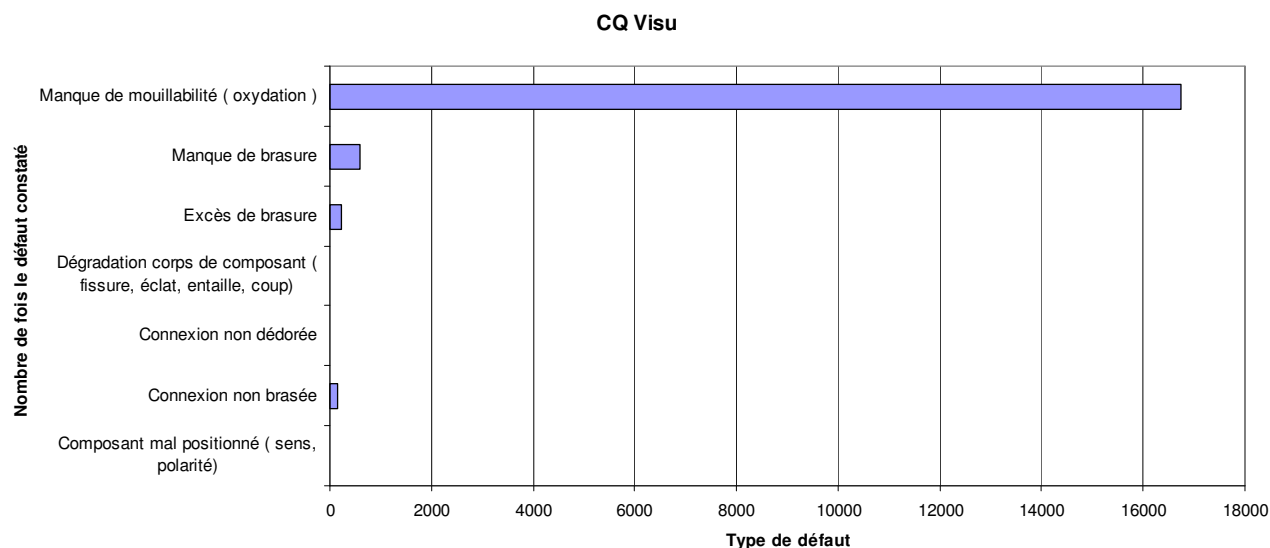
Il y a d'autres modifications telles que :

- Mesure en 4 point d'une résistance faible valeur (à modifier car test en 2 points, systématiquement mauvais)
- Modification du temps de test lors de parasites (ex : capa en parallèle).
- Modification des canaux pour transistors (écartements des points de tests plus loin sur les traces car pattes sous composants)
-

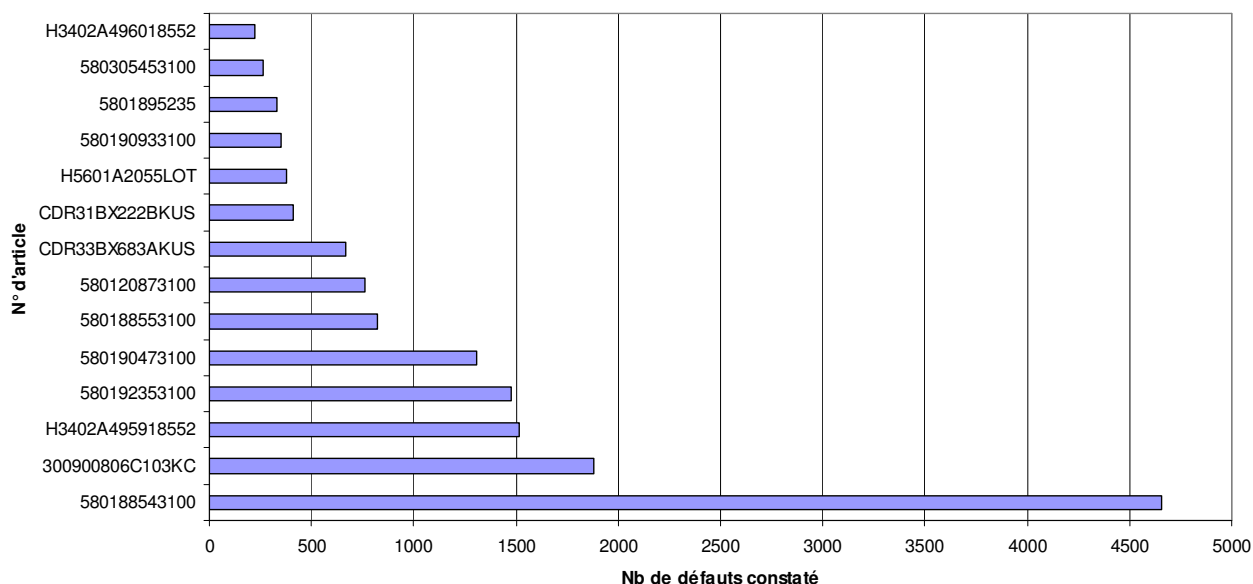
Test de la carte : (1hr)

16.5 Annexe 5 – Retouches – Extraction des données de l'application CQVISU

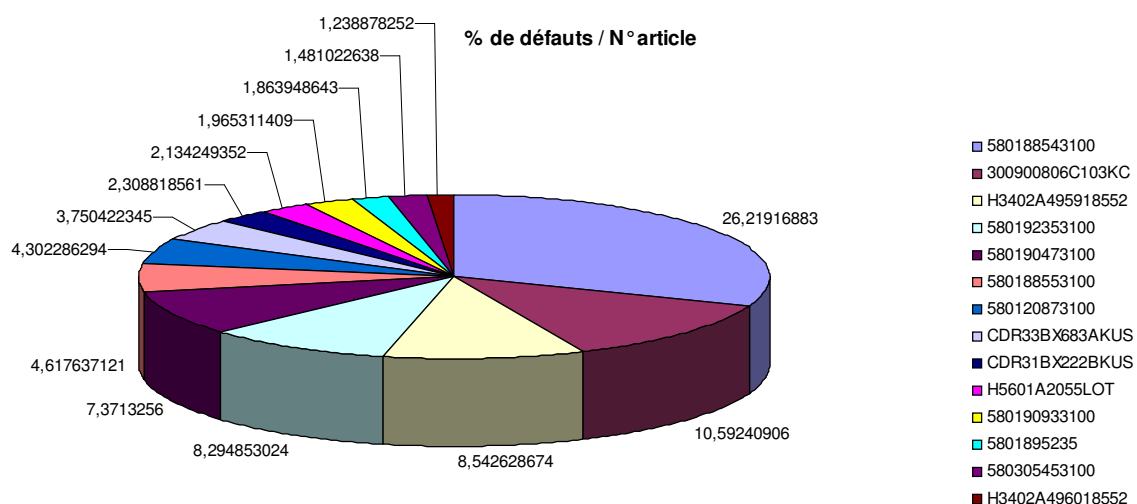
L'étude reprend les thèmes suivants :



Ce graphe montre l'impact prépondérant du défaut de mouillabilité sur tous les autres. Ce défaut survient en cas d'oxydation prononcé du composant qui a alors du mal à être brasé sur le PCB.



Ci-dessus on observe par numéro d'article le nombre de défauts qui ont été constatés. Ci-dessous on retrouve les mêmes données mais exprimées en pourcentages. C'est ainsi que l'on voit que les 5 articles les plus retouchés représente plus de 60% des défauts.



Et enfin une extraction des données du MRP qui montre que les défauts proviennent surtout des capacités Kyocera – Kemet. On observe aussi que les lots commandés sont énormes vis-à-vis des minimum buy.

Par exemple on commande des bobines de composants contenant 23000 pièces ce qui engendre un sur stock. Ce sur stock attends et donc s'oxyde ce qui nuit a la mouillabilité.

N° article	Désignation	Stock	Stock alloué	Commandes	Fabricant	Lead time	Min buy
580188543100	C1210 T2 100nF 50V	36 906	15 812	3000 23000	Kemet Kyocera	/90	250
300900806C103KC	C0805 10nF 50V	7 175	1 446	????	Kyocera	76	2500
H3402A495918552	C0805 10nF 50V	16 918	5 742	2000 15000	Kemet	135	250
580192353100	C0805 1nF 100V	13 628	7 033	250 10000	Kemet Kyocera	/120	250
580190473100	C0805 100pF 100V	9 926	3 485	2500 7500	Kemet Kyocera	/90	100
580188553100	C1210 22nF 100V	3 974	1 019	250 2500	Kemet Kyocera	/76	500
580120873100	C0805 6,8nF 50V	4139	1 329	250 3000	Kemet Kyocera	/76	250
CDR33BX683AKUS	C1210 68nF 50V	3 346	934	250 2020	Kemet	90	250
CDR31BX222BKUS	C0805 2,2nF 100V	3 416	877	2750	Kemet	76	250

H5601A2055LOT	RZ638 SMD	1 526	0	470 $\diamond$ 2000	Euromip	195	2000
580190933100	C1210 1nF 100V	2 443	342	500 $\diamond$ 1000	Kemet Kyocera	/90	100
5801895235	C0805 3,3nF 100V	7 400	1324	400 $\diamond$ 5000	Kemet Kyocera	/120	50
580305453100	C0805 220pF 100V	3 123	1 334	250 $\diamond$ 2500	Kemet Kyocera	/85	100
H3402A496018552	C0805 15nF 50V	2 744	383	250 $\diamond$ 2500	Kemet	76	250

Sur les 6 mois de retouches seules certaines traces sont impactées par les retouches (1 a 2 traces au maximum par n° article)

Les pièces retouchées hormis les Euromip sont vieilles (>2ans)

Les pièces retouchées ont un coût unitaire faible (<1 euro) hormis les Euromip (25 euros)

Les pièces viennent en grosse majorité de KEMET ELECTRONICS SA

Article	Prix (euros)	Trace	Datecode
300900806C103KC	0,32	69556	1115
		70730	1127
580120873100	0,15	67459	1102
580188543100	0,2	67912	1105
580188553100	0,7	64500	1029
		65314	1035
5801895235	0,25	67470	1111
		69761	1121
580190473100	0,3	66556	1050
580190933100	0,17	69742	1052
		66675	1052
580192353100	0,29	67466	1052
580305453100	0,15	74056	1115
		71643	1115
CDR31BX222BKUS	0,29	48504	738
CDR33BX683AKUS	0,31	66633	1102
H3402A495918552	0,22	69556	1115
H3402A496018552	0,29	32052	425
		73664	1152
H5601A2055LOT	24,8	79390	1222