



HAL
open science

Optimisation de la chaîne numérique CFAO HISPANO-SUIZA

Frédéric Camadoo

► **To cite this version:**

Frédéric Camadoo. Optimisation de la chaîne numérique CFAO HISPANO-SUIZA. Génie mécanique [physics.class-ph]. 2012. dumas-01427377

HAL Id: dumas-01427377

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01427377>

Submitted on 13 Jan 2017

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.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

VERSAILLES

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le **DIPLOME D'INGENIEUR CNAM**

SPECIALITE : Mécanique

OPTION : Production automatisée

par

Frédéric CAMADOO

Optimisation de la chaîne numérique CFAO

HISPANO-SUIZA

Soutenu le JJ mois AAAA (date définitive)

JURY

PRESIDENT :	Civilité Prénom NOM	Fonction
MEMBRES :	Civilité Prénom NOM	Fonction
	Civilité Prénom NOM	Fonction
	Civilité Prénom NOM	Fonction
	Civilité Prénom NOM	Fonction

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement les différents responsables du service Méthodes qui ont mis toute leur confiance sur mes compétences et m'ont permis d'évoluer dans un cadre de travail appréciable.

Je remercie MR Vimeux, responsable du service Méthodes, chargé des suivre les travaux concernant les activités Carters, Pignons, et Métrologie.

Je remercie Mlle PUTNOKI, responsable de l'activité industrialisation CARTERS, qui fut succédé durant ma mission par MME POMMIER. Nous avons travaillé dans une très bonne ambiance, et nous sommes parvenus à nos objectifs.

Je remercie MR GUERIN, responsable de l'activité industrialisation PIGNONS, avec qui nous avons effectué la mise en place de la gestion numérique SMARTEAM.

Je remercie MR GALMICHE, responsable de l'activité MONTAGE, qui a participé grandement à la mise en place de la chaîne CFAO.

Je remercie l'ensemble de l'équipe programmation d'usinages pour avoir particulièrement jouée le jeu. Malgré les réticences de certain, je suis parvenu à les faire adhérer aux nouvelles procédures de gestion.

Je remercie MLLE BADIN, responsable des achats du service Méthodes, avec qui j'ai élaboré un moyen de communication permettant de suivre en temps réel les commandes.

Pour finir, je tiens à remercier mes parents et mon amie Marie-Laure qui m'ont soutenu et encouragé pendant tout mon parcours CNAM et la rédaction de ce mémoire.

Résumé

Ce mémoire présente la mise en place d'une chaîne numérique CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) stable et fiable. C'est une mission qui a été effectuée dans le cadre d'une prestation chez Hispano-Suiza, spécialiste dans la transmission de puissance équipant les moteurs d'avion, au sein du service Méthodes. Le déroulement du projet s'est réalisé dans le but d'optimiser la chaîne numérique CFAO et de préparer l'industrialisation du carter TRENT XWB (qui équipera le moteur de l'Airbus A350). Dans un premier temps, l'optimisation de la chaîne numérique CFAO a consisté à mettre en relation les logiciels CATIA V5, SMARTEAM et SAP tout en établissant des procédures de gestion stables et fiables pour les programmeurs d'usinage. De nombreuses difficultés se sont présentées en termes de gestion des données numériques, qu'il a fallu résoudre. Chaque programmeur travaillait de manière différente et aucune procédure n'avait été mise en place. Dans un second temps, la mission a consisté à gérer toutes les commandes et réaliser tous les 2D et 3D des outils coupants et composants qui ont servis à l'usinage du carter. Il fallait absolument être capable de suivre les commandes en temps réel avec le responsable des achats. Ce qui a été réalisé grâce à la mise en place d'un fichier de gestion des commandes. Ce projet fut mené à bien, grâce à un suivi minutieux des travaux avec des résultats significatifs, permettant de gagner pratiquement la moitié du temps de travail de chaque programmeur d'usinage.

Abstract

This paper presents the development of a chain of CAD/CAM (Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing) stable and reliable. This mission was conducted in the framework of the provision at Hispano-Suiza, a specialist in power transmission fitted to aircraft engines, within the service methods. The progress of the project was done in order to maximize the digital channel CAD/CAM and prepare the industrialization of the housing TRENT XWB (which will power the engine of the Airbus A350). Initially, the optimization of the digital channel CAD/CAM was to establish links between CATIA V5, SMARTEAM and SAP while providing management proceedings stable and reliable machine for programmers. Many difficulties were encountered in the management of digital data, which had to be resolved. Every programmer working in different ways and no procedures were in place. In a second step, the mission was to manage all orders and perform all the 2D and 3D cutting tools and components that were used for the machining of the housing. It was absolutely necessary to be able to track orders in real time with the purchasing manager. What has been achieved through the implementation of a file management commands. This project was carried out through close monitoring of work with significant results, saving almost half the working time of each machine programmer.

Liste des abréviations

- **APT** : Automatically Programmed Tool
- **BE** : Bureau d'Etudes
- **CADAM** : Computer Augmented Design And Manufacturing
- **CATIA** : Conception Assisté Tridimensionnelle Interactive Appliquée.
- **CAO** : Conception Assistée par Ordinateur
- **CFAO** : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur
- **CGR** : Catia Graphical Representation
- **COFIL** : Comité de Pilotage
- **DA** : Demande d'achat
- **DI** : Demande d'Intervention
- **DU** : Désignation unique
- **OCA** : Outil Coupant Assemblé
- **IGS ou IGES** : Initial Graphics Exchange Specification
- **IT** : Instructions de Travail
- **Mo** : Méga octets
- **PLM** : Product Lifecycle Management
- **SAP** : Systems, Applications and Product data processing
- **VRML** : Virtual Reality Modeling Language

Glossaire

- **Carte outil** : plan 2D de l'identité d'un outil complet d'usinage.
- **CATALOG** : extension CATIA regroupant des données spécifique à un atelier.
- **CATDRAWING** : fichiers 2D CATIA spécifique à l'atelier DRAWING.
- **CATIA V5** : Logiciel de conception numérique 3D assisté par ordinateur.
- **CATPART** : fichier 3D CATIA spécifique à l'atelier PARTDESIGN.
- **CATPRODUCT** : fichier 3D CATIA assemblage spécifique à l'atelier ASSEMBLYDESIGN.
- **CATPROCESS** : Fichier pour programmation d'usinages CATIA spécifique à l'atelier.
- **CADAM** : Logiciel de conception numérique 2D assisté par ordinateur.
- **Contrat de phase** : le document de référence de l'opérateur. Il décrit l'ensemble des opérations éventuellement groupées en sous-phases, réalisées sur un même poste de travail.
- **Hors-courses machine** : limite de course de chaque axe du centre d'usinage.
- **L'interopérabilité** : est la capacité que possède un produit ou un système dont les interfaces sont intégralement connues à fonctionner avec d'autres produits ou systèmes existants ou futurs.
- **IT : Instructions de Travail** : fichiers illustrés permettant aux opérateurs de suivre des opérations diverses pas à pas (d'assemblage, de réglages...).
- **NCSIMUL** : Logiciel de simulation d'usinage assisté par ordinateur
- **Langage ISO machine** : Langage standard machine
- **Outil coupant** : outil en rotation ou non permettant un enlèvement de matière à une pièce.
- **Post-processeur** : permet de traduire le langage d'une CFAO, le processeur, vers une MOCN (machine-outil à commande numérique).
- **SAP** : prologiciel ERP (Enterprise Resource Planning) qui permet de gérer l'ensemble des processus opérationnels d'une entreprise, en intégrant l'ensemble des fonctions de cette dernière comme la gestion des ressources humaines, la gestion comptable, financière,....
- **SMARTEAM** : Logiciel de gestion de données numériques (3D, fichiers office XP...).

Table des matières

I.	Contexte du projet	12
I.1.	Présentation d'Altran pôle ASD et de mon rôle dans l'entreprise	14
I.1.1.	Le groupe Altran	14
I.1.2.	Le pôle Aéronautique, Spatiale et Défense (ASD)	14
I.1.3.	Rôle dans l'entreprise	14
I.2.	Présentation du groupe Safran et de la filiale HISPANO-SUIZA	15
I.2.1.	Le groupe SAFRAN	15
I.2.2.	Position sur le marché	15
I.2.3.	Organisation du groupe	15
I.2.4.	Le groupe HISPANO-SUIZA	16
I.2.5.	Transmissions de puissance	16
I.2.6.	Chaîne de l'énergie électrique	16
I.2.7.	Service après-vente	17
I.2.8.	Implantations	17
I.2.9.	Enjeux	18
I.3.	Hispano-Suiza et Altran	18
I.3.1.	Objectifs de la mission	18
I.3.1.	Description des lots du projet	19
I.3.2.	Organisation des services et environnement de travail	19
I.3.3.	Planning de travail général	21
I.3.1.	Planning de travail LOT 1	22
I.3.1.	Planning de travail LOT 2	23
I.3.2.	Planning de travail LOT 4	24
I.3.3.	Mon rôle entre les différents acteurs du projet	25
I.3.4.	Outils utilisés pour chaque lot	26
I.3.5.	Contrôle avancement projet HISPANO-SUIZA – ALTRAN	26
I.4.	Description du mémoire	31
II.	LOT 1 : Support CFAO aux programmeurs	33
II.1.	La chaîne CFAO	33
II.1.1.	Chaîne numérique CFAO théorique	33
II.1.2.	Chaîne numérique CFAO adaptée HISPANO-SUIZA	34
II.1.3.	Formation des programmeurs à CATIA V5	34
II.2.	Phase 1 : Préparation des données numériques	37
II.2.1.	Problèmes rencontrés	37

II.2.2.	Solutions apportées	39
II.2.3.	Livrables client : procédure de la phase 1	42
II.2.4.	Perspectives et évolutions de la phase 1	42
II.3.	Phase 2 : Choix de l'outil coupant.....	42
II.3.1.	Problèmes rencontrés	43
II.3.2.	Solutions apportées	44
II.3.3.	Livrables client : procédure de la phase 2	51
II.3.4.	Perspectives et évolutions de la phase 2.....	51
II.4.	Phase 3 : Programmation d'usinages CATIA/NCSIMUL	52
II.4.1.	Problèmes rencontrés	52
II.4.1.	Solutions apportées	52
II.4.2.	Livrables client : procédure de la phase 3	55
II.4.3.	Perspectives et évolutions de la phase 3.....	55
II.5.	Phase 4 : Mise au point et mise à jour des programmes d'usinage	55
II.5.1.	Problèmes rencontrés	55
II.5.2.	Solutions apportées	56
II.5.3.	Livrables client : procédure de la phase 4 :	56
II.5.4.	Perspectives et évolution de la phase 4	56
II.6.	Phase 5 : Gestion des évolutions.....	57
II.6.1.	Problèmes rencontrés	57
II.6.2.	Solutions apportées	57
II.6.3.	Livrables client : procédure de la phase 5 :	57
II.6.4.	Perspectives et évolutions phase 5.....	57
III.	LOT 2 : réalisation 3D/2D et commandes de 120 outils d'usinage pour le carter XWB.....	59
III.1.	Création des 3D et 2D des OCA	59
III.2.	Commandes des outils coupants et composants	60
III.3.	Montage et chargement des OCA en atelier de production.....	63
III.4.	Perspectives et améliorations	64
IV.	LOT 4 : SMARTEAM et projet CFM56-7B27A.....	66
IV.1.	SMARTEAM	66
IV.1.1.	Interface SMARTEAM.....	66
IV.1.2.	Les documents SMARTEAM	67
IV.1.1.	Les liens SMARTEAM	68
IV.1.1.	Les recherches	69
IV.1.1.	Les révisions	69

IV.1.1. Gestion des droits utilisateurs	69
IV.2. Gestion des données numériques du bureau des Méthodes dans SMARTEAM	71
IV.2.1. Audit préparateurs	71
IV.2.2. Structure SMARTEAM des différents secteurs des Méthodes	72
IV.3. Projet CFM56-7B27A	78
IV.3.1. Livrables client	79
V. Bilan des travaux.....	80
V.1. Bilan LOT 1	80
V.1.1. Phase 1 : préparation des données numériques.....	80
V.1.2. Phase 2 : Choix de l'outil coupant	81
V.1.3. Phase 3 : programmation d'usinage CATIA/NCSIML	82
V.1.4. Phase 4 : mise au point et mise à jour des programmes d'usinage	82
V.1.5. Phase 5 : gestions des évolutions	83
V.1. Bilan LOT 2.....	83
V.1.1. Création des OCA 3D et 2D.....	83
V.1.2. Suivi des approvisionnements des OCA.....	83
V.1.3. Suivi du montage et réglage des OCA en atelier.....	84
V.2. Bilan LOT 4.....	84
V.2.1. Mise en place de la structure SMARTEAM	84
V.2.2. Projet CFM56-7B27A.....	85
VI. Conclusion	86
VII. Liste des figures.....	89
VIII. Liste des Tableaux.....	91
IX. Liste des annexes	92

Introduction

Le monde industriel est perpétuellement à la recherche d'amélioration de ses performances et souhaite être le plus réactif possible. La Conception Assistée par Ordinateur contribue fortement à cet effet, mais elle est devenue complexe à gérer. Depuis son intégration dans les entreprises (automobiles, aéronautique...), de plus en plus de personnes sont quasiment obligées d'avoir des notions, voire une expertise dans l'utilisation des logiciels de CAO. Celle-ci permet de visualiser en avance des pièces dans leur contexte d'utilisation ou bien encore de faire des simulations 3D diverses. Depuis quelques années le domaine Product Lifecycle Management (PLM) est une notion incontournable devenant ainsi une activité à part entière. Que ce soit un cadre ou un technicien de la chaîne numérique de la CAO, chacun doit être conscient de l'importance de la gestion des données numériques. Une bonne gestion permet en effet de gagner un temps considérable pour la conception ou les simulations 3D diverses. En général, la gestion des données numériques se fait, soit par le logiciel CAO lui-même, qui est doté de son propre gestionnaire ou bien par un autre logiciel qui vient en complément. Dans la plupart des cas un autre logiciel est rajouté du fait de la complexité de gestion.

Si nous prenons par exemple la chaîne numérique CAO d'une entreprise nous pouvons constater qu'elle touche pratiquement tous les corps de métiers présents dans cette entreprise. Les pièces vont être conçues en 3D dans un bureau d'études, puis envoyées sur des logiciels de calculs, puis un prototype sortira, dont la conformité sera vérifiée par des moyens de contrôles adéquats. Ensuite, le service fabrication prendra le relais pour la production série. D'où l'intérêt de suivre l'évolution des pièces tout au long de son cycle de vie et surtout bien gérer l'interopérabilité entre les services. Effectivement les échanges de fichiers CAO entre les services et fournisseurs sont particulièrement compliqués. Les logiciels utilisés sont souvent différents ce qui implique d'avoir des formats d'échange standards mais qui posent quelques problèmes lors de la réception des données 3D.

Ce mémoire présente la mission en prestation que j'ai effectuée en tant que chef de projet au sein de l'entreprise HISPANO-SUIZA (dans le service méthodes) spécialisé dans la transmission de puissance en aéronautique. Cette mission se décomposa en 4 LOTS avec un LOT 3 qui fut annulé par le client afin de concentrer la mission sur l'amélioration de la chaîne numérique CFAO. Mon objectif a été de réaliser une refonte totale de la gestion des données numériques liées à CATIA/NCSIMUL du service industrialisation CARTERS (LOT 1) puis d'intégrer toutes les données numériques du service méthodes dans SMARTEAM (LOT 4). En parallèle, je me suis occupé de la préparation de l'industrialisation du CARTER TRENT XWB (LOT 2). Comme expliqué dans le paragraphe ci-dessus, j'ai dû faire face à de nombreux problèmes numériques tels que les échanges de fichiers CAO entre services

et fournisseurs... Il est important de souligner que le service n'avait aucun mode travail et que chacun des préparateurs programmation d'usinages travaillait à sa manière, sans procédure établie. Ce mode de fonctionnement n'assurait aucun suivi et traçabilité des données numériques. Certains préparateurs pouvaient perdre jusqu'à une demi-journée voire une journée pour des problèmes numériques.

Afin de mieux appréhender les contraintes et problèmes du service, j'ai recherché, avec les responsables méthodes et industrialisation CARTERS les grandes phases de la chaîne numérique CFAO. Ce qui m'a permis d'en identifier 5 phases qui seront décrites successivement dans ce mémoire. J'y décrirai pour chacune des phases, les différents problèmes rencontrés ainsi que les solutions que j'ai apportées et les perspectives d'évolutions proposées. L'objectif a été de mettre en place une chaîne numérique CFAO stable et fiable pour chacune des 5 phases. Sachant que les préparateurs travaillaient chacun d'une façon différente, à ma propre initiative, j'ai mis en place des réunions régulières afin d'impliquer tous les préparateurs et d'obtenir les solutions les plus adaptées à leurs besoins. Après chaque solution apportée dans les différentes phases, j'ai dispensé une formation d'une journée pour que les préparateurs puissent travailler en totale autonomie. Ainsi j'ai établi des procédures en adéquation avec les besoins des préparateurs.

Dans ce mémoire, je vais décrire également ma participation à la préparation de l'industrialisation du CARTER TRENT XWB. Cette tâche a consisté à réaliser tous les modèles 3D et 2D servant à l'industrialisation du carter. J'ai dû également gérer les commandes des outils en relation avec les achats. De ce fait j'ai mis en place des fichiers de gestion permettant aussi bien aux préparateurs qu'aux responsables des achats de suivre les statuts des commandes. J'ai dû m'assurer du bon assemblage en atelier des outils commandés pour l'usinage du CARTER et de leur intégration dans le magasin outils du centre d'usinage.

Comme décrit précédemment, la gestion de données numériques dit PLM est une activité à part entière, de ce fait Hispano Suiza, s'est rendu compte de l'importance de cette activité et a opté pour le logiciel SMARTEAM. Ayant une forte expérience en PLM chez Renault qui est l'un des fleurons français en termes d'innovation, j'ai pu mettre en avant mes compétences acquises. Le LOT 4 demandait de réaliser toute l'intégration des données numériques dans SMARTEAM du service Méthodes. Afin de mieux repérer les modes de gestion des fichiers de tout le service méthodes, j'ai élaboré un audit auprès de chaque utilisateur CATIA et SMARTEAM. Ceci m'a permis de synthétiser les différentes données numériques utilisées. Ainsi j'ai pu définir une architecture SMARTEAM et un mode de gestion élaboré compris par tous suite aux journées de formation dispensées aux différents techniciens du service méthodes.

Enfin, le LOT 4 comportait également la réalisation d'outils spécifiques 3D et 2D pour le projet CFM56-7B27A selon la procédure que j'avais mis en place.

I. Contexte du projet

Le projet s'est déroulé dans le cadre d'une prestation de service proposée par ALTRAN (pôle Aerospace et défense) pour le client HISPANO-SUIZA. Cette prestation s'est réalisée dans le département Transmission de puissance, au sein du bureau des Méthodes, pour l'industrialisation du carter TRENТ XWB (pièce du moteur Rolls-Royce TRENТ 1000 qui équipera l'airbus A350). Le carter est en aluminium (A57G06) et usiné sur une machine 4 axes. Le projet a englobé les domaines de la programmation d'usinages, des outils coupants et spécifiquement la chaîne numérique CFAO. Le projet s'est effectué dans le périmètre de responsabilité du Responsable des Programmes carters, au sein de l'équipe en charge des travaux pour le carter XWB et en liaison étroite avec les équipes de développement du bureau des Méthodes.

Hispano-Suiza assure la conception, le développement, la production et le maintien en service des transmissions de puissance des moteurs Trent 500, Trent 700 / Trent 700 EP (Enhanced Performance) et Trent 800 qui motorisent respectivement les Airbus A340-500/600, les Airbus A330 et les Boeing 777

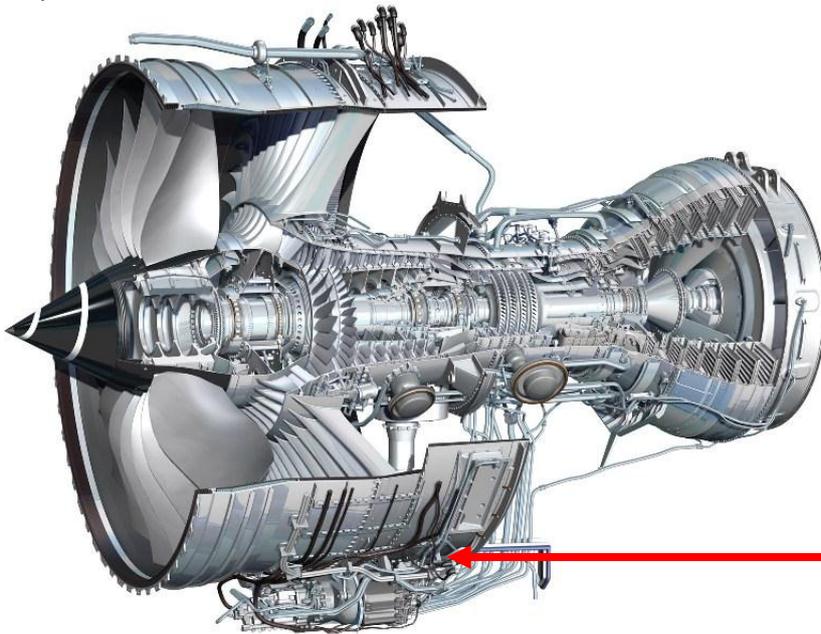


Figure 1 : Moteur Rolls-Royce TRENТ 1000 XWB

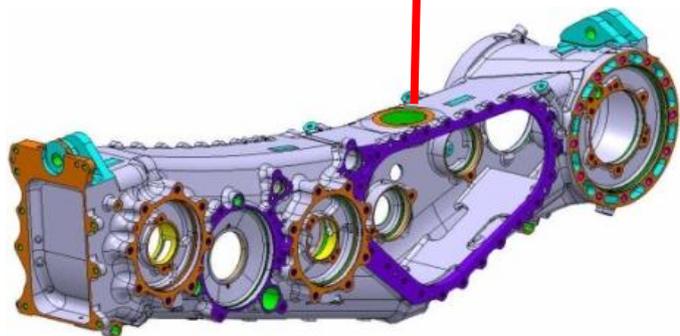


Figure 2 : Carter TRENТ XWB

Le carter Trent XWB (74 000 à 95 000 livres de poussée) équipera toutes les versions de l'A350 XWB (A350-800, A350-900, A350-1000, A350-900R et une version cargo, l'A350-900F). La transmission de puissance Trent XWB est un équipement de haute technologie comprenant le support d'équipements et sa boîte de renvoi d'angle intermédiaire, l'arbre radial, l'ensemble du réservoir d'huile équipé, et le couple conique de prise de mouvement moteur.

Le carter TRENT XWB est composé de pignons assurant un couple nécessaire pour le démarrage du moteur et ensuite le carter va servir de relais pour la transmission en énergie mécanique aux des différents accessoires fixés sur lui. L'énergie permettant le démarrage du moteur est transmise par l'intermédiaire d'un renvoi d'angle à un arbre de transmission sur une boîte de vitesse.

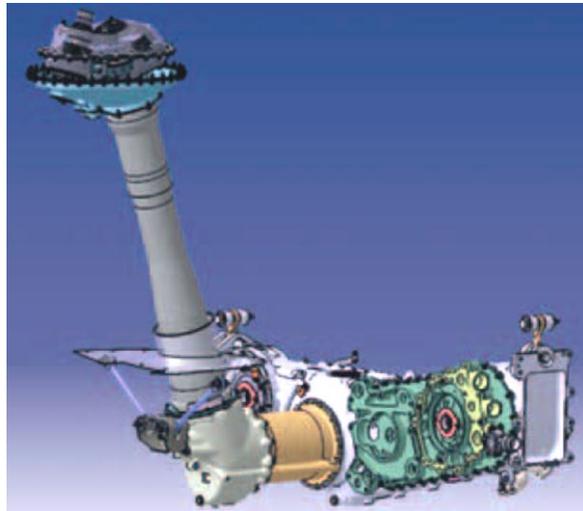


Figure 3 : Ensemble de transmission de puissance TRENT XWB

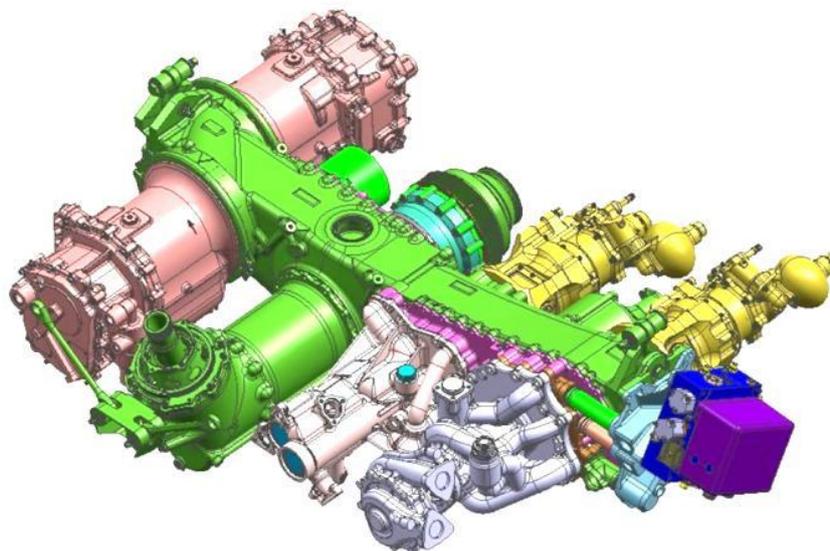


Figure 4 : Carter TRENT XWB et accessoires

I.1. Présentation d'Altran pôle ASD et de mon rôle dans l'entreprise

I.1.1. Le groupe Altran

Altran est une société de conseil en innovation et en hautes technologies. Altran a un effectif de 15000 consultants présents dans le monde couvrant l'ensemble des métiers de l'ingénierie autour de trois grands métiers : le conseil en technologie et R&D, le conseil en organisation et systèmes d'information, et le conseil en stratégie et management.

Altran se divise en 5 branches :

- **Aéronautique, Spatiale et Défense (ASD)**
- **Automobile, Infrastructure et Transport**
- **Energie, Industries et Sciences de la vie**
- **Services Financiers et Gouvernement**
- **Telecom et Média**

I.1.2. Le pôle Aéronautique, Spatiale et Défense (ASD)

Le pôle ASD est composé de 2 500 spécialistes intervenant dans le monde entier.

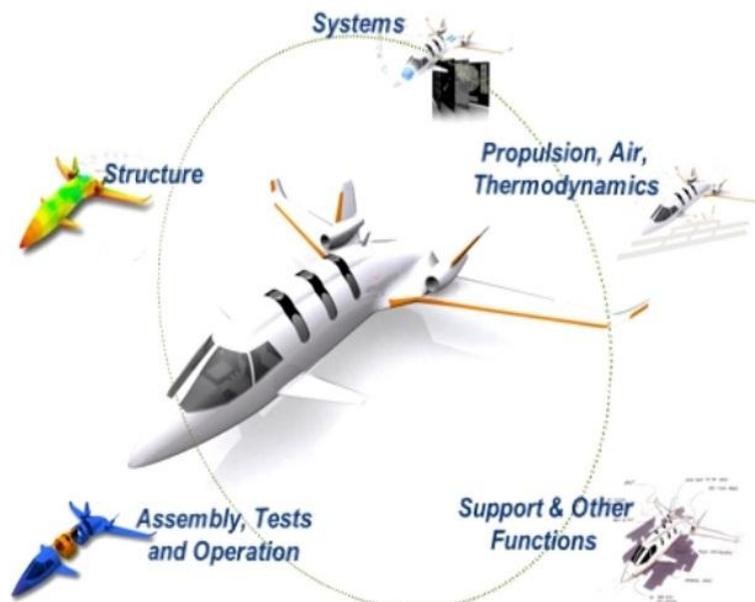


Figure 5 : Les métiers du pôle ASD

I.1.3. Rôle dans l'entreprise

Je été intégré dans la branche Aéronautique, Spatiale et Défense en tant qu'ingénieur d'étude pour le poste de Consultant. Mon rôle était d'apporter aux clients des solutions innovantes. Il s'agissait également d'améliorer des processus ou encore des organisations.

I.2. Présentation du groupe Safran et de la filiale HISPANO-SUIZA

I.2.1. Le groupe SAFRAN

Le groupe Safran est un équipementier international de haute technologie, leader en aéronautique, défense et sécurité. Présent sur tous les continents, le Groupe emploie plus de 54 000 personnes et a réalisé en 2010 un chiffre d'affaires de 10,8 milliards d'euros. Le groupe est spécialisé dans 3 domaines d'expertises :

- **Motoriste et équipementier aéronautique** : le groupe Safran développe, produit et commercialise des moteurs et des sous-ensembles propulsifs pour avions et hélicoptères, civils et militaires, missiles balistiques et lanceurs spatiaux et satellites.
- **Electronicien de défense** : présent sur les marchés de l'optronique, de l'inertiel, de l'électronique et des logiciels critiques.
- **Acteur global de la sécurité** : le groupe Safran propose des solutions de pointe pour répondre aux nouveaux besoins de sécurité.

I.2.2. Position sur le marché

N°1 mondial des moteurs d'avions civils (en partenariat avec GE)

N°1 mondial des trains d'atterrissage et des roues & freins carbone

N°1 mondial des commandes de vol pour hélicoptères

N°1 mondial de reconnaissance biométrique à base d'empreintes digitales

I.2.3. Organisation du groupe

Le groupe Safran se divise en 3 grands domaines d'activité avec ses différentes filiales. Mon projet s'est déroulé dans la filiale HISPANO-SUIZA.

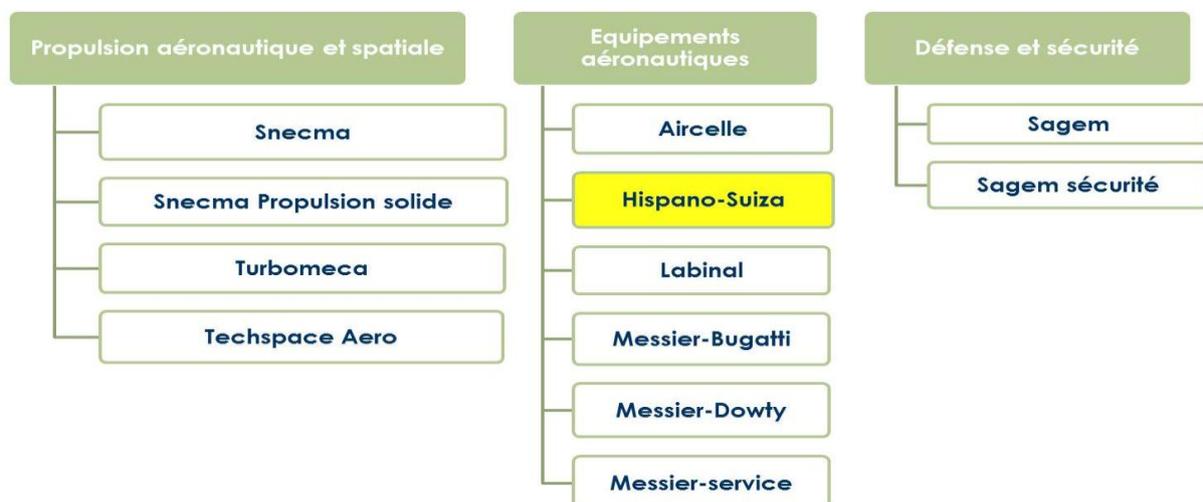


Figure 6 : Organisation du groupe Safran

I.2.4. Le groupe HISPANO-SUIZA

Hispano-Suiza, acteur de la chaîne de l'énergie à bord de l'avion, est un équipementier partenaire des motoristes, des avionneurs et des systémiers aéronautiques mondiaux.

I.2.5. Transmissions de puissance

Hispano-Suiza conçoit et réalise des transmissions de puissance pour répondre aux exigences de ses clients avec le souci constant de la qualité et de la fiabilité.

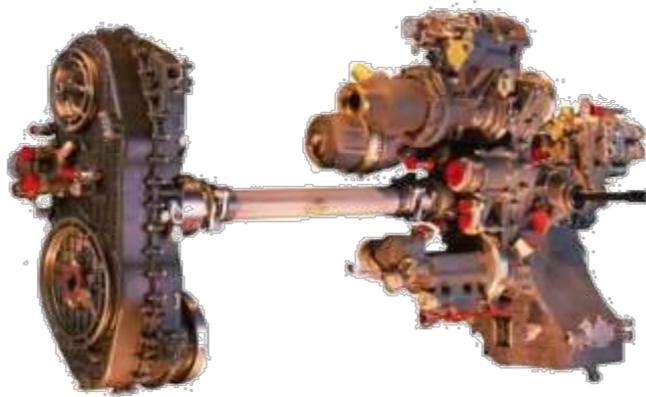


Figure 7 : Exemple ensemble transmission de puissance

Près de 60 % des avions civils de plus de 100 places sont équipés de transmissions de puissance Hispano-Suiza. Depuis de très nombreuses années, Hispano-Suiza est le partenaire privilégié en transmissions de puissance de Snecma pour tous les moteurs CFM56 et de Rolls-Royce pour les moteurs Trent 500, 700, 800 et les BR710 et BR715.

L'objectif est de répondre aux besoins des clients en matière de performance, de réduction de la consommation de carburant, de coût d'exploitation et de respect de l'environnement.

I.2.6. Chaîne de l'énergie électrique

Hispano-Suiza, prépare, développe et produit les systèmes et équipements électriques.



Figure 8 : Partie énergie électrique

- **Le passage au « plus électrique »** : L'énergie non propulsive à bord des aéronefs migre progressivement vers l'électrique en lieu et place des énergies pneumatique, hydraulique et mécanique. Les objectifs de cette évolution sont de permettre des optimisations fonctionnelles, un meilleur respect de l'environnement et des gains économiques.
- **Produits électroniques de puissance** : Hispano-Suiza est au premier rang des concepteurs et fournisseurs d'alimentations et onduleurs de puissance pour actionneurs électriques.
- **Les systèmes électriques** : Hispano-Suiza prépare l'optimisation globale des architectures électriques des aéronefs et l'intégration de systèmes électriques.
- **Les outils de Recherche & Technologie** : Hispano-Suiza consacre un effort important en Recherche & Technologie dans les domaines de l'électronique de puissance et des systèmes électriques.

1.2.7. Service après-vente

Les activités services et après-vente d'Hispano-Suiza interviennent depuis la prestation ponctuelle de réparation ou de fourniture de rechanges jusqu'au support global de flotte en service.

- **Support aux clients et aux opérateurs**
- **Assurer une forte disponibilité du produit en exploitation**

1.2.8. Implantations

Hispano-Suiza se divise en 3 sites :

- **Site de Colombes Région parisienne (siège social)** : Recherche, conception, développement, production, essais, vente et support de transmissions de puissance pour moteurs d'avions et hélicoptères. Fabrication de composants hydromécaniques
- **Site de Réau Région parisienne** : Recherche, conception, développement, production, essais, vente et support de convertisseurs électroniques de puissance et de systèmes électriques avion.
- **Site de Sedziszow Pologne** : Production de pignons et carters pour transmissions de puissance et montage. Production de composants pour moteurs d'avions, d'hélicoptères et de nacelles (autres clients internes Groupe : Turbomeca et Aircelle).

I.2.9. Enjeux

Hispano-Suiza cherche en permanence à améliorer ses performances pour apporter à ses clients avionneurs, motoristes, hélicoptéristes et équipementiers les réponses les plus adaptées en termes de solutions et de services.

- **Capacités industrielles et maîtrise de la supply chain** : Les capacités et réseaux industriels développés et éprouvés par Hispano-Suiza lui permettent d'apporter à ses clients un niveau de flexibilité adapté et fiable face aux variations de cadence et de leur proposer les solutions les plus compétitives.
- **Forte dynamique de progrès** : La démarche de progrès d'Hispano-Suiza a pour objectif la recherche permanente de la qualité, de l'efficacité et de la réactivité au service des clients. Cette dynamique est déployée dans tous les secteurs : conception, industrialisation, fabrication des produits, services et après-vente, ainsi que dans les fonctions support.

I.3. Hispano-Suiza et Altran

Toujours dans le souci de rester réactif et efficace, HISPANO-SUIZA a voulu fiabiliser et stabiliser sa chaîne numérique CFAO (CATIA V5/NCSIMUL). Ne disposant pas des compétences en interne, HISPANO-SUIZA a décidé de faire appel aux services d'Altran. Le projet consistait à mettre en place des outils de gestion numérique CFAO et les appliquer pour préparer l'industrialisation du carter Trent XWB en un minimum de temps.

Ce projet s'est déroulé dans la période de juillet 2009 à juillet 2010 en 2 grandes étapes :

- Mise en place de toute la chaîne numérique CFAO
- Préparation à l'industrialisation du carter Trent XWB

I.3.1. Objectifs de la mission

J'avais comme objectifs, de définir avec le client les contraintes de la chaîne numérique CFAO et mettre en place une nouvelle procédure de gestion stable et fiable, tout en gardant un lien entre :

- **CATIA V5** : pour la réalisation de la programmation d'usinages
- **NCSIMUL** : pour la simulation d'usinage
- **SMARTTEAM** : pour la gestion des données numériques
- **SAP** : pour les achats des outils d'usinage

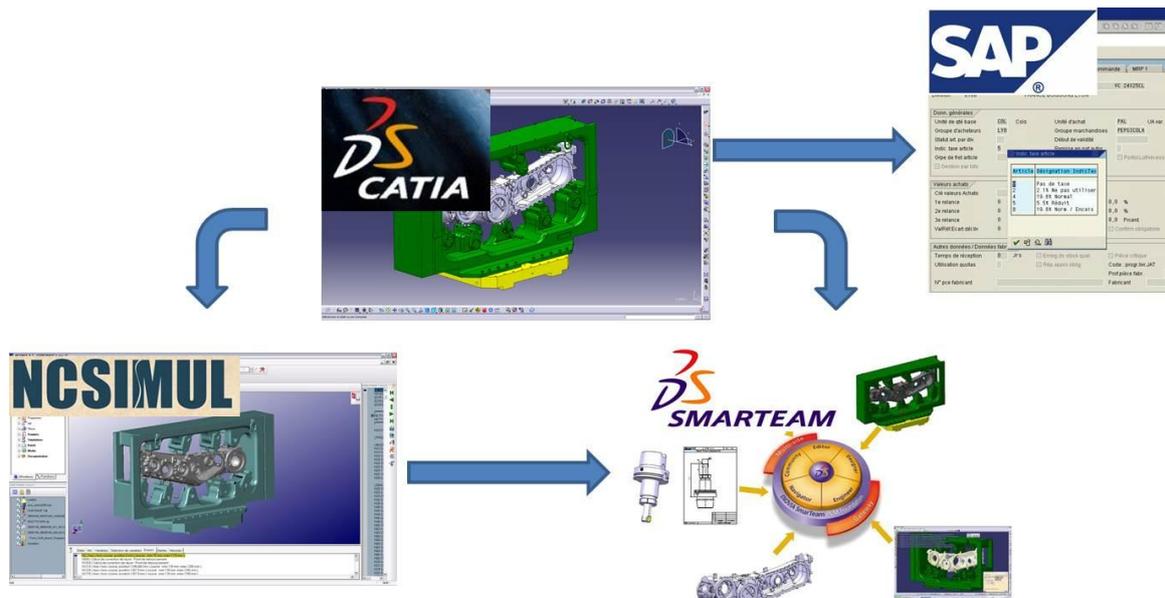


Figure 9 : Objectifs du projet

I.3.1. Description des lots du projet

Le projet s'est composé en 4 lots dont le lot 3 qui a été annulé par le client.

- **LOT 1** : Un support CFAO aux programmeurs/metteurs au point fraisage carter et aux préparateurs méthodes montage.
- **LOT 2** : des travaux sur 120 outils coupants : création de modèles sous CATIA V5, approvisionnement des constituants de ces outils.
- **LOT 3** : la réalisation de travaux méthodes liés à la mise au point de la fabrication et à la constitution du Dossier de Validation Industrielle des premiers carters et des premiers montages de sous-ensembles Trent XWB. → annulé.
- **LOT 4** : Mise en place d'une structure numérique relative à CATIA V5 et SMARTTEAM, au sein du service Méthodes et réalisation d'outils coupants et composants pour le projet CFM56-7B27A

I.3.2. Organisation des services et environnement de travail

Mon activité s'est déroulée principalement au sein du service Méthodes carters et pignons, la partie industrialisation, mais je fus également en relation avec les services achats.

SERVICE METHODES / PRODUCTION / ACHAHS

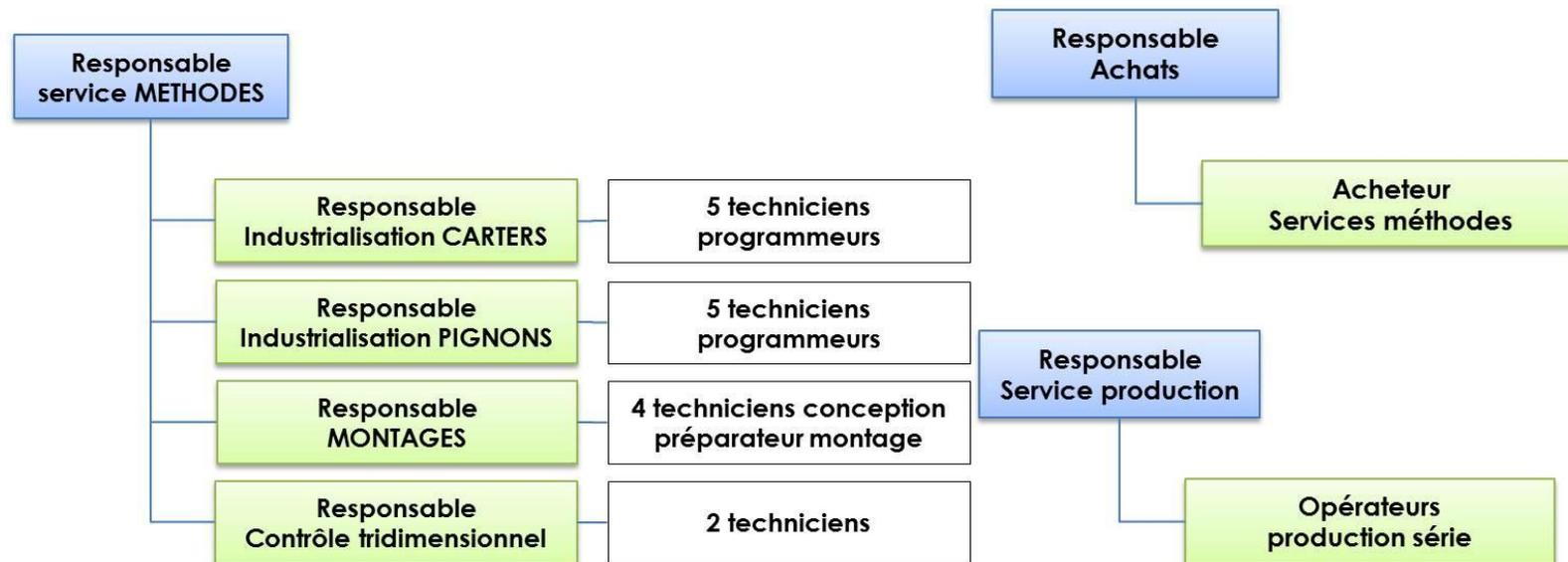


Figure 10 : Organisation du service Méthodes / Production / Achats

I.3.3. Planning de travail général

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
[-] LOT 1 : SUPPORT CFAO AUX PROGRAMMEURS	252 jours	Lun 03/08/09	Mar 20/07/10
+ Phase 1 : Préparation des données numériques (15 jours)	224 jours	Lun 03/08/09	Jeu 10/06/10
+ Phase 2 : Choix de l'outil coupant (15 jours)	231 jours	Mar 01/09/09	Mar 20/07/10
+ Phase 3 : Programmation d'usinage CATIA/NCSIMUL	195 jours	Lun 05/10/09	Ven 02/07/10
+ Phase 4 : Mise au point et mise à jour du programme d'usinage	232 jours	Jeu 20/08/09	Ven 09/07/10
+ Phase 5 : Gestions des évolutions	55 jours	Ven 30/04/10	Jeu 15/07/10
[-] LOT 2 : Travaux outils coupants	292 jours	Mer 15/07/09	Jeu 26/08/10
+ Préparation numériques des outils coupants phase 1 et 2	292 jours	Mer 15/07/09	Jeu 26/08/10
+ Approvisionnement et commandes des outils coupants	183 jours	Mer 15/07/09	Ven 26/03/10
[-] LOT 4 : Intégration SMARTEAM et projet AWACS	166 jours	Mar 24/11/09	Mar 13/07/10
+ Projet CFM56-7B27A	21 jours	Lun 05/04/10	Lun 03/05/10
+ Smarteam	166 jours	Mar 24/11/09	Mar 13/07/10

Figure 11 : Planning de travail général

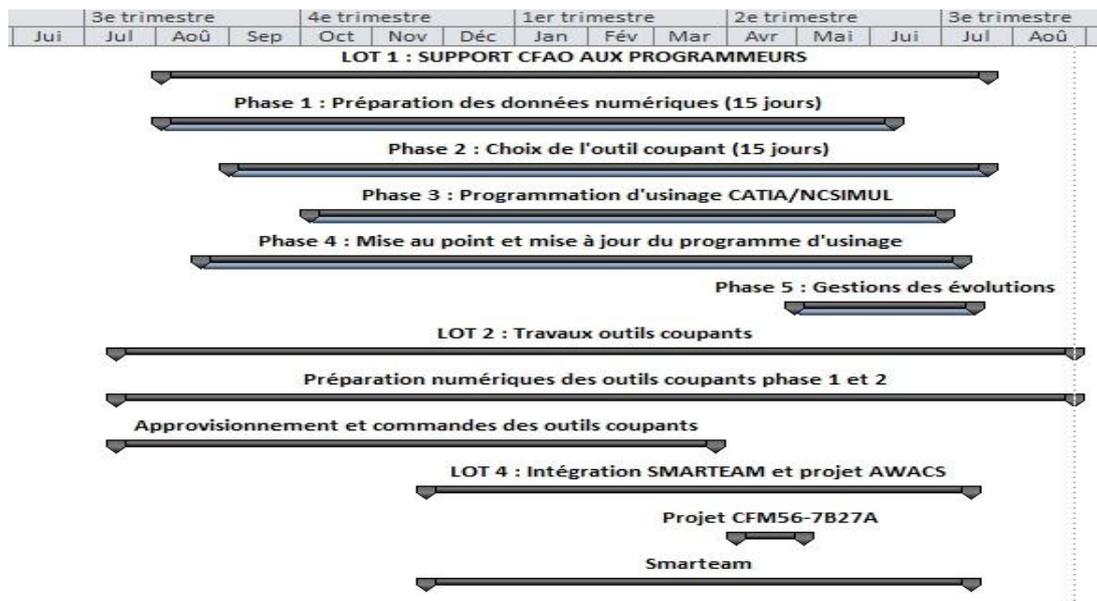


Figure 12 : Planning général Gantt

I.3.1. Planning de travail LOT 1

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
LOT 1 : SUPPORT CFAO AUX PROGRAMMEURS	252 jours	Lun 03/08/09	Mar 20/07/10
Phase 1 : Préparation des données numériques (15 jours)	224 jours	Lun 03/08/09	Jeu 10/06/10
Tests du processus numérique CFAO CATIA-NCSIMUL	9 jours	Lun 03/08/09	Jeu 13/08/09
Description du processus de gestion d'une industrialisation dans la chaîne CFAO	16 jours	Lun 03/08/09	Lun 24/08/09
Formation des préparateurs	3 jours	Jeu 20/08/09	Lun 24/08/09
Descriptif aux préparateurs de la gestion numérique des outils coupants dans la chaîne CFAO	1 jour	Mer 07/10/09	Mer 07/10/09
Procédure de mise en place des données numériques CATIA et NCSIMUL	30 jours	Sam 01/05/10	Jeu 10/06/10
Phase 2 : Choix de l'outil coupant (15 jours)	231 jours	Mar 01/09/09	Mar 20/07/10
Description de la gestion des assemblés CATProduct et e CATpart pour un projet d'indus	7 jours	Mar 01/09/09	Mer 09/09/09
Descriptif aux préparateurs de la gestion numérique des outils coupants dans la chaîne CFAO	2 jours	Ven 25/09/09	Lun 28/09/09
Faire des tests pour générer les masques	1 jour	Lun 07/09/09	Lun 07/09/09
Remettre à jour en fonction des nouvelles entrées	1 jour	Ven 20/11/09	Ven 20/11/09
Guide permettant à créer les paramètres d'un modèle générique	1 jour	Mar 01/06/10	Mar 01/06/10
Mise à jour Guide sur la création des outils coupants et composants	36 jours	Mar 01/06/10	Mar 20/07/10
Phase 3 : Programmation d'usinage CATIA/NCSIMUL	195 jours	Lun 05/10/09	Ven 02/07/10
Fichier de suivi des incidences NCSIMUL	1 jour	Lun 05/10/09	Lun 05/10/09
Mise à jour des broches et des machines NCSIMUL ET CATIA 3 machines	1 jour	Mar 17/11/09	Mar 17/11/09
guide et descriptif de la préparation d'une gamme sur NCSIMUL	1 jour	Mar 05/01/10	Mar 05/01/10
Mise a jour Guide sur la création du CATPROCESS de la GAMME NCSIMUL	24 jours	Mar 01/06/10	Ven 02/07/10
Phase 4 : Mise au point et mise à jour du programme d'usinage	232 jours	Jeu 20/08/09	Ven 09/07/10
Présenter la nouvelle procédure numérique de la chaîne CFAO	64 jours	Jeu 20/08/09	Mar 17/11/09
Procédure de gestion des outils coupants et assemblé dans la chaîne CFAO,	27 jours	Mar 17/11/09	Mer 23/12/09
guides et descriptif de toutes les étapes de gestion de la chaîne numérique CFAO	1 jour	Lun 21/12/09	Lun 21/12/09
Mise a jour Guide sur les principales étapes de la chaîne CFAO	29 jours	Mar 01/06/10	Ven 09/07/10
Phase 5 : Gestions des évolutions	55 jours	Ven 30/04/10	Jeu 15/07/10
Guide permettant de mettre à jour les programmes CFAO et machines	55 jours	Sam 01/05/10	Jeu 15/07/10

I.3.1. Planning de travail LOT 2

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
LOT 2 : Travaux outils coupants	292 jours	Mer 15/07/09	Jeu 26/08/10
Préparation numériques des outils coupants phase 1 et 2	292 jours	Mer 15/07/09	Jeu 26/08/10
Création des plans manquants pour approvisionner	34 jours	Mer 15/07/09	Lun 31/08/09
Création de l'architecture de gestion des outils coupants sous CATIA	6 jours	Lun 27/07/09	Lun 03/08/09
Création 3D assemblés	26 jours	Jeu 27/08/09	Jeu 01/10/09
Création de l'esquisse 3D pour la programmation, Fichier IGES	26 jours	Jeu 27/08/09	Jeu 01/10/09
Plan 2D associé	26 jours	Jeu 27/08/09	Jeu 01/10/09
Construction d'un fichier EXCEL pour générer les masques de saisie des outils coupants assemblés du projet XWB Phase 1	4 jours	Lun 07/09/09	Jeu 10/09/09
Générer le catalogue des outils coupant XWB	15 jours	Lun 07/09/09	Ven 25/09/09
Phase 1 Mise à jour du catalogue des outils coupant XWB	17 jours	Mar 06/10/09	Mer 28/10/09
Mise en place de la bibliothèque outils coupants NCSIMUL pour la programmation d'usinage	1 jour	Lun 02/11/09	Lun 02/11/09
Mise à jour des fiches 8, 13,14 en fonction des modifications des plans XWB	2 jours	Lun 26/10/09	Mar 27/10/09
Création des assemblés CATPRODUCT, carte outils CATDRAWING, outil coupant CATPART, plan 2D outil coupants spec,	1 jour	Ven 13/11/09	Ven 13/11/09
Mise à jour assemblés CATPRODUCT, carte outils CATDRAWING, outil coupant CATPART, plan 2D outil coupants spec,	35 jours	Ven 20/11/09	Jeu 07/01/10
Réaliser les tests pour récupérer les jauges automatiquement du CATDRAWING sous excel	1 jour	Ven 20/11/09	Ven 20/11/09
Mise à jour assemblés CATPRODUCT, carte outils CATDRAWING, outil coupant CATPART, plan 2D outil coupants spec,	170 jours	Ven 01/01/10	Jeu 26/08/10
Mise à jour assemblés CATPRODUCT, carte outils CATDRAWING, outil coupant CATPART, plan 2D outil coupants spec,	27 jours	Ven 01/01/10	Lun 08/02/10
Approvisionnement et commandes des outils coupants	183 jours	Mer 15/07/09	Ven 26/03/10
Standardisation des désignations d'outils coupants sous SAP	1 jour	Mer 15/07/09	Mer 15/07/09
Gestion des outillages : Commander ou réapprovisionner les outils coupants standards, spécifiques et composants	123 jours	Mar 06/10/09	Jeu 25/03/10
Gestion des outillages : Commander ou réapprovisionner les outils coupants standards, spécifiques et composants	96 jours	Ven 13/11/09	Ven 26/03/10

I.3.2. Planning de travail LOT 4

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
LOT 4 : Intégration SMARTEAM et projet AWACS	166 jours	Mar 24/11/09	Mar 13/07/10
Projet CFM56-7B27A	21 jours	Lun 05/04/10	Lun 03/05/10
Création des articles manquants outils coupants et composants du projet AWACS dans SAP	21 jours	Lun 05/04/10	Lun 03/05/10
Intégration des données numérique du service Méthodes dans SMARTEAM	166 jours	Mar 24/11/09	Mar 13/07/10
Réaliser une architecture numérique CFAO pour SMARTEAM	10 jours	Mar 24/11/09	Lun 07/12/09
Tests SMARTEAM pour l'intégration des données numériques fournisseurs et BE + vérification des mises à jour	2 jours	Ven 04/12/09	Lun 07/12/09
Intégration des outils coupants dans SMARTEAM	6 jours	Jeu 07/01/10	Jeu 14/01/10
Effectuer les tests d'intégration des outillages dans SMARTEAM	3 jours	Jeu 11/02/10	Lun 15/02/10
Identification des pratiques de gestion des fichiers (CATIA,words,...)	11 jours	Mer 31/03/10	Mer 14/04/10
Analyse des contraintes BE = > évolutions BM (si besoin)	28 jours	Mar 01/06/10	Jeu 08/07/10
Gestion des nums par secteurs	31 jours	Mar 01/06/10	Mar 13/07/10

I.3.3. Mon rôle entre les différents acteurs du projet

La difficulté principale a été de trouver une démarche qui satisfasse le client et ses collaborateurs pour aboutir à une procédure comprise par tous et facilement applicable. De ce fait j'ai suivi en parallèle de ce projet une formation sur la conduite de changement. Cette formation avait pour but de me sensibiliser sur la gestion du changement dans l'entreprise, de mieux comprendre la gestion des évolutions dans les entreprises en termes d'outils de stratégie,... et les impacts sur les personnes. Je devais faire adhérer les gens à la nouvelle méthodologie de travail qui n'avait pas évolué depuis un certain temps. Des réunions de travail quotidiennes ont été mises en place pour définir toute la chaîne CFAO.

Mon rôle a été d'assurer la relation entre les différents responsables et les techniciens. L'une des difficultés a été de convaincre et de faire adhérer les techniciens à un changement radical de leur façon de travailler. Sachant que la direction a décidé que tout l'environnement de conception et de programmation d'usinages, serait réalisé sur CATIA V5 pour un gain de temps.

- **Relation avec le responsable service Méthodes :** Nous faisons une réunion chaque fin de mois pour le Comité de Pilotage pour présenter l'avancement des travaux réalisés et ceux à restant à réaliser.
- **Relation avec les responsables CARTERS-PIGNONS-MONTAGES-TRIDIMENSIONNEL :** But comprendre la démarche technique et financière Une réunion hebdomadaire avait été mise en place pour suivre l'avancement des travaux et figer les demandes de travaux.
- **Relation avec les techniciens :** But comprendre les techniques liées à CATIA V5 – NCSIMUL – SAP et trouver des solutions adaptées avec des formations si besoin.
- **Relation avec les opérateurs du service de production :** recueil des besoins sur les cartes outils et adaptation de leur besoin en fonction.

I.3.4. Outils utilisés pour chaque lot

- **LOT 1** : Un support CFAO aux programmeurs / metteurs au point fraisage carter et aux préparateurs méthodes montage.
 - CATIA V5 : ateliers utilisés PART DESIGN, ASSEMBLY DESIGN, DRAFTING, NC MACHINING.
 - NCSIMUL programmation d'usinages.
 - Power point : description des procédures.

- **LOT 2** : des travaux sur 120 outils coupants : création de modèles sous CATIA V5, approvisionnement des constituants de ces outils.
 - CATIA V5 : ateliers utilisés PART DESIGN, ASSEMBLY DESIGN, DRAFTING, NC MACHINING.
 - NCSIMUL programmation d'usinages.
 - SAP gestion des commandes d'outils pour usinage.
 - Power point : description des procédures.
 - Excel : création d'un fichier de gestion des outils coupants et composants.
 - CADAM (base de données 2D avec référence) : recherche d'outils coupants existants.

- **LOT 4** : Mise en place d'une structure numérique relative à CATIA V5 et SMARTEAM, au sein du service Méthodes et réalisation d'outils coupants et composants pour le projet CFM56-7B27A
 - CATIA V5 : ateliers utilisés PART DESIGN, ASSEMBLY DESIGN, DRAFTING, NC MACHINING.
 - NCSIMUL programmation d'usinages.
 - Power point : description des procédures.
 - SMARTEAM logiciel de gestion de données numériques.

I.3.5. Contrôle avancement projet HISPANO-SUIZA – ALTRAN

Avant de réaliser mes différentes interventions, j'ai élaboré un contrat avec des propositions techniques et les différents moyens mis à ma disposition pour la réussite de mon projet. Nous avons également défini les contrôles nécessaires sur l'avancement de mes travaux.

Avec l'expérience professionnelle déjà engrangée, j'ai proposé au client une méthode de gestion de mon projet. Cette méthode est celle que j'avais apprise durant mon expérience au Technocentre de RENAULT. Nous avons fonctionné par système de fiches pour toutes DI (demandes d'intervention) à

réaliser. Pour chaque DI, les livrables et les objectifs quantifiables ont été identifiés et partagés entre le client et moi-même avec prévision d'une date de début et d'une date de fin.

Dans certains cas la date n'était pas figée du fait qu'il fallait réaliser certains tests. Afin de mieux suivre l'avancement des travaux j'ai proposé et mis en place un tableau de suivi de mes activités regroupant toutes les DI selon leurs critères. Les DI étaient classées en 2 types :

- **DI-CFAO** : Demandes d'Intervention CFAO
- **DI-INDUS** : Demande d'Intervention industrialisation

Pour le lot 1, et à la demande du client, chacune des DI étaient organisée par niveau de difficulté avec un pourcentage à respecter :

- **Niveau 1** : Intervention ponctuelle sur un problème défini. Analyse préalable de caractérisation d'un problème.
- **Niveau 2** : Résolution de problème difficulté moyenne. Assistance de courte durée à l'utilisation des outils CFAO.
- **Niveau 3** : Résolution de problème de difficulté importante Assistance prolongée à l'utilisation des outils CFAO.

Total = environ 50 demandes à traiter / Répartition = 40%N1, 30%N2, 30%N3

Toutes les procédures mises en place devaient être validées après vérification et accord des différents responsables de service. Les fiches DI clôturèrent toutes les demandes d'interventions sous forme de livrables.

I.3.5.1. Les fiches

Toutes les fiches étaient centralisées dans un répertoire du serveur de HISPANO-SUIZA spécifique au service Méthodes. Ces fiches étaient numérotées dans l'ordre des DI et constituées de 2 répertoires :

- Données d'entrée
- Livrables

I.3.5.2. Tableau synthèses des demandes de travaux

Afin de contrôler l'avancement de mon travail, en accord avec le client, je lui ai proposé de réaliser un tableau de synthèse des travaux constitué de 3 catégories. Je mettais à jour le tableau avec les différents responsables.

- Suivi fiches

Critères du tableau

- Numéro de fiche : indique le numéro de fiche de la demande client
- DI : (INDUS ou CFAO)
- Numéro de lot : LOT1, LOT2, LOT3, LOT4
- Niveau de difficulté : 1,2 et 3
- Livrable : OUI/NON
- Nombre de livrable
- Description du livrable : fichier CATIA,Excel,...
- Format du fichier : CATIA, powerpoint...
- Type de fiche
- Demandes : tâche à réaliser
- Données d'entrée : moyen pour réaliser la tâche
- Risque associés à la demande
- Projet
- Service
- Nom du demandeur
- Date de la demande
- Date de début
- Date de fin
- Critère d'acceptation
- Attente validation
- Fiches annulées
- Fiches ouvertes
- Date de clôture
- Avancement des travaux : Terminés, en cours, non traités
- Mois

NUMERO DE LOT	
Lot 1	Support CFAO
Lot 2	Outils coupants
Lot 3	Travaux méthodes

TYPE DE FICHE	
Type 1	Support/Formation CFAO (CATIA/NC Simul)
Type 2	Support/Méthodologie CFAO (CATIA/NC Simul)
Type 3	Charge pure

NIVEAU DE DIFFICULTE	
Niveau 1	Facile
Niveau 2	Moyen
Niveau 3	Difficile

CODE COULEURS	
	Fiche reportées ou annulé
	Initiation à l'organisation client
	Fiches clôturées
	Fiches en cours
	Fiches terminées / Attente validation client
	Support utilisateurs

Figure 13 : Légende du tableau

- Synthèses du statut des fiches et statut des lots

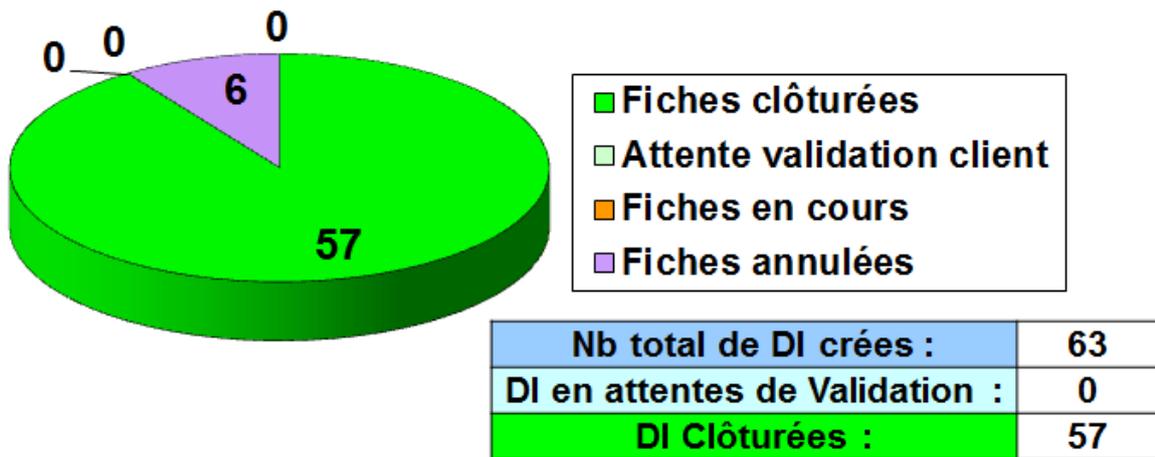


Figure 14 : Synthèse du statut des fiches

	Nombre de fiche	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
LOT 1	35	3	25	7
	Réalisé	8,57%	71,43%	20,00%
	Objectif	40,00%	30,00%	30,00%
LOT 2	26	7	14	5
	Réalisé	26,92%	53,85%	19,23%
	Objectif	0,00%	0,00%	0,00%
LOT 4	2	1	0	1
	Réalisé	2,86%	0,00%	2,86%
	Objectif	0%	0%	0%

Tableau 1 : Synthèse par lot

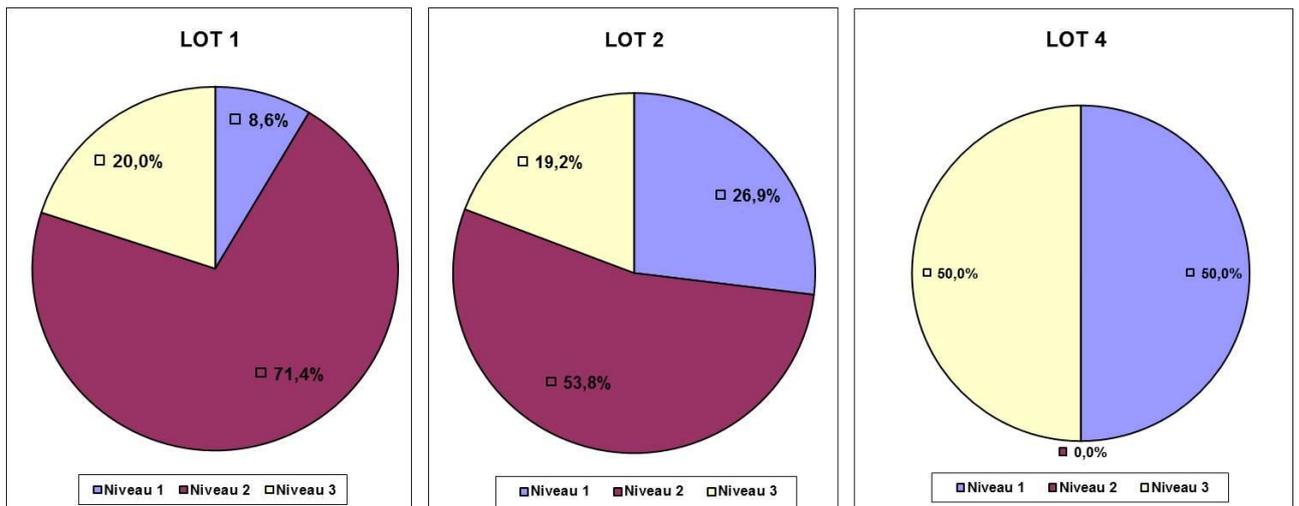


Figure 15 : Graphique synthèse des lots

- Calendrier

I.4. Description du mémoire

Après avoir déterminé les besoins du client et le moyen de fonctionnement entre HISPANO-SUIZA et ALTRAN mon travail pouvait réellement commencer. Afin de mieux comprendre à quel moment je suis intervenu dans la chaîne numérique, voici un schéma explicatif.

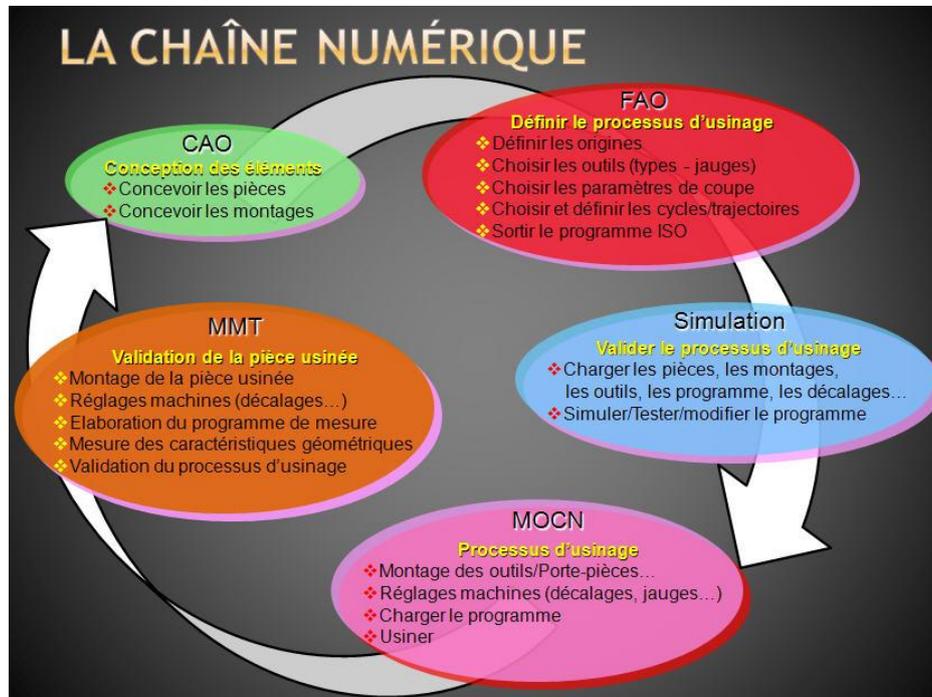


Figure 16 : Chaîne numérique globale

Mon intervention s'inscrivait à partir de la bulle FAO.

Le contrat était constitué de 4 lots dont le lot 3 a été annulé par le client, celui-ci voulait axer principalement les améliorations sur la chaîne numérique CFAO.

Je vais vous présenter le projet en 3 parties :

- **LOT 1** : support CFAO aux programmeurs.
- **LOT 2** : réalisation 3D/2D et commandes de 120 outils d'usinage pour le carter XWB.
- **LOT 4** : Mise en place d'une structure numérique SMARTEAM/CATIA V5 réalisation 3D des d'usinage pour le projet CFM56-7B27A

La présentation de ces 3 chapitres se concentrera uniquement sur la mise en place de la procédure CFAO concernant l'industrialisation du carter TRENT XWB.

Il faut souligner que cette procédure est générale, et qu'elle peut être réutilisée pour tout autre projet d'usinage de la société, ce qui correspondait à l'objectif qui m'était fixé.

II. LOT 1 : Support CFAO aux programmeurs

La difficulté principale a été de trouver une démarche qui satisfasse le client et ses collaborateurs pour aboutir à une procédure comprise par tous et facilement applicable. L'objectif était de mettre en place une procédure claire et unique de la chaîne numérique CFAO (CATIA V5/NCSIMUL).

Avec le responsable de l'industrialisation Carters, j'ai proposé de faire un audit de chaque programmeur afin d'identifier les différents problèmes rencontrés durant toutes les phases de la chaîne numérique CFAO.

Cette partie traitera uniquement des problèmes numériques liés à CATIA V5 et NCSIMUL. Concernant l'intégration des données numériques dans le logiciel PLM SMARTEAM, elle sera abordée dans le chapitre III.

II.1. La chaîne CFAO

A savoir que la chaîne numérique CFAO est identique quelle que soit l'entreprise. Effectivement nous retrouvons toutes les différentes phases qui lui sont associées. Cependant, j'ai adapté ces phases en rapport avec les contraintes clients.

II.1.1. Chaîne numérique CFAO théorique

La chaîne numérique CFAO théorique respecte la procédure décrite ci-dessous :

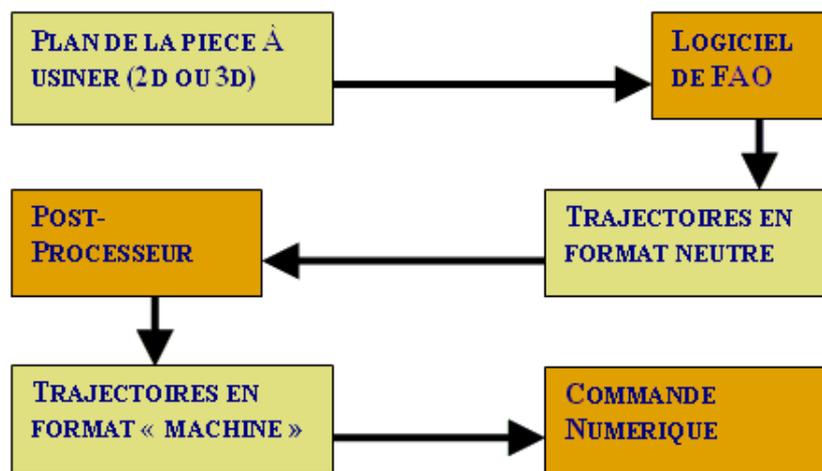


Figure 17 : Chaîne numérique CFAO théorique

- **Plan de la pièce à usiner (2D ou 3D)** : réception des données BE.
- **Logiciel CFAO** : Définition des trajectoires de la programmation d'usinage.
- **Trajectoires en format neutre** : Sortie des trajectoires en fichier .APTSOURCE.

- **Post-processeur** : Conversion du format neutre en format ISO machine.
- **Trajectoire en format machine** : Récupération du fichier machine en langage ISO.
- **Commande numérique** : insertion dans la machine du programme d'usinage en langage ISO.

II.1.2. Chaîne numérique CFAO adaptée HISPANO-SUIZA

Après avoir identifié les façons de procéder de chaque programme, j'ai élaboré un cheminement général de la chaîne CFAO spécifique HISPANO-SUIZA.

- Phase 1 : Préparation des données numériques
- Phase 2 : Choix de l'outil coupant
- Phase 3 : Programmation et simulation d'usinage CATIA V5 / NCSIMUL
- Phase 4 : Mise au point et mise à jour des programmes
- Phase 5 : Gestion des évolutions

Dans chaque phase les programmeurs étaient confrontés à beaucoup de difficultés, en termes de pratique sur les différents logiciels et du fait qu'il n'y avait pas de procédure établie. De ce fait chaque programmeur procédait de manière différente, ce qui engendrait énormément de difficultés pour retrouver et suivre leur travail.

II.1.3. Formation des programmeurs à CATIA V5

Chaque programmeur avait des difficultés de compréhension en ce qui concerne les différents fichiers CATIA V5. Cela découlait d'un manque de formation initiale sur le logiciel. Afin de mieux comprendre les différents types de fichiers utilisés, je leur ai dispensé une formation sur les différents ateliers dont ils avaient besoin et les différents types de fichiers gérés par CATIA.

Ayant les compétences de formateur CATIA V5 avec certification DASSAULT, je leur ai fait la présentation d'une demi-journée sur le logiciel.

II.1.3.1. Présentation des différents ateliers CATIA V5

Le logiciel CATIA V5 est constitué de plusieurs ateliers spécifiques à un corps de métier. La formation s'est limitée uniquement aux ateliers que les programmeurs devaient utiliser.

- **Atelier PARTDESIGN** : cet atelier est spécifique à la conception 3D d'une seule et unique pièce, il génère un fichier .CATPART

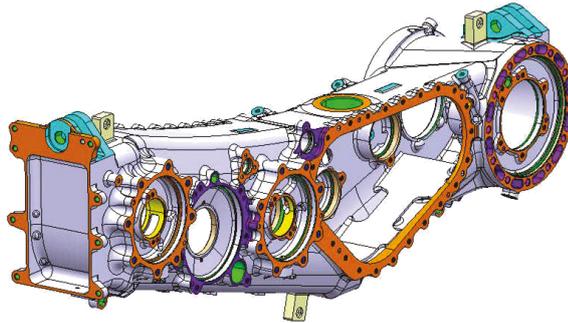


Figure 18 : fichier CATPART

- **Atelier ASSEMBLYDESIGN** : cet atelier est spécifique à l'assemblage de plusieurs pièces 3D à l'aide d'icône permettant leur positionnement, l'atelier génère un fichier .CATPRODUCT.

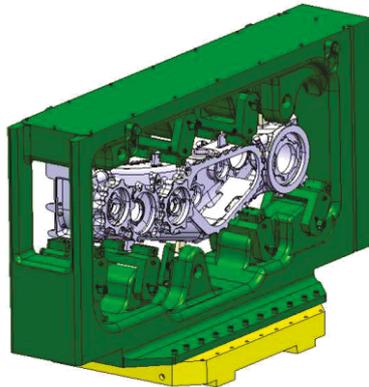


Figure 19 : fichier CATPRODUCT

- **Atelier DRAWING**: cet atelier est spécifique à la mise en plan de pièce 3D ou d'assemblages, il génère un fichier .CATDRAWING.

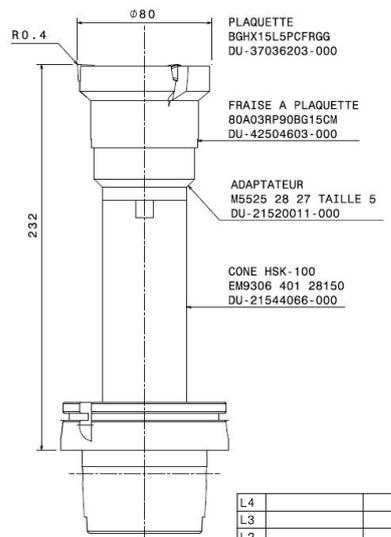


Figure 20 : fichier CATDRAWING

- **Atelier ADVANCED MACHINING:** cet atelier est spécifique à la programmation d'usinages (tournage ou fraisage), il génère un fichier .CATPROCESS.

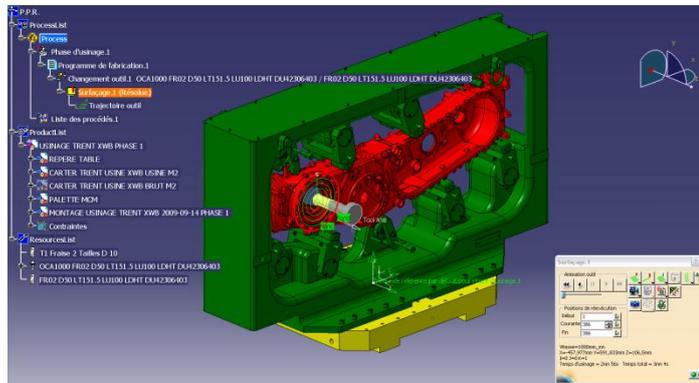


Figure 21 : fichier CATPROCESS

Il est important de comprendre que tous ces éléments 3D sont liés. Si une modification est effectuée sur le carter usiné, il y aura une répercussion sur le carter brut et cela peut donc engendrer des erreurs sur la programmation d'usinages.

II.1.3.2. Arbre de construction CATIA V5

Il est important pour les programmeurs de bien gérer les arbres de construction dans les différents ateliers de CATIA. Cela permet une meilleure cohérence et une facilité de recherche pour que quiconque puisse s'y retrouver en reprenant une conception, un assemblage, une mise en plan ou un programme d'usinage. Nous verrons dans la partie « identification et résolution de problème par phase » comment, j'ai envisagé de gérer les arbres de construction.

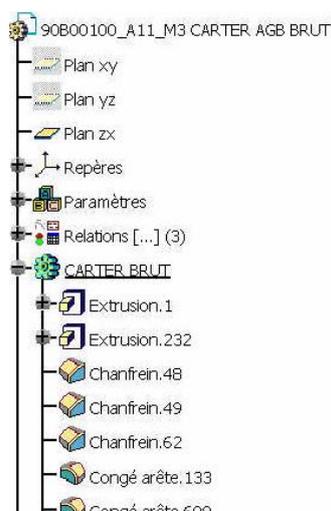


Figure 22 : Exemple arbre de gestion pour CATPART

A noter que chaque atelier est constitué de fonctions propres au corps de métier.

Avec l'ensemble de l'équipe, j'ai réalisé une synthèse des différents problèmes rencontrés pour chacune des phases de la chaîne CFAO.

II.2. Phase 1 : Préparation des données numériques

Pour la réalisation du programme d'usinage, le programmeur reçoit du BE et des fournisseurs 3 fichiers 3D CATIA. Les fichiers sont ensuite assemblés dans un CATPRODUCT pour préparer la programmation d'usinages dans un CATPROCESS.

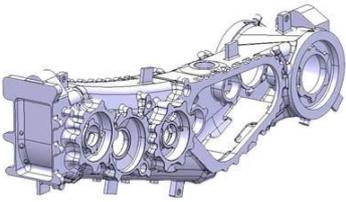
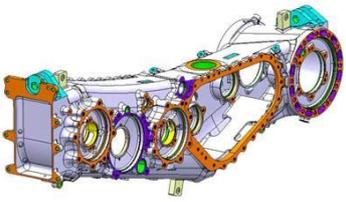
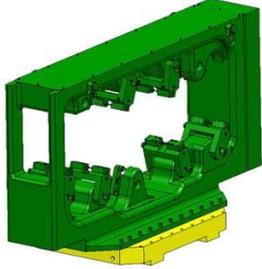
CARTER BRUT.CATPART	CARTER USINE.CATPART	MONTAGE D'USINAGE.CATPRODUCT
		
Pièce BE	Pièce BE	Pièce fournisseur

Tableau 3 : Fichiers BE et fournisseurs

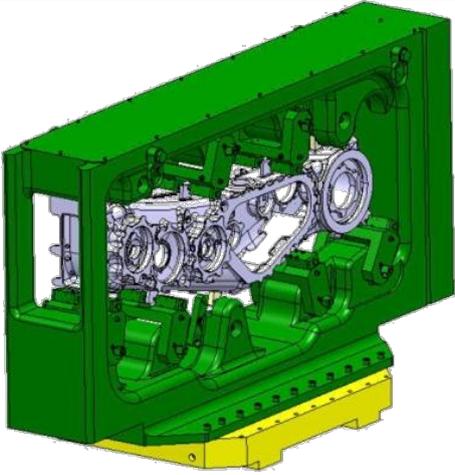
MONTAGE D'USINAGE ASSEMBE.CATPRODUCT

Réalisation du CATPRODUCT par les programmeurs

Tableau 4 : Montage d'usinage assemblé

II.2.1. Problèmes rencontrés

Comme expliqué précédemment, le programmeur reçoit 3 fichiers, le carter brut, usiné et montage d'usinage. A noter que pour l'usinage du carter TRENT XWB, 2 montages d'usinage étaient nécessaires. Toutes les faces à usiner du

carter n'étaient pas accessible dans la position du montage initiale, donc un 2^{ème} montage a été réalisé.

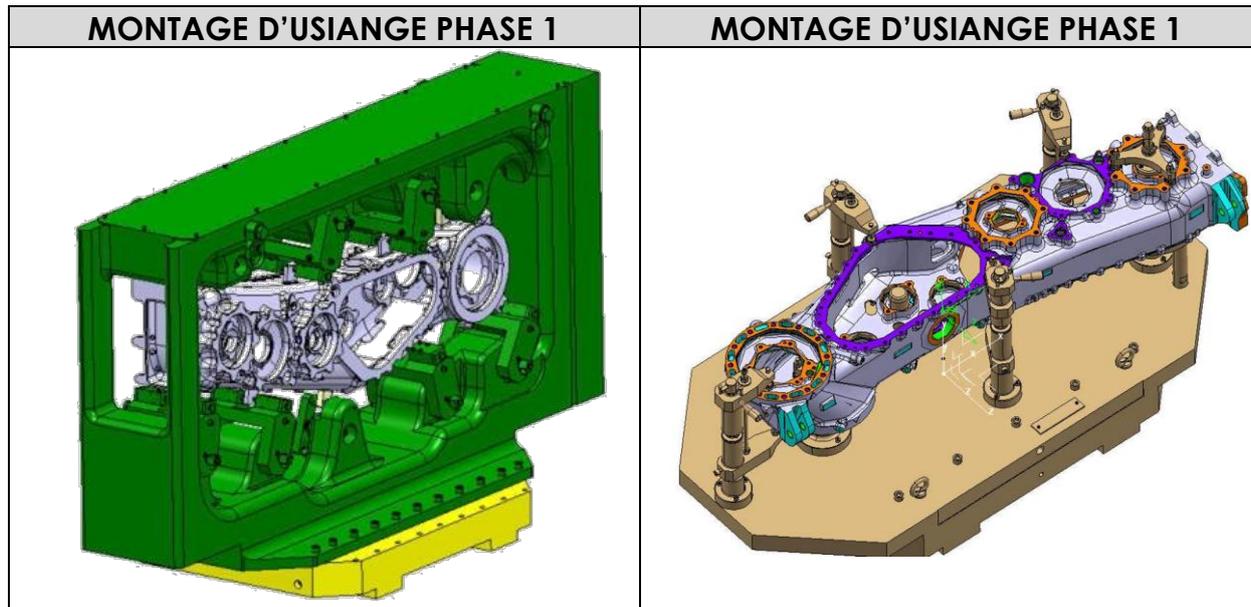


Tableau 5 : Montages d'usinage phase 1 et phase 2

A cette étape le programmeur doit constituer l'assemblage de l'ensemble pour préparer la programmation d'usinages. Or beaucoup de difficultés apparurent concernant les temps de chargement des simulations d'usinage sur CATIA et NCSIMUL.

Les programmeurs rencontraient 3 types de problème :

- **Fichiers d'origines trop lourds**
 - Carter usiné : CATPART 84 Mo
 - Carter brut : CATPART 95 Mo
 - Montage d'usinage : CATPRODUCT 300 Mo
- **Positionnement des éléments dans CATIA et NCSIMUL trop fastidieux**

Quel que soit le logiciel de travail CATIA ou NCSIMUL, toutes les pièces arrivaient n'importe où et non positionnées. Ce problème réside principalement dans les repères de construction de chaque fichier 3D.

- Le carter brut à son propre repère, appelé repère pièce
- Le carter usiné à son propre repère, appelé repère pièce
- Le montage d'usinage possède plusieurs repères propres à chaque pièce.

De plus les programmeurs étaient obligés de mettre plusieurs contraintes de positionnement dans l'assemblage définitif (Brut/usiné/montage d'usinage), ce qui engendrait une gestion importante des contraintes en moyenne 25.

- **Conversion des fichiers CATIA pour NCSIMUL**

Une fonction dans CATIA permettait de convertir les fichiers pour un transfert automatique des données dans NCSIMUL. Cependant la conversion pouvait durer une heure, avec bien souvent un plantage de la fonction 8 fois sur 10.

II.2.2. Solutions apportées

- **Compression des fichiers et positionnement des pièces et montage d'usinage**

Pour résoudre le problème des fichiers trop volumineux j'ai fait plusieurs tests de compression en plusieurs types de fichiers tout en changeant leur repère d'origine pour la mise en position.

- **Test CATIA chargement de la simulation vidéo**

		TYPE DE FICHIERS	CONSTAT
TEST N°1	BRUT	Non compressé. CATPART	Lancement de la simulation vidéo trop longue 30 minutes de chargement
	USINE	Non compressé.CATPART	
	MONTAGE	Non compressé.CATPRODUCT	
TEST N°2	BRUT	Solide compressé avec lien.CATPART	Lancement de la simulation rapide de 5 secondes à 1,5 minute de chargement selon la longueur du programme d'usinage
	USINE	Solide compressé avec lien.CATPART	
	MONTAGE	Solide mort sans lien avec le fichier d'origine.CATPART	
TEST N°3	BRUT	.CGR	Pas de détection de collisions avec le Montage et le carter brut lors de la simulation video
	USINE	.CGR	
	MONTAGE	.CGR	

Tableau 6 : Tests de compression des fichiers CATIA

Après avoir testé plusieurs formats de fichiers (ANNEXE 1), nous avons opté pour la solution 2 qui présente un gain de temps considérable. J'ai compressé les fichiers Brut et usiné en 2 fichiers avec lien pour garder toutes les liaisons de construction avec les 3D d'origines fournis par le BE (ANNEXE 2).

Afin de faciliter l'assemblage des 3D, ces derniers étaient compressés en position table, cela nécessitait quelques manipulations mais celles-ci étaient très fiables (ANNEXE 3). La compression à été réalisée pour le phase1 et la phase 2 de l'usinage.

Lors de l'ouverture des fichiers dans l'atelier AssemblyDesign de CATIA, toutes les pièces arrivaient en bonne position. Cela a permis de réduire le nombre de contraintes à effectuer passant d'une moyenne de 25 à 3 et ce pour n'importe quel projet.

- **Test NCSIMUL chargement de la simulation vidéo**

		TYPE DE FICHIERS	CONSTAT
TEST N°1	BRUT	Utilisation de la boîte de dialogue	INSTABLE problème de factorisation du logiciel
	USINE	interface CATIA-NCSIMUL	
	MONTAGE	Non compressé.CATPRODUCT	
TEST N°2	BRUT	.IGS	INSTABLE problème de factorisation du logiciel
	USINE	.IGS	
	MONTAGE	.IGS	
TEST N°3	BRUT	.WRL	STABLE Factorisation + validation OK Simulation OK temps de chargement 5 secondes à 1 minute selon la longueur du programme
	USINE	.WRL	
	MONTAGE	.WRL	

Tableau 7 : Tests de compression des fichiers NCSIMUL

Le fichier WRL est le plus stable à la différence du fichier IGS, qui pose des problèmes de factorisation du fichier (facettisation du fichier 3D). En effet les fichiers BE ne sont pas totalement propres, c'est-à-dire qu'il peut résider des micros surfaces dans le volume de la pièce ce qui est impossible à traiter par NCSIMUL.

De plus, les fichiers 3D étaient positionnés directement en repère machine ce qui présentait l'avantage de ne plus rien positionner dans NCSIMUL en prenant toutes les cotes de position de chaque élément et faire les calculs (ANNEXE 4).

La boîte de dialogue posait énormément de problème d'instabilité pour le chargement, de ce fait j'ai décidé de ne plus passer par cette fonction. (ANNEXE 5).

- **Création du centre d'usinage dans CATIA**

Le centre d'usinage 4 axes n'était pas créée dans CATIA, ce qui posait problème pour les simulations de passage des outils. Les programmeurs n'avaient pas la possibilité de contrôler les hors-*course machine. Par conséquent j'ai récupéré la machine dans NCSIMUL au format IGS que j'ai convertir en CATPART pour créer l'assemblage de la machine. Nous verrons dans la phase 2 la partie simulation du passage des outils.

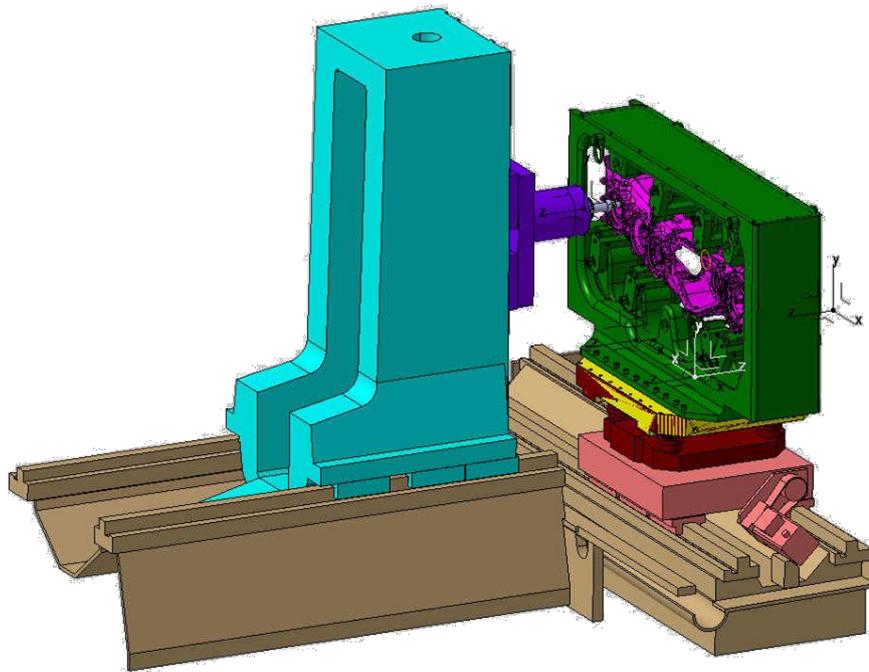


Figure 23 : Machine 4 axes HISPANO-SUIZA

- **Création d'un fichier .CATPART références programmes**

Chaque programmeur créait un fichier 3D .CATPART avec les références utiles à la programmation d'usinages, mais ce fichier 3D était complètement désorganisé. Ce qui impliquait plus de problèmes lors des recherches d'entités de construction pour les usinages. J'ai donc récréé un fichier plus propre avec tous les éléments mieux organisés. J'ai donc créé un fichier qui sera intégré dans chaque nouvelle programmation d'usinages (figure 24).

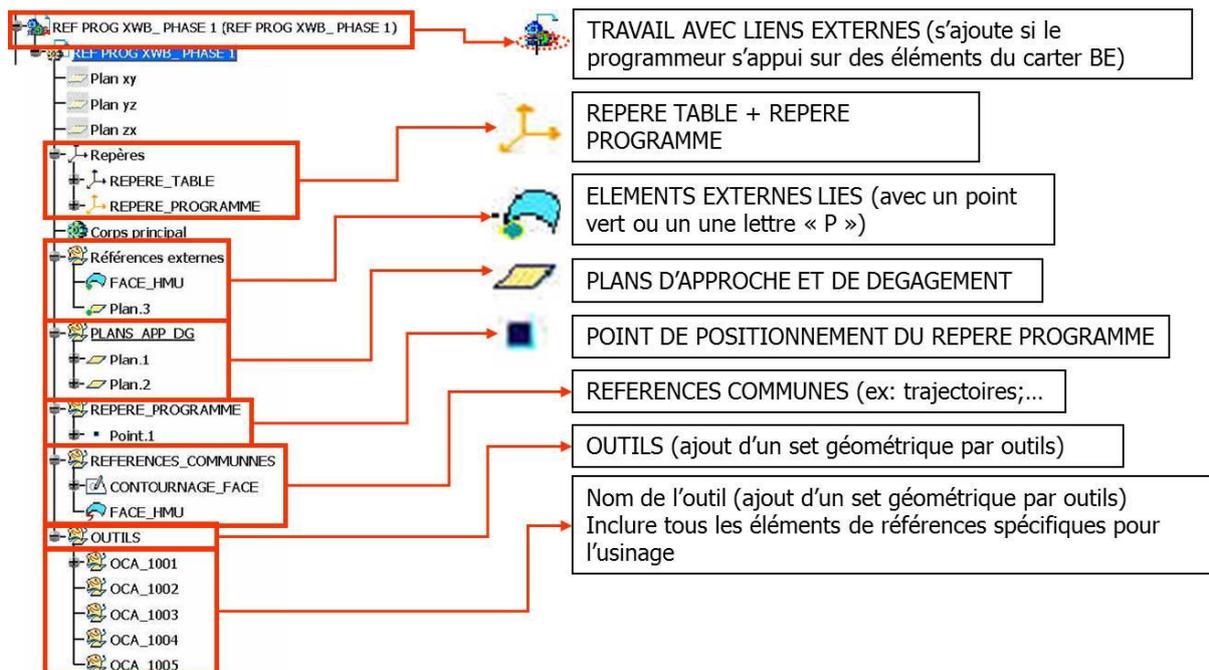


Figure 24 : Fichier .CATPART éléments de références programme

II.2.3. Livrables client : procédure de la phase 1

Avant de rédiger la procédure, je l'ai fait valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters, les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 3 livrables de la procédure phase 1 :

- **Livrable 1** : procédure phase 1 sous power point
- **Livrable 2** : centre d'usinage .CATPRODUCT sur CATIA.
- **Livrable 3** : fichier 3D références d'usinage .CATPRODUCT sur CATIA.

II.2.4. Perspectives et évolutions de la phase 1

Après de multiples tests, j'ai réussi à apporter des solutions stables et fiables tout en optimisant les temps de préparation des données. Par conséquent mon objectif était rempli. Une optimisation du processus n'était guère nécessaire.

II.3. Phase 2 : Choix de l'outil coupant

Une fois la phase 1 réalisée le programmeur devait faire le choix de l'outil coupant et des différents composants nécessaires. La préparation de la programmation et principalement du choix des outils coupants s'est réalisée en collaboration avec le bureau d'études. Pour rappel le carter était réalisé à partir d'un alliage d'aluminium AS7G06 ou AISi7Mg0,6 (aluminium-silicium).

Chaque outil coupant et composant était choisi en fonction des usinages à réaliser type surfacage, perçage, alésage,... et des contraintes du montage d'usinage.

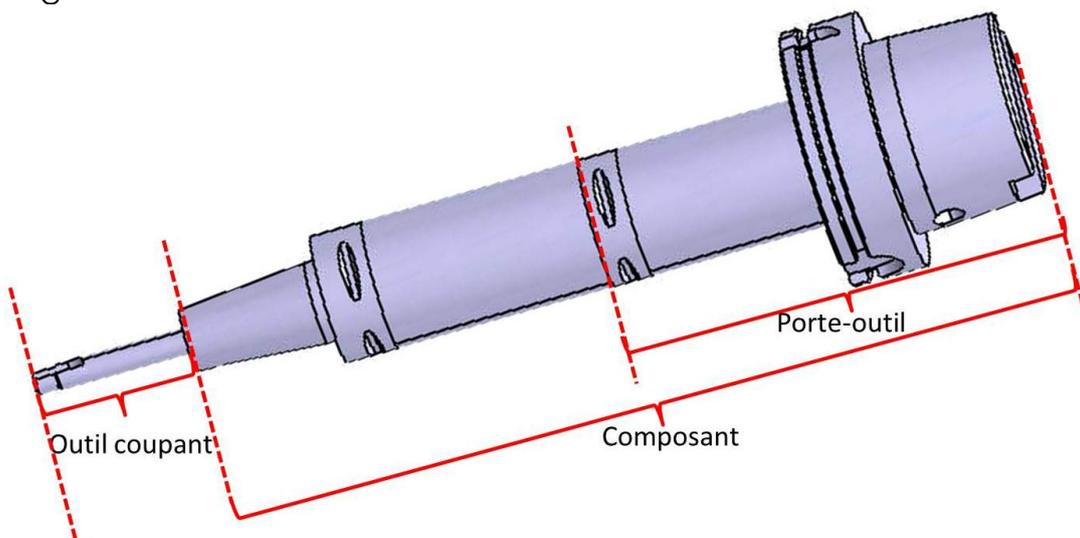


Figure 25 : Exemple outil coupant et composant

Certains outils étaient standards ou bien spécifiques. Ces outils spécifiques usinaient des formes précises que les outils standards ne pouvaient pas réaliser. En général les programmes étaient constitués de 10% d'outils spécifiques et le reste standard.

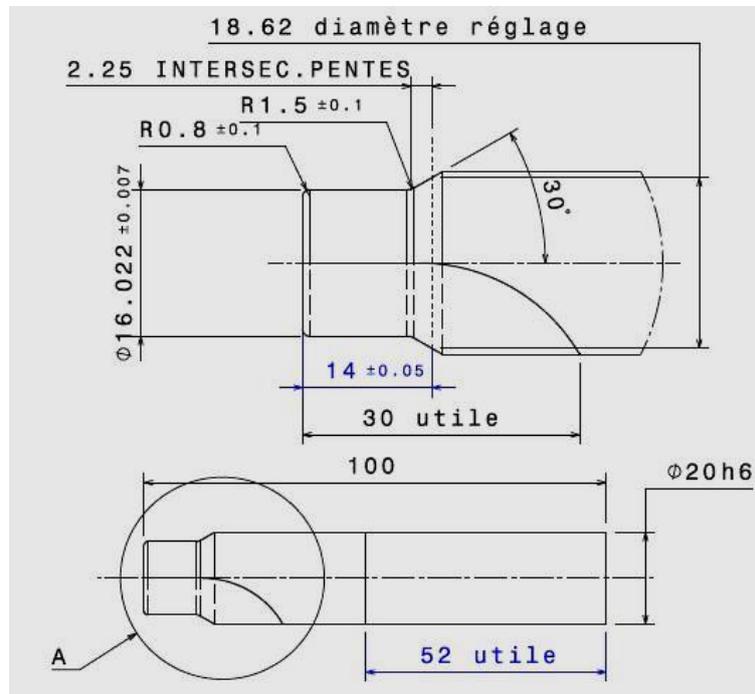


Figure 26 : Outil spécifique

II.3.1. Problèmes rencontrés

- Création des outils et recherche fastidieuse pour les outils existants.
- Désignation des outils non standards (création régulière de doublons).
- SAP : pas de règle de désignation (ex : fraise « FR » ou « FRAISE ») pas de standardisation des désignations des outils et composants recherche complexe).
- Cartes outils papier existantes : toutes les cartes outils ne sont pas créées et majoritairement créés en 2D (pas de possibilité de simulation 3D) pour les opérateurs en production.
- Machine 3D sur CATIA non disponible pour la simulation d'usinage 3D.
- Classeurs CADAM : pas exhaustif.
- Appel à la mémoire des préparateurs service tridimensionnel (programmes existants).
- Pas de cas d'emploi possible, aucun moyen permettant de déterminer dans quel programme les outils sont utilisés.

II.3.2. Solutions apportées

II.3.2.1. Choix de l'outil coupant

Le programmeur était confronté à 3 possibilités pour choisir son outil coupant

- **Outil coupant existant**

Le programmeur faisait une recherche dans la base de données SMARTEAM (qui sera décrite dans la partie concernant le LOT 4). Si l'outil était rentré dans la base le programmeur pouvait passer à l'étape de constitution de l'outil complet (outil coupant + composant).

- **Outil coupant standard non existant à commander**

Le programmeur faisait une recherche dans la base de données SMARTEAM (qui sera décrite dans la partie concernant le LOT 4). Si l'outil n'était pas rentré dans la base le programmeur devait réaliser l'outil en 3D et le plan 2D. Ensuite, il pouvait passer à l'étape de constitution de l'outil complet (outil coupant + composant).

- **Outil coupant spécifique à commander**

La démarche reste la même que pour un outil non existant.

A noté que les éléments 3D servaient à réaliser la simulation du passage des outils (que nous verrons dans l'étape suivante). Les plan 2D des outils coupants indiquaient les spécificités outil au programmeur, ils sont également utilisés pour faire les demandes d'achat pour des consultations prix auprès des fournisseurs.

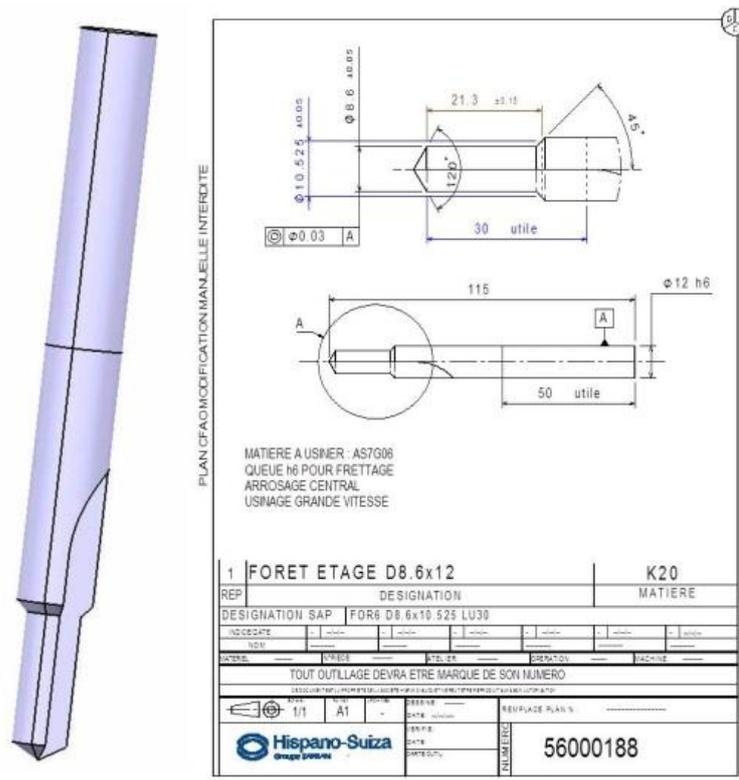


Figure 27 : Outils coupants 3D et plan 2D

A savoir que les plans 2D étaient directement liés à la pièce 3D ce qui présentait l'avantage, en cas de modification du 3D de mettre à jour automatiquement le plan.

II.3.2.2. Modèles génériques

Pour la réalisation 3D des outils coupants et composants, j'ai proposé à l'entreprise de créer des modèles génériques. Ces modèles permettaient de gagner un temps très important car ils étaient paramétrables. La force de CATIA est le paramétrage des modèles 3D. Ces modèles génériques fonctionnaient de manière très simple, ce en changeant uniquement les paramètres des outils coupants ou composants désirés.

J'ai dû identifier dans les catalogues fournisseurs tous les outils coupants et composants pour la création d'un grand nombre de modèles. J'ai créé au total 144 modèles génériques avec un guide d'utilisation pour chaque.

Les fournisseurs les plus sollicités étaient : KENNAMETAL / SANDVICK / SECO / WALTER / TITEX

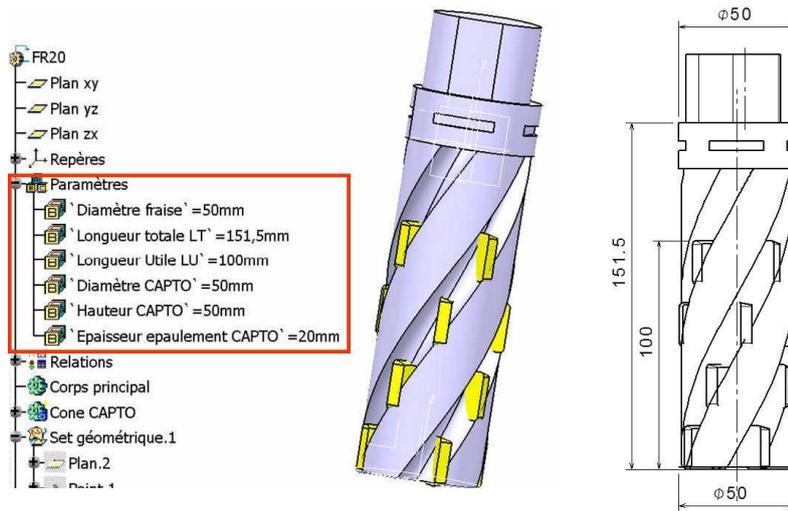


Figure 28 : Exemple d'un modèle générique outil coupant

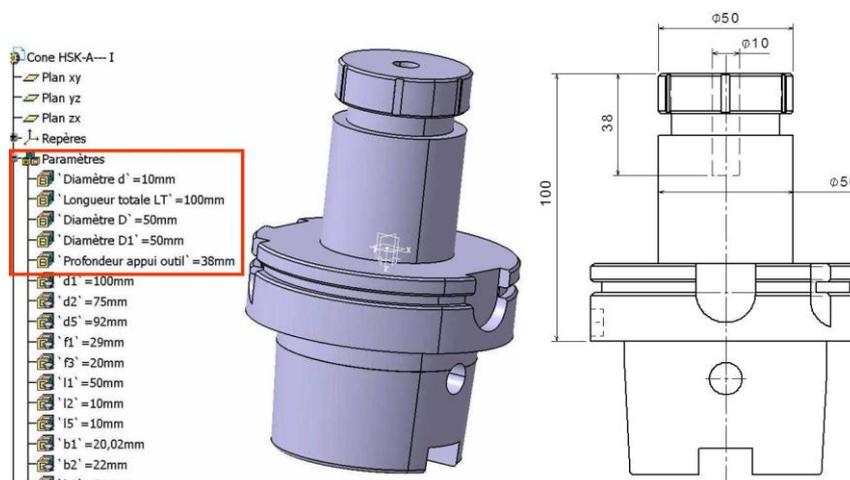


Figure 29 : Exemple d'un modèle générique composant

De ce fait, le programmeur n'était plus contraint à dessiner en 2D les outils coupants ou composants dans leur ancienne base de données PCADAM. Comparativement on est passé sur PCADAM de 3h de création uniquement 2D à 30 minutes pour le 3D et 2D.

II.3.2.3. Désignation des outils coupants et composants

Le problème majeur lors de la phase 2, c'est qu'aucune désignation n'était standardisée, les recherches s'avéraient compliquées. Chaque programmeur désignait les outils coupants et composants de façon aléatoire. De ce fait j'ai proposé de réaliser un document permettant une désignation standard de tous les outils coupants et composants les plus fréquemment utilisés par les programmeurs (ANNEXE 6). Le programmeur choisissait l'élément, ensuite il remplissait les champs. La désignation de l'outil coupant s'écrivait avec de la façon suivante : en 1^{ère} partie la famille outil et en en 2^{ème} partie les caractéristiques de l'outil, le tout séparé d'un trait d'union.

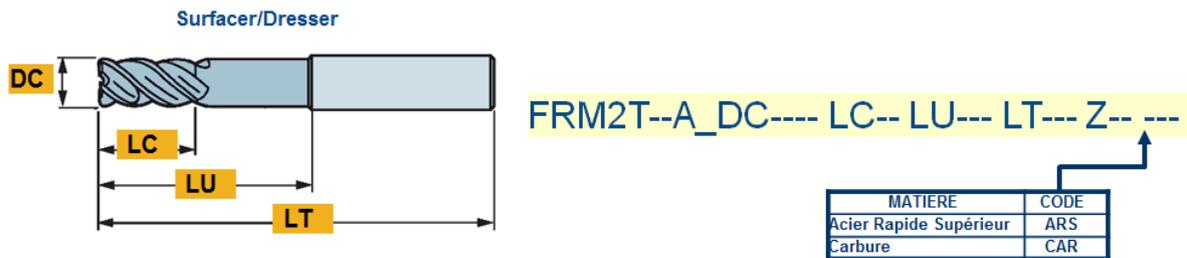


Figure 30 : Exemple de désignation fraise à surfacer/dresser

La désignation unique d'un outil coupant et composant assure une meilleure recherche dans SMARTEAM et SAP (que nous décrivons dans les parties suivantes).

Dès lors que l'outil a été choisi, désigné et créé en 3D et 2D, le programmeur pouvait constituer son outil coupant avec les composants adéquats.

II.3.2.4. Assemblage de l'outil coupant avec ses composants

Chaque programmeur simulait uniquement le passage des outils en réalisant une enveloppe 3D de l'ensemble des outils sur CATIA. Certes cette méthode était correcte mais on ne pouvait pas créer le plan 2D de l'ensemble.

La contrainte lors de cette opération était de créer l'assemblage 3D de l'outil coupant et composant ainsi que la carte outil 2D liée au 3D. Les assemblages étaient désignés OCA avec un numéro d'outil. Ainsi lors de la programmation d'usinages et la phase de production, le programmeur savait à quel outil il faisait appel.

Le programmeur devait rechercher dans SMARTEAM (décrit dans la partie concernant le LOT 4), si l'assemblage de l'outil existait dans la base. Si l'outil existait, il se contentait de récupérer l'outil et passait à la simulation du passage outil. Si au contraire, l'outil coupant n'était pas assemblé, il fallait réaliser l'assemblage et le ranger dans la bibliothèque des OCA dans SMARTEAM (décrit dans la partie concernant le LOT 4). Pour constituer l'assemblage, le programmeur cherchait dans la base de données SMARTEAM (décrit dans la partie concernant le LOT 4) les modèles génériques les outils coupants et composants dont il avait besoin pour l'assemblage.

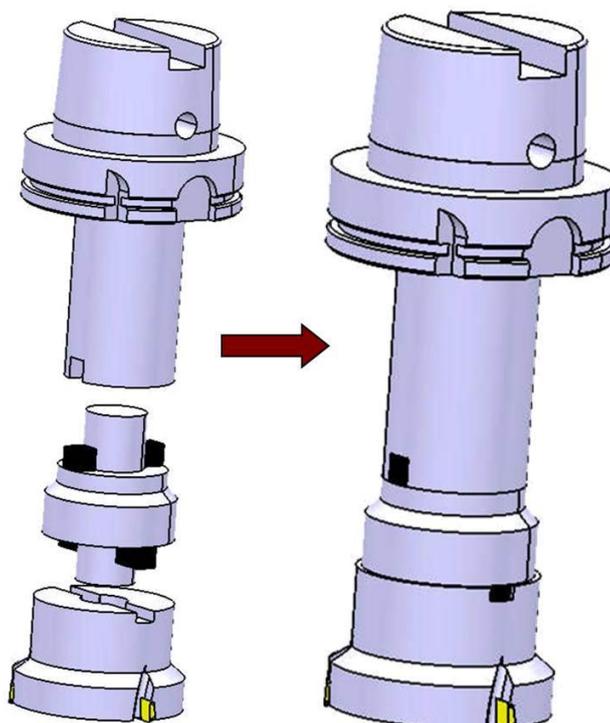


Figure 31 : Assemblage d'un OCA

La désignation de l'OCA s'écrivait avec de la façon suivante : en 1^{ère} partie le numéro unique de l'assemblage et en en 2^{ème} partie la famille outil.

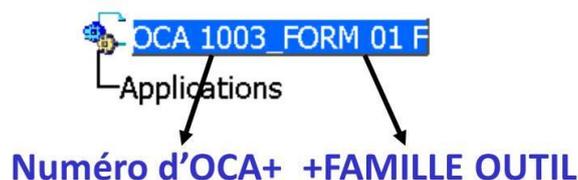


Figure 32 : Désignation OCA

II.3.2.5. Simulation du passage des OCA

Une fois que le programmeur avait constitué son OCA, il pouvait passer à la simulation 3D avec la machine et le montage d'usinage. Le fait d'avoir créé le centre d'usinage, le programmeur pouvait identifier les hors-courses machine ou encore les différentes collisions (OCA – pièce, OCA montage, broche – pièce, broche- montage) (ANNEXE 7).

II.3.2.6. Cartes outils des OCA

Une fois l'OCA validé par la simulation, le programmeur devait réaliser la carte outil de l'OCA. C'est une « carte d'identité » permettant de savoir qu'elles étaient les fonctions d'usinage sur la pièce, ainsi que les paramètres de coupe et enfin comment l'OCA était constitué. Elles servaient aussi bien aux programmeurs qu'aux préparateurs pour l'assemblage physique et le réglage des OCA.

Comme identifié par le client, beaucoup de cartes outil n'ont jamais été réalisées, du fait que les programmeurs étaient limités sur PCADAM et en cas de modification de l'OCA, il fallait recommencer la carte outil. J'ai donc proposé aux programmeurs une trame de plan 2D pour réaliser cette carte outil, afin de garder les liens avec le 3D de l'OCA en cas de modification. Dans un premier temps une carte outil standard leur était fournie, par la suite j'ai réalisé une trame permettant de réaliser un contrat de phase (ANNEXE 8). Le plan 2D servait également pour la consultation des fournisseurs afin de voir leurs différentes propositions d'outils assurant la même fonction que l'OCA décrit à l'origine.

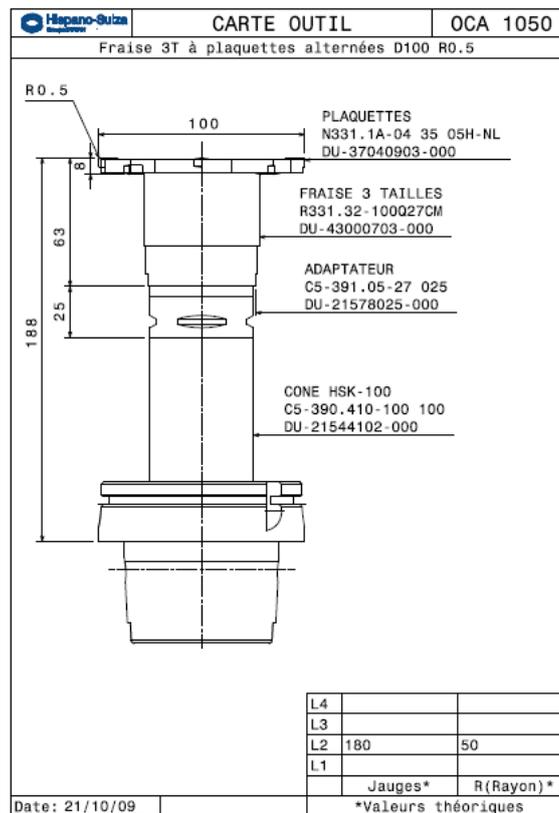


Figure 33 : Exemple de carte outil

II.3.2.7. Suivi du choix des outils coupants et composants

Afin de suivre les choix des outils coupants et composants, j'ai mis en place un tableau Excel de gestion permettant de faire une synthèse des choix pour les phases 1 et 2. J'étais le garant du tableau que je remplissais au fur et à mesure que les OCA étaient validés par les programmeurs. Ce fichier était disponible pour les programmeurs et le service achat (voir dans partie LOT 2 la partie achat). J'ai également créé 2 onglets par phase permettant de voir tous les pourcentages d'outils standards et spécifiques, ainsi que les fournisseurs choisis en (ANNEXE 9).

II.3.2.8. Bibliothèque OCA CATIA

Dans l'atelier Advanced machining de CATIA, lors de la création du CATPROCESS, le programmeur devait enregistrer tous ces OCA dans la bibliothèque générale .CATALOG pour tous projets (ANNEXE 10). Cela permettait par la suite de paramétrer les conditions de coupes, trajectoires... afin de faire la simulation vidéo. Dans cet atelier, nous pouvons utiliser les modèles 3D directement, mais la création de l'outil n'était pas stable et nécessitait un travail trop important. De plus la carte outil n'aurait pas été représentative de l'OCA. Donc il était préférable que le programmeur utilise la fonction de création de l'outil dans l'atelier.

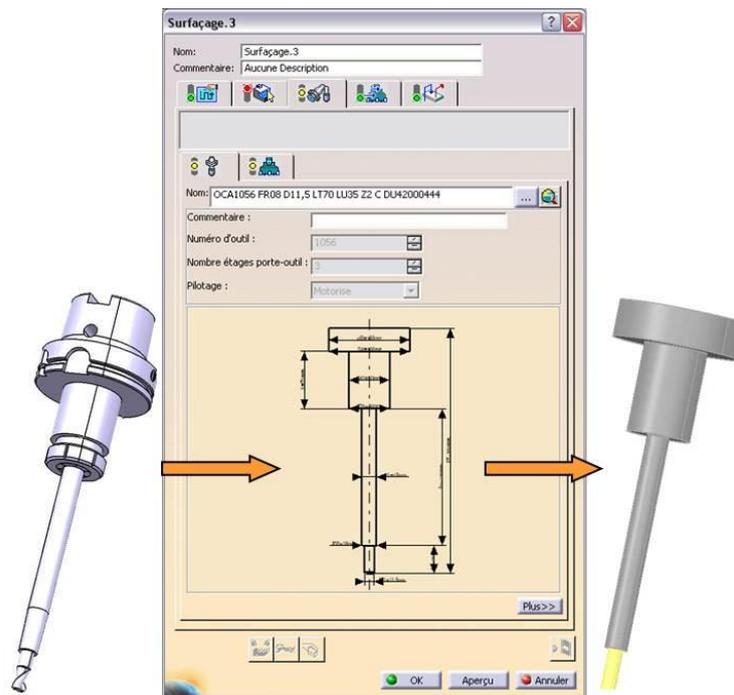


Figure 34 : Création de la bibliothèque OCA CATIA

II.3.2.9. Bibliothèque OCA NSIMUL

Tout comme dans le CATPROCESS, le programmeur devait créer une bibliothèque OCA générale pour tous les projets dans le logiciel NCSIMUL et rangé dans SMARTEAM. Sachant que le logiciel crée des dossiers spécifiques pour chaque projet, j'ai décidé de laisser tous les dossiers en partage sur le réseau, sauf les OCA. Le programmeur réalisait la demi-esquisse filaire (en .CATPART) de l'OCA en gardant un lien avec le 3D. Ainsi en cas de modification de l'OCA, un signal serait répercuté sur le fichier SMARTEAM de l'esquisse.

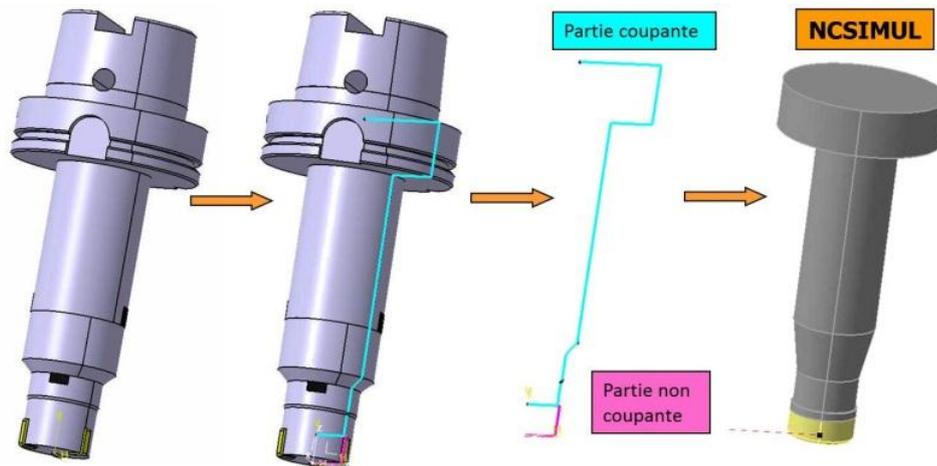


Figure 35 : Création des OCA NCSIMUL

II.3.3. Livrables client : procédure de la phase 2

Avant de rédiger la procédure, je l'ai faite valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters, les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 6 livrables de la procédure phase 2 :

- **Livrable 1** : Procédure phase 2 sous power point
- **Livrable 2** : 144 Modèles génériques .CATPART
- **Livrable 3** : Utilisation et création des modèles génériques powerpoint
- **Livrable 4** : Désignation des outils coupants et composants powerpoint
- **Livrable 5** : Fichier de suivi des OCA pour les phases 1 et 2
- **Livrable 6** : Trame 2D pour carte outil .CATDRAWING
- **Livrable 7** : Trame 2D pour contrat de phase .CATDRAWING

II.3.4. Perspectives et évolutions de la phase 2

Lors de la désignation des outils à l'aide du fichier correspondant, un programme pourrait se lancer à partir de l'outil sélectionné et en fonction des paramètres choisis, l'outil se créerait automatiquement dans CATIA V5. La programmation en langage informatique ne fait pas partie de mes compétences, de ce fait je n'ai pas réalisé cette partie.

Lors de la réalisation des OCA, un logiciel pourrait récupérer les éléments sélectionnés en renommant automatiquement les OCA, puis ouvrir tous les fichiers dans un l'assemblage CATIA. Le programmeur n'aurait plus qu'à mettre les contraintes selon ses choix. Il aurait été judicieux également de générer un CATDRAWING contrat de phase, avec les désignations et les cotes associées. De même que pour la proposition précédente, le langage informatique est un domaine à part entière hors de mes compétences.

II.4. Phase 3 : Programmation d'usinages CATIA/NCSIMUL

Après avoir préparé les données 3D, choisi les OCA spécifiques aux usinages, le programmeur commençait la programmation d'usinages sur CATIA et NCSIMUL.

II.4.1. Problèmes rencontrés

- Mauvaise compression des données 3D BE pour les simulations 3D d'usinages sur CATIA et NC SIMUL.
- Temps de chargement sur CATIA trop long
- Temps trop long pour la simulation d'usinage 3D.
- Éléments 3D non positionnés dans NCSIMUL perte de temps pour le repositionnement.
- Représentation des outils coupants et composants NC SIMUL généralement non représentatifs.
- Erreur de retranscription programme du post-processeur.

II.4.1. Solutions apportées

II.4.1.1. Programmation CATIA

Tous les problèmes de simulation vidéo ont été résolus par la compression des fichiers, de ce fait il n'y avait que les problèmes de post-processeur à résoudre. Afin d'optimiser le temps de programmation, j'ai scindé le programme d'usinage en 3 :

- CATPROCESS : ébauche
- CATPROCESS : semi-finition
- CATPROCESS : finition

Ceci permettait à 3 programmeurs de travailler sur 3 programmes de l'usinage.

Les étapes de la programmation d'usinages restent identiques qu'auparavant dans l'atelier advanced machining (*ANNEXE 11*):

- Définition des paramètres du centre d'usinage
- Définition du repère programme
- Sélection des éléments d'usinage (brut, usiné, montage d'usinage et brides)
- Sélection de l'opération d'usinage à réaliser
- Sélection de l'OCA choisi pour l'usine
- Choix des conditions de coupes de l'OCA
- Simulation vidéo et validation du programme d'usinage
- Conversion du fichier APT en fichier ISO machine

Le fichier .CATALOG contenant les OCA de la bibliothèque outil CATIA était en construction. Mon travail était de le réaliser tous les OCA pour alimenter la bibliothèque OCA, afin que les programmeurs n'aient qu'à choisir les outils prédéfinis pour les usinages. Par la suite, pour les futurs projets, les programmeurs n'auront qu'à effectuer une recherche de l'outil désiré dans la bibliothèque et choisir l'OCA adéquat.

Le fichier APT est un langage neutre établie par le logiciel CFAO, on y retrouve tous les éléments programmés (trajectoires, types d'usinages...).

```
$$$ -----  
$$$      Généré le lundi 11 janvier 2010 12:53:37  
$$$      CATIA APT VERSION 1.0  
$$$ -----  
$$$ CAMADOO  
$$$ Phase d'usinage.1  
CATMAT/ -124.10000, 489.49599, 0.00000, 1.0  
0.00000, 0.00000, 0.00000, 1.00000,CAMAD  
PARTNO CAMADOO  
PPRINT TABLE MOTS PP HISPANO DU 13 MAI 2008  
$$$ OPERATION NAME : Changement outil.116  
$$$ Début de génération de: Changement outil.116  
MULTAX/ON  
$$$ TOOLCHANGEBEGINNING  
CUTTER/ 19.525000, 0.000000, 9.762500, 0.000000  
0.000000, 50.000000  
LOADTL/1064,ADJUST,2  
PPRINT/FR12 D19,5255x21,525x25 LU60 C DU46800482  
$$$ TOOLCHANGEEND  
$$$ Fin de génération de: Changement outil.116  
$$$ OPERATION NAME : Perçage.154  
$$$ Début de génération de: Perçage.154  
SPINDL/ 8602.9700,RPM,CLW  
RAPID  
GOTO / -286.21954, 164.34075, 230.99306, 0.0000  
RAPID  
GOTO / -286.21954, 164.34075, 187.99306, 0.0000  
CYCLE/DRILL, 44.993000,MMPM, 1720.594000,RAPTO,  
0.000000
```

Figure 36 : Exemple langage APT

Le programmeur utilise ensuite un logiciel plus communément appelé post-processeur qui permet de convertir le fichier en langage ISO spécifique à la machine.

Il existe plusieurs logiciel de post-processeur, celui utilisé par HISPANO-SUIZA est SPP (Start post-processeur). Le post-processeur convertir le langage Apt dans le langage ISO du centre d'usinage MP6 (ANNEXE 12).

```

N8 D1

( FR12 D19,5255X21,525X25 LU60 C DU46800482 )
N10 S8602 M3
N12 G G90 G40 G54 B
N14 X-286.22 Y164.341
N16 Z230.993
N18 Z187.993
N20 G81 Z93 ER187.993 G94 F1720
N22 G G80 Z787.993
N24 X-80 Y136
N26 Z230.993
N28 Z187.993
N30 G81 Z93 ER187.993 F1720
N32 G G80 Z787.993

```

Figure 37 : Exemple de langage ISO

Les programmeurs rencontraient des problèmes de conversions entre l'APT et l'ISO, mon travail était de bien comprendre leurs demandes. Ainsi je réalisais des fichiers d'incidences sous PowerPoint pour ensuite les envoyer à la société qui gérait le logiciel (*ANNEXE 13*). Une fois que la société avait résolu le problème je passais le nouveau fichier à intégrer dans le post-processeur. Mon rôle dans cette partie n'a pas été de faire la programmation d'usinages, mais plutôt de venir en assistance. Mais grâce à la méthodologie mise en place le temps de programmation a été divisé par 2, soit 3 mois pour les 2 phases d'usinage. Chaque programme comportait environ 1200 lignes.

II.4.1.2. Programmation NCSIMUL

Dès qu'une partie ou toute la programmation était terminée et que le fichier ATP avait été converti en ISO, le programmeur faisait la simulation d'usinage sur le logiciel NCSIMUL (*ANNEXE 14*). Ce dernier permettait aux programmeurs d'avoir une meilleure représentation de l'usinage avec les mouvements de la machines, ainsi que la détection d'erreurs (type : collisions, hors-course, programme...). Le simulateur est très performant et représente à l'identique les mouvements du centre d'usinage. Mon rôle a été de leur faciliter la préparation d'usinage sur NCSIMUL. Le principe de préparation d'usinage reste le même, tous les problèmes numériques ont été résolus dans la phase 1 (*ANNEXE 15*):

- **Import de la pièce Brute**
- **Import de la pièce à usiner**
- **Import du montage d'usinage**
- **Import et préparation de la bibliothèque des outils d'usinage**
- **Import du programme d'usinage**
- **Simulation d'usinage**

J'ai réalisé les 5 premiers points, ensuite les programmeurs se sont occupés de faire toute la simulation d'usinage.

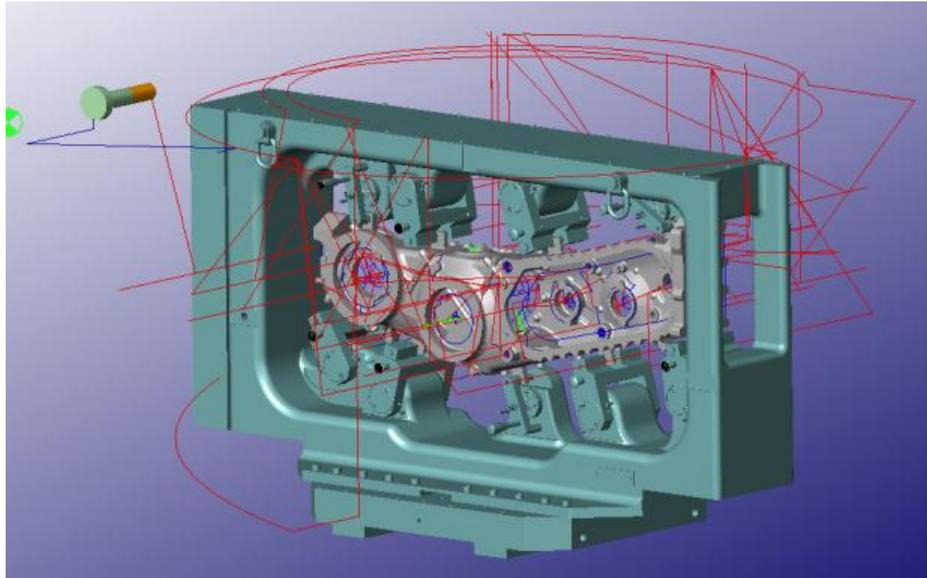


Figure 38 : Simulation d'usinage NCSIMUL

II.4.2. Livrables client : procédure de la phase 3

Avant de rédiger la procédure, je l'ai fait valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters, les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 3 livrables de la procédure phase 3 :

- **Livrable 1** : procédure phase 3 sous power point
- **Livrable 2** : fichier .CATALOG pour la bibliothèque outil CATIA
- **Livrable 3** : fichiers .IGS (130) pour la bibliothèque outil NSIMUL

II.4.3. Perspectives et évolutions de la phase 3

Il aurait été intéressant d'acheter le module de simulation d'usinage spécifique CATIA, afin de voir les premières erreurs de programmation ou de collision. Sachant que le langage est en APTsource, NCSIMUL est plus précis pour la simulation d'usinage puisque le programme est en ISO machine et donc le reflet exact des trajectoires programmées.

II.5. Phase 4 : Mise au point et mise à jour des programmes d'usinage

II.5.1. Problèmes rencontrés

Chaque programmeur classait dans un répertoire commun organisé par répertoire projet, tous les programmes d'usinage. Le problème c'est qu'il n'y avait aucun suivi de l'évolution des programmes (pas d'indice de modification, pas de comparaison possible avec les anciennes versions, date

de modification...). Si le carter usiné évoluait, aucun signal n'était émis au programmeur mise à part l'intervention du responsable BE qui lui envoyait un mail de modification.

II.5.2. Solutions apportées

A savoir que la problématique de gestion numérique avec des répertoires n'est pas du tout appropriée. Pas de possibilité de suivre les mises à jour des différents éléments (brut, usiné, montage d'usinage....

C'est pour cela qu'HISPANO-SUIZA a décidé de passer toute la gestion numérique sous SMARTEAM. Les solutions apportées seront décrite dans la partie LOT4. Chaque étape de la phase 4 sera ainsi suivie avec un indice selon les modifications apportées. Pour cette phase j'ai identifié 4 possibilités :

- **Mise au point du programme d'usinage sur centre d'usinage**
- **Mise à jour du programme d'usinage dans SMARTEAM**
- **Mise à jour du fichier de suivi modifications du programme d'usinage**
- **Mise à jour du CATPROCESS**

FICHE DE SUIVI DES MODIFICATIONS PROGRAMME CN					
REF.PIECE : -----	OPERATION ---		NATURE DE LA DEMANDE	TYPE DE MODIFICATION	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS
Indice programme	N° ordre usinage	Nom du programmeur			

Tableau 8 : Suivi de modifications programme d'usinage

II.5.3. Livrables client : procédure de la phase 4 :

Avant de rédiger la procédure, je l'ai faite valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters, les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 2 livrables de la procédure phase 3 :

- **Livable 1** : procédure phase 4 sous power point
- **Livable 2** : fichier de suivi des modifications programme d'usinage .xls

II.5.4. Perspectives et évolution de la phase 4

Sachant que rien n'avait été préparé pour cette phase, j'ai élaboré une méthode apte à satisfaire l'ensemble de l'équipe. En revanche, cette méthode demande beaucoup de rigueur.

II.6. Phase 5 : Gestion des évolutions

II.6.1. Problèmes rencontrés

Comme pour la phase 4, tous les programmeurs rangeaient les fichiers 3D et 2D dans un répertoire commun sans aucun suivi d'évolution.

- Pièce usinée - Pièce brute - Montage d'usinage
- Outils coupants et composants OCA

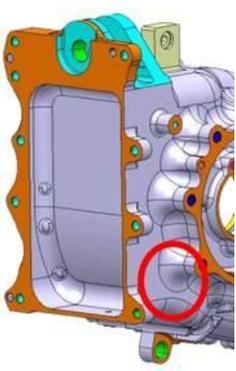
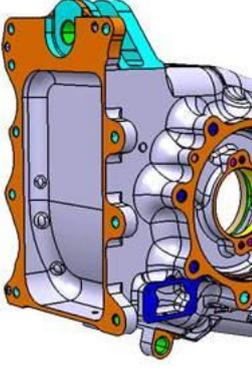
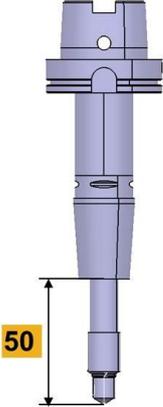
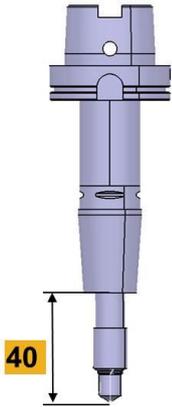
Evolution pièces ou montage		Evolution OCA	
			

Tableau 9 : Evolution pièces et OCA

II.6.2. Solutions apportées

Comme pour la phase 4, le seul moyen de suivre les évolutions était de mettre en place le logiciel SMARTEAM. J'ai donc établi toute une procédure sur la l'évolution des fichiers 3D avec gestion des indices que je décrirai dans la partie LOT4.

II.6.3. Livrables client : procédure de la phase 5 :

Avant de rédiger la procédure, je l'ai faite valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters, les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 1 livrables de la procédure phase 3 :

- **Livrable 1** : procédure phase 5 sous power point

II.6.4. Perspectives et évolutions phase 5

De même que pour la phase 4, la méthode créée devrait être pérenne, mais demande de la rigueur.

Le responsable industrialisation CARTER m'a fait confiance et m'a appuyé dans le mode de travail que j'ai proposé. C'est-à-dire que j'ai mis en place, un « groupe de travail programmeurs », avec lequel j'ai organisé des réunions de 1h tous les 2 jours sur chaque phase de la chaîne CFAO. Ceci m'a permis

de répondre aux besoins du client mais aussi et surtout à celles des programmeurs qui sont les acteurs directs.

Le client a fortement apprécié cette démarche qui a apportés des résultats concrets. Chose qui n'était pas évidente du fait qu'elle impliquait un remaniement total sur une gestion de travail et numérique qui dataient d'environ 30 ans.

Je travaillais également sur le LOT 2 en parallèle en fonction des méthodes élaborées du LOT 1, ce que je vais décrire dans la partie suivante.

III. LOT 2 : réalisation 3D/2D et commandes de 120 outils d'usinage pour le carter XWB

Le LOT 2 consistait à réaliser les 3D des Outils Coupants Assemblés (OCA) phase 1 et 2 et de faire en parallèle les commandes de tous les outils et composants. Je devais mettre à jour le tableau de suivi en fonction des outils choisis par le programmeur et des commandes avec le service achats. Il était primordial de faire des consultations fournisseurs afin de réduire les coûts et délais de livraison. La tâche ensuite était de contrôler les assemblages des OCA en physique dans l'atelier de production et le chargement dans le magasin outil du centre d'usinage.

III.1. Création des 3D et 2D des OCA

La demande client voulait que tous les OCA 3D et 2D soient créés en respectant la méthode que j'avais mis en place en phase 2.

L'estimation de départ était de créer 120 OCA pour les phases d'usinage 1 et 2, or il y a eu 133 OCA au final.

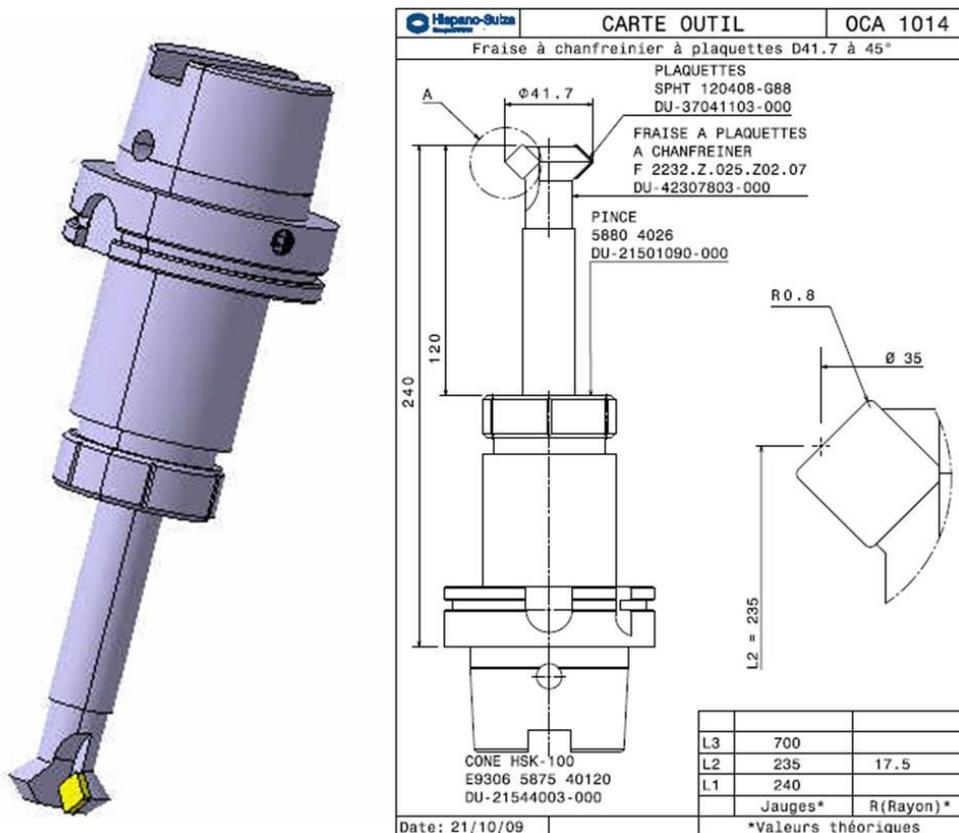


Figure 39: Exemple de création des 3D et 2d des OCA

- **Livrable 1** : 133 - 3D OCA.CATPRODUCT
- **Livrable 2** : 133 – 2D OCA.CATDRAWING
- **Livrable 3** : 133 – 3D OCA.IGS (pour la bibliothèque NCSIMUL)

III.2. Commandes des outils coupants et composants

Dans le LOT2 je devais assurer le bon approvisionnement des outils coupants et composants pour les phases d'usinage 1 et 2. Comme indiqué dans phase 2, j'ai créé un fichier d'échange avec des données concernant les programmeurs, le responsable industrialisation carters et le responsable achats.

Toute la gestion des commandes se faisait sous SAP, j'étais en relation avec l'acheteur qui se chargeait de trouver les meilleurs prix et des délais de livraison. Toutes les demandes d'achats étaient soumises à consultation par le responsable des achats.

Pour activer la commande auprès du responsable achat, il fallait que je fasse des demandes d'achats qui étaient d'abord validées par le responsable du service Méthodes. Chaque demande avait un numéro, ce qui permettait de faire le suivi des articles désirés ou commandés.

Chaque constituant de l'OCA avait un numéro de Désignation Unique DU, que l'on nommait article dans SAP. Chaque article avait une fiche d'identification indiquant tous les renseignements de l'outil (désignation, fournisseur, référence fournisseur,...). Il arrivait, lors des commandes que le numéro de DU n'était pas créé car certain outil était nouveau, de ce fait je devais créer cette fiche article. Une fois que j'avais créé le numéro de DU, je pouvais effectuer la demande d'achat (ANNEXE 16).



Quelques exemples:

DU-430 XXX XX => Fraise 3 Tailles à plaquettes
DU-428 XXX XX => Fraise 2 Tailles à plaquettes
DU-425 XXX XX => Fraise à surfacer à plaquettes
DU-424 XXX XX => Fraise monobloc
DU-468 XXX XX => Fraise de forme
DU-370 XXX XX => Plaquettes
DU-522 XXX XX => Forets
DU-215 XXX XX => Attachements
...

Figure 40 : Référence numéro de DU

Référence outil
 Désignation outil

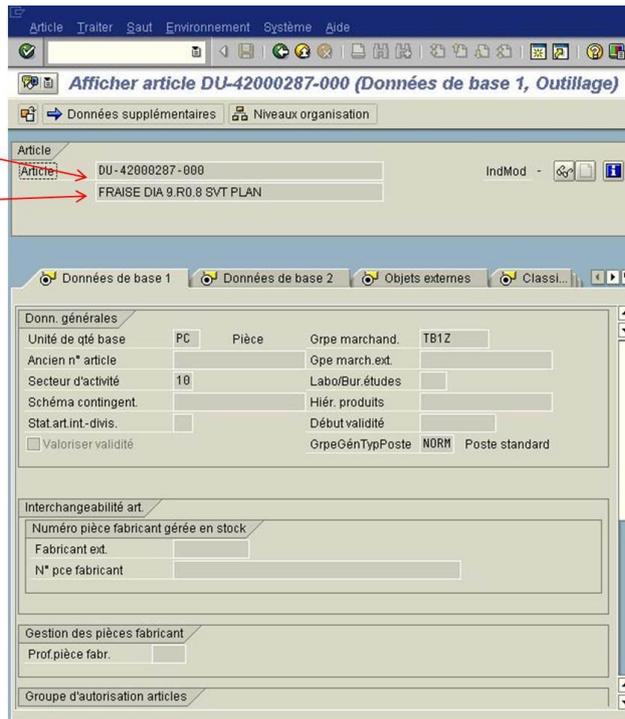


Figure 41 : Fiche article SAP

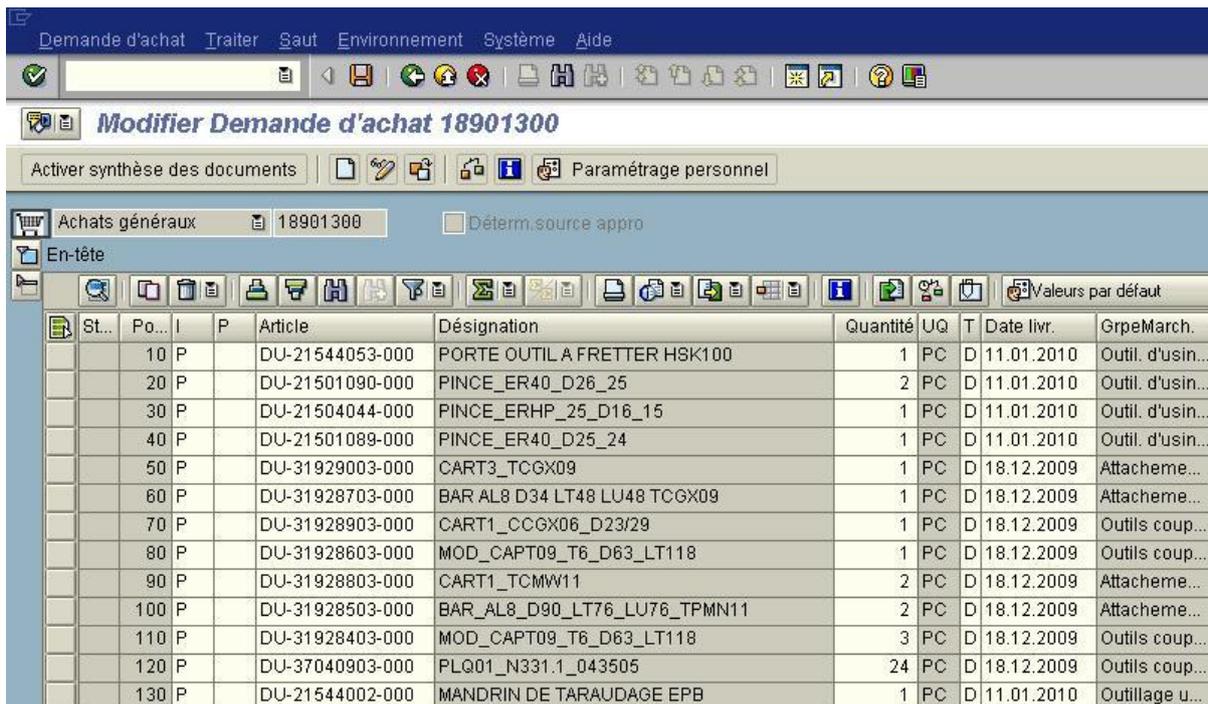


Figure 42 : Fiche demande d'achat SAP

Ci-dessous la démarche globale du suivi des demandes d'achat :

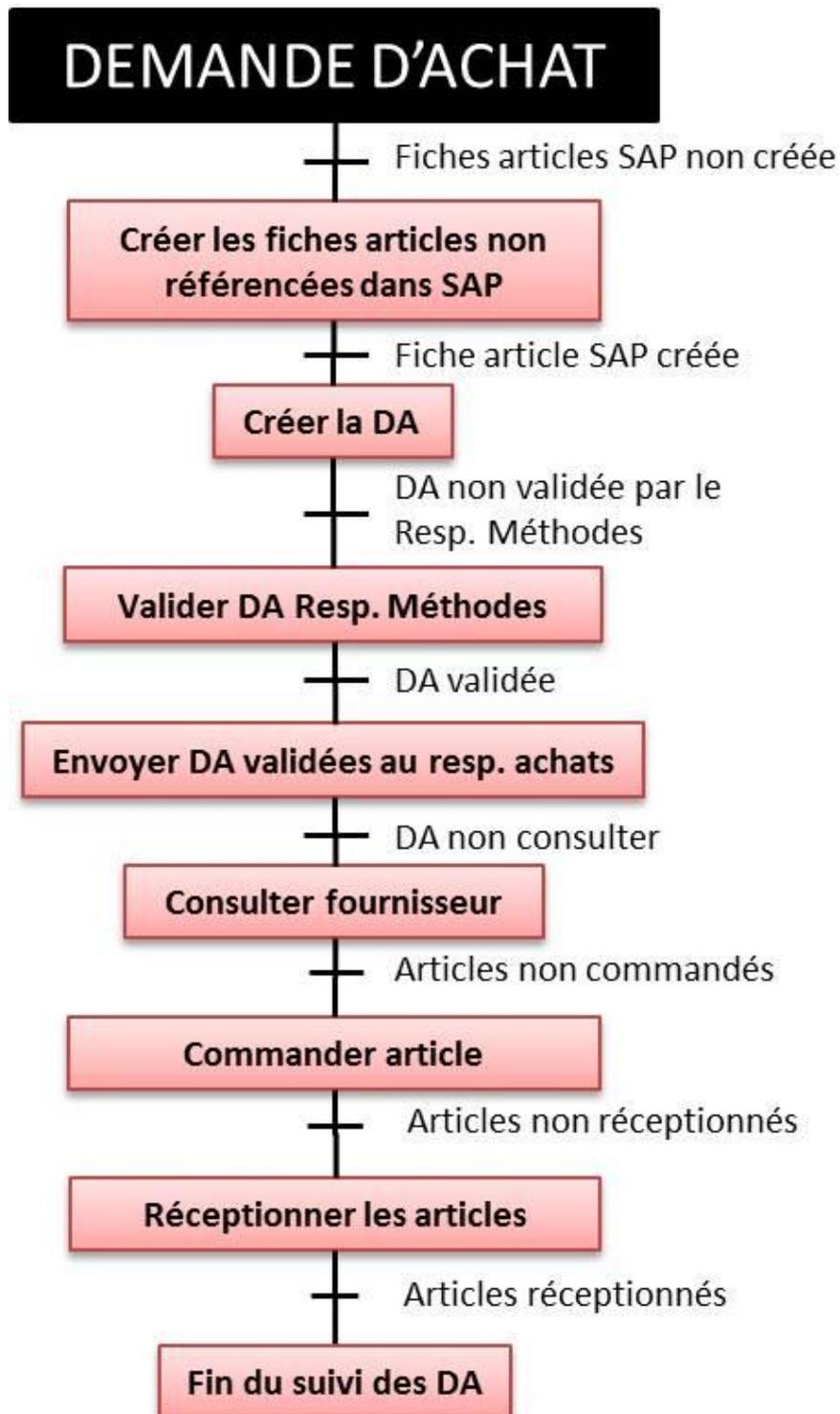


Figure 43 : Synoptique de demande d'achat

- **Livrable 1** : Création de toutes les DA pour la phase 1 et 2
- **Livrable 2** : Création de 128 fiches articles dans SAP

III.3. Montage et chargement des OCA en atelier de production

Afin de suivre le montage des OCA en atelier, j'ai fourni un tableau Excel à l'opérateur de production pour contrôler les éléments manquants ou les OCA montés. Ce tableau était en lien avec celui de suivi des OCA pour les phases 1 et 2 afin de contrôler les réceptions et vérifier si les OCA pouvaient être montés. L'opérateur devait indiquer dans le tableau si les références de chaque OCA étaient en atelier et les outils assemblés. Une colonne spécifique indiquait en vert tous les OCA montés (ANNEXE 16).

Ci-dessous la démarche globale du suivi des montages des OCA :

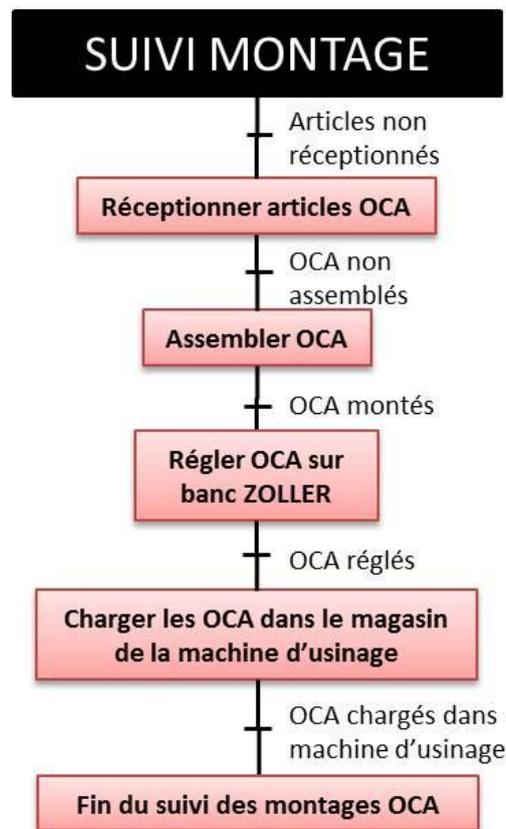


Figure 44 : Synoptique de montage des OCA

Comme décrit dans le synoptique ci-dessus tous les OCA devaient être contrôlés sur un banc de réglage (Banc HISPANO-SUIZA : ZOLLER smile 400). C'est-à-dire que dans la programmation d'usinages CATIA, tous les OCA ont été programmés avec les valeurs théoriques, mais en réalité ces valeurs sont différentes de celles mesurées en physique sur le banc de réglage. Par exemple, pour un outil de diamètre 50 mm, le banc de réglage nous indiquait 49.95 mm. De ce fait il était très important que les programmeurs puissent prendre en compte les valeurs du banc, afin d'appliquer toutes les corrections outils dans la programmation d'usinages CATIA. Pour que l'usinage respecte les dimensions indiquées par le bureau d'étude.

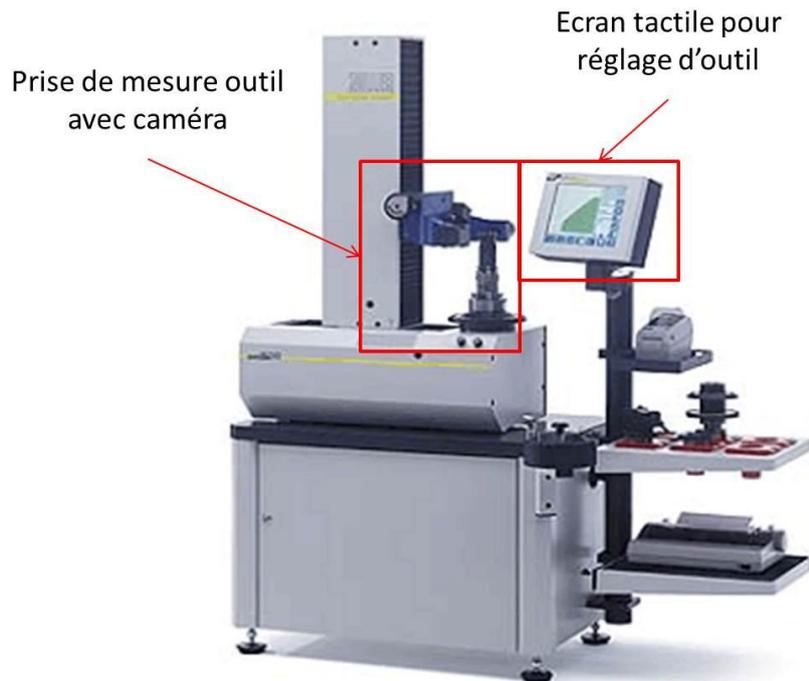


Figure 45 : Banc Zoller smile 400

- **Livrable 1** : Fiche de suivi des montages OCA

La contrainte client principale était de réduire les coûts d'achat des outils au maximum. Pour les anciens projets, chaque programmeur passait toujours par les mêmes fournisseurs. De ce fait le responsable service Méthodes en avait décidé autrement et imposé que tous les outils achetés fassent l'objet d'une consultation afin de faire jouer la concurrence.

Et donc pour faire les consultations, le responsable des achats, avait besoin des plans rapidement. D'où la nécessité de créer de façon générique les plans des outils coupants et OCA. Cette démarche a permis de faire une économie de 30% sur les achats, ce qui est considérable.

Grâce au fichier d'échange, les programmeurs, les responsables méthodes /carter/achats, pouvaient suivre en temps réel l'évolution des demandes.

III.4. Perspectives et améliorations

Il aurait été judicieux de mettre en lien le fichier de suivi avec SAP, afin de donner un signal sur les différents outils à commander pour permettre au responsable achat de procéder aux consultations plus rapidement sans passer par un intermédiaire.

Le client n'avait pas mis en place de procédure de gestion des commandes des outils coupants et composants. Grâce au fichier de gestion que j'ai mis

en place, j'ai pu mettre en relation la partie achat pour tout le suivi des commandes. Ce fichier nous a beaucoup facilité la tâche en éliminant toute confusion possible sur le statut des commandes. Cependant, sa bonne gestion suppose de la rigueur dans la saisie et le suivi.

En parallèle des travaux à effectuer pour le LOT 2 je travaillais sur la création d'une architecture SMARTTEAM pour le service Méthodes et le projet CFM56-7B27.

IV. LOT 4 : SMARTEAM et projet CFM56-7B27A

Le Lot 4 s'est déroulée en 2 étapes :

- Etude SMARTEAM
- Définition des outils coupants spécifiques du projet CFM56-7B27A

La gestion des données numériques des différents projets était gérée sous répertoires Windows et devenait trop complexe. Aucun suivi des évolutions (pièces, outils coupants ...) n'était réellement possible. Dès lors la direction était en pleine étude de l'incorporation de toutes les données numériques (3D et 2D) dans un système PLM appelé SMARTEAM. Le projet Trent XWB fut le premier projet incorporé dans SMARTEAM.

J'ai donc eu pour mission de mettre toutes les données numériques du service Méthodes sous SMARTEAM en relation avec les contraintes 3D et 2D CATIA V5.

Ma deuxième mission a été de préparer les outils coupants spécifiques 3D et 2D du projet CFM56-7B27A, afin de refaire des commandes en cas de casse d'outil.

IV.1. SMARTEAM

SMARTEAM offre un environnement puissant pour gérer toutes les informations relatives au produit dans un bureau d'Etudes ou bureau des Méthodes.

SMARTEAM présente les avantages suivants :

- **Organise le stockage** et l'accès aux données et aux fichiers de documents.
- **Facilite le flux** des documents à travers l'organisation.
- **Réduit le coût des erreurs** à chaque étape du développement
- **Permet le contrôle et la sécurité des données** par l'utilisation de révision (control des indices et gestion du cycle de vie) et des coffres forts électroniques.
- **Visionneuse incorporée** pour consulter les documents dans leur format natif sans nécessiter l'application extérieure.
- **Outil de recherche complet.**
- **Intégration** avec Microsoft Word/Excel CATIA V5.

IV.1.1. Interface SMARTEAM

L'interface SMARTEAM est décrite ci-dessous

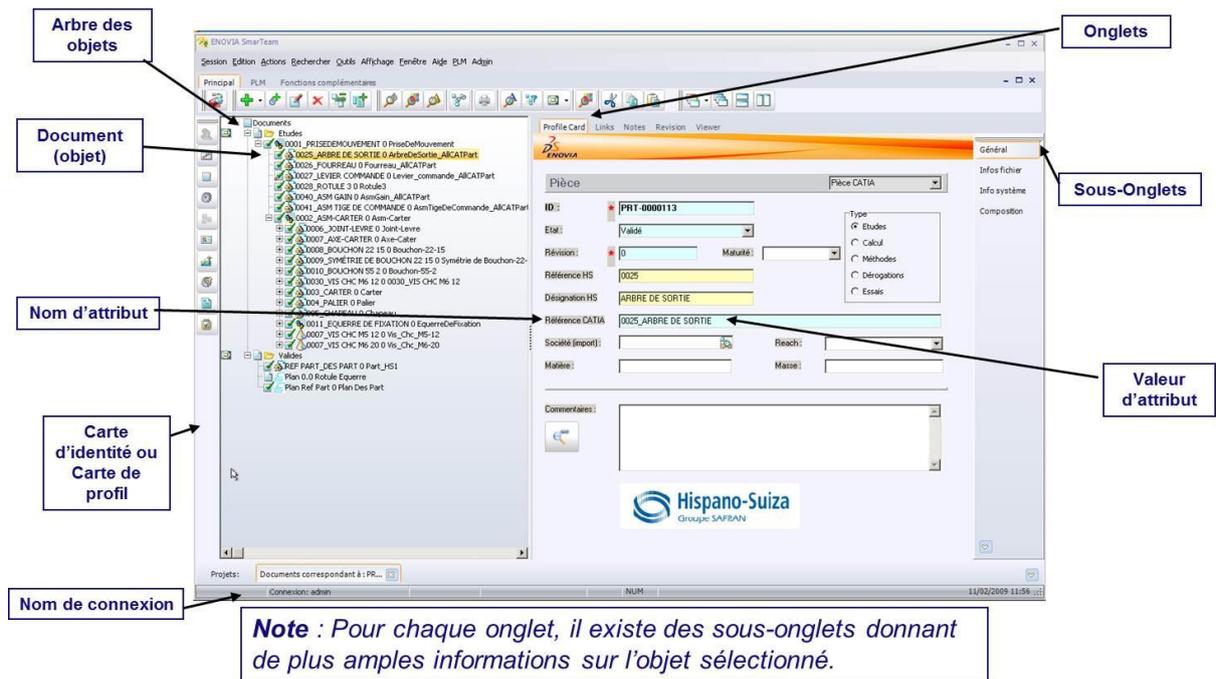


Figure 46 : Interface SMARTEAM

La gestion des documents de SMARTEAM se fait par projet, qui se décompose en plusieurs répertoires. Ci-dessous la description de l'organisation des documents.

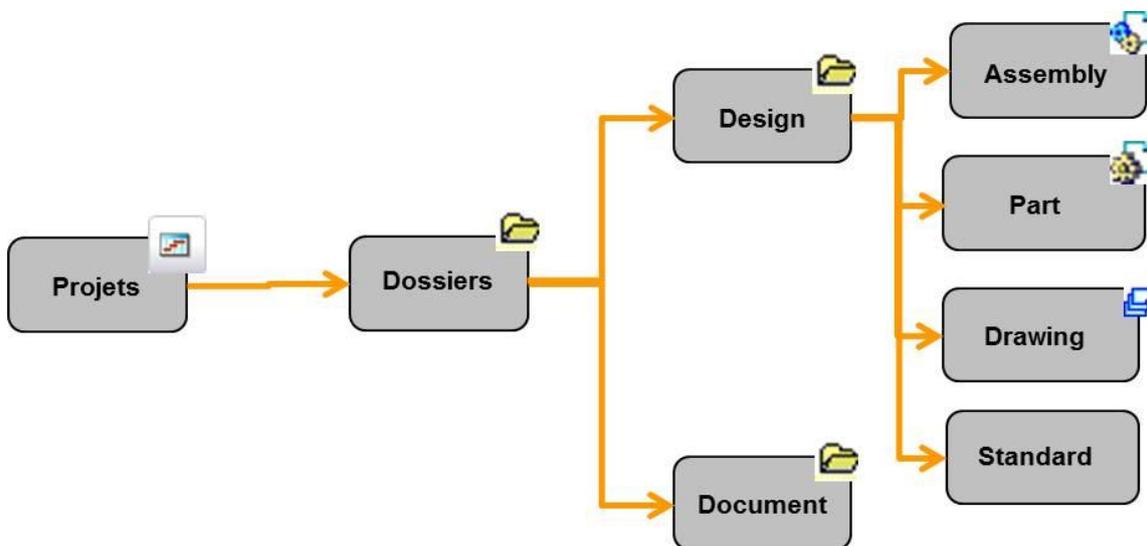


Figure 47 : Arborescence projet SMARTEAM

Nous verrons par la suite comment j'ai organisé toute l'arborescence SMARTEAM du service Méthodes.

IV.1.2. Les documents SMARTEAM

Lors de l'enregistrement des données dans SMARTEAM, ce dernier vous propose de remplir une carte d'identité de l'élément. Cette carte est unique à une donnée technique et permet de faire le suivi du cycle de vie.

Dans le service Méthodes nous utilisons 5 types de de carte d'identité :

- Carte d'identité pièce
- Carte d'identité assemblage
- Carte d'identité plan
- Carte d'identité programme d'usinage
- Carte d'identité documents Excel

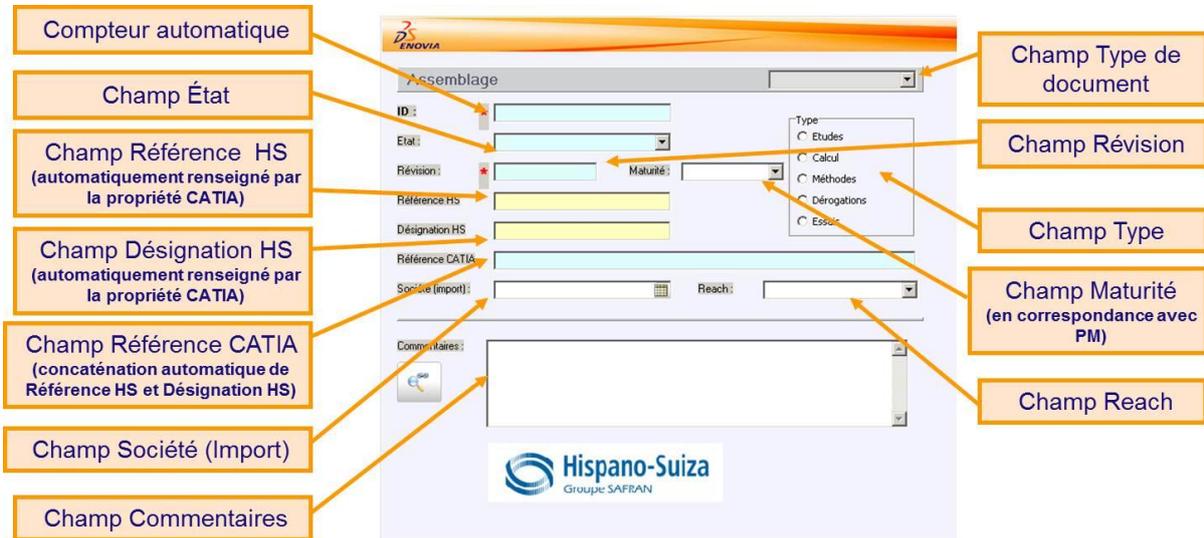


Figure 48 : Exemple carte d'identité SMARTTEAM

IV.1.1. Les liens SMARTTEAM

Il est possible de créer des liens entre les différents documents, c'est-à-dire qu'en cas de modification d'un document, l'autre document lié sera averti par un symbole SMARTTEAM de mise à jour. Dans l'image ci-dessous nous pouvons voir les liens entre document.

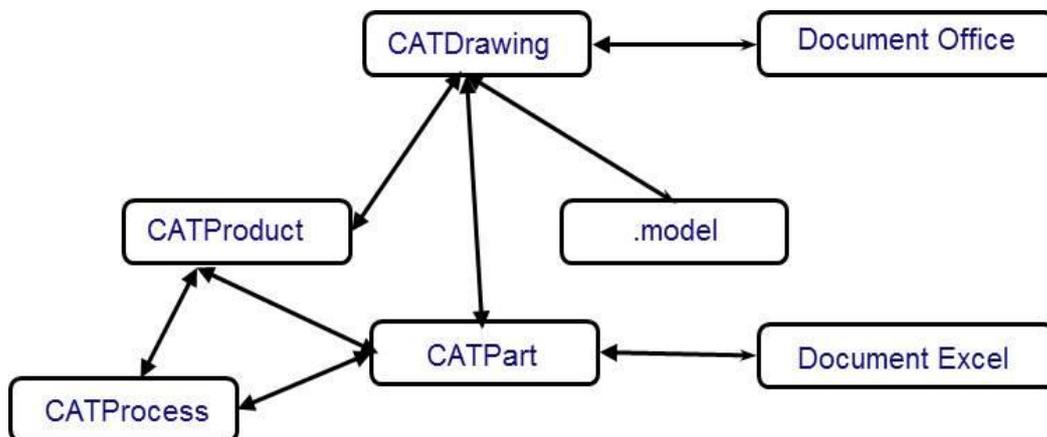


Figure 49 : Liens documents SMARTTEAM

IV.1.1. Les recherches

L'importance de définir une désignation standard des éléments fait qu'il est plus rapide d'effectuer des recherches. SMARTEAM possède un puissant éditeur de recherche, ce qui permet selon les caractéristiques de recherches demandées, de trouver efficacement un document (soit par créateur, date de création, date de modification, ...)

IV.1.1. Les révisions

Les révisions des données techniques se font par indice, il y a 2 types d'indice :

- **Indice mineur** : petites modifications
- **Indice majeur** : importantes modification (changement de définition)

Afin de réaliser les opérations de sauvegardes ou modifications, SMARTEAM procède selon 3 modes :

- **Check in / Libérer** : sauvegarde et sécurise les données dans le coffre-fort SMARTEAM afin de les rendre publics et visibles par tous.
- **Check out / Réserver** : modification des données par l'utilisateur qui crée en même temps une nouvelle version.
- **Release / Valider** : document validé, une nouvelle version sera créée lors de la prochaine modification.

A chaque opération de cycle de vie, une nouvelle révision est créée en automatique.

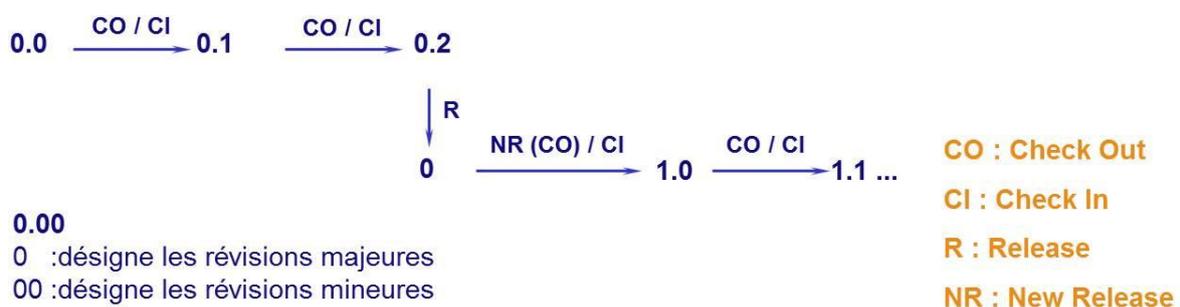


Figure 50 : Révisions SMARTEAM

Différents symboles dans CATIA et SMARTEAM permettent d'identifier l'état de maturité des documents (ANNEXE 17).

IV.1.1.1. Gestion des droits utilisateurs

Chaque corps de métier avait des droits spécifiques sur les documents.

- **Administrateur**
 - Tous les droits (créer, visualiser, gérer le cycle de vie, détruire...

- **Concepteur / Utilisateur CATIA**
 - Accès aux divers outils de recherche de documents
 - Visualisation de la représentation d'un document du coffre-fort par la visionneuse intégrée
 - Droits de création de tout document, de modification
 - Tous les droits de cycles de vie sauf la validation
 - Aucun droit de destruction sur les documents libérés ou validés

- **Chef de projet / Utilisateur limité CATIA**
 - Accès aux divers outils de recherche de documents
 - Visualisation de la représentation d'un document du coffre-fort par la visionneuse intégrée
 - Droits de création de projet
 - Droits de mise à jour des cartes d'identité, de valider des documents CATIA
 - Ne peut ajouter de document CATIA

- **Acheteur**
 - Accès aux divers outils de recherche de documents
 - Visualisation de la représentation d'un document à l'état Valide du coffre-fort par la visionneuse intégrée
 - Aucun droit de création

- **Consultation**
 - Accès aux divers outils de recherche de documents
 - Visualisation des informations et de la représentation d'un document du coffre-fort par la visionneuse intégrée pour tous les documents libérés et validés
 - Aucun droit de création

- **Bibliothécaire / Utilisateur CATIA**
 - Accès aux divers outils de recherche de documents
 - Visualisation de la représentation d'un document du coffre-fort par la visionneuse intégrée
 - Droits de création de document standard, de modification
 - Tous les droits de cycles de vie sauf la validation
 - Aucun droit de destruction sur les documents libérés ou validés

IV.2. Gestion des données numériques du bureau des Méthodes dans SMARTEAM

IV.2.1. Audit préparateurs

Comme décrit dans la figure « Organisation du service Méthodes », il y avait 3 domaines d'activités

- **Industrialisation CARTERS**
 - 1 responsable de service
 - 5 préparateurs programmes
 - 3 Dessinateurs / Projeteurs
 - 2 préparateurs contrôle tridimensionnel

- **Industrialisation PIGNONS**
 - 1 responsable de service
 - 9 préparateurs programmes

- **MONTAGES**
 - 1 responsable de service
 - 7 préparateurs montage

Afin de mieux cerner la façon de travailler de chacun j'ai mis en place un audit de travail auprès des personnes du service afin d'identifier leurs modes de travail et gestion. J'ai donc préparé un fichier Excel avec les questions suivantes :

- **Quelles sont les données de travail** : CATIA, Word...
- **Quelles sont les éléments conçus** : montage d'usinage, gamme de contrôle...
- **Où et comment les données d'entrée et de sorties sont-elles rangées** : base de données PCADAM, répertoire Windows...
- **Comment sont désignés les pièces et assemblages** : carter TRENT XWB.CATPART...
- **Quelles sont les relations avec les autres services** : Montage d'usinage et pièce BE...

Données d'entrées	CATPART, CATPRODUCT...
3D, 2D,....	
Pièces conçues	MONTAGE
outillage, montage, pignon, hydro	
Répertoires de gestion	H:\OUTILLAGES\CARTERS
Comment sont rangés les données entrées-sorties?	H:\METHODES\CARTERS\IT
Comment sont désignés les fichiers?	T:\PRODUCTION\METHODES\Dth_pic\Outillage\classeur outillage Désignation nouvelle version
Relation des données avec les autres services?	CARTERS
Quel serait la méthodologie de conception à mettre en place pour faciliter les mises à jour (à adapter dans SMARTEAM)	TRAVAIL EN CONTEXTE SANS LIENS => PAS DE MONTAGE STANDARDS => SAUF VIS, RONDELLES, (voir les standards SMARTEAM)

Tableau 10 : Exemple fiche audit

Après avoir identifié toutes les méthodes de travail des personnes du service Méthodes, j'ai réalisé une structure SMARTEAM pour chaque activité.

IV.2.2. Structure SMARTEAM des différents secteurs des Méthodes

La complexité a été de faire une synthèse des données de chaque activité pour créer une architecture simple et compréhensible par les différents acteurs du service Méthode. J'ai tout d'abord créé un projet SMARTEAM appelé « SERVICE METHODES » avec 3 sous-répertoires (CARTERS/MONTAGES/PIGNONS).

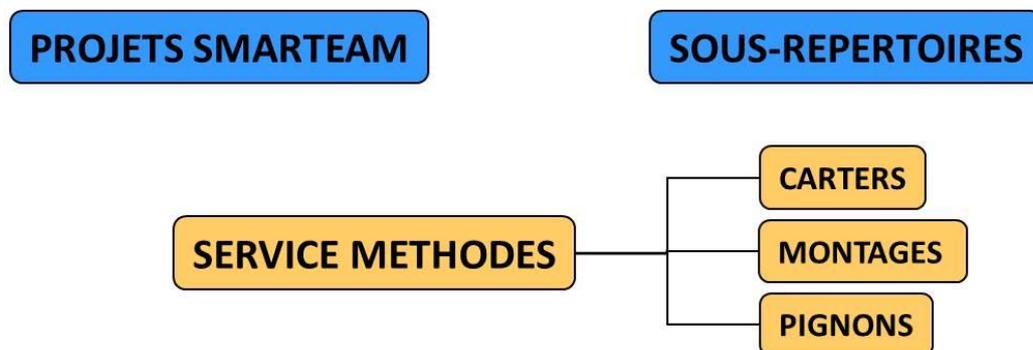


Figure 51 : Architecture projet SMARTEAM – METHODES

IV.2.2.1. Structure SMARTEAM Industrialisation CARTERS

- **Gestion de la partie CFAO** : La structure découlait naturellement de la chaîne CFAO que j'avais mise en place. Toutes les programmations étaient rangées par projet, et tout ce qui concernait les outils coupants était dans une bibliothèque générale. Celle-ci permettait à chaque préparateur de chercher les outils déjà existants et de contrôler les cas d'emploi grâce à l'éditeur de recherches SMARTEAM (ANNEXES 18).

TYPE DE FICHIER	DESCRIPTION DU FICHIER	FICHIER FOURNI PAR	GESTION DES EVOLUTIONS SMARTEAM
CATPART	Carter usiné	Bureau d'études	Bureau d'études
CATPART	Carter brut	Bureau d'études	Bureau d'études
CATPRODUCT	Montage d'usinage	Fournisseur choisi	Bureau des Méthodes
CATPRODUCT	Assemblages pour programmation d'usinages	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPRODUCT	Centre d'usinage	Bureau des Méthodes	Société NCSIMUL/Bureau des Méthodes
CATPRODUCT	OCA (Outil Coupants Assemblés)	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPROCESS	Programmes d'usinage	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPART	Outil coupants	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATDRAWING	Plans 2D Outil coupants	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPART	Composants	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATDRAWING	Plans 2D OCA	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPART	Modèles générique	Bureau des Méthodes	Assistance CATIA

Tableau 11 : Fichiers gérés par les préparateurs programmes

- **Gestion de la partie programmes tridimensionnel** : tous les programmes étaient gérés par projet (ANNEXES 19).

TYPE DE FICHIER	DESCRIPTION DU FICHIER	FICHIER FOURNI PAR	GESTION DES EVOLUTIONS SMARTEAM
TXT	programmation du contrôle tridimensionnel (programme réalisé sur la machine tridimensionnelle)	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATDRAWING	Plan 2D du carter usiné et brut	Bureau d'études	Bureau d'études
CATPRODUCT	Montage de contrôle avec la pièce usinée	Bureau des Méthodes MONTAGES	Bureau des Méthodes MONTAGES

Tableau 12 : Fichiers gérés par les préparateurs programmes tridimensionnels

- **Gestion de la partie outillages**

Chaque outillage était géré par projet pour identifier les cas d'emploi et les impacts éventuels sur d'autres projets en cas de modifications. Chaque projet était constitué de sous-répertoires désignés par la référence de la pièce concernée. J'ai également créé une bibliothèque générale regroupant tous les types d'outillages par fonction (ANNEXE 20).

- FAB00 : Usinage sans copeaux
- FAB01 : Brochage – Mortaisage – Taillage
- FAB02 : Non attribué
- FAB03 : Tournage
- FAB04 : Fraisage
- FAB05 : Perçage-Alésage-Pointage-Taraudage
- FAB06 : Usinage par abrasion
- FAB07 : Outillage de contrôle
- FAB08 : Ajustage-Manutention-Stockage
- FAB09 : traitement de surface-thermique

J'ai rangé toutes les IT gérées par projet avec des sous-répertoires :
=> REF PIECE / REF GAMME / ETUDES

TYPE DE FICHIER	DESCRIPTION DU FICHIER	FICHIER FOURNI PAR	GESTION DES EVOLUTIONS SMARTEAM
CATPART	Outillage une pièce	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPRODUCT	Outillage complet sur pièce usinée	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPART	Carter usiné	Bureau d'études	Bureau d'études
CATPRODUCT	Carter usiné avec outillage	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATDRWING	Gammes ou IT	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes

Tableau 13 : Fichiers gérés par les préparateurs outillages

IV.2.2.2. Livrables client

Avant de figer l'architecture, je l'ai faite valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters, les programmeurs d'usinage CARTER, les préparateurs programmes tridimensionnels et les préparateurs outillages. J'ai également dispensé une formation sur la procédure pour chaque corps de métier. Pour la partie CFAO, toutes les méthodes d'enregistrement et de gestion des données techniques ont été décrites dans les procédures livrées des phases 1 à 5. Concernant les activités programmation de contrôles tridimensionnels et outillages, j'ai élaboré uniquement une démarche globale, sans rentrer dans le mode de description pas à pas contrairement à la partie CAFO. J'ai réalisé 6 livrables.

- **Livrable 1** : Architecture industrialisation CARTERS – PROGRAMMATION D'USINAGES
- **Livrable 2** : Méthodes de gestion des fichiers CFAO dans SMARTEAM
- **Livrable 3** : Architecture industrialisation CARTERS – PROGRAMMATION TRIDIMENSIONNELLE
- **Livrable 4** : Méthodes de gestion des fichiers pour la partie programmes tridimensionnels dans SMARTEAM
- **Livrable 5** : Architecture industrialisation CARTERS - OUTILLAGES
- **Livrable 6** : Méthodes de gestion des fichiers pour la partie outillage dans SMARTEAM

IV.2.2.1. Structure SMARTEAM MONTAGE

L'activité MONTAGE gère différents types de montages spécifiques. J'ai organisé le répertoire MONTAGE avec des sous-répertoires classé par projets. Dans ces sous-répertoires on y retrouve tous les types de montages concernant l'activité (ANNEXE 21).

- MONT 1 : Ensemble des outillages de manutention
- MONT 2 : Ensemble des outillages serrage écrou Vespel
- MONT 3: Ensemble des outillages équipements et montage des lignes
- MONT 4 : Ensemble des outillages de démontage des lignes
- MONT 5 : Ensemble des outillages essais et contrôles
- MONT 6 : Ensemble des outillages contrôle d'étanchéité
- MONT 7 : Ensemble des outillages contrôle des jeux axiaux

TYPE DE FICHIER	DESCRIPTION DU FICHIER	FICHIER FOURNI PAR	GESTION DES EVOLUTIONS SMARTEAM
CATPART/CATPRODUCT	Pièce/assemblage (contexte de travail)	Bureau d'études	Bureau d'études
CATPRODUCT	Outillage complet pour pièces ou assemblages	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATDRWING	Gammes ou IT	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes

Tableau 14 : Fichiers gérés par les préparateurs MONTAGES

IV.2.2.2. Livrables client

Avant de figer l'architecture, je l'ai fait valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters et les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 2 livrables. Pour l'activité MONTAGE, j'ai élaboré uniquement une démarche globale, sans rentrer dans le mode de description pas à pas contrairement à la partie CFAO.

- **Livable 1** : Architecture industrialisation CARTERS – PROGRAMMATION D'USINAGES
- **Livable 2** : Méthodes de gestion des fichiers CFAO dans SMARTEAM

IV.2.2.3. Structure SMARTEAM PIGNONS

La gestion de l'activité PIGNONS dans SMARTEAM était la même que celle des outillages gérée dans l'activité CARTERS. De ce fait j'ai repris à l'identique l'arborescence. En revanche, la demande client ne spécifiait pas comment allait être organisée la partie des outils coupants et la programmation d'usinages. Cette dernière était réalisée sur machine directement sans utilisation de logiciel spécifique contrairement à la programmation d'usinages des carters. Concernant les outils coupants, j'ai laissé un répertoire vide pour le client (ANNEXE 22).

TYPE DE FICHIER	DESCRIPTION DU FICHIER	FICHIER FOURNI PAR	GESTION DES EVOLUTIONS SMARTEAM
CATPART	Outillage une pièce	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPRODUCT	Outillage complet sur pièce usinée	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATPART	Carter usiné	Bureau d'études	Bureau d'études
CATPRODUCT	Carter usiné avec outillage	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes
CATDRWING	Gammes ou IT	Bureau des Méthodes	Bureau des Méthodes

Tableau 15 : Fichiers gérés par les préparateurs programmes Pignons

IV.2.2.4. Livrables client

Avant de figer l'architecture, je l'ai faite valider par le responsable service méthodes, le responsable industrialisation carters et les programmeurs. J'ai également dispensé aux programmeurs une formation sur la procédure. J'ai créé 2 livrables. Pour l'activité MONTAGE, j'ai élaboré uniquement une démarche globale par manque de temps, sans rentrer dans le mode de description pas à pas contrairement à la partie CAFO.

- **Livable 1** : Architecture industrialisation CARTERS – PROGRAMMATION D'USINAGES
- **Livable 2** : Méthodes de gestion des fichiers CFAO dans SMARTEAM

Ayant une très bonne expérience chez RENAULT dans la gestion de données numériques, j'ai pu appliquer les mêmes méthodes de travail chez HISPANO-SUIZA. Effectivement le fait d'avoir mis en place un audit auprès des différents corps de métiers, j'ai pu ainsi définir une arborescence SMARTEAM relative au service Méthodes. De cette façon j'ai synthétisé les types et modes de travail des fichiers, pour construire une structure fiable. Après avoir fait valider par les différents responsables l'architecture SMARTEAM, j'ai organisé une journée de formation pour chaque corps de métier, afin que les méthodes de gestions soient comprises par tous. Cette méthode de travail a été appréciée par tout le service car j'ai impliqué toutes les personnes de chaque activité et j'ai fait ressortir les solutions adaptées avec l'ensemble des équipes. J'ai appris par la suite que tout le projet XWB a été intégré dans SMARTEAM selon mon architecture avec succès.

Je travaillais également sur le projet CFM56-7B27A en même temps pour respecter le planning demandé par le client. Je vais à présent décrire les tâches que j'ai réalisées dans la partie suivante.

IV.3. Projet CFM56-7B27A

Le lot 4, comprenait également la réalisation des outils coupants 3D et 2D, spécifiques au projet CFM56-7B27A et créer les articles dans SAP. Cette mission consistait à effectuer en atelier la prise de côtes des outils spécifiques à ce projet, ce qui permettait par la suite d'effectuer des commandes en cas de casse des outils. J'ai donc réalisé sous CATIA les 3D et 2D d'outils spécifiques selon la méthode que j'avais mise en place. Il est à noter, que ce projet a été sous-traité par une entreprise italienne, laquelle n'a laissé que des documents outils sans cotes.



Figure 52 : CFM56-7B27A

J'ai mis en place un fichier EXCEL identique à celui qui était géré pour le XWB, dans lequel j'y ai indiqué toutes les références des outils spécifiques au projet.

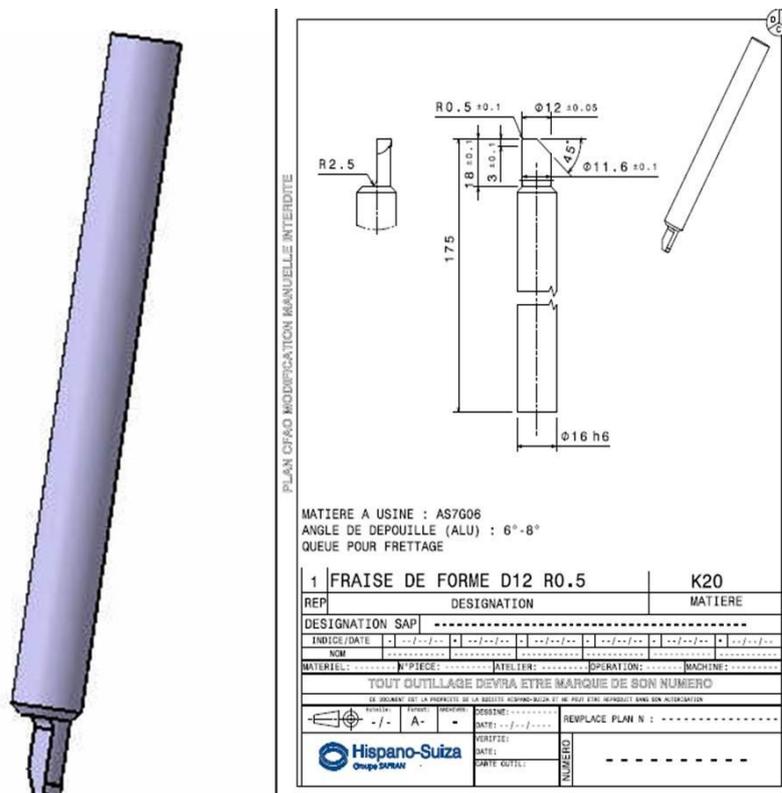


Figure 53 : Exemple outil spécifique CFM56 7B27A

IV.3.1. Livrables client

Avant de clôturer de cette tâche, je l'ai faite valider par le responsable du service méthodes, le responsable industrialisation carters. J'ai réalisé 3 livrables

- **Livable 1** : 34 Outils spécifiques 3D et 2D créés
- **Livable 2** : 34 fiches articles créées
- **Livable 3** : Fichier Excel de références des outils

Cette tâche a été une formalité et n'a posé aucune difficulté particulière.

V. Bilan des travaux

V.1. Bilan LOT 1

V.1.1. Phase 1 : préparation des données numériques

LOT 1				
Phase 1 : Préparation des données numériques				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Carter usiné : 84 Mo Carter brut : 95 Mo Montage d'usinage : 300 Mo	CATIA	Fichiers trop lourds	Compressions des fichiers en solide avec lien et en position machine	Carter usiné : 18 Mo Carter brut : 18 Mo Montage d'usinage : 20 Mo
	CATIA	Chargement des simulations d'usinage trop longues jusqu'à 30 minutes		Gain de temps au chargement de la simulation d'usinage
	CATIA	Pièces 3D à replacer en position dans CATIA		Pièces 3D positionnées
	CATIA	Problème en cas de mise à jour des pièces		Mise à jour automatique de pièces compressées
	NCSIMUL	Fichiers trop lourds	Compressions des fichiers en .WRL en position machine	Carter usiné : 14 Mo Carter brut : 14 Mo Montage d'usinage : 19 Mo
	NCSIMUL	Chargement des simulations d'usinage instable		Chargement stable
	NCSIMUL	Pièces 3D à replacer en position dans CATIA		Pièce positionnée
	CATIA	Pas d'organisation des 3D trajectoires outil dans la programmation d'usinage	Création d'un fichier CATPART - classement des trajectoires par outil	Gain de temps pour la recherche des trajectoires outil
CATIA	Pas de possibilité des simuler le passage des outils	Création de la machine d'usinage	Permet de simuler le passage des outils	
Pas de procédure de préparation des données numériques	POWERPOINT	Chaque programmeur procédait de manière différente	Rédaction d'une procédure	Procédure unique pour chaque programmeur

Tableau 16 : Bilan phase 1 préparation des données numérique

V.1.2. Phase 2 : Choix de l'outil coupant

LOT 1				
Phase 2 : Choix de l'outil coupant				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de gestion des Outils coupants et composants	CATIA	Pas de création 3D et 2D des outils et composants	Création de 144 modèles génériques communs aux différents fournisseurs de la société	Création rapide des outils et composants en 3D
	POWERPOINT	Pas de désignation standard des outils et composants	Création d'un guide de désignation unique des outils coupants et composants	Evite la création de doublons d'articles des outils coupants et composants dans SAP/SMARTTEAM et permet une meilleure recherche
	SMARTTEAM	Difficulté de recherche des outils et composant		
	CATIA	Pas ou peu de cartes outils	Création d'un fichier 2D général pour les cartes outils et contrat de phase	Mise à jour automatique du plan si modification des l'outil coupant ou composant
	SMARTTEAM	Pas de cas d'emploi possible	Création d'une bibliothèque outil dans SMARTTEAM (le programmeur glisse l'outil sélectionné dans le projet désiré)	Permet de vérifier les cas d'emploi des outils coupant et composants
	CATIA	Pas de bibliothèque outils	Création d'un catalogue outils	Permet de choisir un outil dans la bibliothèque
	NCSIMUL	Pas de bibliothèque outils	Création d'un catalogue outils	Permet de choisir un outil dans la bibliothèque
	EXCEL	Pas de suivi sur les usinages des outils	Création d'un fichier de suivi par application	Permet de visualiser rapidement les usinages de chaque outil
Pas de procédure de préparation des données numériques	POWERPOINT	Chaque programmeur procédait de manière différente	Rédaction d'une procédure	Procédure unique pour chaque programmeur

Tableau 17 : Bilan phase 2 choix de l'outil coupant

V.1.3. Phase 3 : programmation d'usinage CATIA/NCSIML

LOT 1				
Phase 3 : Programmation d'usinage CATIA/NCSIMUL				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Problèmes de chargement des simulations	CATIA/NCSIMUL	Temps de chargement sur CATIA trop long	Résolu dans la phase 1	
		Temps trop long pour la simulation d'usinage 3D. Eléments 3D non positionnés dans NCSIMUL perte de temps pour le repositionnement.		
Problème de représentation des outils		Représentation des outils coupants et composants NC SIMUL généralement non représentatifs.	Résolu dans la phase 2	
Pas de rapport sur les erreurs de post-processeur	POWERPOINT	Erreur de retranscription du programme du post-processeur.	Rapport sur les modifications du post-processeur	Suivi des modifications du post-processeur
Pas de procédure de préparation des données numériques	POWERPOINT	Chaque programmeur procédait de manière différente	Rédaction d'une procédure	Procédure unique pour chaque programmeur

Tableau 18 : Bilan phase 3 programmation d'usinage usage CATIA/NCSIMUL

V.1.4. Phase 4 : mise au point et mise à jour des programmes d'usinage

LOT 1				
Phase 4 : Mise au point et mise à jour des programmes d'usinage				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de traçabilité des programmes	SMARTEAM	Pas de suivi des évolutions des programmes	Mise en place d'un fichier de suivi	Traçabilité des modifications
Pas de procédure de préparation des données numériques	POWERPOINT	Chaque programmeur procédait de manière différente	Rédaction d'une procédure	Procédure unique pour chaque programmeur

Tableau 19 : Bilan phase 4 mise au point et mise à jour des programmes d'usinage

V.1.5. Phase 5 : gestions des évolutions

LOT 1				
Phase 5 : Gestion des Evolutions				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de suivi des évolutions	SMARTEAM	Pas de suivi des évolutions Pièces Programmes Outils coupants	Mise en place d'une arborescence SMARTEAM avec suivi des évolutions	Possibilité des suivre ou de contrôler les modifications grâce aux indices d'évolution de SMARTEAM
Pas de procédure de préparation des données numériques	POWERPOINT	Chaque programmeur procédait de manière différente	Rédaction d'une procédure	Procédure unique pour chaque programmeur

Tableau 20 : Bilan phase 5 gestions des évolutions

V.1. Bilan LOT 2

V.1.1. Création des OCA 3D et 2D

LOT 2				
Création des OCA 3D et 2D				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Aucune procédure de création des 3D et 2D n'était en place	CATIA	Résolution en LOT 1 - Phase 2		

Tableau 21 : Bilan création des OCA 3D et 2D

V.1.2. Suivi des approvisionnements des OCA

LOT 2				
Suivi des approvisionnements des outils coupants et composants				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de suivi des achats	EXCEL	Pas de suivi des achats avec le responsable des achats	Création d'un fichier du des achats	Permet de contrôler en rapidement les achats

Tableau 22 : Bilan suivi approvisionnement des OCA

V.1.3. Suivi du montage et réglage des OCA en atelier

LOT 2				
Suivi des montages des OCA en atelier				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de suivi du montage des OCA en atelier	EXCEL	Pas de suivi du montage et réglage des OCA en atelier	Création d'un fichier du suivi des montages en relation avec le fichier des achats	Permet de contrôler le montage et réglage des OCA

Tableau 23 : Bilan suivi montage et réglage des OCA en atelier

V.2. Bilan LOT 4

V.2.1. Mise en place de la structure SMARTEAM

LOT 4				
Mise en place de la structure SMARTEAM				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de gestionnaire de données numériques et suivi des évolutions	SMARTEAM	Pas de suivi des évolutions des données numériques du service Méthodes	Mise en place de l'architecture de chaîne numérique CFAO et des données numériques de chaque activité du service méthodes	Organisation des fichiers numériques Facilite les flux numériques Sécurisation des données Visualisation des 3D et 2D sans CATIA Recherches rapides des données

Tableau 24 : Bilan mise en place de la structure SMARTEAM

V.2.2. Projet CFM56-7B27A

LOT 4				
Projet CFAM56-7B27A				
Avant intervention	Logiciels	Constat	Type d'intervention	Résultats apportés
Pas de listing et plan des outils coupants et composants spécifiques des projets	EXCEL	Pas de possibilité de faire de nouvelles commandes des outils coupants spécifiques	Création du fichier de suivi avec la même procédure que pour le XWB	Permet l'achat des outils coupants spécifiques
	CATIA	Pas de 3D et 2D des outils coupants spécifiques	Création des 3D et 2D avec la même procédure que pour le XWB	Permet de mettre en concurrence les fournisseurs grâce aux plans 2D et réduire les coûts d'achats

Tableau 25 : Bilan projet CFM56-7B27A

VI. Conclusion

Comme spécifié dans l'entête de ce mémoire, la CAO et notamment, la gestion numérique (PLM) contribuent fortement à la performance d'une entreprise utilisant des moyens de conception 3D et 2D. De par mon expérience sur CATIA, NCSIMUL et SMARTEAM, j'ai pu accomplir ma mission avec des résultats directs pour HISPANO-SUIZA. J'ai pu répondre aux différentes demandes client en rendant l'utilisation des différents logiciels plus adaptée aux besoins des différents acteurs du service méthodes. Ces demandes étaient formulées selon 4 LOTS de travail dont le LOT3 annulé par le client. Ma mission a respecté le planning élaboré dès le départ, puisque j'ai mis en place un système de gestion de mon travail que j'avais déjà élaboré chez RENAULT. En effet, j'ai fonctionné par fiches en indiquant les différentes demandes clients et les temps impartis pour leur réalisation. Pour mieux gérer le planning j'effectuais 2 réunions hebdomadaires avec le responsable industrialisation CARTERS. Une en début de semaine pour établir les demandes d'interventions, et une en fin de semaine pour vérifier l'avancement et effectuer des réajustements en cas de dérives du planning. Ainsi tout mon travail était contrôlé de façon régulière. De plus un COPIL à chaque fin de mois était planifié pour contrôler les avancements des travaux et les objectifs du prochain COPIL. Les participants étaient les responsables HISPANO-SUIZA, services méthodes, industrialisation CARTERS/PIGNONS, MONTAGES et les acteurs ALTRAN, ingénieur d'affaires, directeur technique et moi-même.

Le LOT 1 a permis d'identifier 5 phases de la chaîne CFAO d'HISPANO-SUIZA. Afin de mieux comprendre les besoins des programmeurs industrialisations CARTER, j'ai planifié une réunion tous les 2 jours sur chaque phase pour relever les problèmes rencontrés pour lesquels j'ai apporté des solutions les mieux adaptées aux demandes. Les problèmes étaient essentiellement liés aux logiciels CATIA et NCSIMUL, plus particulièrement sur la conception des outils coupants et composants, ainsi que sur les simulations d'usinages. Les résultats ont été significatifs car j'ai divisé le temps de programmation d'usinages par 2, soit 3 mois pour les 2 phases d'usinage. Des perspectives d'optimisations auraient pu être apportées pour certaines phases, il s'agissait d'intégrer des solutions automatisées à l'aide de langage de programmation informatique, domaine hors de mon champ de spécialité. Faute de temps et de moyens de ma société ALTRAN, je n'ai pas pu poursuivre cette optimisation, mais ce n'était pas une demande client.

Le Lot 2 consistait à réaliser tout le suivi des OCA aussi bien en termes de conception 3D que d'approvisionnement en atelier. J'ai réalisé tous les OCA en 3D et 2D soit 130 pour chaque phase 1 et 2, ainsi que les bibliothèques outils de CATIA et NCSIMUL. Grâce au fichier de désignation des outils coupants et OCA, les doublons étaient rendus impossibles lors de la création des fiches articles dans SAP. Un outil ou composant avait une seule et unique désignation, ce qui permettait au gestionnaire du magasin outils de ne plus

avoir des références différentes pour un seul outil. Il était impératif d'avoir une très bonne gestion des commandes et de mettre en relation les demandes des programmeurs et du responsable achat. Pour cela j'ai mis en place un fichier de gestion permettant de contrôler rapidement les demandes d'achats SAP des programmeurs. C'est un fichier que j'ai suivi tout au long de la programmation d'usinages pour les 2 phases et qui a amené un véritable atout pour un bon suivi. En effet nous pouvions analyser les outils standards et spécifiques très rapidement, et voir par la suite comment diminuer les outils spécifiques, qui sont chers à l'achat. Il aurait été judicieux de mettre en relation SAP et ce fichier afin d'éviter d'avoir un intermédiaire pour le suivi des besoins outils. En parallèle je suivais le montage et les réglages sur banc des outils en ateliers avec les opérateurs de production.

Le LOT 4 a permis de mettre en avant mes compétences concernant la gestion de données numériques (PLM) sur SMARTEAM, en relation avec CATIA. Grâce aux méthodes de travail que j'ai acquises au sein du Groupe RENAULT, j'ai pu réaliser cette fois-ci ce travail en totale autonomie. Il fallait faire comprendre au client la nécessité de suivre le cycle de vie d'une pièce, d'un assemblage, d'une programmation d'usinages pour avoir une traçabilité sur les différentes évolutions. J'ai préparé des audits auprès des acteurs du service Méthodes, pour construire une architecture SMARTEAM. J'ai établi un questionnaire sur les méthodes de travail et gestion de fichiers afin d'en faire une synthèse. J'ai pu ainsi définir une architecture SMARTEAM avec un mode de gestion des fichiers numériques en accord avec les différents acteurs. J'ai dispensé pour chaque activité, une formation sur l'intégration des données numériques dans SMARTEAM. Mon objectif a été atteint, car tous les acteurs avaient bien saisi le mode de gestion SMARTEAM.

J'ai également réalisé un travail de création d'outils spécifique pour le projet CFM56-7B27A. J'ai appliqué le même principe de création des OCA en relation avec les méthodes que j'avais préparées, ce fut juste une formalité.

Cette mission fut très enrichissante, c'était ma première vraie mission en tant que chef de projet. J'ai pu mettre en avant toutes mes compétences acquises dans mes anciennes expériences professionnelles et ceci a apporté de vrais résultats au client. Je pense que ma mission a abordé tous les aspects auxquels un chef de projet doit être confronté, bien entendu à mon échelle :

- **Rédaction à appel d'offre client**
- **Préparation du Planning de travail**
- **Relation client**
- **Relation techniciens**
- **Relation fournisseurs et financier**
- **Relation ouvriers**
- **Satisfaction client**

Grâce à cette mission, le client a intégré le fait que la gestion des données numériques était un travail vraiment à part entière. Toutefois, faute de moyens HISPANO-SUIZA n'a pas cherché à embaucher un responsable PLM.

A la fin de cette mission, j'ai été sollicité par le Bureau d'études HISPANO-SUIZA, pour mettre en place des procédures de conception et de gestion numériques toujours en relation avec CATIA et SMARTEM. Mais j'ai eu une proposition plus attrayante par un groupe de construction d'habitation en structure métallique en Haïti. J'ai été embauché toujours en tant que chef de projet, mais avec plus de responsabilités que chez Altran. Je suis chargé de gérer de multiples projet de constructions et les plannings associés et aborde ainsi un spectre plus large d'activités. Je suis en relation directe avec le PDG, la responsable des ressources humaines, le commercial, les fournisseurs, j'ai une équipe de 4 chefs de chantier qui ont sous leur ordres 10 personnes chacune. Je gère les aspects financiers et les relations clients, et je rédige les propositions techniques aux appels d'offres. J'assure le suivi des prestations extérieures. Un poste avec de multiples responsabilités et qui impose beaucoup de rigueur, un bon relationnel, une bonne adaptation, des caractéristiques qui ont souvent été appréciées durant mes entretiens d'embauche. C'est pour cela que j'ai pu accéder rapidement à des responsabilités croissantes dans le monde de l'entreprise.

VII. Liste des figures

Figure 1 : Moteur Rolls-Royce TRENT 1000 XWB	12
Figure 2 : Cater TRENT XWB	12
Figure 3 : Ensemble de transmission de puissance TRENT XWB	13
Figure 4 : Carter TRENT XWB et accessoires.....	13
Figure 5 : Les métiers du pôle ASD	14
Figure 6 : Organisation du groupe Safran	15
Figure 7 : Exemple ensemble transmission de puissance.....	16
Figure 8 : Partie énergie électrique	16
Figure 9 : Objectifs du projet.....	19
Figure 10 : Organisation du service Méthodes / Production / Achats.....	20
Figure 11 : Planning de travail général	21
Figure 12 : Planning général Gantt.....	21
Figure 13 : Légende du tableau	28
Figure 14 : Synthèse du statut des fiches	29
Figure 15 : Graphique synthèse des lots	29
Figure 16 : Chaîne numérique globale	31
Figure 17 : Chaîne numérique CFAO théorique	33
Figure 18 : fichier CATPART.....	35
Figure 19 : fichier CATPRODUCT	35
Figure 20 : fichier CATDRAWING	35
Figure 21 : fichier CATPROCESS	36
Figure 22 : Exemple arbre de gestion pour CATPART	36
Figure 23 : Machine 4 axes HISPANO-SUIZA	41
Figure 24 : Fichier .CATPART éléments de références programme	41
Figure 25 : Exemple outil coupant et composant	42
Figure 26 : Outil spécifique	43
Figure 27 : Outils coupants 3D et plan 2D	45
Figure 28 : Exemple d'un modèle générique outil coupant	46
Figure 29 : Exemple d'un modèle générique composant.....	46
Figure 30 : Exemple de désignation fraise à surfacer/dresser.....	47
Figure 31 : Assemblage d'un OCA.....	48
Figure 32 : Désignation OCA	48
Figure 33 : Exemple de carte outil	49
Figure 34 : Création de la bibliothèque OCA CATIA	50
Figure 35 : Création des OCA NCSIMUL.....	51
Figure 36 : Exemple langage APT	53
Figure 37 : Exemple de langage ISO	54
Figure 38 : Simulation d'usinage NCSIMUL	55
Figure 39: Exemple de création des 3D et 2d des OCA	59
Figure 40 : Référence numéro de DU.....	60
Figure 41 : Fiche article SAP	61
Figure 42 : Fiche demande d'achat SAP	61
Figure 43 : Synoptique de demande d'achat	62
Figure 44 : Synoptique de montage des OCA	63

Figure 45 : Banc Zoller smile 400	64
Figure 46 : Interface SMARTEAM	67
Figure 47 : Arborescence projet SMARTEAM.....	67
Figure 48 : Exemple carte d'identité SMARTEAM.....	68
Figure 49 : Liens documents SMARTEAM.....	68
Figure 50 : Révisions SMARTEAM	69
Figure 51 : Architecture projet SMARTEAM – METHODES.....	72
Figure 52 : CFM56-7B27A	78
Figure 53 : Exemple outil spécifique CFM56 7B27A	78

VIII. Liste des Tableaux

Tableau 1 : Synthèse par lot	29
Tableau 2 : Calendrier de travail exemple juillet/aout 2009	30
Tableau 3 : Fichiers BE et fournisseurs	37
Tableau 4 : Montage d'usinage assemblé	37
Tableau 5 : Montages d'usinage phase 1 et phase 2	38
Tableau 6 : Tests de compression des fichiers CATIA.....	39
Tableau 7 : Tests de compression des fichiers NCSIMUL.....	40
Tableau 8 : Suivi de modifications programme d'usinage.....	56
Tableau 9 : Evolution pièces et OCA	57
Tableau 10 : Exemple fiche audit	72
Tableau 11 : Fichiers gérés par les préparateurs programmes	73
Tableau 12 : Fichiers gérés par les préparateurs programmes tridimensionnels	74
Tableau 13 : Fichiers gérés par les préparateurs outillages	75
Tableau 14 : Fichiers gérés par les préparateurs MONTAGES	76
Tableau 15 : Fichiers gérés par les préparateurs programmes Pignons	77
Tableau 16 : Bilan phase 1 préparation des données numérique	80
Tableau 17 : Bilan phase 2 choix de l'outil coupant	81
Tableau 18 : Bilan phase 3 programmation d'usinage usinage CATIA/NCSIMUL	82
Tableau 19 : Bilan phase 4 mise au point et mise à jour des programmes d'usinage	82
Tableau 20 : Bilan phase 5 gestions des évolutions	83
Tableau 21 : Bilan création des OCA 3D et 2D.....	83
Tableau 22 : Bilan suivi approvisionnement des OCA	83
Tableau 23 : Bilan suivi montage et réglage des OCA en atelier	84
Tableau 24 : Bilan mise en place de la structure SMARTEAMer	84
Tableau 25 : Bilan projet CFM56-7B27A	85

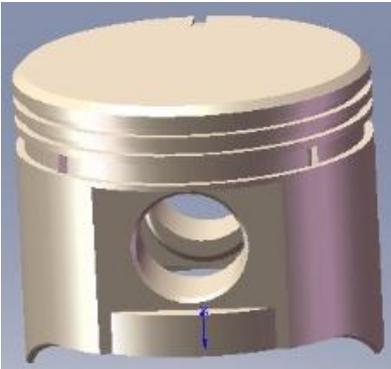
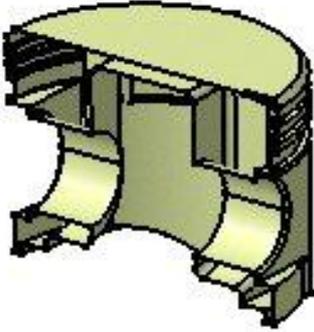
IX. Liste des annexes

ANNEXE 1 : Formats d'échanges de fichiers

Fichier CGR : Catia Graphical Representation (ou CGR) est un format triangulé de catia V5. Il permet un chargement plus rapide des données. Sa taille réduite, la préservation de la structure d'assemblage tout en diffusant un modèle simplifié donc ne permettant pas de modifier la géométrie d'origine en fond maintenant un format très populaire dans les consultations entre donneurs d'ordre et sous-traitant. Ce format permet aussi de "garder" la structure des surfaces chaque entité étant maillé individuellement.

Format IGS ou IGES : Initial Graphics Exchange Specification, Ce format, malgré ses limitations, est l'un des plus répandus pour la visualisation ou l'export de modèles CAO 3D. Il représente des modèles filaires ou surfaciques. Si votre modèle est solide, l'export vers un format IGES ne permettra de sauvegarder que la "peau" extérieure de votre solide. Pour récupérer un solide, il vous faudra alors utiliser une fonction de votre modeleur permettant la génération d'un solide à partir de sa frontière surfacique. La plupart des modeleurs CAO permet l'import de géométrie IGES.

Format WRL : Le Virtual Reality Modeling Language (abrégé en VRML) ou Virtual Reality Markup Language est un langage de description d'univers virtuels en 3 dimensions. Ce langage interprété est une norme internationale ISO et les fichiers VRML ont habituellement pour extension .wrl.Format de la représentation 3D du le web pour visualiser des scènes 3D dans un navigateur, ce format peut aussi être utilisé pour diffuser largement un modèle solide CAO. Il nécessite l'installation d'un add-in ou plug-in sur Internet Explorer ou Netscape.

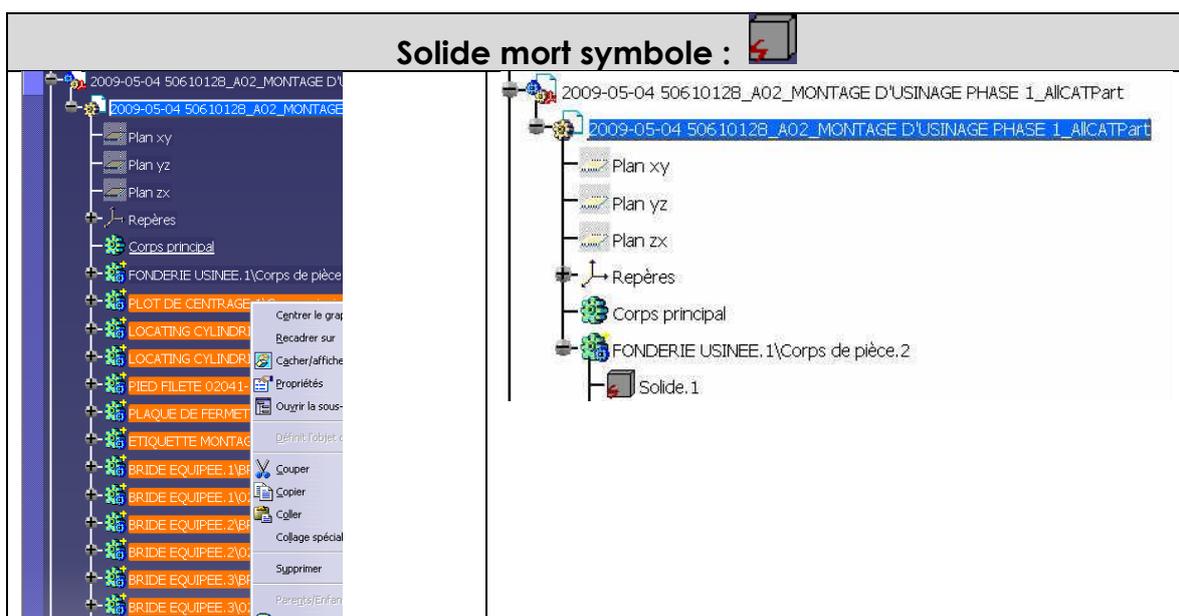
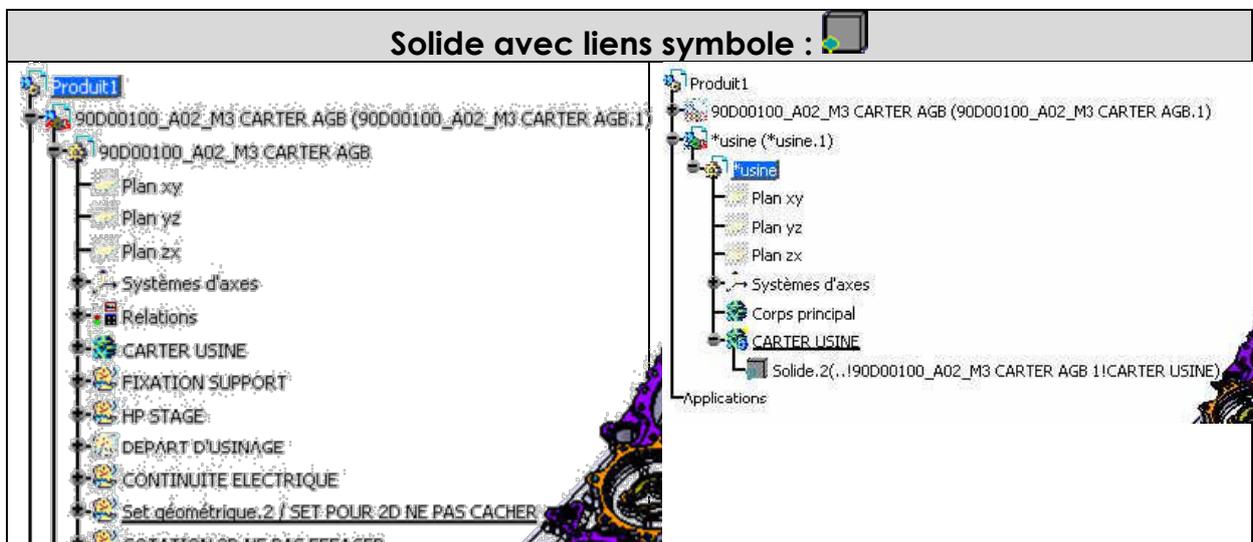
Format CGR	Format IGS	Format WRL
		

ANNEXE 2 : Solide mort et Solide avec liens

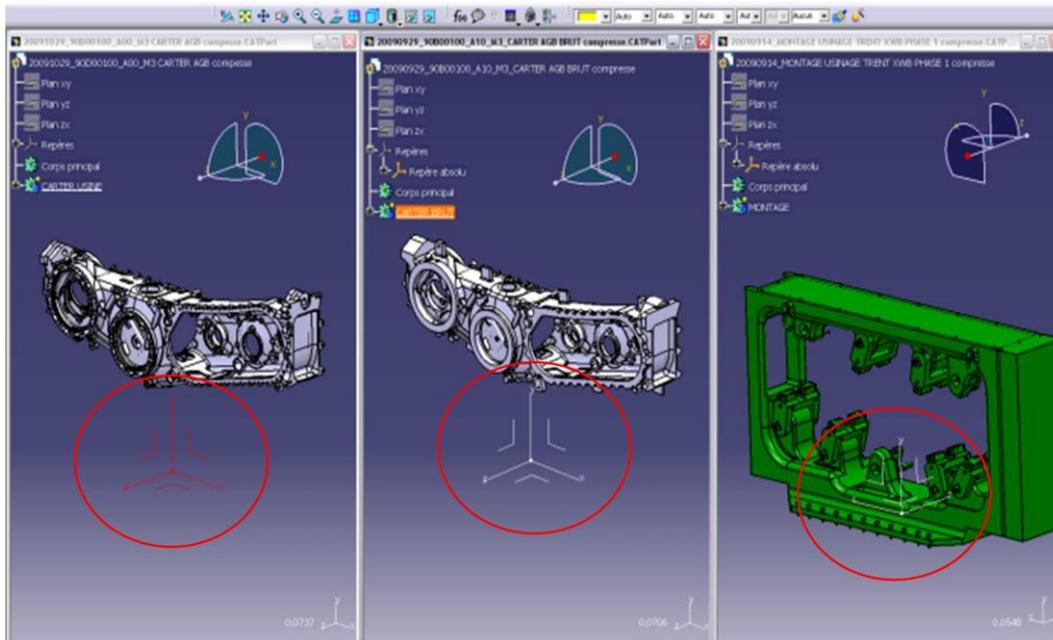
Dans l'arbre de construction de CATIA plusieurs symboles permettent de distinguer le type de fichier.

Dans le cas d'un solide avec lien, c'est un fichier issu d'un copier/coller avec liens de l'arbre de construction CATIA de la pièce d'origine. Tout en gardant les propriétés de constructions de la pièce mais l'arbre n'apparaît pas. Donc toutes modifications apportées par le BE se répercuteront sur la pièce.

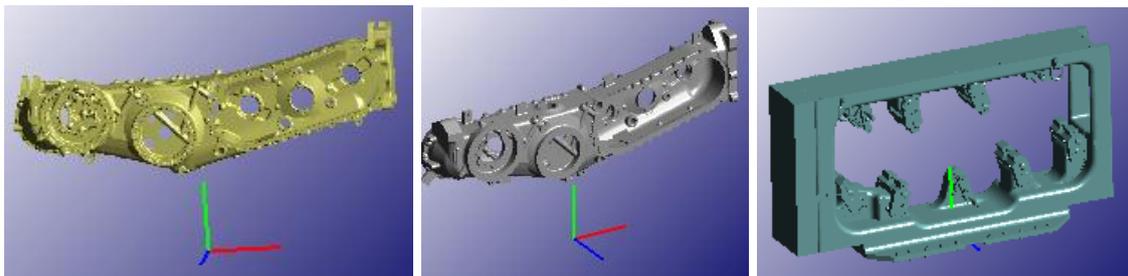
Dans le cas d'un solide mort, c'est un fichier issu d'un copier/coller sans lien de l'arbre de construction CATIA de la pièce d'origine. Aucune modification des paramètres de la pièce sont possibles excepté des rajouts ou enlèvement de matière. Aucun impacts si le BE fait des modifications de la pièce.



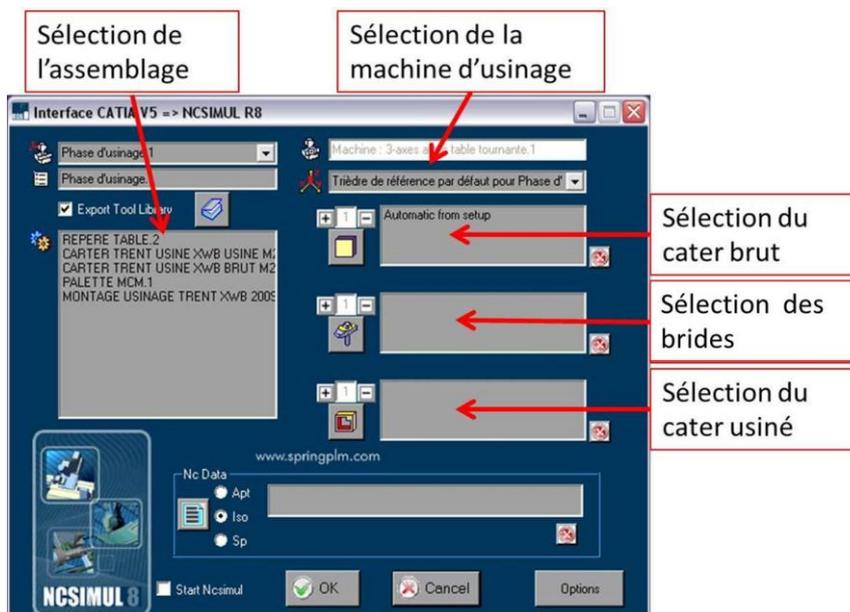
ANNEXE 3 : Pièces CATIA compressées en position table



ANNEXE 4 : Pièces NCSIMUL compressées en position table

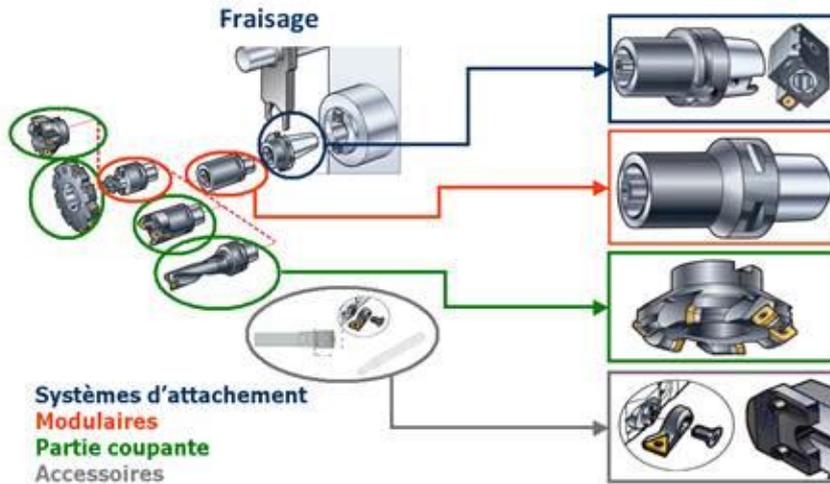


ANNEXE 5 : Boîte de dialogue CATIA/NCSIMUL

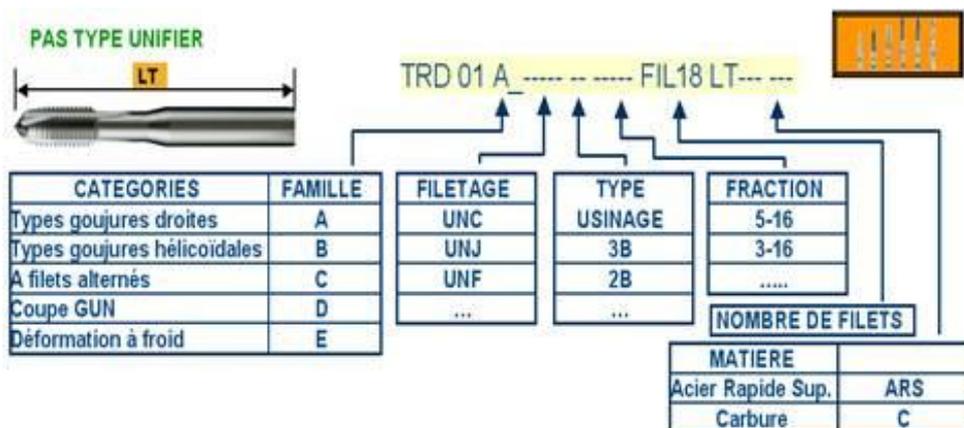


ANNEXE 6 : Procédé d'aide à la désignation des outils coupants et composants

1.Choix de l'élément à désigner

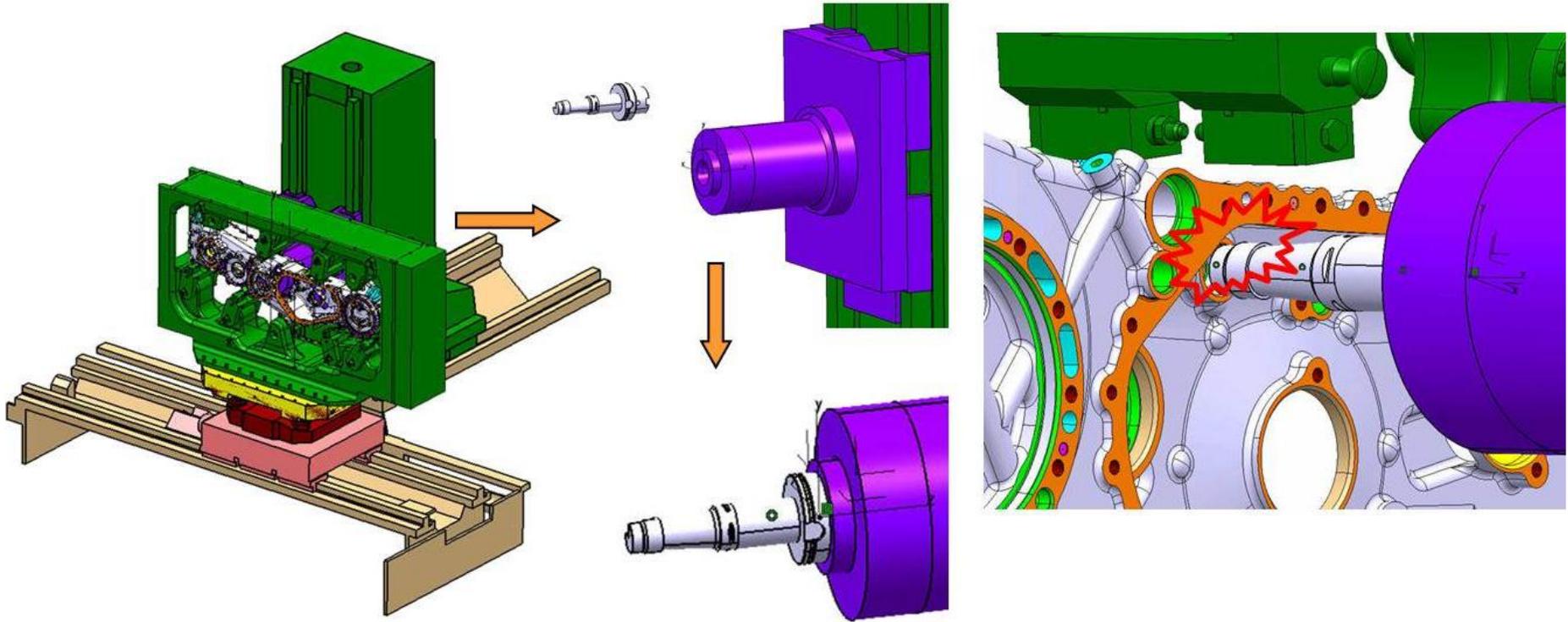


2.Choix de l'opération

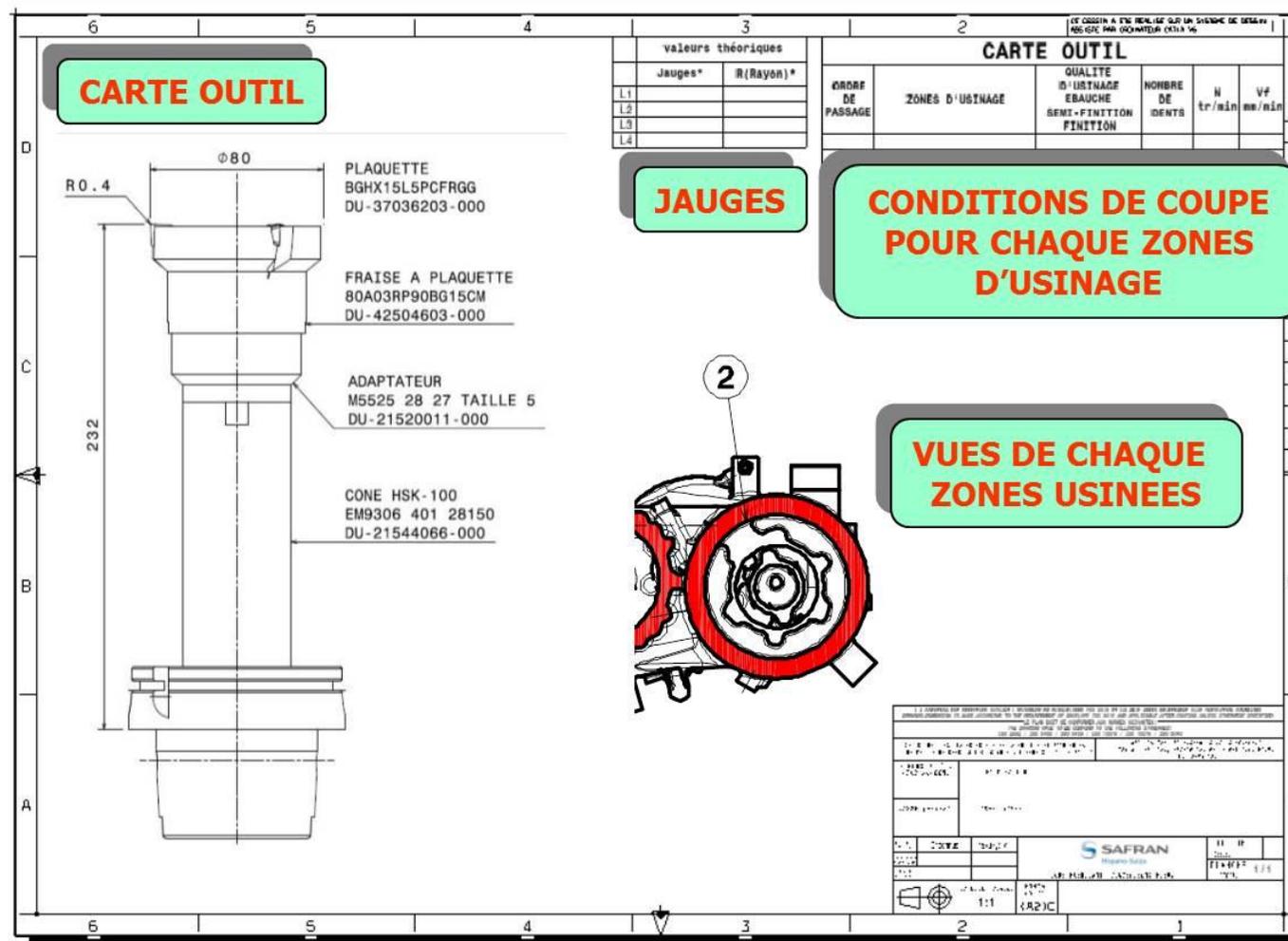


ANNEXE 7 : Simulation du passage OCA

- Ouverture de l'assemblage
- Import et mise en place de l'OCA sur la broche
- Simulation du passage de l'OCA



ANNEXE 8 : Contrat de phase



ANNEXE 9 : fichier de suivi des OCA

PROGRAMMEURS	Phase d'usinage	Choix de la phase
	EBAUCHE / SEMI-FINITION / FINITION	Qualité d'usinage
	N° OUTIL OCA	Numéro de l'OCA
	Désignation Assemblés 3D CATIA/ OCA	Désignation de l'OCA
	Assemblés créés .CATPRODUCT OK / NOK	Satut de l'assemblage OCA CATIA
	Plan 2D Carte outil .CATDRAWING OK / NOK	Satut de la carte outil de l'OCA CATIA
	Création .IGS Bibliothèque NCSIMUL OK / NOK	Statut des IGS bibliothèque NCSIMUL
	Création Assemblés Bibliothèque CATIA OK / NOK	Statut des OCA bibliothèque CATIA
	Désignation SAP ou STD HISPANO-SUIZA	Désignation del'outil coupant ou composant
	Composant	Type de composant (fraise, cône...)
	Observation	Zone à usiner
	Fournisseur	Fournisseur choisit
	Qté utile	Quantité à commander
	Réf HISPANO-SUIZA	Numéro de référence
	A Créer dans SAP	Fiche article à créer dans SAP
	Re-utilisation (OK/KO)	Outil coupant ou composant réutilisé
	Partie coupante (OUI/NON)	Partie coupante ou non
Standard (OUI/NON)	Outil coupant ou composant standard	
ACHAT	Pour consultation	Statut de la consultation achat
	Etat (en stock magasin /machine)	Stock magasin
	Fournisseur	Fournisseur retenu
	DA N°	Numéro de la demande d'achat
	Date de commande	Date de la commande
	N° Commande	Numéro de la commande
	Quantite en commande	Quantité commandée
	Délai fournisseur	Délais d'appro du fournisseur
	Date de Reception	Date de réception
	Bon de Réception	Numero du BR

	OC	Somme	Standard	Non Standard
Phase 1	Parties coupantes	100,00	48,00	52,00
	%		0,48	0,52
	Autres	224,00	215,00	9,00
			0,96	0,04
	Somme parties coupantes + autres	324,00	263,00	61,00
	%		0,81	0,19

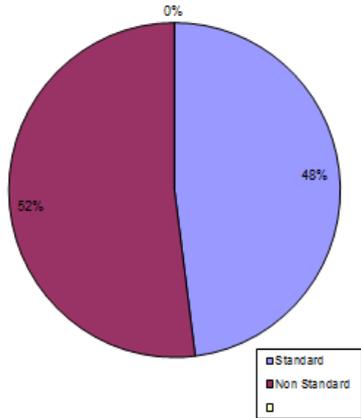
REF MANQUANTES	3
----------------	---

COMPOSANTS	
ATTENTE N°DU	0
COMMANDE	249
DA NON VALIDEE	0
DA VALIDEE ATTENTE COMMANDE	0
EN CONSULTATION	0
POUR CONSULTATION	0
OUTIL A CRÉER	0
SORTI SUR STOCK	75
RECEPTIONNES	246
ATTENTE RECEPTION	0
REF A CRÉER DANS SAP	0

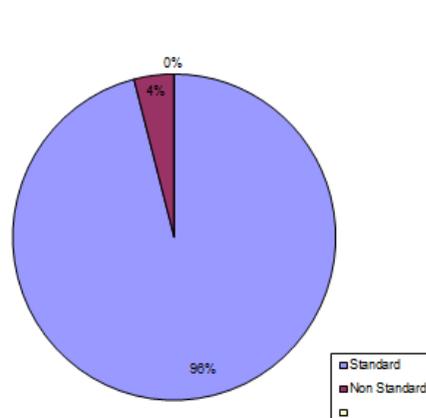
FOURNISSEURS CHOISIS	Somme	%
ISCAR	30	9,26%
KENNAMETAL	43	13,27%
SANDVICK	98	30,25%
SECO	57	17,59%
TITEX	0	0,00%
WALTER	20	6,17%

Sauf composants sortis sur stock

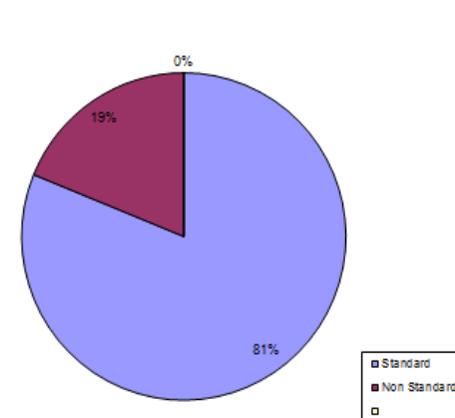
Standard sur les parties coupantes des OC Trent XWB Phase 1



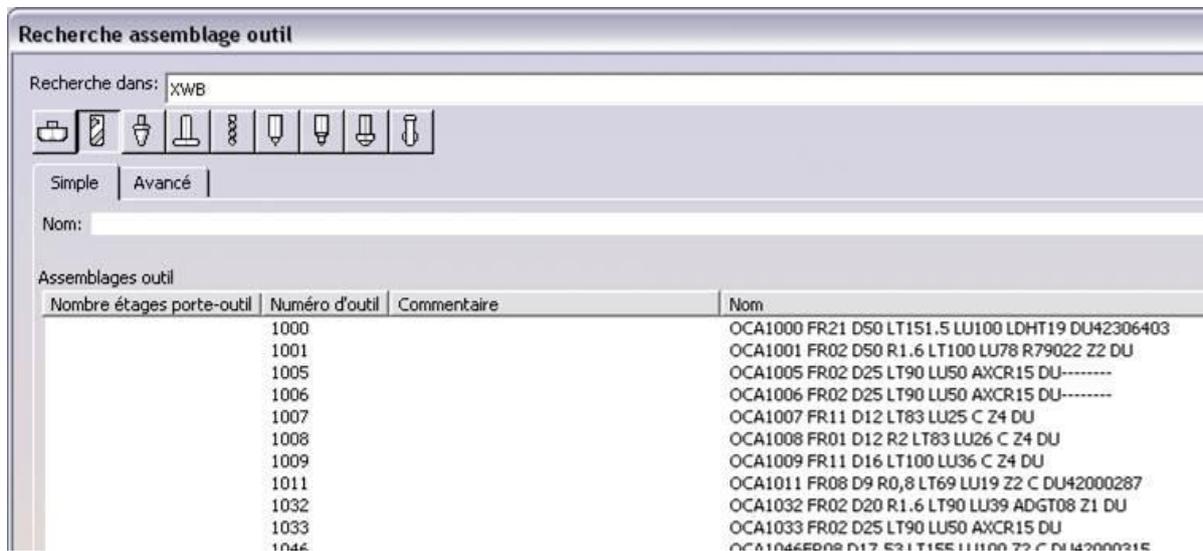
% Standard sur les autres des OC Trent XWB Phase 1



% Standard sur l'ensemble des OC Trent XWB Phase 1

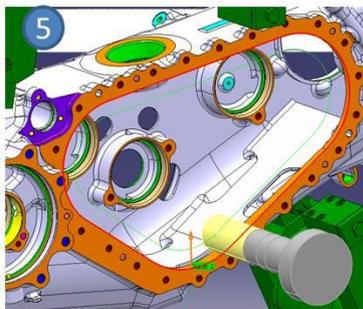
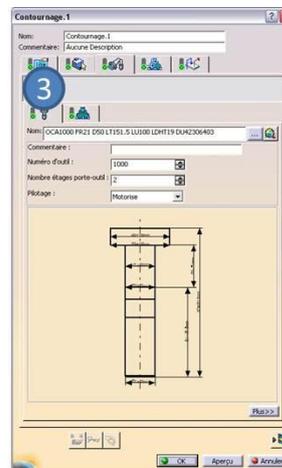
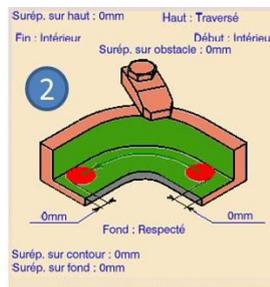
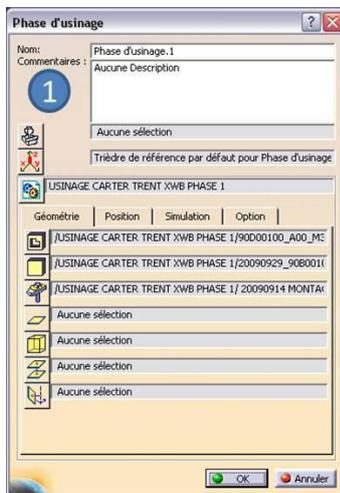


ANNEXE 10 : Création de la bibliothèque OCA CATIA



C'est un fichier ayant pour extension .CATALOG

ANNEXE 11 : Démarche programmation d'usinages CATIA



1. Choix des éléments d'usinage
2. Sélection de l'opération d'usinage à réaliser
3. Sélection de l'OCA choisit pour l'usine
4. Choix des conditions de coupes de l'OCA
5. Simulation vidéo et validation du programme d'usinage
6. Conversion du fichier APT en fichier ISO machine

ANNEXE 12 : Langage APT

Liste des codes APT reconnus par l'application.

EDRAT : définition des vitesses d'avance
RAPID : déplacement en rapide.
CUTTER : définition d'une géométrie d'outil
SPINDL : définition des vitesses de rotation de broche
CUTCOM : Activation des codes de correction de rayon
TLAXIS : définition de L'orientation de l'axe outil
COOLNT : instructions de commande de la lubrification
UNITS : commande de définition des unités G70/G71
LOADTL : chargement d'un outil
TOOLNO : définition numéro d'outil
TPRINT : Sortie commentaire outil
PPRINT : Sortie commentaire.
GOTO : instructions de déplacement
GODLTA: instructions de déplacement en relatif
PARTNO : numéro de programme
INSERT : Insertion de code dans la source finale
FROM : Définition d'un point de départ
REWIND : Définition d'une instruction de rebouclage
SELECT : Sélection d'une origine
ORIGIN : Définition d'une origine
CLAMP : Définition d'une instruction de blocage d'un axe
GOHOME : Retour aux origines.
AUXFUN : Définition d'une fonction auxiliaire (associée à un code M)
PREFUN : Définition d'une fonction préparatoire (associée à un code G)
PPFUN : Fonction reconnue mais non traitée
MCS : Fonction reconnue mais non traitée
CIRCLE & GOTO : interpolation circulaire.
TLON,GOFWD & INDIRV : interpolation circulaire.

Liste des cycles APT reconnus par l'application.

CYCLE : définition de cycle fixes
CYCLE/DRILL : Percage, pointage
CYCLE/TAP : taraudage
CYCLE/REAM : Alesage
CYCLE/MILL : percage par hélicoïdale
CYCLE/BORE : percage
CYCLE/FACE : surfacage
CYCLE/BORE,DWELL : percage avec temporisation
CYCLE/CSINK : chamfreinage
CYCLE/DEEPCL : percage profond
CYCLE/DEEPBK : cycle brise copeaux
CYCLE/OFF : instructions de fin de cycle

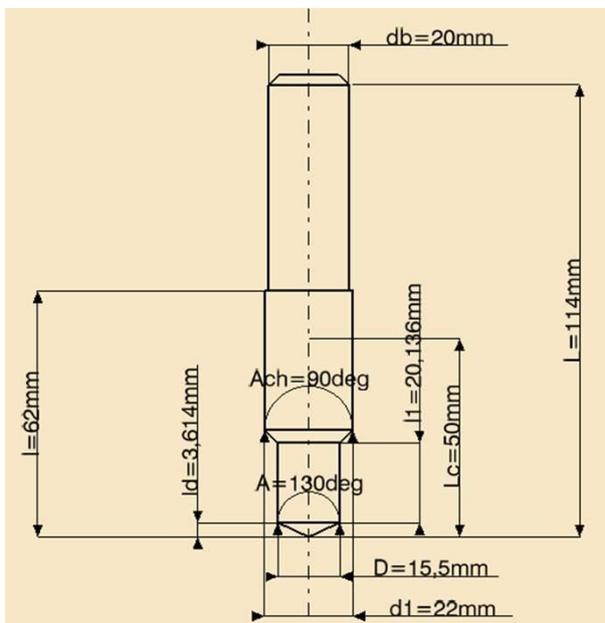
ANNEXE 13 : Procédure de conversion du programme d'usinage APT / ISO

The screenshot shows the 'EXECUTION POST PROCESSEUR' window. The 'Fichier APT' field contains 'XWB_phase1_Programme_de_fabrication_1_CAMAD00.aptsource'. The 'Post processeur' dropdown is set to 'Fraiseuse MCM 4 axes ACTION 2200'. The 'Execute' button is highlighted. The output window shows the converted ISO code, including tool compensation parameters like 'M16 G 230.993' and 'M18 G 230.993'.

ANNEXE 14 : Exemple compensation

Paramètres outil => foret étagé

Compensation P5 => ID 1+ Num correcteur 1 + D=21.213

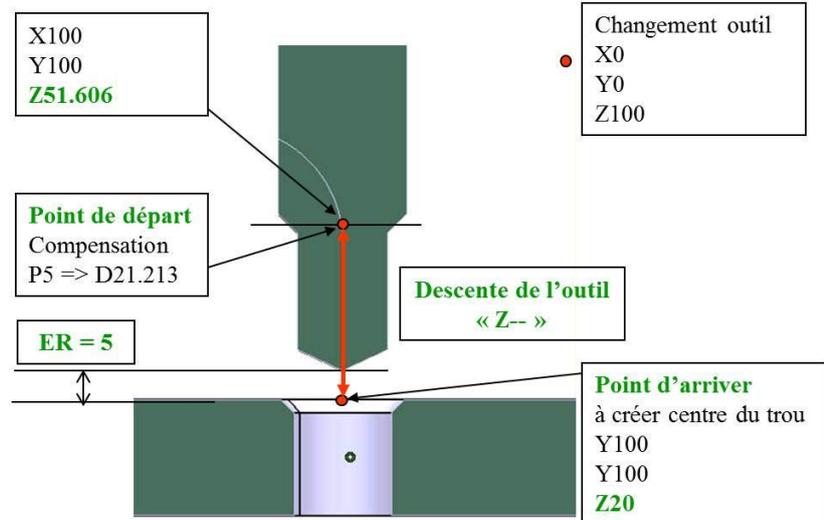


Type	Id correcteur	Numéro de correcteur	Diamètre c
P1	0	0	
P2			
P3			
P4			
P5	1	1	21,213mm
P6			
P7			

The diagram shows the tool compensation setup. The tool is labeled P7. The workpiece is labeled P1-P7. The compensation parameters are P1, P2, P3, P4, P5, P6, and P7.

Analyse de l'opération à effectuer

Exemple 1
Z positif

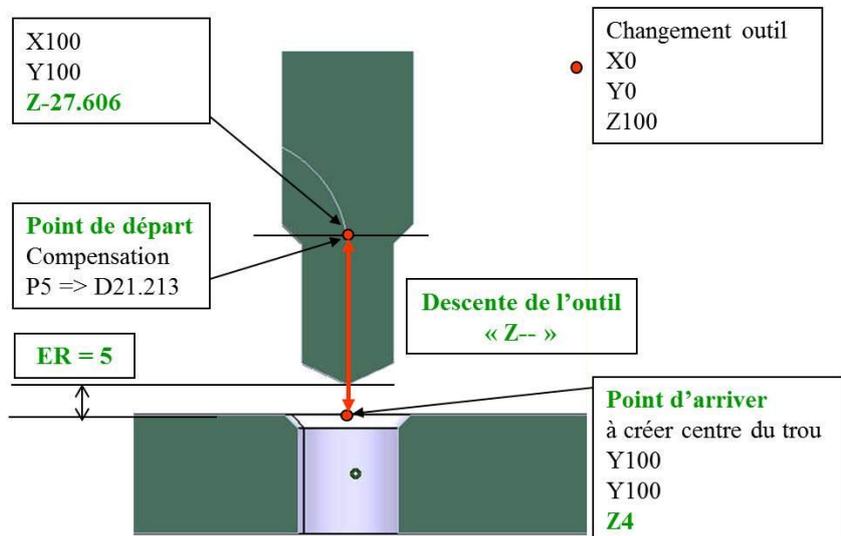


- 1 - Créer le point de centre du trou
- 2 - Calculer la descente de l'outil en fonction de la hauteur du point de compensation.

$$\text{Descente outil} = 51.606 - (20+5) = 26.606$$

Analyse de l'opération à effectuer

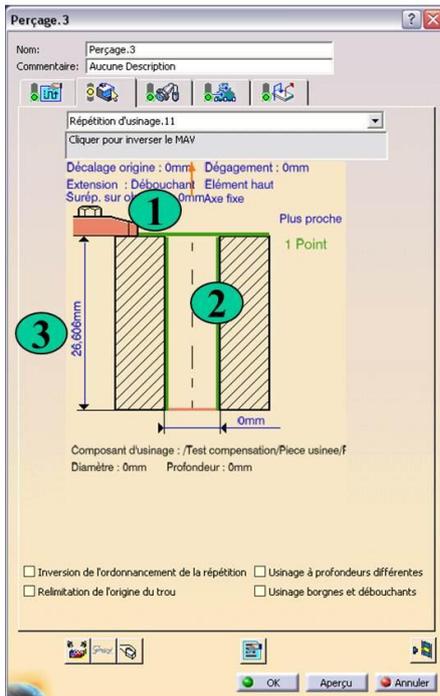
Exemple 2
Z négatif



- 1 - Créer le point de centre du trou
- 2 - Calculer la descente de l'outil en fonction de la hauteur du point de compensation.

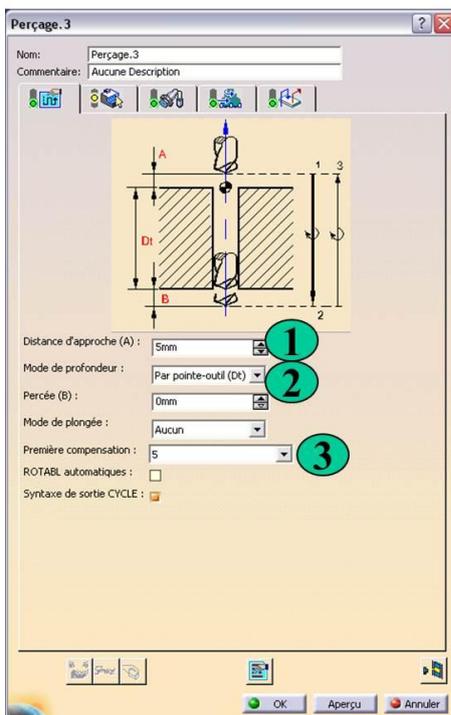
$$\text{Descente outil} = 27.606 + (4-5) = 26.606$$

Paramétrage de la fonction perçage

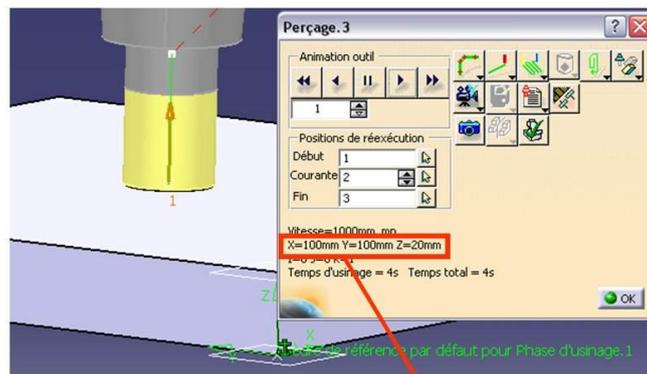


- 1 - Sélectionner la surface
- 2 - Sélectionner le point de centre du trou.
- 3 - Indiquer la valeur de la descente.

Paramétrage de la fonction perçage



- 1 - Indiquer la valeur de sécurité
- 2 - Sélectionner pointe outil.
- 3 - Sélectionner la compensation désirée.



X=100mm Y=100mm Z=20mm

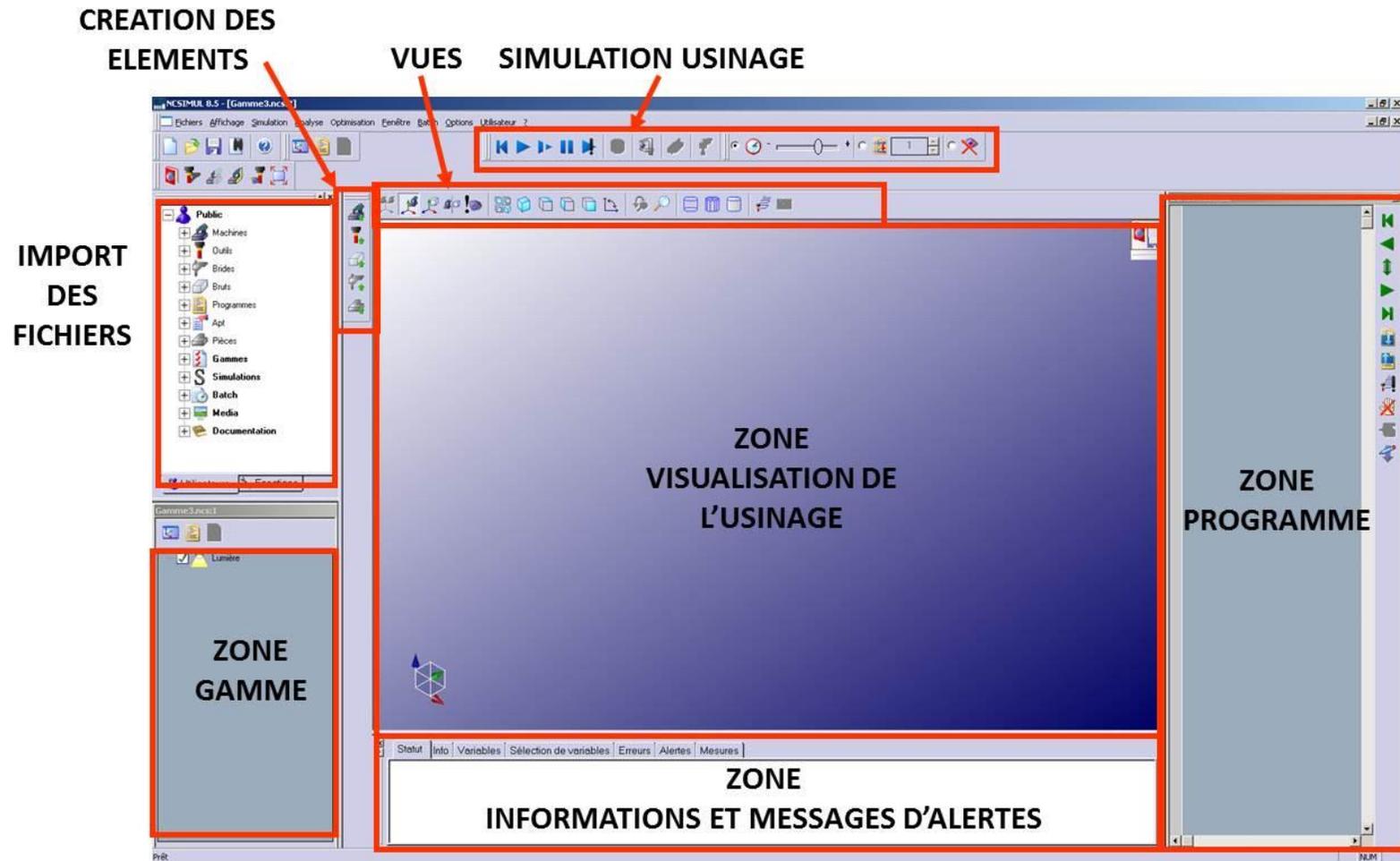
Analyse de l'APT et de l'ISO

Exemple 1

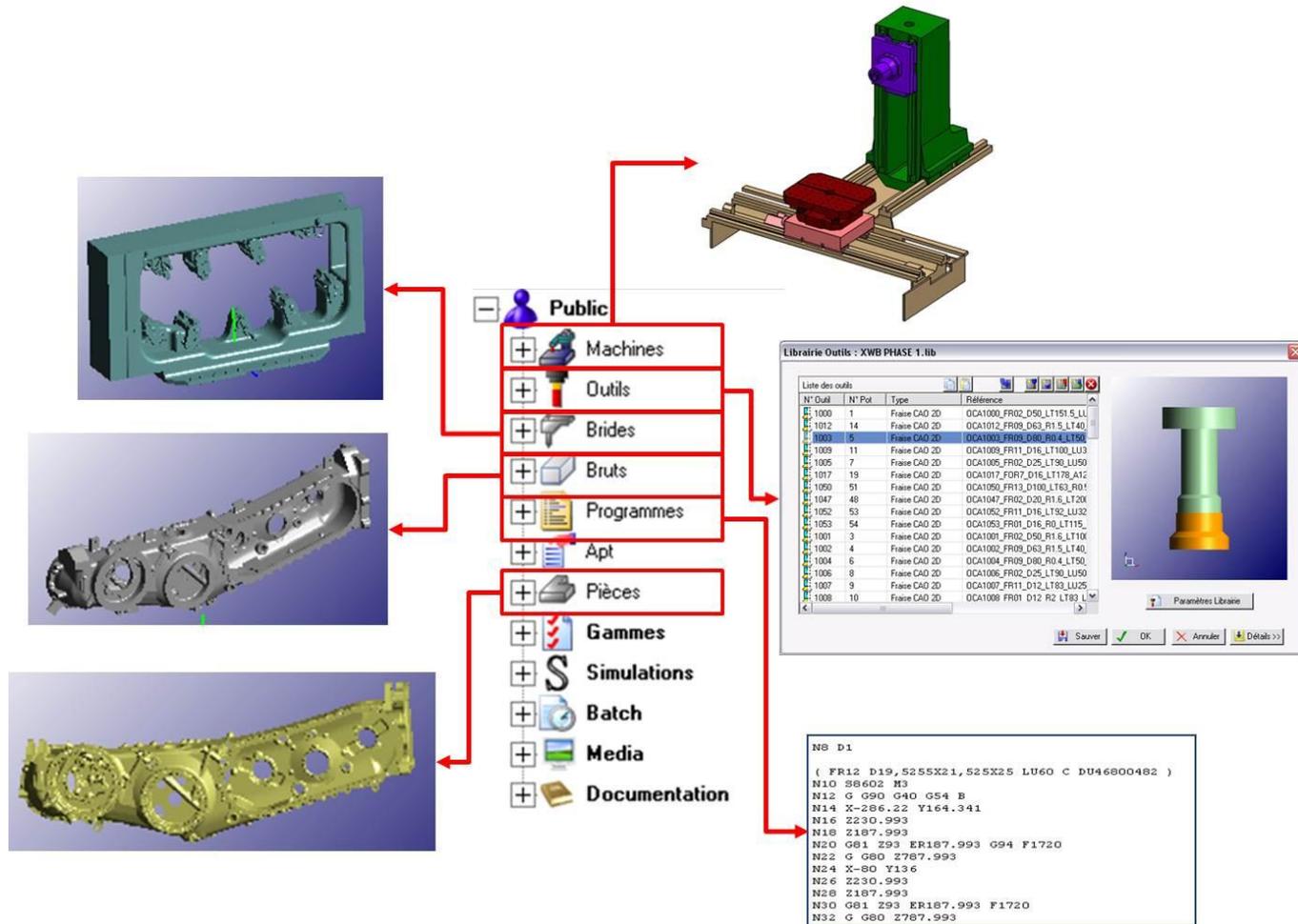
```
$$$-----  
$$   Généré le vendredi 18 décembre 2009 11:03:54  
$$   CATIA APT VERSION 1.0  
$$$-----  
$$ compensation camadoo  
$$ Phase d'usinage.1  
CATMAT/  0.00000,  0.00000,  0.00000,  1.00000,  0.00000,  $  
0.00000,  0.00000,  0.00000,  1.00000, compensation camadoo  
PARTNO compensation camadoo  
PPRINT TABLE MOTS PP HISPANO DU 13 MAI 2008  
$$ OPERATION NAME : Changement outil.3  
$$ Début de génération de: Changement outil.3  
MULTAX/ON  
$$ TOOLCHANGEBEGINNING  
CUTTER/ 15.500000,  0.000000,  7.750000,  3.614000,  25.000000,$  
0.000000,  50.000000  
LOADTL/1018,ADJUST,5  
PPRINT/FOR6 D15,5x22 LU50 C AR DU56000079  
$$ TOOLCHANGEEND  
$$ Fin de génération de: Changement outil.3  
$$ OPERATION NAME : Perçage.3  
$$ Début de génération de: Perçage.3  
SPINDL/  70.0000,RPM,CLW  
RAPID  
GOTO / 100.00000, 100.00000,  51.60638,  0.000000,  0.000000,  1.000000  
CYCLE/DRILL,  26.606000,MPPM, 1000.000000,RAPTO,  5.000000,RTRCTO, $  
0.000000  
GOTO / 100.00000, 100.00000,  46.60638,  0.000000,  0.000000,  1.000000  
CYCLE/OFF  
$$ Fin de génération de: Perçage.3  
SPINDL/OFF  
REWIND/O  
END
```

```
N8 D1  
  
( FOR6 D15,5X22 LU50 C AR DU56000079 )  
N10 S70 M3  
N12 G G90 G40 G54 B  
N14 X100 Y100  
N16 Z51.606  
N18 G81 Z20 ER51.606 G94 F1000  
N20 M5  
N22 G80 M9  
N24 G G52 Z1200  
N26 M2
```

ANNEXE 14 : Interface NCSIMUL



ANNEXE 15 : Préparation d'usinage NCSIMUL



ANNEXE 16 : Suivi du montage des OCA

1	Assemblé 3D CATIA/ OCA	Réf HS	Bon de Réception	OUT COMPLET	Référence en atelier OK/NOK	OCA monté en atelier	OUT MONTAGE COMPLET
2	OCA1000_FR02_D50_LT151.5_LU100_LDHT_DU42306403	DU-42306403-000	Sorti stock magasin	STOCK COMPLET OCA1000	OK	OK	MONTAGE COMPLET OCA1000
3	OCA1000_FR02_D50_LT151.5_LU100_LDHT_DU42306403	DU-37036403-000	BR5000097049	#VALEUR!	OK	OK	#VALEUR!
4	OCA1000_FR02_D50_LT151.5_LU100_LDHT_DU42306403	DU-37038803-000	Sorti stock magasin	#VALEUR!	OK	OK	#VALEUR!
5	OCA1000_FR02_D50_LT151.5_LU100_LDHT_DU42306403	DU-20009209-000	BR5000097050	#VALEUR!	OK	OK	#VALEUR!
6	OCA1000_FR02_D50_LT151.5_LU100_LDHT_DU42306403	DU-21544102-000	BR5000096130	#VALEUR!	OK	OK	#VALEUR!
7	OCA1001_FR02_D50_R1.6_LT100_LU78_R79022_Z2_DU42504503	DU-42504503-000		0 STOCK OCA1001 manque 1 réf	NOK	NOK	MONTAGE OCA1001 manque 4 réf
8	OCA1001_FR02_D50_R1.6_LT100_LU78_R79022_Z2_DU42504503	DU-37038703-000	Sorti stock magasin	#VALEUR!	NOK	NOK	#VALEUR!
9	OCA1001_FR02_D50_R1.6_LT100_LU78_R79022_Z2_DU42504503	DU-21570031-000	BR5000095981	#VALEUR!	NOK	NOK	#VALEUR!
10	OCA1001_FR02_D50_R1.6_LT100_LU78_R79022_Z2_DU42504503	DU-21544102-000	BR5000096130	#VALEUR!	NOK	NOK	#VALEUR!

Colonne Assemblé 3D CATIA / OCA : en lien avec le tableau de suivi des OCA

Colonne Ref HISPANO-SUIZA : en lien avec le tableau de suivi des OCA

Colonne Bon de réception : en lien avec le tableau de suivi des OCA

Colonne Outil complet : se remplit automatiquement en fonction des arrivages ou disponibilité en stock

Colonne Référence en Atelier : l'opérateur indique les références en atelier

Colonne OCA montés : l'opérateur indique si l'OCA est monté

Colonne OUT montage complet : indique automatiquement les OCA montés et réglés

ANNEXE 17 : Symboles état de maturité des documents CATIA et SMARTEAM

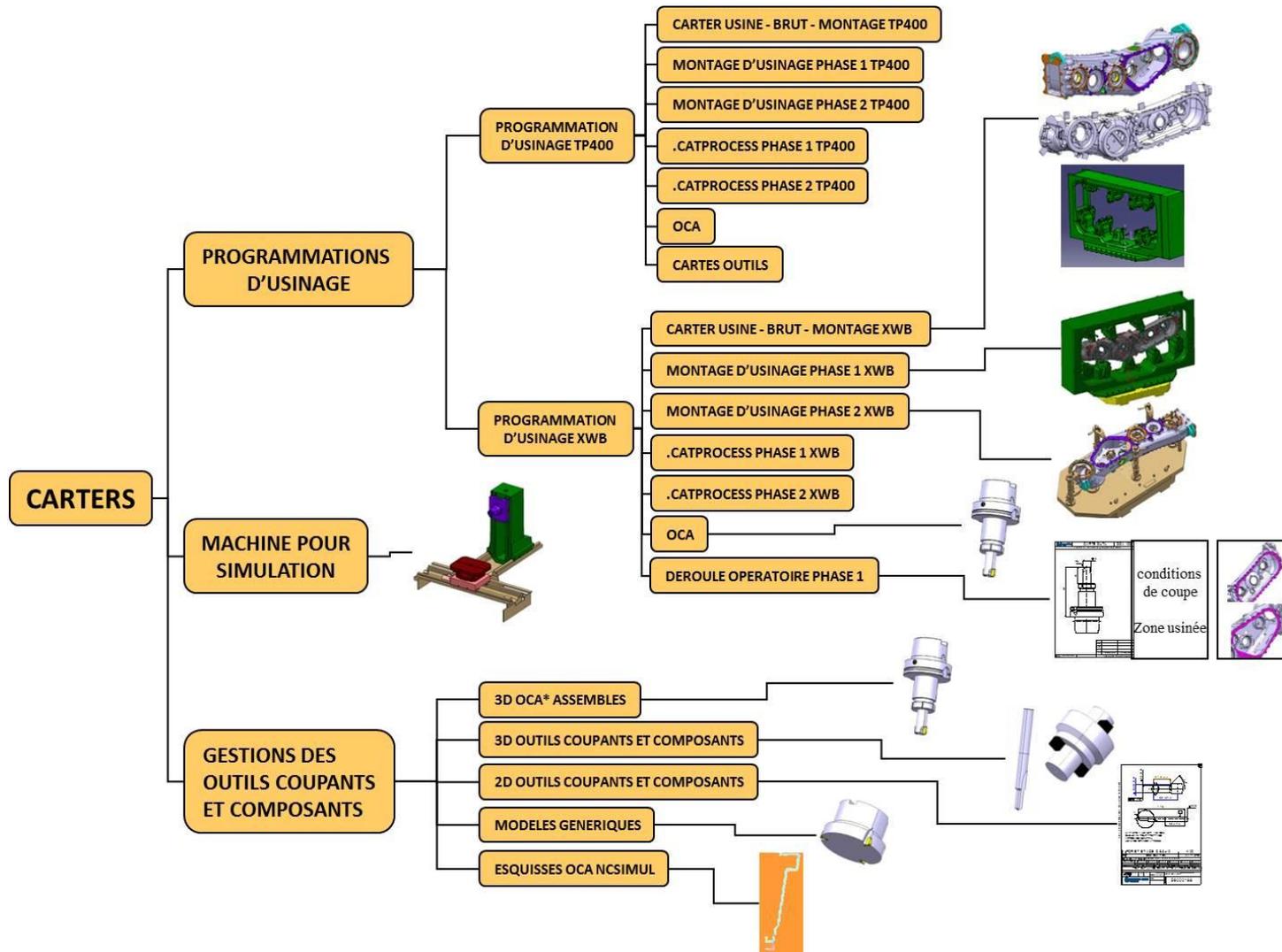
Etats de maturités CATIA

Symbole	Etat du cycle de vie	Description
	Nouveau	Indique que l'objet est enregistré dans SmarTeam
	Libéré	Indique que le document a été libéré dans SmarTeam
	Libéré, pas le dernier	Indique que le document est à l'état Libéré et que l'objet de la session ne provient pas de la révision la plus récente
	Libéré, impropre	Indique que le document a été modifié à l'état de lecture seule et que par conséquent, le document de la session et celui de la base de données SmarTeam ne sont pas identiques
	Libéré, pas le dernier, impropre	Indique que le document chargé dans la session est modifié à l'état Libéré et que l'objet ne provient pas de la révision la plus récente
	Réservé	Indique que le document est à l'état Réservé
	Validé	Indique que l'objet est à l'état Validé
	Validé, pas le dernier	Indique que l'objet est à l'état Validé et que l'objet chargé dans la session ne provient pas de la révision la plus récente
	Obsolète	Indique que l'objet est à l'état Obsolète
	Mappage Dirty	Indique que l'attribut mappé a été modifié dans SmarTeam et n'est pas mis à jour dans CATIA

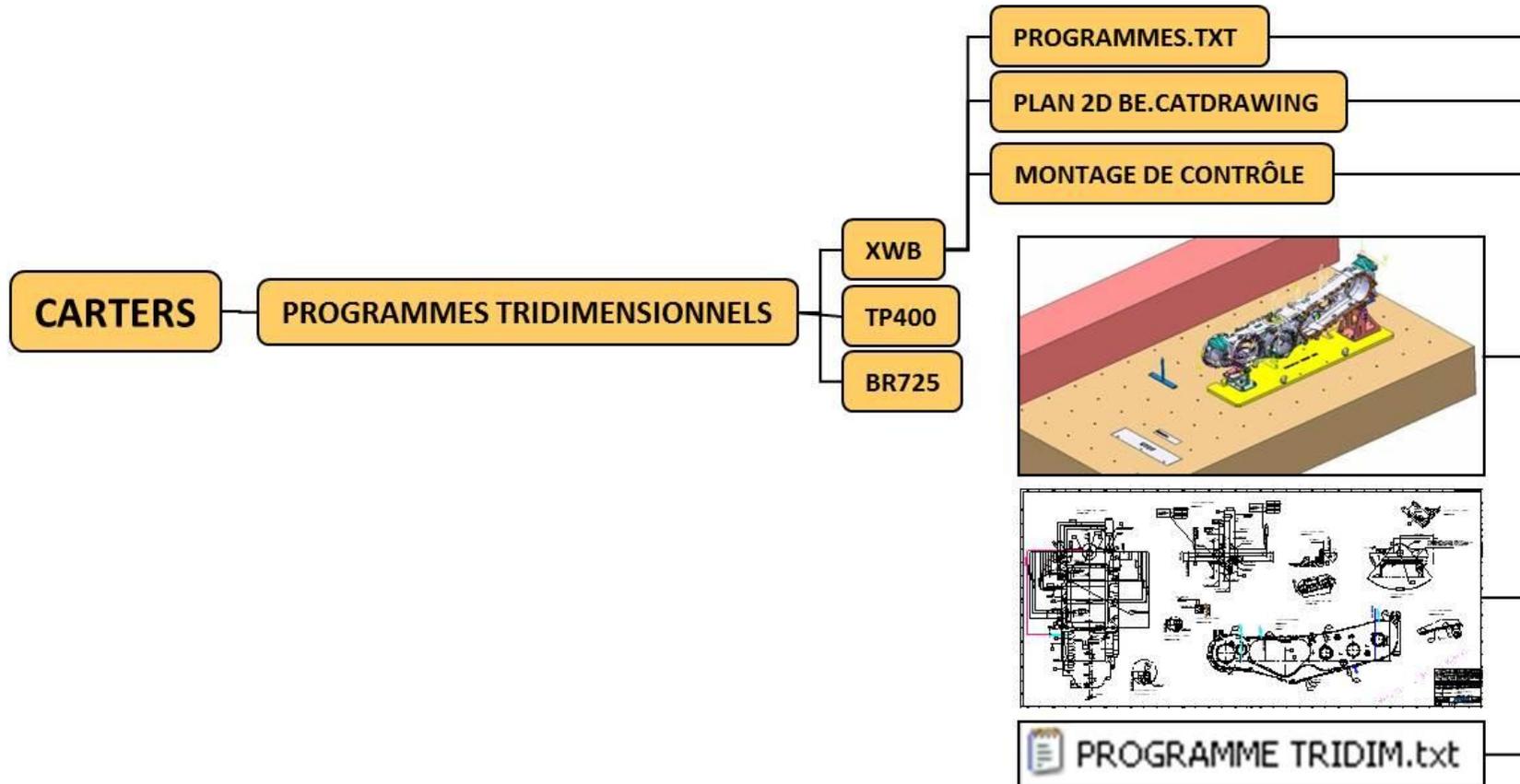
Etats de maturités SMARTEAM

	Nouveau	Nouveau, et créé par l'utilisateur courant.
	Nouveau / Autre utilisateur	Nouveau, et créé par un autre utilisateur.
	En modification / Check Out	Sorti du coffre. Il se trouve dans l'environnement utilisateur
	En modification / Autre utilisateur	Sorti du coffre par un autre utilisateur (environnement autre utilisateur.)
	Libéré / Check In	Livré. Ce document est dans le coffre sécurisé "Libéré".
	Libéré / Pas à la dernière version	Livré, mais ce n'est pas la dernière révision en date.
	Validé / Release	Validé. Ce document est dans le coffre sécurisé "Validé"
	Validé / Pas à la dernière version	Validé, mais ce n'est pas la dernière révision en date.
	Obsolète	Figé. Ce document a été passé dans le répertoire sécurisé "Archivé".
	Point rouge	La révision de cet objet n'est pas la dernière en date.

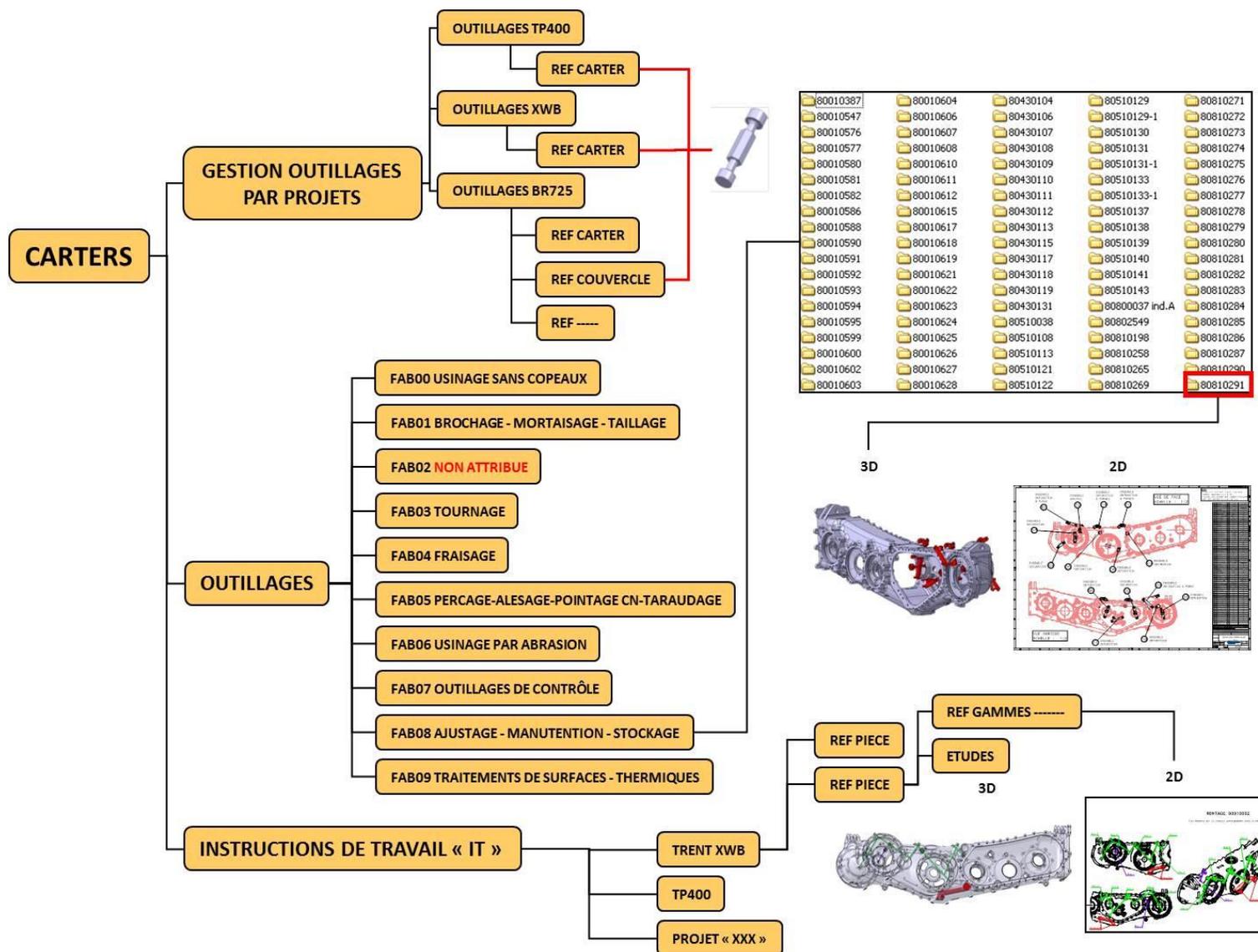
ANNEXE 18 : Architecture SMARTEAM Industrialisation CARTERS



ANNEXE 19 : Architecture SMARTEAM contrôle dimensionnel



ANNEXE 20 : Architecture SMARTEAM outillage



ANNEXE 21 : Architecture SMARTEAM – MONTAGE

