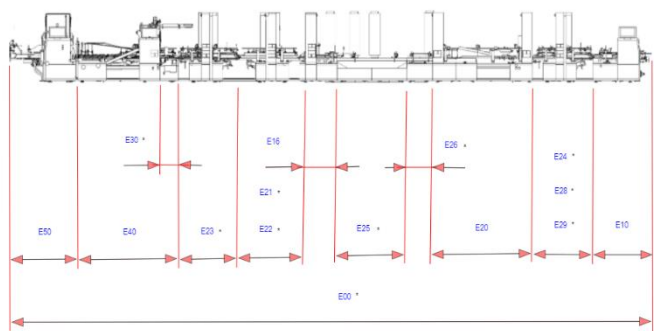


CATALOGUE DE PIÈCES DE RECHANGE INTERACTIF

Rapport final



Sébastien Vial

Travail de Master

MAS-RAD 4

Date de rendu : 07.06.2022

Rédigé par	Service	Fonction / Rôle	Date
Vial Sébastien	HR Knowledge Management	Chef de projet	02.06.2022

Revu par	Service	Fonction / Rôle	Date
Tscherrig Julien	HE-Arc	Conseiller	25.05.2022
Eich Adrienne	Head of HR BU Services & Performance	Mandant	01.06.2022

Approuvé par	Service	Fonction / Rôle	Date
Schaefer Marc	HE-Arc	Président CEX	07.06.2022
Wolf Beat	HEIA-FR	Expert	07.06.2022

Remerciements

Je tiens à remercier cordialement toutes les personnes m'ayant soutenu, aidé et suivi lors de la réalisation de ce travail de Master.

Plus spécifiquement, je remercie :

- M. Julien Tscherrig, Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Computer Science, qui m'a guidé dans mon travail, je le remercie particulièrement pour sa disponibilité et la qualité de ses conseils.
- Mme. Adrienne Eich, Head of HR BU Services & Performance, qui m'a soutenu et encouragé dans ma démarche.
- L'entreprise BOBST qui m'a fait confiance et m'a permis de réaliser ce travail de Master.
- Ma famille, pour sa patience et son soutien inestimable.

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Table des matières

1	Résumé.....	6
2	Introduction	8
3	Objectifs	9
3.1	Objectifs techniques	9
3.2	Objectifs non techniques	9
4	Méthode, planification et gestion des risques	10
4.1	Planification et gestion de projet	10
4.2	Rôles et responsabilités	11
4.3	Gestion des risques	11
5	Etude préliminaire	13
5.1	Etat actuel	13
5.2	Etude du flux de données	13
5.3	Recherche des sources de données	19
5.4	Conclusion	22
6	Etude de marché	23
6.1	Critères d'évaluation	24
6.2	Première sélection	26
6.3	Solutions d'entrée de gamme	26
6.4	Solutions de recherche 3D	26
6.5	Solutions potentielles	27
6.6	Solution testée	27
6.7	Conclusion	28
7	Développement de la solution et résultats obtenus.....	29
7.1	Logiciels utilisés et environnement de travail	29
7.2	Architecture générale	29
7.3	Schéma de base de données	30
7.4	Liens inter table	30
7.5	Compocat 4.0	31
7.6	PartsView 4.0	34
7.7	Tests	37
8	Interprétation des résultats	41
9	Problèmes rencontrés et solutions appliquées ou développées.....	42
10	Contribution novatrice	42
11	Recommandations et suite à donner	43
11.1	Recommandations	43
11.2	Suite à donner	43
12	Conclusions.....	44
13	Références.....	45
14	Annexes	46

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Liste des figures

Figure 1 - Etapes et jalons	10
Figure 2 - Rôles et responsabilités	11
Figure 3 - Analyse de risques	12
Figure 4 - Suivi des risques	12
Figure 5 - Processus de création BOM	14
Figure 6 - Originaux d'un document E43	15
Figure 7 - Fichier structure BOM	15
Figure 8 - Parties machine	16
Figure 9 - Composition d'une machine Bobst	17
Figure 10 - Différentes validité d'un document E43	17
Figure 11 - Validité à date	17
Figure 12 - Process de création d'un catalogue	18
Figure 13 - Diagramme de flux	18
Figure 14 - Extraction BOM	19
Figure 15 - Liste de documents avec validités différentes	20
Figure 16 - FID d'un document E43	20
Figure 17 - Fichier xml, contenu d'un GOC	21
Figure 18 - Vue éclatée au format svg	22
Figure 19 - Processus de création d'un catalogue	23
Figure 20 - Architecture générale	29
Figure 21 - Schéma de la base de données	31
Figure 22 - Structure d'un catalogue de pièces	30
Figure 23 - Compocat 4	31
Figure 24 - PartsView 4, zones d'affichage	34
Figure 25 - Affichage du détail de pièce	35
Figure 26 - Résultat de la recherche	36
Figure 27 - Détail 3D d'une pièce	36
Figure 28 - Liste des tests unitaires	38
Figure 29 - Home page PartsView 4	39
Figure 30 - Login PartsView 4	39
Figure 31 - Navigation PartsView 4	40

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Liste des tableaux

Tableau 1 - Dates clés	10
Tableau 2 - Rôles et responsabilités	11
Tableau 3 - Solutions du marché	24
Tableau 4 - Critères d'évaluation.....	26
Tableau 5 - Solutions d'entrée de gamme.....	26
Tableau 6 - Solutions uniquement 3D	26
Tableau 7 - Solutions candidates	27
Tableau 8 - EndPoints CaptureController.....	32
Tableau 9 - EndPoint UserController.....	32
Tableau 10 - EndPoints PartsController	33
Tableau 11 - Fonctionnalités Compocat 4	33
Tableau 12 - Fonctionnalités PartsView 4	37

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Glossaire

BOM	Bill Of Material – Nomenclature, liste de pièces
SAP E-BOM	Engeneering BOM, Nomenclature configurable sur notre ERP (SAP)
GOC	Group of Components – Groupe de composants
Document E43	Document SAP représentant un GOC ou une sous-section. Il est composé d'une ou plusieurs vues éclatées
OOTB	Out Of The Box – Solution standard
POC	Proof Of Concept – Validation de concept
Date d'éclatement	Date de fabrication d'une machine
API	Application Programming Interface en anglais ou interface de programmation applicative en français. Par définition, une API est une interface permettant à des applications de communiquer entre elles.
EndPoint	Extrémité d'un canal de communication, point d'accès d'une API
ERP	Entreprise Resource Planning – Progiciel de gestion intégré
CAO	Conception Assistée par Ordinateur

1 Résumé

Le présent projet a pour objectif de définir et de mettre en œuvre une solution pour le processus de création et de visualisation des catalogues de pièces de rechange du Groupe BOBST. Le processus s'articule autour de deux axes principaux qui sont la gestion et le traitement des données de base ainsi que la visualisation de ces données dans un environnement web.

La première partie du travail consiste à rechercher au sein de l'entreprise BOBST les sources de données nécessaires à la bonne réalisation du projet. Ces dernières étant hétérogènes, parfois indépendantes ou au contraire en relation, il a été essentiel de comprendre dans un premier temps leurs interactions avant de réaliser une proposition d'homogénéisation de leur structure.

Par la suite, j'ai mené une étude de marché concernant les solutions existantes et en relation avec la problématique. Parmi les solutions émergentes comprenant toutes leur lot d'avantages et d'inconvénients, celle proposée par Quanos semble la mieux à même de répondre à nos besoins malgré qu'elle ne couvre pas entièrement le processus de création des catalogues. Elle prend effectivement en charge la visualisation avec plusieurs fonctionnalités intéressantes mais n'offre pas de réelle alternative pour la création et la gestion des données de base.

En partenariat avec Quanos, nous avons ainsi mis en place deux maquettes pour un « POC » Proof Of Concept : une première relative à la représentation 2D et une seconde traitant des modèles 3D.

Le versant complémentaire du projet vise à développer deux applications, l'une pour la gestion et la standardisation des données et l'autre comme alternative à la solution du marché pour la visualisation de ces données.

- CompoCat 4 permet de capturer les données de base, les structurer et les stocker sur des bases de données dans le but de les réutiliser et les mettre à jour de façon globale grâce au principe de source unique. Pour le prototype de cette application, je me suis basé sur une architecture SpringBoot qui s'appuie sur une base PostgreSQL.
- PartsView 4 a pour vocation de visualiser les données d'une machine. Elle offre une interface utilisateur qui permet de naviguer dans la structure de la machine, d'avoir les détails des pièces et de les rechercher. Cette application s'appuie sur une architecture avec un « front end Angular » et bénéficie des Endpoints proposés par CompoCat 4.

Le projet révèle plusieurs points importants. Pour commencer, le processus de création des catalogues de pièces est complexe car les données de base ne sont pas toujours à jour et ont des relations qui sont souvent en lien avec la codification.

De plus l'ensemble du processus ne peut pas être couvert par une application du marché. Toute la partie rattachée à l'homogénéisation des données doit de ce fait être réalisée en interne. Ceci permet de garder une certaine flexibilité, de fiabiliser et corriger les données pour qu'elles puissent être utilisées par une solution de visualisation du marché ou développée en interne.

Comme expliqué dans les paragraphes précédents, la solution du marché peut être choisie pour la visualisation. Ce qui représente un avantage en termes de robustesse, avec plus de fonctionnalités et un graphisme plus abouti.

La solution PartsView 4 interne fournit en revanche une approche plus performante en matière de mise à jour des données. En effet, puisqu'elle est directement connectée à la base de données, toute modification est instantanément répliquée sur la visualisation.

Dans le cas de la solution du marché on est dans une logique de préparation d'un jeu de données qui est unique en fonction de la machine. Ce qui signifie que lors d'une modification d'une vue éclatée utilisée dans plusieurs machines, il est indispensable de régénérer tous les jeux de données impactés par la modification.

2 Introduction

Le Groupe Bobst est leader mondial dans les machines d'emballage et de façonnage du carton. Chaque machine est configurée selon les besoins du client final. Les machines assemblées sur différents sites de production sont envoyées chez les clients, accompagnées d'une documentation complète pour leur utilisation ainsi qu'un catalogue de pièces de rechange pour les commandes de nouvelles pièces.

Actuellement, il existe différentes façons d'accéder au catalogue de pièces détachées en fonction du type de machine et de la ligne de produit. Ces accès peuvent se présenter sous forme d'une liste de pièces imprimée pour la manière la plus rudimentaire en passant par un document papier avec des vues éclatées, jusqu'à la version en ligne permettant la commande des pièces de rechange.

Ce serait une réelle valeur ajoutée pour le client que de disposer d'un niveau d'information homogène ainsi qu'un moyen unique d'y accéder pour tous les types de machines du Groupe BOBST.

L'unification récente des systèmes de CAO (CATIA V5/V6) et le déploiement SAP au niveau du Groupe comme unique système ERP, offrent la possibilité de définir une méthode commune de création des catalogues de pièces détachées pour les futures machines en définissant une norme pour le Groupe BOBST.

La solution actuelle de catalogue de pièces détachées chez BOBST nécessite un travail manuel considérable et par conséquent n'est pas une solution globale. BOBST souhaite développer ses activités de service et fournir une solution de catalogue de pièces détachées orientée service et à la pointe de la technologie.

L'objectif d'un catalogue de pièces détachées est de refléter une vue 1:1 de la machine du client. Un utilisateur du catalogue doit pouvoir trouver facilement une pièce de rechange particulière et le catalogue doit offrir des fonctionnalités telles que la navigation graphique, l'accès à des informations supplémentaires, la commande de pièces détachées, etc. La solution catalogue doit également empêcher toute possibilité de réingénierie des pièces critiques définies par BOBST et doit avoir différents niveaux d'accès pour des rôles utilisateurs prédéfinis.

Afin d'automatiser le processus de création du catalogue selon les exigences décrites dans ce document, il est impératif que les données nécessaires (métadonnées, fichiers de représentation, images...) soient disponibles. Une future réalisation de catalogue ne peut pas être faite automatiquement à partir de la base d'installation de SAP en raison du manque d'informations (structure des pièces, fichiers graphiques, représentations CAO...). Par conséquent, il est nécessaire de trouver un moyen de créer une liste de pièces structurée avec toutes les informations nécessaires pour créer un catalogue de pièces de rechange. Ceci doit passer par une standardisation et structuration en base de données.

3 Objectifs

Ce projet qui s'inscrit dans le cadre du MAS de la HES-SO a pour objectif de valider une solution innovante pour la création, la mise à jour et la publication des catalogues de pièces détachées du Groupe BOBST. Le modèle proposé réduit d'une part le temps alloué à la réalisation et à la validation technique et améliore d'autre part la qualité de l'information.

3.1 Objectifs techniques

- Créer un programme de capture et de synchronisation des données. Pour ce faire il faudra cartographier les données et leur source, collecter et organiser ces données et définir un schéma de base de données homogénéisé. Les sources de données hétérogènes amènent une double complexité d'ordre technique et de gestion qu'il convient de ne pas sous-estimer.
- Etablir une étude de marché pour identifier une solution de visualisation potentielle.
- Développer une solution « custom » qui réponde aux nouvelles exigences et technologies.
- Démontrer la réutilisation des données homogénéisées à l'aide d'une ou plusieurs solutions de visualisation basées sur l'étude de marché. Démontrer le processus « end to end » de création d'un catalogue de pièces.

3.2 Objectifs non techniques

- Gestion de projet.
- Analyse de solutions du marché.
- Rédaction des différents documents comme le cahier des charges et le rapport final.
- Etablir une communication appropriée avec les partenaires internes et externes pour obtenir les bonnes informations. Développer un esprit d'équipe autour du projet.

4 Méthode, planification et gestion des risques

Ce chapitre traite de l'approche utilisée pour obtenir les résultats et atteindre les objectifs. Il aborde aussi la gestion des risques utilisée durant le projet.

4.1 Planification et gestion de projet

Pour la gestion du projet j'ai suivi la méthodologie HERMES qui a permis de suivre les étapes et jalons suivants ainsi que les dates clés.

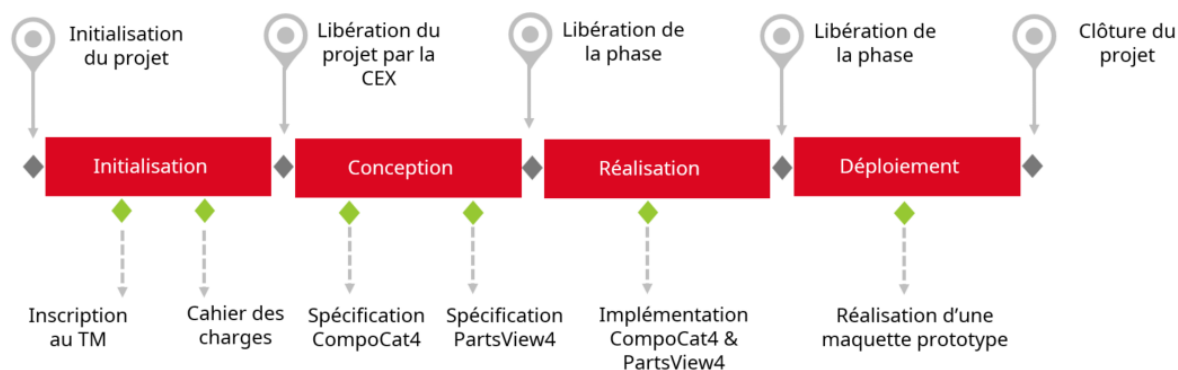


Figure 1 - Etapes et jalons

Dates clé	Activités
21.04.2021	Initialisation du projet
02.08.2021	Inscription au Travail de Master
11.10.2021	Rédaction du cahier des charges
22.11.2021	Libération du projet par la CEX (Commission d'examen)
15.12.2021	Analyse des données
30.12.2021	Spécification Compocat4.0
30.01.2022	Spécification PartsView4
28.02.2022	Etude de marché, comparatif
28.02.2022	Libération de la phase de réalisation, décision choix du marché
30.03.2022	Implémentation Compocat4.0
30.04.2022	Implémentation PartsView4.0
30.04.2022	Libération de la phase de déploiement, tests unitaires des prototypes
30.05.2022	Réalisation de la maquette end to end
07.06.2022	Rédaction du rapport
15.06.2022	Rédaction de la présentation pour défense projet
28.06.2022	Défense du projet
28.06.2022	Clôture du projet

Tableau 1 - Dates clés

4.2 Rôles et responsabilités

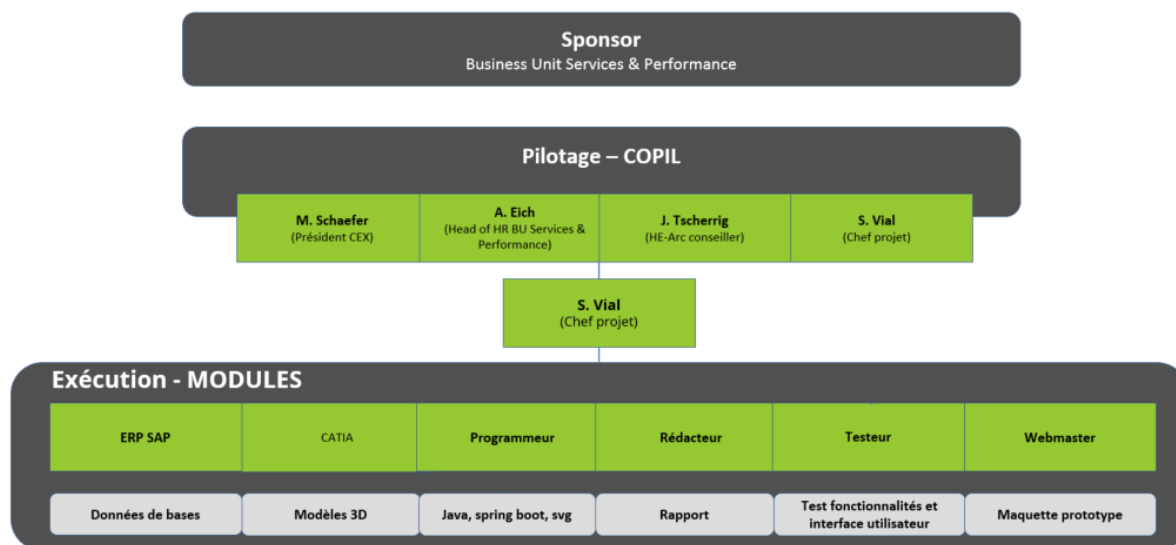


Figure 2 - Rôles et responsabilités

Prénom, nom	Rôle	Responsabilité	Interactions
Adrienne Eich	Mandant	Support au projet	1xmois
Marc Schaefer	Président CEX	Validation des étapes	Sur demande
Julien Tscherrig	Conseiller	Conseil et support	1xmois
Sébastien Vial	Chef de projet	Suivi et réalisation	Permanente

Tableau 2 - Rôles et responsabilités

Ci-dessus, la liste des rôles impliqués dans le projet. D'autres personnes ont également participé sur demande au cours du projet. Par exemple, des partenaires internes ont été impliqués pour les questions liées à l'ERP ou à CATIA pour ce qui concerne les données de base. Les partenaires externes ont quant à eux été sollicités dans le cas d'un choix de solution du marché pour la partie PartsView 4.0.

4.3 Gestion des risques

La gestion des risques repose sur deux étapes. La première consiste à réaliser un « risk assessment » sur le projet et sur les conséquences en termes de changements. Cette évaluation des risques permet de catégoriser le projet et les impacts sur l'organisation. Dans notre cas, le risque global est considéré comme relativement faible, les bénéfices sont cependant importants concernant l'image du service vue de nos clients.

Risk Assessment Analysis

35 Change Characteristics score
35 Organizational Attributes score
Low Risk Quadrant

A score of 14 to 42 is considered low risk.
A score of 42 to 70 is medium-to-high risk.
High risk changes require more time, effort and resources than medium or low risk changes.

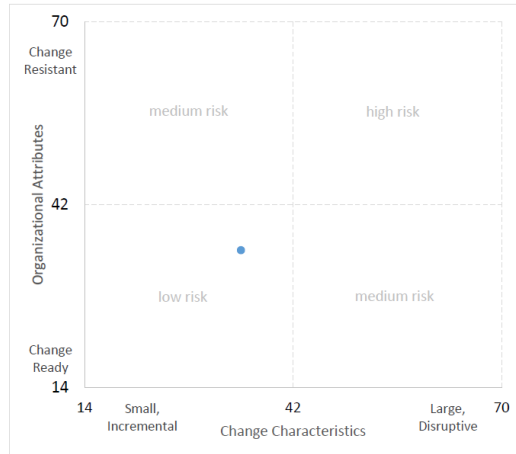


Figure 3 - Analyse de risques

Durant le projet, chaque problème a été identifié et catégorisé pour définir sa criticité; le but étant de proposer une solution pour atténuer le problème ou le résoudre. Si dessous un résumé des risques. Voir annexes

#	Type	Technique	Finance	Personne	Process
1	Accès aux données de base	x	x		
2	Disponibilité des intervenants externes			x	
3	Temps à disposition			x	x
4	Sécurité CORS	x			
5	Lenteur de la navigation	x			
6	Mise en production AZURE	x	x		
7					
8					
9					
10					

Almost certain	5		1	6					
Likely	4			3	5				
Possible	3			4	2				
Unlikely	2								
Rare	1								
Likelihood		1	2	3	4	5			
Impact Severity		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Extreme			

Figure 4 - Suivi des risques

#	Type	Plan d'actions
1	Accès aux données de base	- Valider l'accès aux données et les licences pour CATIA, 3DVIAComposer, SAP pour dans un premier temps extraire les données de façon manuelle.
2	Disponibilité des intervenants externes	- Engager les partenaires externes le plus tôt dans le processus, fixer un calendrier et réserver des plages pour les contacter et leur donner les informations dont ils ont besoin pour créer les maquettes. - Découper la demande en deux positions: l'une pour une maquette 2D indispensable et l'autre pour la maquette 3D en option.
3	Temps à disposition	- Organisation personnelle en dehors du travail. - Suivre les dates clés proposées dans le planning. - Dégager du temps durant les heures de travail pour les échanges avec les partenaires externes.
4	Sécurité CORS	- Mettre en place le "WEB messaging"
5	Lenteur de la navigation	- Changer l'approche de la navigation pour passer à une navigation dynamique qui ne charge que la partie nécessaire à la navigation et pas toute la structure de la machine
6	Mise en production AZURE	- Créer un compte AZURE - Identifier le coût

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

5 Etude préliminaire

L'étude préliminaire fait l'état de l'art au niveau du processus de création du catalogue de pièces. Elle se préoccupe plus particulièrement du flux de données et de ses origines ainsi que la typologie des fichiers utilisés pour la réalisation d'un catalogue de pièces.

5.1 Etat actuel

La solution actuelle est appréciée par nos clients mais elle arrive à la fin d'un cycle. Elle doit être mise à jour pour répondre aux nouvelles technologies et à plusieurs modifications spécialement liées à la structure de la machine.

En effet, la structure machine a subi de substantielles modifications dans les dernières années, tout particulièrement concernant le nombre de niveaux présents dans la structure. Historiquement, la structure était composée de trois niveaux. Aujourd'hui ce nombre n'est pas figé et peut être étendu jusqu'à dix. Toute l'organisation et la logique de visualisation est par conséquent à repenser afin de prendre en compte ce nouveau paramètre.

En préambule, certains termes doivent être expliqués, comme la notion de document E43 et vue éclatée. Un document E43 est une typologie de document sur SAP faisant partie de la famille des documents ZSP¹. Ce document peut être constitué de plusieurs pages nommée ici vue éclatée.

Au niveau SAP, un document E43 est lié à un composant qui est soit un GOC ou une sous-section. Le composant pouvant être soit un GOC² ou une sous-section, je reviendrais plus tard sur la composition et la structure d'une machine.

5.2 Etude du flux de données

La première partie de l'analyse consiste à rechercher au sein de l'entreprise BOBST les sources de données utiles à la bonne réalisation du projet. Ces sources de données étant hétérogènes, parfois indépendantes, parfois en relation, il est nécessaire de comprendre leurs interactions. Une fois ces interactions analysées, une proposition d'homogénéisation de la structure de ces données sera réalisée.

¹ ZSP, type de document SAP, Z pour identifier les types Bobst et SP pour Spare Parts

² GOC, Group Of Components, un groupe de composants / de pièces

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Ci-dessous le flux de données pour la création des assemblages et leur gestion au niveau SAP.

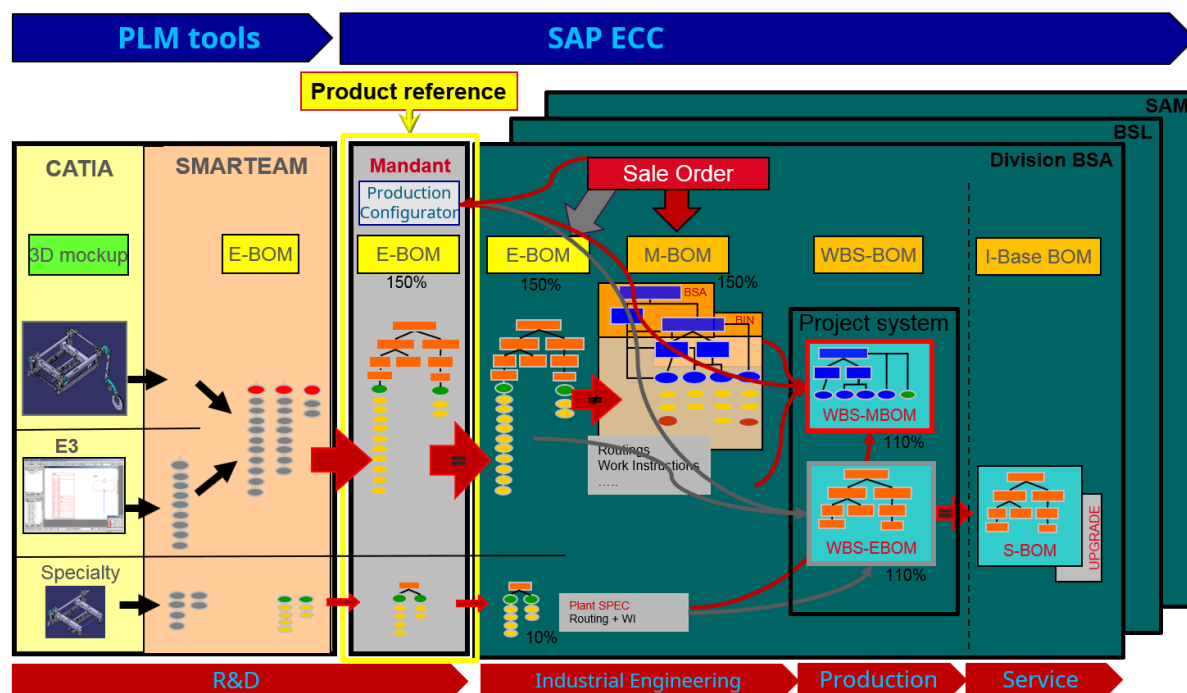


Figure 5 - Processus de création BOM

Cette première étape ne concerne pas directement le projet mais permet de mieux assimiler la création des données de base.

Ces données sont créées sur plusieurs systèmes. Tout commence avec la création des modèles 3D des pièces ainsi que des assemblages sur CATIA¹. Ensuite, ces assemblages sont repris sur 3DVIAComposer² pour la réalisation du document E43 qui est un ensemble de vues éclatées (dessin 2D).

Un projet 3DVIAComposer = un document E43 = une ou plusieurs vues éclatées.

Lors de la validation du dessin celui-ci est transféré automatiquement sur SAP. Ce processus de transfert crée trois types de fichiers.

- Un fichier PDF qui est utilisé pour la création de la version papier du catalogue de pièces.
- Un fichier XML qui est la nomenclature des pièces contenues dans les pages vues éclatées.
- Un fichier ZIP par page. Le fichier ZIP contient lui-même un fichier SVG qui est la représentation 2D de la vue éclatée.

¹ CATIA, logiciel de CAO 3D de la société Dassault

² 3DVIAComposer, solution de communication technique pour la création de vues éclatées

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Originaux					
Appl.	Application	Catég. archiv.	Z...	V...	Nom de fichier
• ZXM	XML file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
• ZIP	Compressed file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
• ZIP	Compressed file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
• ZIP	Compressed file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
• ZPF	Acrobat Reader	ZDMS_D0_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01

Figure 6 - Originaux d'un document E43

Cette première étape a permis de créer les documents E43 qui sont liés aux composants de la structure machine.

L'étape suivante nous amène à définir la structure d'une machine. Cette structure est une hiérarchie de composants sur plusieurs niveaux qui dépend de la configuration que le client a commandée. Chaque machine a une base de composants identique en fonction de son type, tout en proposant plusieurs options configurables.

Au final, chaque machine est unique et par conséquent sa nomenclature aussi. L'extraction de la nomenclature est réalisée à partir de SAP et nous permet d'obtenir une BOM configurée avec la liste complète des pièces présentes dans la machine. Cette structure se présente sous la forme d'un fichier TXT avec la hiérarchie des éléments de la machine.

1	30.11.2021		Edition de liste dynamique					1	
2									
3	Elément/Art.		BBG-213728-0209-02-001 / BSA038016 / 2021-09-20						
4	Div./Util./Alt.		1000 / 2 / 01						
5	Désignation		MASTERFOLD						
6	Qté de base (PC)		1,000						
7	Qté utilis. (PC)		1						
8									
9									
10	Niv Noeud N° composante		Déb.valid. Fin valid.		Désignation objet		Gp.mar.ext CatNcl		
11									
12	1	1 PCR0380E00	15.03.2021 31.12.9999	GENERAL		ELE	P		
13	2	1 PCR0380S0001	15.03.2021 31.12.9999	GENERAL + PLAQUETTES		SEC	P		
14	3	1 PCR0380T0001001	15.03.2021 31.12.9999	MASTERFOLD BASE TOUTES VERSIONS		SSE	P		
15	4	1 BSA00350000CJ	15.03.2021 31.12.9999	ME00 CAISSE D'OUTILLAGE		GOC	P		
16	5	1 BSA03220000LF	01.06.2008 31.12.9999	VISSERIE DE RESERVE		GOC	M		
17	6	1 BSA1004036100	01.06.2008 31.12.9999	ECROU MOL BAS M8 X 11		SCD	M		
18	6	2 BSA1007123700	01.06.2008 31.12.9999	RONDELLE LAMEE CONIQUE 8.4/25X4.8		SCC	M		

Figure 7 - Fichier structure BOM

Afin de mieux comprendre cette hiérarchie, il faut comprendre la composition d'une machine.

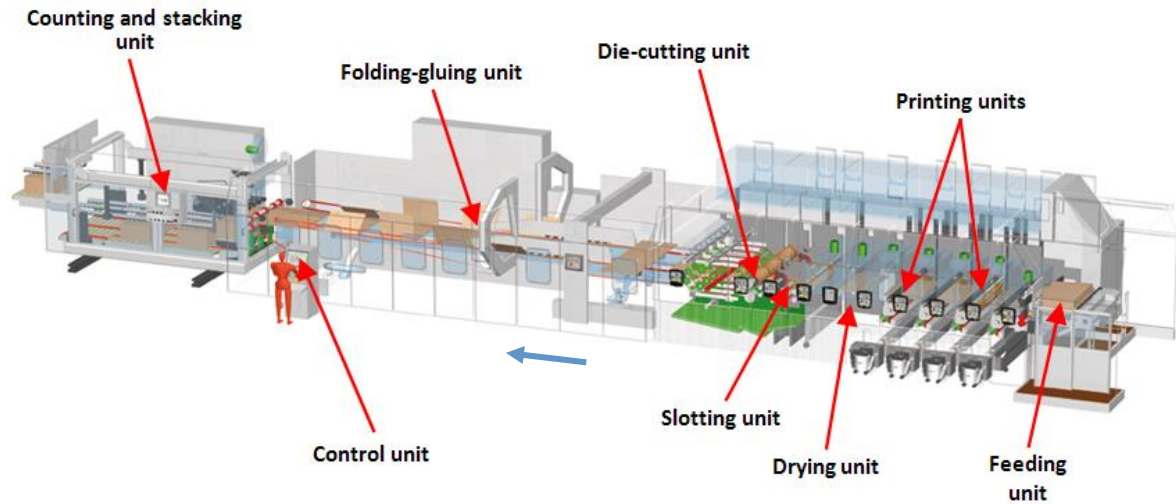
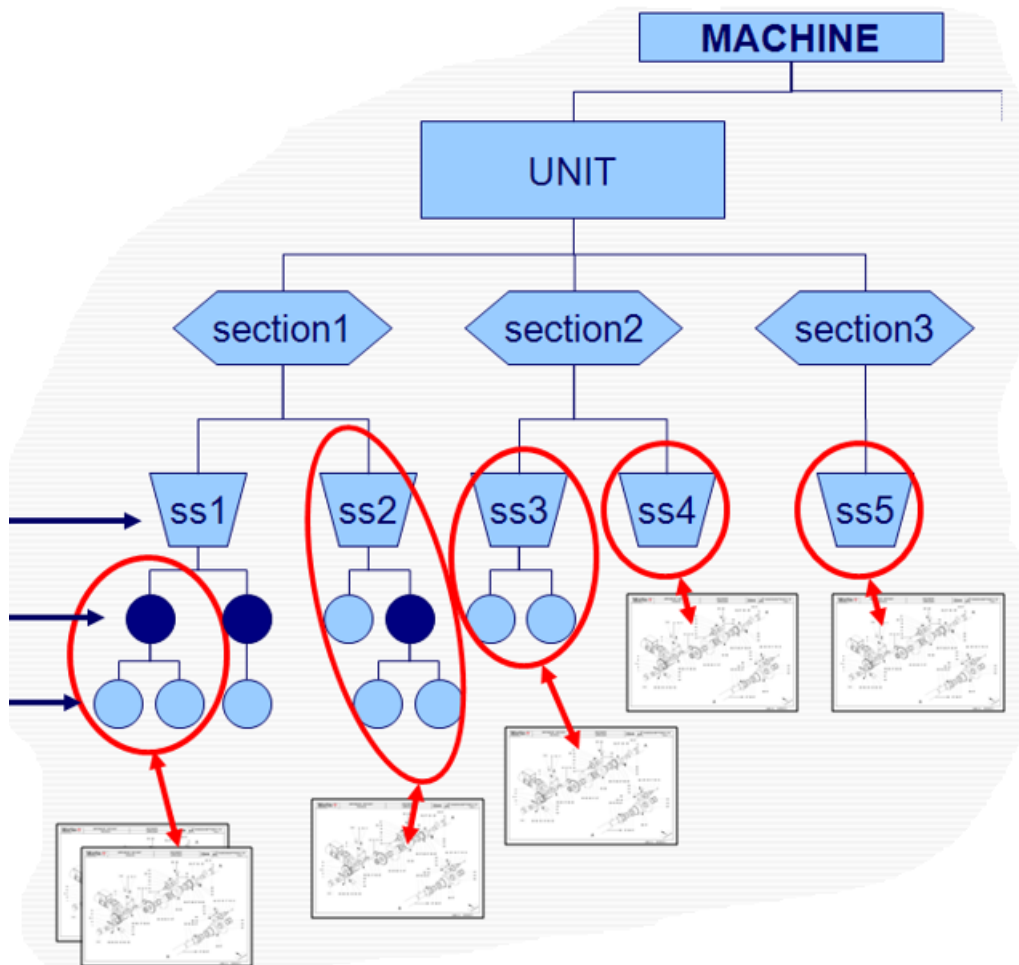


Figure 8 - Parties machine

Une machine BOBST est divisée en différents éléments, sections, sous-sections, GOC et composants. Les documents E43 représentent des GOC ou des sous-sections, il n'y a pas de représentation graphique au niveau des éléments (UNIT) et section.



The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Figure 9 - Composition d'une machine Bobst

Comme expliqué dans le chapitre précédent, un document E43 est constitué d'une ou plusieurs pages. À titre d'exemple, le document E43 du premier GOC de la sous-section 1 (ss1) présenté ci-dessus est formé de deux pages de vues éclatées.

Une des particularités du flux de données c'est qu'il est asynchrone, c'est-à-dire que la création des documents E43 n'est pas liée à la création de la structure machine. Les vues éclatées sont soumises au processus de modification des nomenclatures, tandis que la création de la structure est liée à la commande machine. De plus, un document E43 peut très bien être utilisé plusieurs fois dans une même structure et/ou dans plusieurs structures.

Ensuite, une vue éclatée suit un cycle de vie avec des validités à date qui doivent respecter la date de fabrication de la machine (date d'éclatement).

Prenons l'exemple d'une machine avec une date d'éclatement au 21.09.2021 et une vue éclatée avec plusieurs versions. Il est important de choisir la bonne version du document qui n'est pas forcément la dernière. Dans notre cas, la version « - » est la version à choisir pour répondre à la date d'éclatement.

Ty.	Document	Dpt	Vs	D	MACHINE	TITRE SUPPLEMENTAIRE	Description	Txt statut	L/B	Du	Nom complet	N° modification	CAO	Début validité	Fin de validité
ZSP	BSA0034000MM_E43	017	-	X			MP15 LOWER CONVOYER LEFT	Validé		Z01 09.08.2016	François Niering	500000007006	X	01.06.2008	30.12.6666
ZSP	BSA0034000MM_E43	017	A				MP15 LOWER CONVOYER LEFT	Validé		Z13 07.04.2022	Christophe Tâche	500000164007	X	31.12.6666	31.12.9999

Figure 10 - Différentes validité d'un document E43

Ci-dessous, la représentation graphique de l'évolution des validités du document dans le temps.

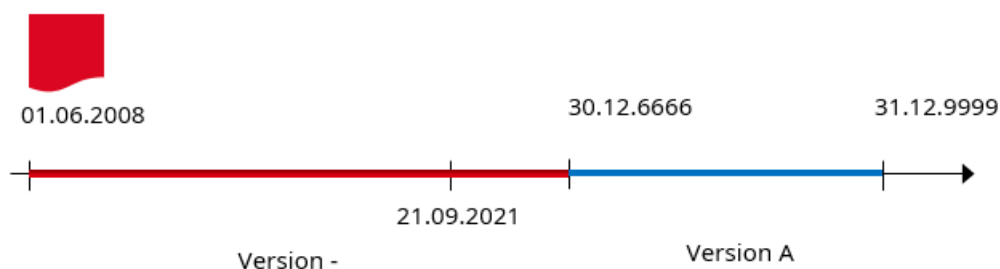


Figure 11 - Validité à date

En conclusion, le flux de création des données pour le catalogue de pièces peut être résumé grâce au schéma ci-dessous. Les deux dernières étapes se rapportent au périmètre du projet qui est traité dans ce document.

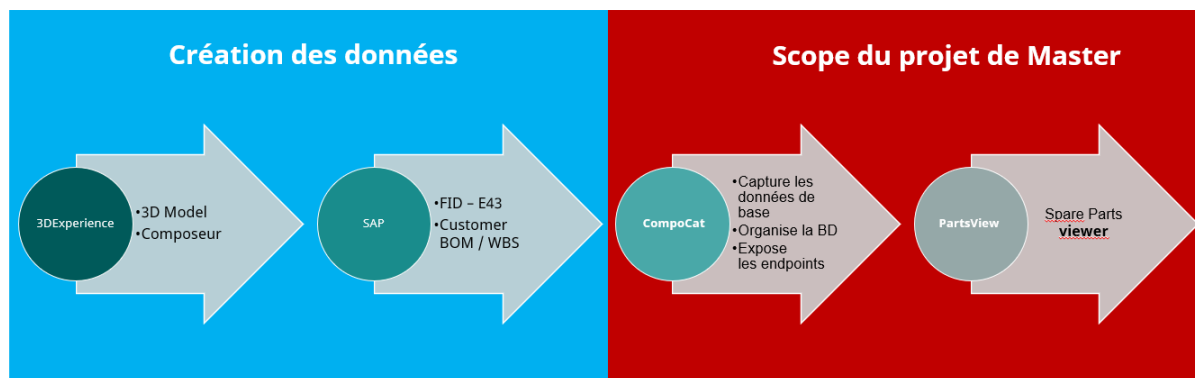


Figure 12 - Process de création d'un catalogue

Ce macro process de création d'un catalogue est complété par le diagramme de flux pour la capture des données.

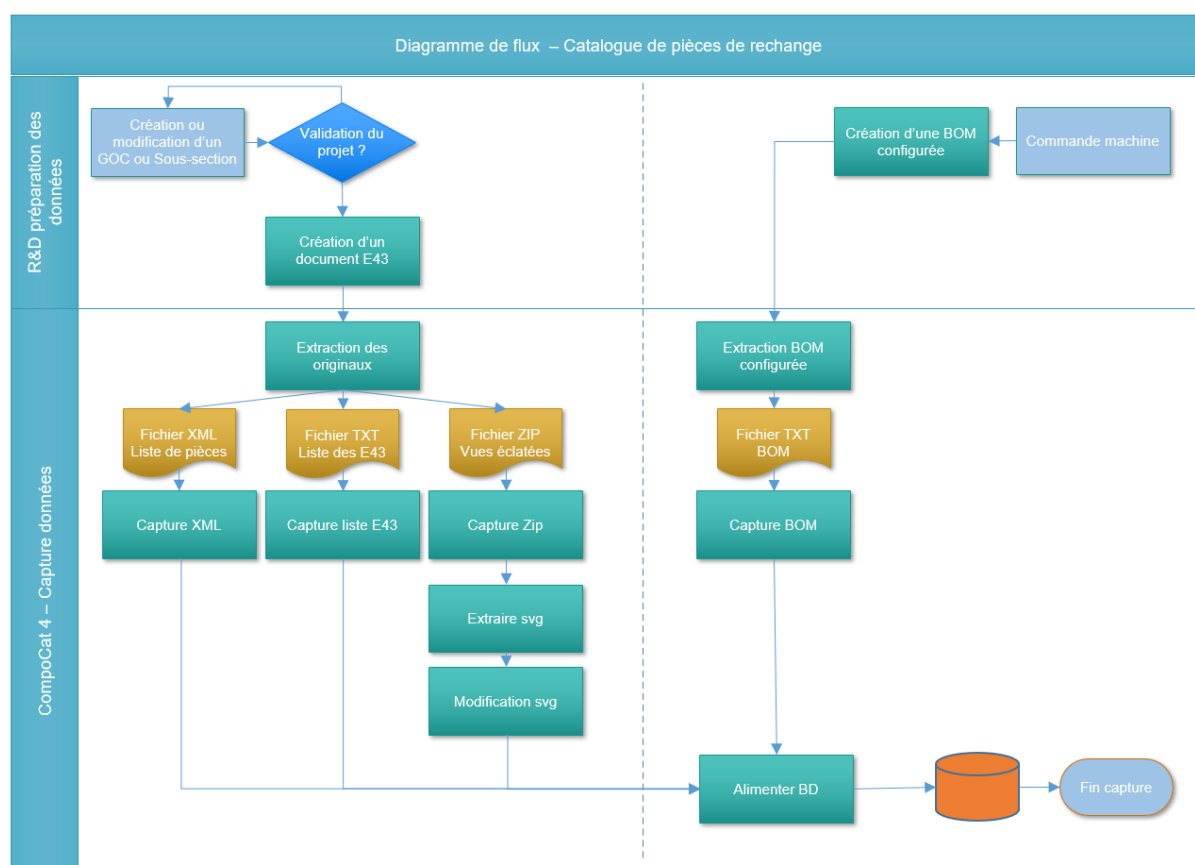


Figure 13 - Diagramme de flux

5.3 Recherche des sources de données

L'étude se concentre sur deux machines de même type mais avec des configurations différentes. Ceci m'a permis de traiter le cas où certaines vues éclatées sont utilisées dans plusieurs machines.

Le catalogue de pièces de rechange ne traite que les pièces mécaniques, ce qui représente une estimation d'environ 4500 pièces réparties sur 300 vues éclatées par machine.

Dans le cadre du projet, toutes les données sont sur SAP. L'opération a pour objet d'extraire la structure d'une machine (équipement) ainsi que tous les documents E43 en relation avec cette structure machine.

5.3.1 Extraction de la structure machine

L'extraction de la BOM ou structure machine est réalisée avec la transaction SAP (CSP2), explosion d'une nomenclature qui permet d'extraire la nomenclature d'une machine configurée.

Pour lancer cette transaction, nous devons disposer des informations suivantes : l'élément d'OTP, l'article de tête représentant la machine et sa date d'éclatement ou plus communément la date de fabrication. La transaction IE03 permet d'afficher un équipement (une machine) et de trouver ces informations.

Le résultat de la transaction CSP2 est une hiérarchie de composants avec leur désignation qui peut être extraite sous forme d'un fichier TXT.

Explosion d'une nomenclature : représentation multi-niveaux : écran in							
<div> <div>Elément d'OTP</div> <div>BBG-214077-0209-02-001</div> </div> <div> <div>Article</div> <div>PCR0380P</div> </div> <div> <div>Division</div> <div>1000</div> </div> <div> <div>Application</div> <div>YETO</div> </div>							
Nomenclature multiniveau							
<div> <div>Elément OTP/Art.</div> <div>BBG-214077-0209-02-001 / PCR0380P</div> </div> <div> <div>Div./Util./Alt.</div> <div>1000 / 2 / 01</div> </div> <div> <div>Désignation</div> <div>MASTERFOLD</div> </div> <div> <div>Qté de base (PC)</div> <div>1,000</div> </div> <div> <div>Qté utilis. (PC)</div> <div>1</div> </div>							
Niv	Noeud N° composante	Début validité	Fin de validité	Désignation objet	Gpe marchand. externe	Catég. nomenclature	
1	1 PCR0380E00	01.11.2021	31.12.9999	GENERAL	ELE	P	
2	1 PCR0380S0001	01.11.2021	31.12.9999	GENERAL + PLAQUETTES	SEC	P	
3	1 PCR0380T0001001	01.11.2021	31.12.9999	MASTERFOLD BASE TOUTES VERSIONS	SSE	P	
4	1 BSA00350000CJ	06.03.2016	31.12.9999	ME00 CAISSE D'OUTILLAGE	GOC	M	
5	1 BSA03220000LF	01.06.2008	31.12.9999	VISSERIE DE RESERVE	GOC	M	
6	1 BSA1004036100	01.06.2008	31.12.9999	ECROU MOL BAS M8 X 11	SCD	M	
6	2 BSA1007123700	01.06.2008	31.12.9999	RONDELLE LAMEE CONIQUE 8.4/25X4.8	SCC	M	
6	3 BSA1252106001	01.06.2008	31.12.9999	GRAISSEUR HYDR. H1/H5 M6 CONIQUE	SCC	M	

Figure 14 - Extraction BOM

Cette extraction sera un des points d'entrée pour l'application Compocat 4.





The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

5.3.2 Extraction des documents E43




Ces documents se trouvent dans des fiches infos documents de type ZSP. Chaque document pouvant avoir plusieurs versions avec des dates de validité différentes.

Liste docs après sélection

2 occurrences

Processus ...


Sélectionner



Sauvegarder

Vignette (écrans)

Ty. Document	Dpt	Vs D	MACHINE	TITRE SUPPLEMENTAIRE	Description	Txt statut	L/B	Du	Nom complet	N° modification	CAO	Début validité	Fin de validité
ZSP BSA00340000MM_E43	017	-	X		MP15 LOWER CONVOYER LEFT	Validé		Z01 09.08.2016	François Niering	50000007006	X	01.06.2008	30.12.6666
ZSP BSA00340000MM_E43	017	A			MP15 LOWER CONVOYER LEFT	Validé		Z13 07.04.2022	Christophe Tâche	500000164007	X	31.12.6666	31.12.9999

Figure 15 - Liste de documents avec validités différentes


Afficher document : données de base Notice Pièce Rechang (ZSP)

Document

Document art. Version

☐ Tém.suppression ☐ Options document ☒ Code CAO ☐ Hiérarchie

Données doc. Don. suppl. Descriptions Liaisons d'objets Originaux

Données de document

Description

Statut du document ☒ 01.06.2008-30.12.6666

PertinentCM

Gestionnaire François Niering , DMS

Labo/Bureau études CATIA V5 & DRAFTSIGHT

N° modification Début valid.

Groupe autorisations

Document supérieur

Document Type Part. Version

Originaux











Appl.	Application	Catég. archiv.	Z...	M...	Nom de fichier
	XML file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
	Compressed file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
	Compressed file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
	Compressed file	ZDMS_D4_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01
	Acrobat Reader	ZDMS_D0_ST			ZSP_BSA00340000MM_E43_01

Figure 16 - FID d'un document E43

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

La codification des documents a son importance pour faire le lien avec leur composant et les identifier lorsqu'ils sont sortis du contexte SAP.

Codification : ZSP_BSA00340000MM_E43_017_-

- ZSP : type de document Spare Parts
- BSA00340000MM : numéro du composant décrit dans le document
- E43 : sigle du document, signifiant document éclaté
- 017 : code langue du document, dans ce cas français – anglais
- - : version du document

Chaque FID de type E43 est composée des originaux suivants :

- Un fichier XML contient la liste des pièces présentes sur les vues éclatées. Si le document comporte plusieurs pages de vues éclatées, toutes les pièces seront référencées dans ce fichier :

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="yes">
<!--Part list from C:\BPA\3DSmartDocCreatorServer\files\BSA00340000MM_E43.smgProj-->
<root>
  <items PageNumber="P01" Page="1/3" LocalDescription="MP15 LOWER CONVOYER LEFT" EnglishDescription="MP15 LOWER CONVOYER LEFT" Reference="BSA00340000MM_E43" Revision="-">
    <link>
      <BomId1</BomId>
      <Id>BSA01150000HG</Id>
      <Coordinates xMin="44.93" yMin="78.5" xMax="67.06" yMax="79.99" attachPointPosition="2" />
    </link>
    <item>
      <BomId1</BomId>
      <Criticality></Criticality>
      <ItemMaterialGroup></ItemMaterialGroup>
      <ItemNumber>BSA01150000HG</ItemNumber>
      <ItemRevision></ItemRevision>
      <ItemState></ItemState>
      <ItemUnitOfMeasure></ItemUnitOfMeasure>
      <Material></Material>
      <PartType />
      <PreconisationCode></PreconisationCode>
      <ShortDescriptionDe></ShortDescriptionDe>
      <ShortDescriptionEn>PLEASE FILL THIS FIELD</ShortDescriptionEn>
      <ShortDescriptionEs></ShortDescriptionEs>
      <ShortDescriptionFr>ETRIER</ShortDescriptionFr>
      <ShortDescriptionIt></ShortDescriptionIt>
      <ShortDescriptionPt></ShortDescriptionPt>
      <SmarteamClassName>CATIA Part</SmarteamClassName>
    </item>
  </items>
</root>
```

Figure 17 - Fichier xml, contenu d'un GOC

- Un fichier ZIP par page de vue éclatée. Chaque fichier ZIP inclut un fichier SVG qui est une représentation 2D d'une page de vue éclatée avec le dessin des pièces et leur repère. Dans cet exemple, il existe également un lien sur une autre page (BSA01150000HG) :

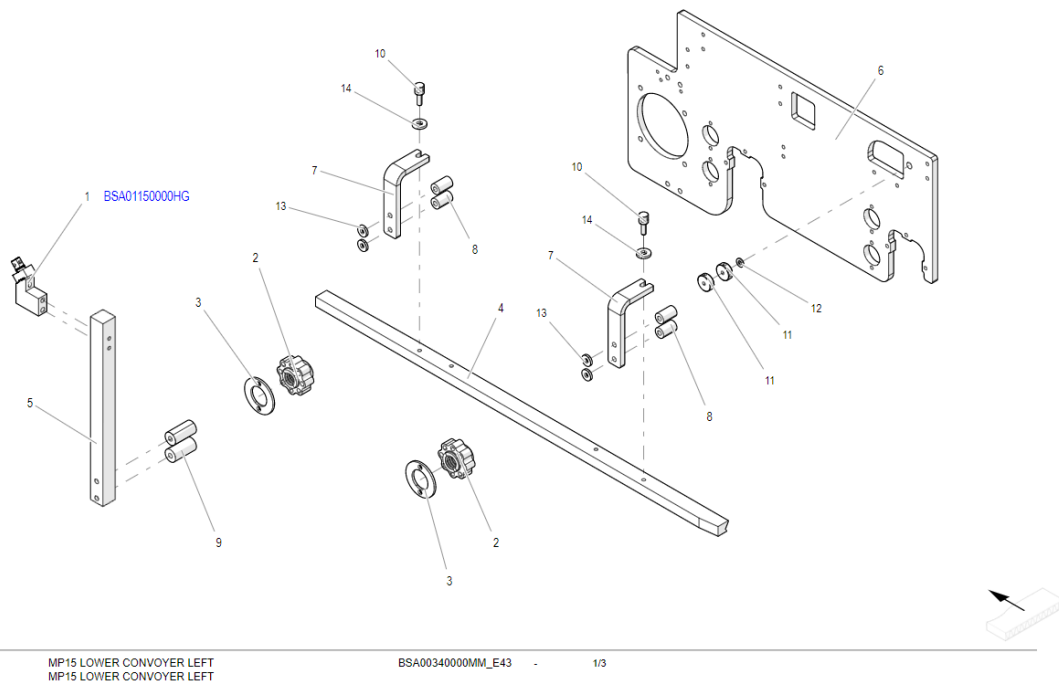


Figure 18 - Vue éclatée au format svg

- Un fichier PDF qui est utilisé pour la composition du catalogue de pièces en format papier. Ce fichier n'est pas mobilisé dans le cadre de ce projet car il est déjà traité par une application existante.

5.4 Conclusion

L'analyse des données de base montre que leur complexité exclut l'utilisation d'une solution standard OOTB qui couvre l'ensemble du processus de gestion des catalogues de pièces. En revanche, la partie visualisation et son rendu peut être prise en charge par une application du marché. C'est ce qui va être traité dans le chapitre suivant.

En conclusion, la visualisation est possible sur une solution du marché mais la partie de traitement des données et son homogénéisation doit être prise en charge par une solution interne.

6 Etude de marché

L'étude de marché porte sur la partie de la visualisation des données. Pour bien comprendre, il faut considérer les différentes étapes du process de création des catalogues de pièces électroniques.

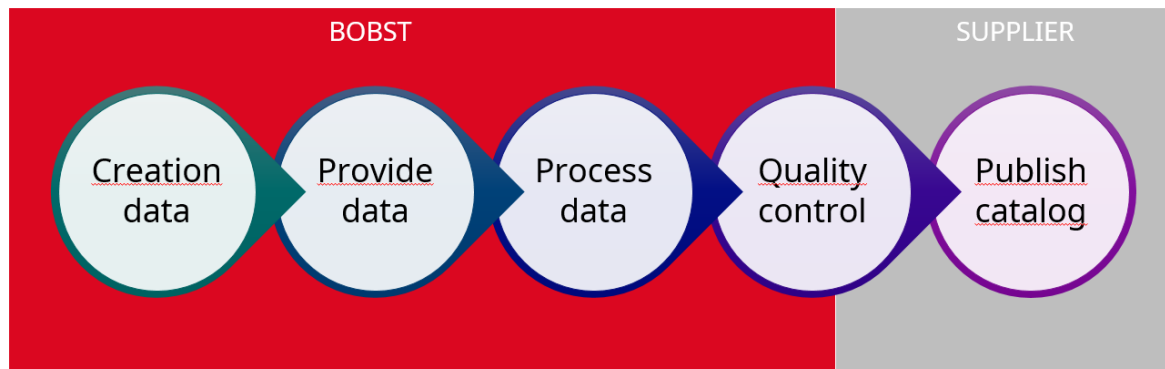


Figure 19 - Processus de création d'un catalogue

Plusieurs étapes du process de création sont indépendantes de la solution de publication et doivent être gérées en interne par BOBST comme démontré dans le chapitre précédent.

Pour la partie visualisation, PartsView4.0, une première étude définit si une solution du marché répond aux exigences et prend en charge nos données de base. L'autre alternative est de développer une solution propriétaire qui a pour avantage de satisfaire en tous points à nos demandes mais qui présente le désavantage de devoir être maintenue dans le temps.

Dans cette étude, nous évaluerons les fonctionnalités des outils du marché, le modèle de licences qui est proposé et nous devrons tenir compte de l'écart entre les données de base dont nous disposons et les données de base exigées par les solutions du marché. Si cet écart est trop important, ceci sera un des critères de choix entre le développement ou l'achat de l'application.

Ci-dessous, un premier aperçu des solutions qui ont été évaluées :

Variante	Description	Lien
V1	<i>InteractiveSPares</i>	https://interactivespares.com
V2	<i>Quanos</i>	https://quanos-service-solutions.com
V3	<i>3D ContentCentral</i>	https://www.3dcontentcentral.com/
V4	<i>EzParts</i>	https://www.sysonline.com/ezparts-electronic-parts-catalog-features
V5	<i>eCATALOGsolutions</i>	https://partsolutions.com/products/
V6	<i>door2solution</i>	https://door2solution.com/door2parts-en.html
V7	<i>sygest</i>	https://www.sygest.com/en/

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

V8	Intelli Catalogue – OEM	https://www.intellinetsystem.com/inteli-catalogue-oem.htm
----	-------------------------	---

Tableau 3 - Solutions du marché

6.1 Critères d'évaluation

Pour chacune de ces solutions, une évaluation a été réalisée sur les éléments techniques ainsi que sur d'autres critères comme le coût et les possibilités offertes pour de futures évolutions.

La démarche d'évaluation a commencé par l'établissement d'une liste de critères représentatifs pour notre industrie. Ensuite pour chacun de ces critères, j'ai attribué un poids qui représente la pertinence et l'importance dans notre contexte.

L'ensemble de ces informations représente une grille d'évaluation qui a été complétée grâce aux informations récoltées au travers des sources suivantes :

- Sites web des fournisseurs.
- Sites comparatifs.
- Avis clients.
- Démonstrations en ligne.
- Contacts téléphoniques avec les fournisseurs.

Ce cumul de points d'entrée a permis d'établir une évaluation et de valider le choix d'une solution.

Ci-dessous, la liste des critères avec leur poids respectif :

Domaine	Fonction	Poids
Look & feel paramétrable	Compatibilité Branding Bobst	2
Prise en charge des formats 2D	Vector files (svg, pdf, dxf, dwg)	3
	Raster files (bmp, jpg, tif, png, gif)	2
Prise en charge des formats 3D	Format CATIA	3
	3dml	1
	U3D	1
Intégration liste de prix	Gestion d'un panier	3
	Paiement sécurisé	1
	Prix paramétrable en fonction du client	2
Connecteurs / Intégration	REST API accessible pour intégration	3
	Connexion SAP	3

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

	Hybrise	1
	Intégration Salesforce	1
	Intégration Dassault (Catia, Composer)	3
	Intégration E3 (schéma électrique, fluide)	2
Gestion des langues	Ajout de nouvelles langues	1
	Interface multilingue	3
Tarification	Tarification application de création	2
	Tarification application de visualisation	2
	Tarification espace de stockage	2
Type de solution	Solution web	3
	Solution hors ligne	3
	Mobile	2
	Browser compatibilité	3
Exports	Impression papier	1
Feedback	Ajout de notes	1
	Ajout de feedback	1
Legacy data	Prise en charge des données actuelles	3
Management	Gestion de rôles avec restriction de fonctions	2
	Gestion d'indicateurs	1
	Support application	2
	Pérennité solution	3
	Dernière update	3
Navigation	Navigation graphique	3
	Navigation depuis menu hiérarchique	3
	Lien inter-document	3
	Liste de pièces	3
	Détail de pièce	3
Recherche	Recherche avancée sur numéro et description	3
	Recherche multi documents	1
Security	Protection des données	3

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

	Https	3
	Single sign-on	2

Tableau 4 - Critères d'évaluation

6.2 Première sélection

Ce premier passage ordonne les applications en différentes catégories pour cibler la ou les solutions qui doivent être testées plus en détail. Voir la grille d'évaluation des solutions en annexe.

6.3 Solutions d'entrée de gamme

Plusieurs solutions présentes sur le web ne semblent plus mises à jour depuis un certain temps avec des fonctionnalités d'ancienne génération. La visualisation de modèles 3D n'est pas prise en charge ce qui peut provoquer des difficultés dans le cadre d'une vision à plus long terme.

Variante	Description	Lien
V1	<i>InteractiveSPares</i>	https://interactivespares.com
V8	<i>Intelli Catalogue – OEM</i>	https://www.intellinetsystem.com/inteli-catalogue-oem.htm

Tableau 5 - Solutions d'entrée de gamme

6.4 Solutions de recherche 3D

Cette catégorie de solutions ne traite que les modèles 3D, leur visualisation et la recherche. Elles ne permettent pas l'utilisation de modèles 2D, ce qui est actuellement le 100% de la production de nos vues éclatées utilisées pour le catalogue de pièces de rechange.

Variante	Description	Lien
V3	<i>3D ContentCentral</i>	https://www.3dcontentcentral.com/
V5	<i>eCATALOGsolutions</i>	https://partsolutions.com/products/

Tableau 6 - Solutions uniquement 3D

6.5 Solutions potentielles

Cette catégorie représente les candidats potentiels qui semblent avoir les fonctionnalités désirées selon les informations récoltées sur leur site web respectif.

Variante	Description	Lien
V2	Quanos	https://quanos-service-solutions.com
V4	EzParts	https://www.sysonline.com/ezparts-electronic-parts-catalog-features
V6	door2solution	https://door2solution.com/door2parts-en.html
V7	Sygest	https://www.sygest.com/en/

Tableau 7 - Solutions candidates

6.6 Solution testée

La solution Quanos répond à tous nos critères. Ce logiciel est le résultat d'un mixe de deux produits, CATALOGcreator¹ et PARTS_PUBLISHER² qui sont les meilleurs produits sur le marché et les plus utilisés.

C'est pourquoi, dans le but d'optimiser le temps à disposition et de mettre en place une maquette de démonstration, j'ai focalisé les tests sur cette solution.

Avec la collaboration des équipes techniques de la société Quanos, nous avons établi un protocole d'échange de données pour la création de deux maquettes. Une première maquette pour traiter et remplacer l'état actuel, soit la visualisation de vues éclatées 2D et une deuxième afin de visualiser les modèles 3D pour une future évolution de la solution. La maquette 3D est toutefois partielle car toutes les données n'étaient pas disponibles au moment de la réalisation des tests.

Ci-dessous, vous trouverez un accès aux deux maquettes réalisées.

- Maquette 2D:
Lien: https://demo2.quanos-service-solutions.com/bobst_20210702/public/index.php
User: demo
Password: Demo\$BT2021
- Maquette 3D:
Lien: https://demo2.quanos-service-solutions.com/bobst_3d_20211126/public/index.php
User: demo
Password: Demo\$BD2021

¹ CATALOGcreator est une solution développée par TID Informatik GmbH et rachetée par Quanos, <https://quanos-service-solutions.com/en/products/catalogcreator>

² PARTS-PUBLISHER est développée par Docware GmbH et rachetée par Quanos, <https://quanos-service-solutions.com/en/products/parts-publisher>

Pour résumer, la solution 2D couvre toutes les fonctionnalités que nous attendons : la navigation complète sur la structure de la machine, les vues éclatées sont correctement liées aux composants, les repères sont bien référencés et la liste des pièces correspond à la vue présentée.

Cependant, les liens inter- pages ne fonctionnent pas comme désiré. Il faut aussi noter que les fichiers des vues éclatées qui ont été envoyés chez le fournisseur ont été retouchés pour être traité par l'application. Ce travail supplémentaire estimé à 14h n'est pas acceptable en production, l'application à terme doit être capable de traiter les fichiers originaux qui lui sont fournis sans devoir les retravailler.

Un aspect supplémentaire à tenir en compte correspond au fait que chaque catalogue a son jeu de données donc dans cette solution on perd le bénéfice du « single sourcing » mis en place par les bases de données. En évoquant le point avec la société externe, celle-ci propose aussi une solution avec une base de données associée pour palier à ce problème.

6.7 Conclusion

L'étude de marché a montré la possibilité d'utiliser une société comme Quanos pour répondre à la problématique de la visualisation de nos données pour le catalogue de pièces. Cette solution pourrait être une substitution à notre produit PartsView.

Toutefois, si la solution Quanos devait être choisie, il sera essentiel de développer un complément à Compocat 4 pour alimenter les bases Quanos. Je pense par conséquent qu'alimenter les bases de Quanos avec les données de nos bases, tout en conservant nos bases misent en place avec Compocat 4, garantit une pérennité au niveau des données dans le cas où l'entreprise BOBST changerait de fournisseur.

7 Développement de la solution et résultats obtenus

La solution finale s'articule autour de deux principaux développements qui sont CompoCat4 et PartsView4. Cette partie peut néanmoins être remplacée par une solution du marché.

7.1 Logiciels utilisés et environnement de travail

Pour les logiciels, j'ai utilisé VisualStudio comme IDE, ce qui m'a permis de développer à la fois une application SpringBoot et une autre de type Angular sur le même environnement.

Les deux applications offrent la possibilité d'avoir un serveur local pour les tests. CompoCat4 qui fonctionne avec SpringBoot sera disponible sur <http://localhost:8080> et PartsView4 développée avec Angular est disponible sur <http://localhost:4200>.

En vue de compléter le tableau, j'ai utilisé une base de données PostgreSQL en local, administrée avec PgAdmin4.

Concernant la partie production, l'idée est de travailler sur un environnement Azure Container Apps qui permet de générer et déployer des applications modernes à l'aide de conteneurs serverless.

7.2 Architecture générale

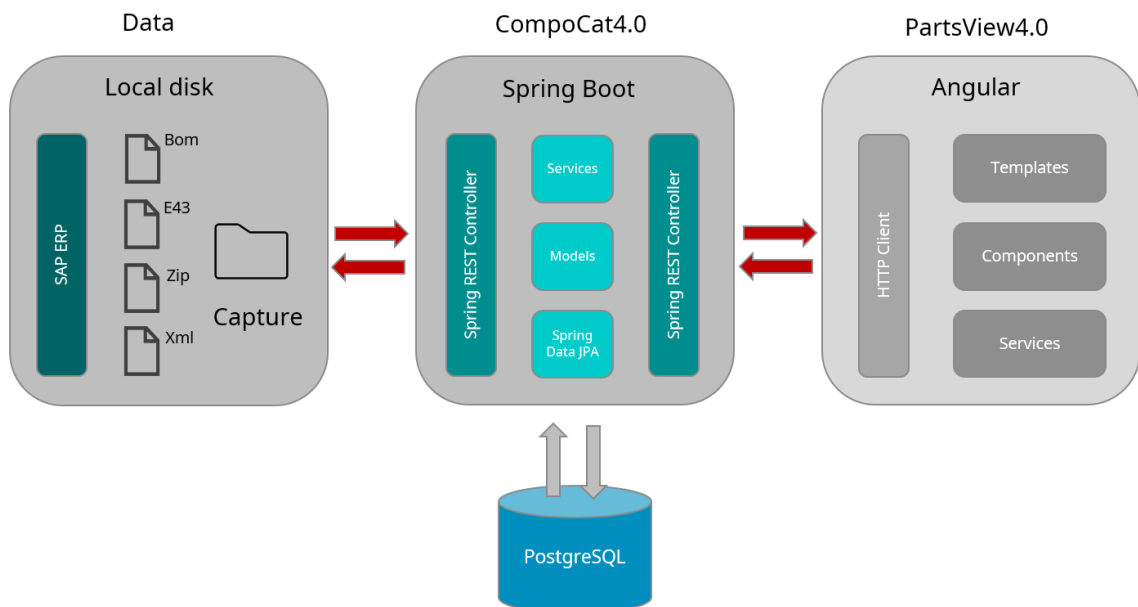


Figure 20 - Architecture générale

Données de base tirées de SAP

- Bom, fichier txt de la structure hiérarchique de la machine
- E43, fichier txt avec la liste des vues éclatées et leur validité

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

- Zip, fichier contenant la représentation 2D-svg
- Xml, liste de pièces contenues dans la vue éclatée

Le répertoire capture est le point d'entrée pour le traitement des fichiers, leur homogénéisation et le chargement en bases de données. Un processus de « watch » permet de scanner le répertoire et de déclencher automatiquement le traitement. Chacun de ces fichiers alimente les tables de la base de données.

7.3 Schéma de base de données

Le processus de création du schéma de base de données a commencé par un schéma conceptuel qui se concentre sur les besoins en informations de la partie PartView plutôt que sur la structure de la base de données. Les besoins recensés sont les suivants :

- Navigation hiérarchique dans la structure de la machine
- Affichage de la première page correspondant au composant
- Identification des pages disponibles pour le composant
- Affichage des pièces contenues dans une page
- Utilisation d'un composant ainsi que de sa vue éclatée à plusieurs endroits dans la structure et dans différentes structures.
- Affichage de la vue éclatée selon la date d'éclatement de l'équipement.
- Accès aux documents selon le rôle des utilisateurs.

Une fois les besoins identifiés j'ai modélisé les données et défini les tables et relations. À ce stade, j'ai exploré différentes solutions concernant la base de données à utiliser. Comme une partie des données se présente sous forme de fichier XML, j'ai analysé la possibilité d'utiliser une base de données NoSQL ¹comme Azure Cosmos Db² capable de stocker des documents Json ou xml.

Un des avantages est que ce type de base stocke des documents Json qui peuvent être directement utilisés par le front-end. Par contre, lors d'une mise à jour sur plusieurs documents, il est nécessaire de développer une application de modification car aucun processus de ce type n'est prévu. Il faut également noter que la taille des documents Json est limitée à 2MB (un document complet d'une structure machine est toutefois plus volumineux). Il faudrait donc le décomposer pour le stocker et nous perdrons les avantages d'avoir un document stocké en tant qu'entité unique.

C'est pourquoi, je me suis orienté vers une structure plus conventionnelle avec une base SQL avec l'avantage que les requêtes SQL sont plus complètes. Ce type de base offre une solution sans ou avec beaucoup moins de redondances. D'un autre côté les bases SQL sont un peu moins adaptées pour des structures hiérarchiques.

Ci-dessous, l'organisation mise en place pour répondre aux besoins de visualisation des catalogues de pièces de rechange. Elle est composée de 10 tables interconnectées sauf pour la table CAT_LOG qui est utilisée pour tracer la capture des documents à l'entrée de

¹ Base de données NoSQL , <https://fr.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

² Azure Cosmos Db, base de donnée NoSQL, https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmos_DB

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

l'application Compocat 4. Ceci permet de vérifier le déroulement du processus de capture et, le cas échéant, d'analyser et de relancer l'opération sur un fichier qui serait passé en erreur.

La table CAT_PRICE est présente dans le schéma comme information dans le cadre d'un futur développement mais elle n'a pas été créée ou utilisée. Elle couvre l'aspect des prix des pièces en plusieurs devises, il faudrait aussi intégrer les notions de disponibilités des pièces ainsi que des rabais qui peuvent être propre à chaque client ou groupe de clients.

Pour les autres tables, elles peuvent être résumées de la façon suivante :

- CAT_USER , gestion des utilisateurs et de leur rôle
- CAT_DOC, gestion des documents PartsView, un document par équipement
- CAT_BOM, gestion de la structure hiérarchique d'un équipement
- CAT_ITEM, gestion des composants qui peuvent être un élément, une section, une sous-section, un GOC ou une pièce
- CATE43, gestion des fiches info document, c'est-à-dire des documents vues éclatée.
- CAT_PAGE, gestion des pages contenues dans le document E43 (vues éclatées)
- CAT_PAGE_CONTENT, gestion du contenu d'une page, le contenu pouvant être des pièces ou des liens sur des composants

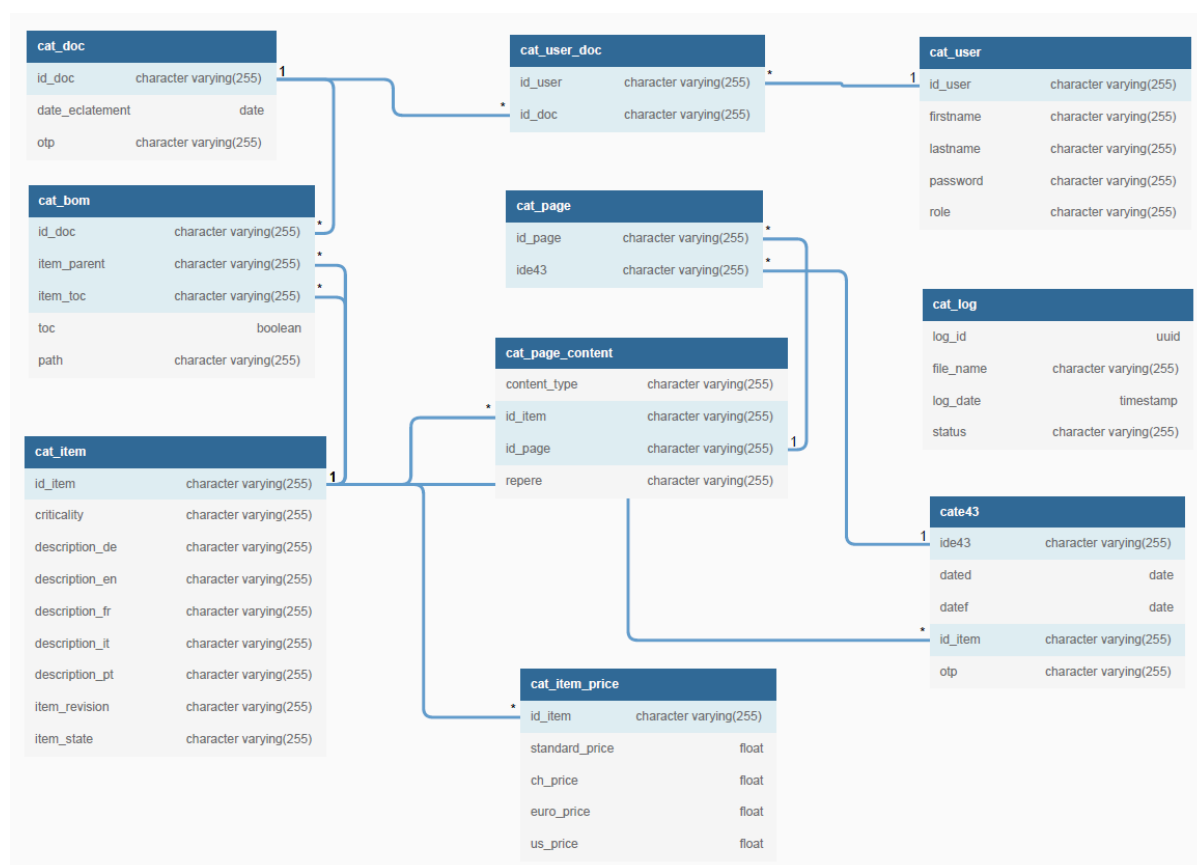


Figure 21 - Schéma de la base de données

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

7.4 Liens inter tables

Pour bien appréhender la structure de la base de données et les relations entre tables, il faut comprendre l'organisation générale des données liées aux catalogues de pièces. Celle-ci peut être résumée comme suit :

Un client peut visualiser un ou plusieurs documents et chaque document est représenté par sa BOM qui est constituée d'une hiérarchie de composants. Certains composants ont un ou plusieurs documents E43 qui leur sont liés. Le choix du bon document E43 est dépendant de la date de fabrication de la machine (date d'éclatement) ce qui permettra d'identifier la bonne version du document E43.

Chaque document E43 est composé d'une ou plusieurs vues éclatée (ECL) et chaque vue éclatée à sa propre liste de pièces.

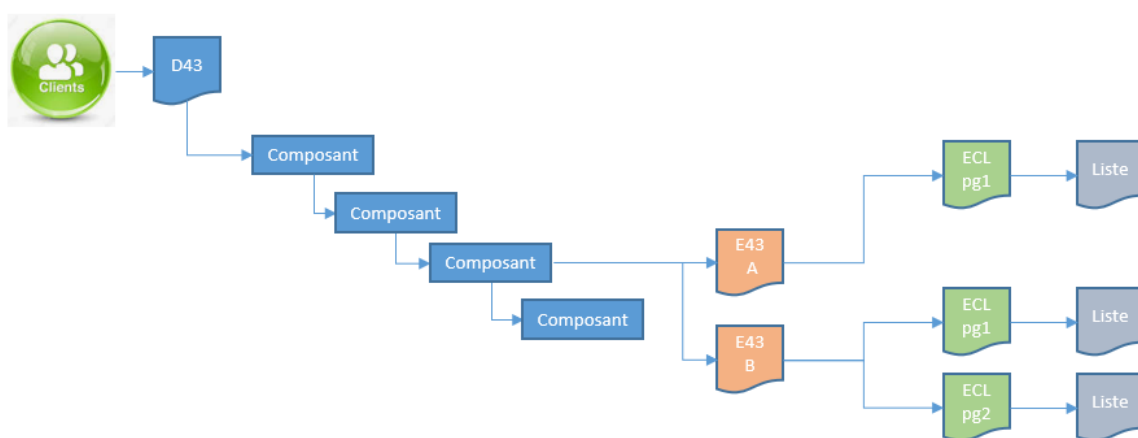


Figure 22 - Structure d'un catalogue de pièces

Un autre point important est l'utilisation d'ORM¹ au niveau de la programmation. Ceci oriente davantage le schéma de base de données vers la programmation que sur une base normalisée.

L'un des bénéfices est la réduction de la quantité de code et l'homogénéité avec le reste du code. Cependant, l'utilisation d'ORM induit une couche logicielle supplémentaire, ce qui peut nuire aux performances. Il est aussi plus difficile d'utiliser des requêtes complexes de jointure sur les tables.

Le mapping objet-relationnel est toutefois considéré comme une méthode de programmation viable pour la traduction des données entre les systèmes de bases de données relationnelles et des langages de programmation orientés objet.

¹ ORM, Object Relational Mapping

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

7.5 Compocat 4.0

L'application Compocat4 qui est développée sur SpringBoot est composée de deux zones distinctes.

1. La capture de l'information
2. L'exposition des Endpoints pour l'application PartsView (Angular)

CompoCat4 permet de capitaliser les données de base et de les traiter afin de les mettre à disposition dans un système homogène et standardisé. L'application dispose des fonctionnalités suivantes :

- Contrôle de l'intégrité des données
- Traitement des données, ajout d'infos si nécessaire
- Chargement en base de données selon le modèle prédéfini
- Création du package de données pour la visualisation

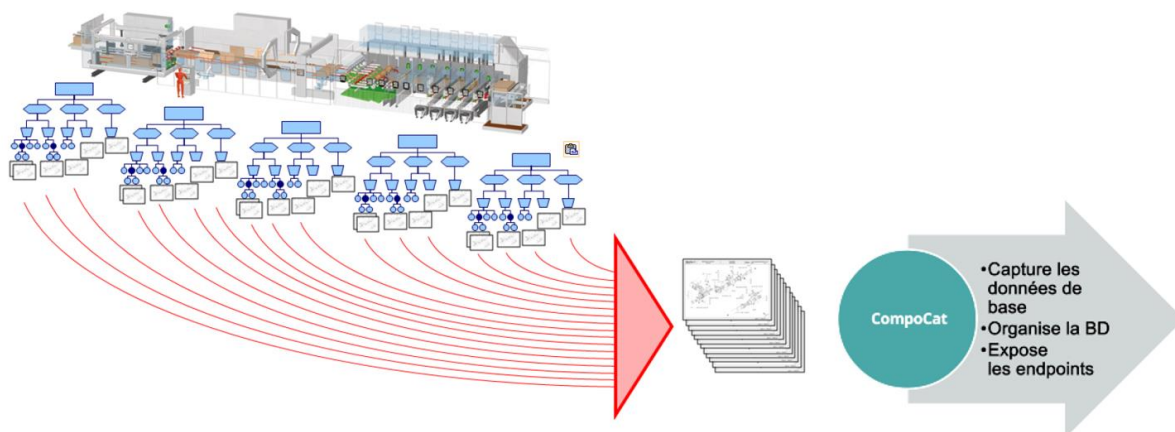


Figure 23 - Compocat 4

Cette application a pour but de capturer les données brutes issues de SAP et de les traiter pour les introduire dans le schéma de base. Dans un deuxième temps l'application expose des Endpoints pour l'interrogation des données depuis la solution PartsView.

La raison qui m'a poussé à proposer une solution séparée entre le traitement des données de base et leur visualisation réside dans le fait que l'outil CompoCat 4.0 est utile quelle que soit la solution choisie pour le rendu des données finales. Mais aussi pour séparer la partie destinée aux clients et celle utilisée par un petit nombre de personnes en interne.

L'application est développée sur une base Spring Boot¹ et REST² api. Elle utilise un Watch service³ pour détecter les changements d'événements sur le répertoire « capture ». Plus

¹Spring Boot est un framework de développement JAVA, <https://spring.io/guides/>

² REST, https://fr.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer

³ Watch service, <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/nio/file/WatchService.html>

précisément lors de l'ajout de nouveaux fichiers dans le répertoire, le service capture le fichier et en fonction de son type et de son contenu, il l'oriente sur un des Endpoint proposés par le contrôleur Capture.

Ci-dessous, la sémantique en relation avec le contrôleur.

▪ **CaptureController**

Sémantique	URL externe
Capturer les nomenclatures xml	http://localhost:8080/captureXml
Capturer les vues éclatées 2D	http://localhost:8080/captureZip
Capturer les FID	http://localhost:8080/captureE43
Capturer les BOM	http://localhost:8080/captureBom

Tableau 8 - EndPoints CaptureController

Quelques particularités dans le traitement des données ont été prises en compte. Tout d'abord, pour le traitement des nomenclatures XML, c'est-à-dire la liste de pièces contenues dans une page. Un tri des données a été nécessaire car plusieurs métas données de pièces ne sont pas utiles dans le contexte du projet.

Pour les vues éclatées 2D, celles-ci sont contenues dans un fichier ZIP qu'il faut dans un premier temps dézipper avant de pouvoir atteindre le fichier SVG qui sera utilisé par la suite. La codification de ce fichier SVG n'est pas complète et ne permet pas de le retrouver lorsqu'il est sorti de son contexte. C'est pourquoi, j'ai dû compléter la numérotation pour des raisons de cohérence, en récupérant la numérotation du fichier ZIP qui, elle, est correcte.

Pour permettre une interaction et un dialogue avec la vue éclatée, j'ai rajouté une partie script dans le SVG pour le traitement des messages ainsi que l'activation des hotspots et des pièces. La gestion des messages au niveau du SVG avec la notion de « Web Messaging¹ » permet une communication entre documents issus d'origine différente. Typiquement dans mon cas où les fichiers SVG ne sont pas stockés sur le même serveur que l'application PartsView4.

▪ **UserController**

Sémantique	URL externe
Contrôle l'authentification de l'utilisateur	http://localhost:8080/auth

Tableau 9 - EndPoint UserController

Ce EndPoint est utilisé par l'application Partsvue pour authentifier un utilisateur et contrôler son accès en fonction de son rôle.

¹ Web Messaging or cross-document messaging, https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Messaging

■ PartsController

Sémantique	URL externe
Retourne les nœuds du parent	http://localhost:8080/bomd/{idDoc}/{idParent}
Retourne le Path d'un composant	http://localhost:8080/bomPath/{idDoc}/{idParent}/{idToc}
Recherche un terme	http://localhost:8080/search/{idDoc}/{searchTerm}
Charge le fichier svg	http://localhost:8080/drawings/{fileName:.+}
Retourne les dessins liés au composant	http://localhost:8080/drawing/{idDoc}/{idItem}
Retourne les vues éclatées du document E43	http://localhost:8080/drawingsE43/{idE43}

Tableau 10 - EndPoints PartsController

Les EndPoints fournis par PartsController sont utilisés par PartsView 4 pour l'affichage des données nécessaires à la visualisation.

Contrôle des fonctionnalités selon le cahier des charges.

N°	Catégorie	Description	Pondération *	Contrôle
S1	CompoCat4.0	Contrôle de l'intégrité des données en provenance de l'ERP et du PDM.	N	OK, contrôle des fichiers en entrée , zip, xml, bom, documents E43.
S2	CompoCat4.0	Traitement des données, ajout d'infos si nécessaire	R	OK, ajout des fonctionnalités de « web messaging » aux fichiers svg.
S3	CompoCat4.0	Chargement en base de données selon le modèle prédéfini	N	OK, chargement de toutes les données utilisées dans la visualisation.
S4	CompoCat4.0	Création du package de données pour la visualisation	N	OK , possibilité de créer un package par extraction des infos dans les tables. Mais l'utilisation à préconiser est plutôt un accès direct aux tables ce qui facilite les opérations en cas de mise à jour.
S5	CompoCat4.0	Création du package de données pour l'impression	O	Pas réalisé car déjà en place dans une autre application spécifique à l'impression.

Tableau 11 - Fonctionnalités Compocat 4

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

7.6 PartsView 4.0

PartView4.0 est la partie visualisation des données mises à disposition par CompoCat4.0.

Concernant PartsView4.0 ce doit être une plateforme web accessible « world wide » et utilisable sur les navigateurs actuels. Aucun plug-in ne doit être installé sur le poste client. Dans le cas du développement, le rajout de javascript pour rendre dynamique les fichiers SVG a été nécessaire.

- Gestion des accès utilisateurs
- Gestion de la sécurité des données
- Interface de navigation sous forme d'arbre
- Ecran de visualisation 2D avec des hotspots interactifs
- Fenêtre de visualisation détaillée pour les informations de pièce sélectionnée
- Outil de recherche d'informations par numéro de pièce, partie machine ou désignation.
- Possibilité de visualisation des modèles 3D

La solution PartView 4.0 est une application développée avec Angular. C'est la partie visible du projet, l'interface entre l'utilisateur et les données de la machine. Cette interface se veut intuitive à l'utilisation. Elle est constituée d'une barre de navigation horizontale et de trois zones.

La zone **1** contient le composant de navigation qui représente la structure hiérarchique des composants de la machine. La zone **2** propose la partie visualisation 2D, autrement dit les vues éclatées. Dans cette zone, nous affichons aussi l'outil de recherche lorsqu'il est sélectionné. Enfin la zone **3** liste les composants présents sur la vue éclatée qui est affichée.

Ces trois zones sont à la fois indépendantes mais étroitement liées les unes aux autres.

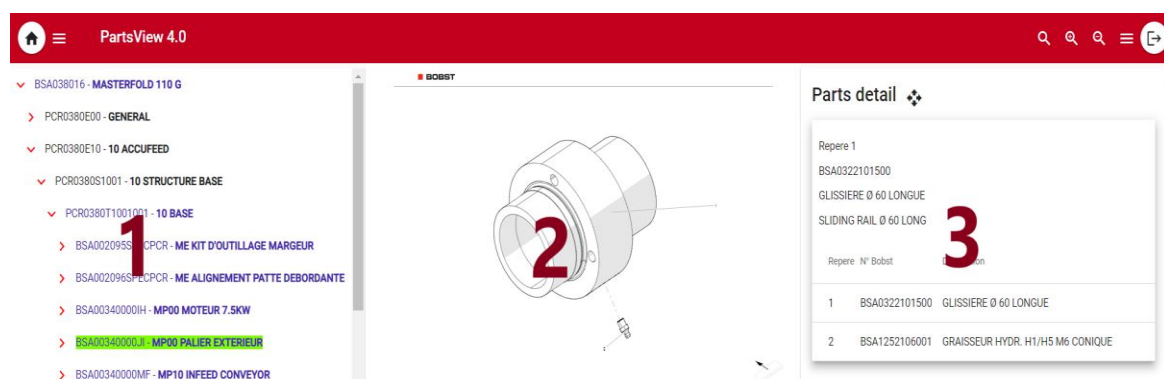


Figure 24 - PartsView 4, zones d'affichage

Dans la zone **1** de navigation, j'ai opté pour un chargement dynamique de la structure, ce qui évite des transferts de données trop importants et fluidifie la visualisation en diminuant les temps d'attente. Comme chaque niveau de la structure ne contient pas une vue éclatée, les niveaux qui contiennent un dessin sont mis en surbrillance.

La zone **2** s'occupe de visualiser le fichier SVG et un zoom est possible avec les icônes de la barre horizontale. Le SVG, grâce à sa couche script, est capable d'interagir avec la liste de pièces. Lors du survol de la souris sur une pièce ou un repère, les détails de la pièce sont affichés dans la zone **3**.

La zone **3** liste les pièces présentes sur la vue 2D en donnant les informations propres à chaque pièce, cette zone est aussi capable d'interagir avec la zone **2**. En cliquant sur un repère de la liste, la pièce choisie est sélectionnée dans le dessin ce qui permet de la situer géographiquement.

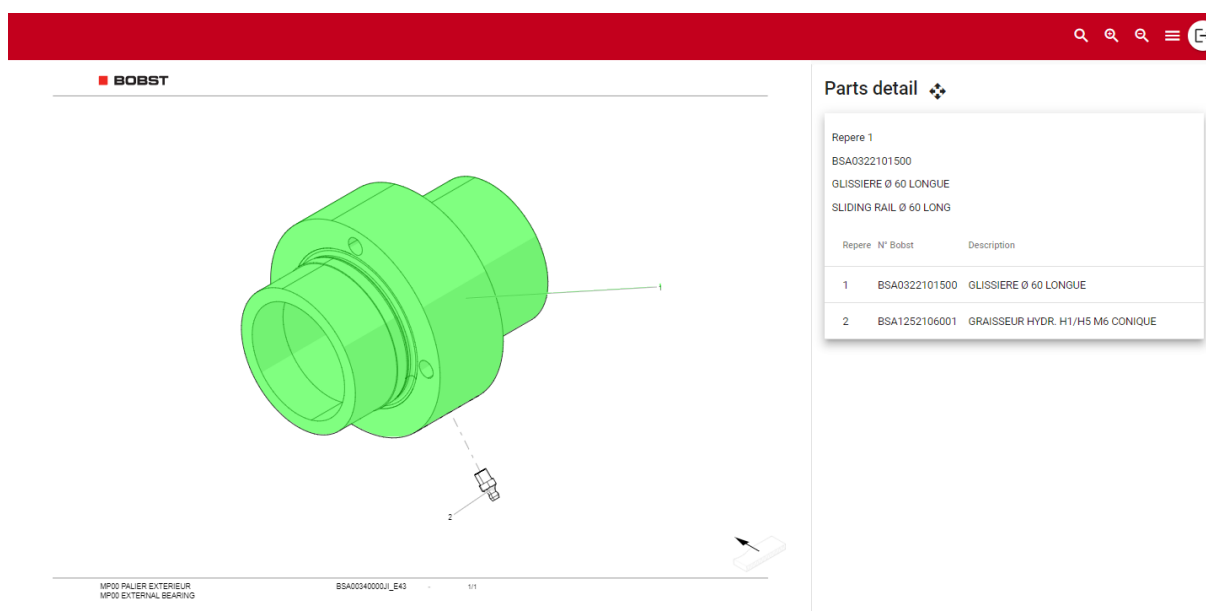
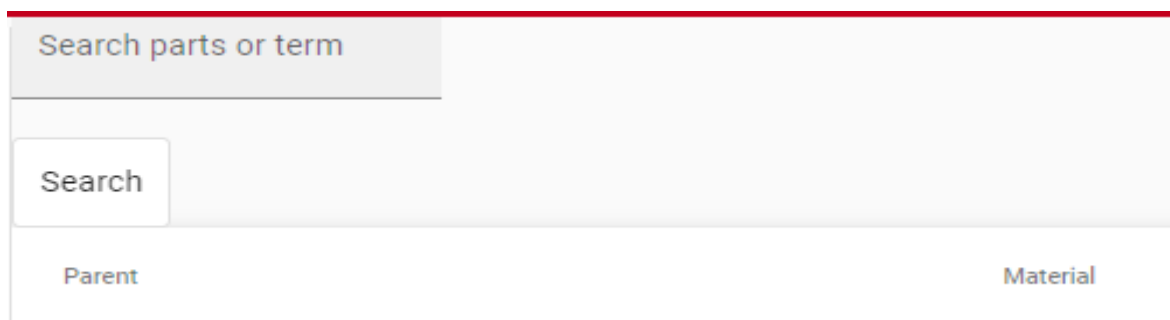


Figure 25 - Affichage du détail de pièce

Dans la barre de navigation horizontale, il est également possible de réaliser une recherche pour identifier une pièce ou une partie machine par son numéro Bobst ou sa désignation.



The screenshot shows a search bar with the placeholder text 'Search parts or term'. Below the search bar is a 'Search' button. At the bottom of the search bar, there are two tabs: 'Parent' and 'Material'.

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

Search parts or term levier		
Search		
Parent	Material	Description
BSA00340000LA	BSA0322239700	BUTEE POUR LEVIERS
BSA00340000MV	BSA0251261600	LEVIER
BSA03220000JR	BSA0629312700	LEVIER POUR BOGIE
BSA003400000H	BSA0322107800	LEVIER GAUCHE
BSA00340000LO	BSA0633307500	LEVIER GALET BRAS INFERIEUR

Figure 26 - Résultat de la recherche

J'ai de plus rajouté une possibilité de visualisation de modèles 3D. Dans cette version, la visualisation se fait au niveau d'une pièce. Grâce à un composant ngx-three incorporé à Angular. Ce composant est tiré de la librairie three.js et est adapté pour Angular. Toutes les pièces ne sont pas présentes en 3D, j'ai toutefois chargé quelques exemples pour se faire une idée du rendu.

Cette visualisation permet de déplacer la pièce dans l'espace ainsi que de régler la caméra et le zoom. Grâce à cette fonctionnalité, l'utilisateur peut identifier la pièce et contrôler les points non visibles sur le dessin 2D.

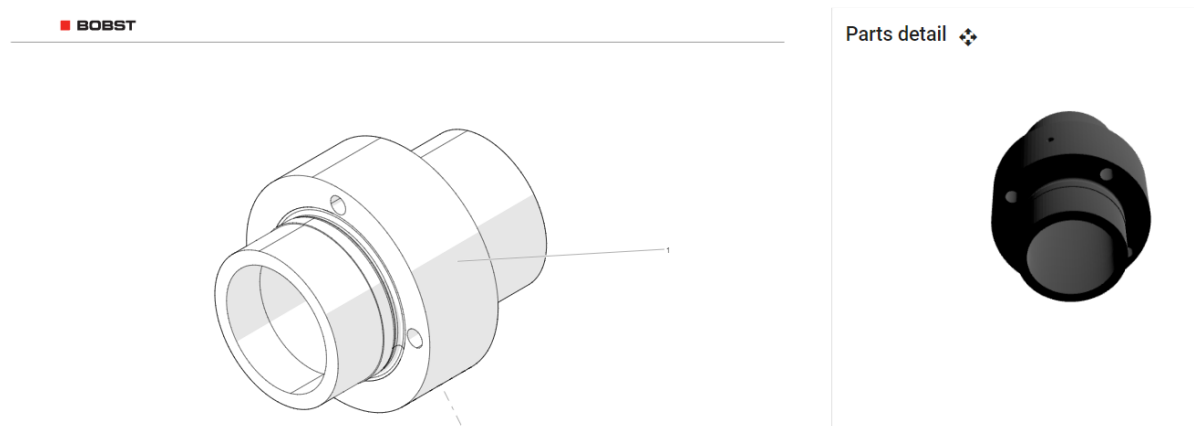


Figure 27 - Détail 3D d'une pièce

Contrôle des fonctionnalités selon le cahier des charges

N°	Catégorie	Description	Pondération *	Contrôle
S6	PartView4.0	Gestion des accès utilisateurs, différencier les techniciens Bobst des clients externes	O	Ok, actuellement deux rôles sont disponibles : intern et client
S7	PartView4.0	Gestion de la sécurité des données	R	OK, la sécurité des données et assurer par l'authentification des utilisateurs et la séparation entre la partie visualisation et traitement des données. Aucune donnée n'est stockée en local chez l'utilisateur.
S8	PartView4.0	Interface de navigation sous forme d'arbre	N	OK, visualisation hiérarchique dynamique
S9	PartView4.0	Ecran de visualisation 2D avec des hotspots interactifs	N	OK, visualisation des fichiers SVG avec hotspots de couleur
S10	PartView4.0	Fenêtre de visualisation détaillée pour les informations de pièce sélectionnée	N	OK, affichage du détail de chaque pièce présente sur la vue éclatée
S11	PartView4.0	Outil de recherche d'informations par numéro de pièce, partie machine ou désignation	N	OK, outil de recherche opérationnel
S12	PartView4.0	Visualisation des modèles 3D s'ils existent	O	OK, visualisation des pièces en 3D, chargement de quelques pièces témoin

Tableau 12 - Fonctionnalités PartsView 4

7.7 Tests

Les tests ont été décomposés en tests unitaires et fonctionnels sur les points importants du développement, ils ne couvrent pas toutes les fonctionnalités.

■ Tests unitaires

Plusieurs tests unitaires ont été établis, plus particulièrement sur la partie contrôleur pour la capture des données ainsi que sur les contrôleurs d'authentification et de restitution des

données pour l'application de visualisation PartsView 4. Ces tests doivent nous permettre de garantir un accès aux EndPoints et un contrôle des entrées / sorties de l'application.

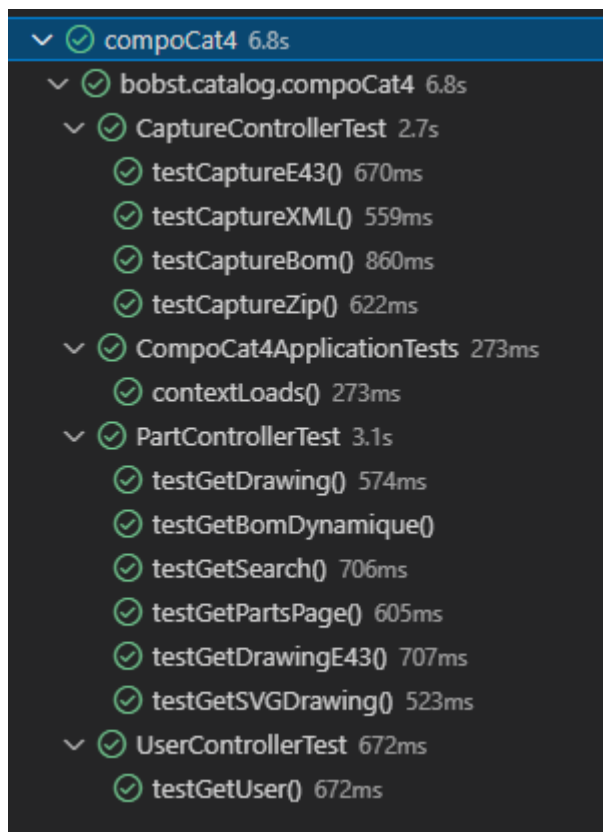


Figure 28 - Liste des tests unitaires

■ Tests fonctionnels

Pour les tests fonctionnels, j'ai déroulé plusieurs scénarios composés d'une liste d'actions afin de valider que le comportement obtenu soit bien conforme avec celui attendu.

- *Scénario C1* : Capture individuelle d'un fichier XML, Zip, Liste E43, BOM.
 - Copier un fichier dans le répertoire capture.
 - S'assurer que le « watch capture » démarre.
 - Vérifier que les données contenues dans le fichier ont été remontées dans les tables de la base de données.
 - Dans le cas d'un fichier zip, vérifier que le fichier svg a été récupéré et déposé au bon endroit.
 - Contrôler que le fichier initial se soit déplacé dans le répertoire « done » ou « error ».
 - Contrôler la table Cat_Log avec les entrées de traitement.
- *Scénario C2* : Capture d'un ensemble de document représentant un document E43
 - Copier un ensemble de fichiers de différents types dans le répertoire capture.
 - S'assurer que le « watch capture » démarre et traite tous les nouveaux fichiers.
 - Idem C1.

- *Scénario C3* : Capture en masse de 1000 fichiers
 - Idem C2, vérifier que l'application supporte la charge.
- *Scénario C2* : Capture d'un fichier existant
 - Vérifier que le fichier et les données ont été remplacées.
- *Scénario P1* : Tester l'ouverture de l'application PartView
 - Ouvrir l'application sur <https://localhost:4200>.
 - Vérifier que toutes les adresses complémentaires sont redirigées vers la base.



Figure 29 - Home page PartsView 4

-
- *Scénario P2* : Tester l'authentification
 - Introduire le user et le mot de passe.

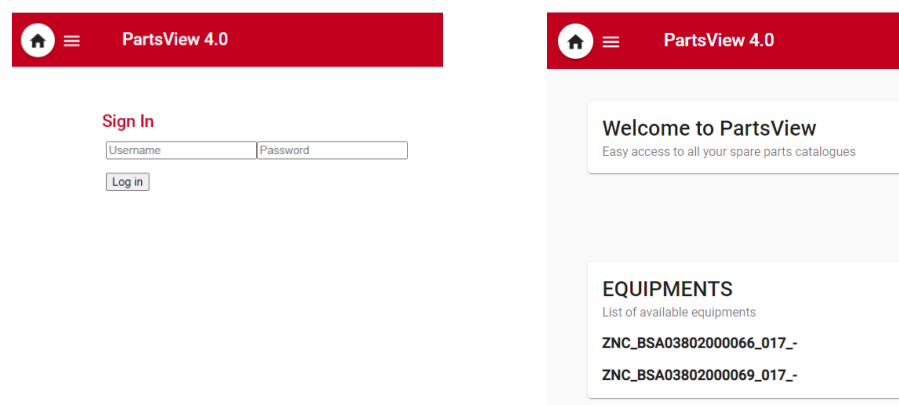


Figure 30 - Login PartsView 4

- Vérifier que l'affichage passe sur bienvenu avec la liste des documents disponibles selon le rôle de l'utilisateur.
- *Scénario P3* : Test de la navigation hiérarchique

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

- Vérifier le « cacher / visualiser » de la fenêtre de navigation avec l'icône hamburger de gauche.
- Contrôler que les niveaux s'affichent correctement.
- Vérifier que les niveaux qui ont un document associé s'affiche en bleu.
- Appuyer sur un niveau en bleu et contrôler que la première page du document s'affiche.

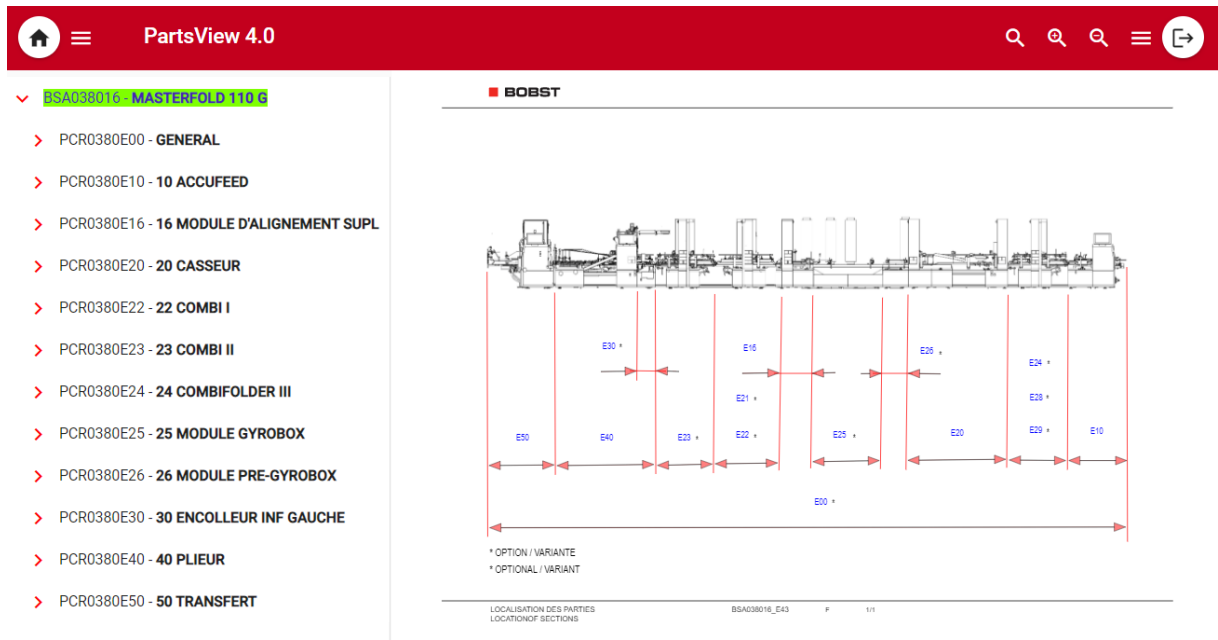


Figure 31 - Navigation PartsView 4

- Scénario P4 : Affichage dessin
 - Vérifier que la bonne version du dessin est affichée en fonction du numéro d'éclatement de la machine.
 - Vérifier que les boutons de pages s'affichent lorsque que le document contient plusieurs pages.
 - Contrôler le zoom avec les icônes de la barre de navigation.
 - Lors du passage de la souris au-dessus d'une pièce, celle-ci est identifiée dans la zone détail de la pièce.
- Scénario P5 : Affichage pièces
 - Vérifier l'affichage des pièces contenues sur la page, avec le menu hamburger de gauche.
 - Sélectionner une pièce, celle-ci doit être identifiée dans la zone dessin.
- Scénario P6 : Affichage modèle 3D
 - Vérifier l'affichage du modèle 3D (s'il existe) de la pièce sélectionnée.
 - Contrôler la manipulation du modèle dans la fenêtre de visualisation.
- Scénario P7 : Logout de l'application
 - Vérifier la sortie de l'application, retour sur la home page.
 - Contrôler la suppression de l'authentification.

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

8 Interprétation des résultats

Ce chapitre argumente la signification des résultats et la valeur du travail pour l'entreprise.

Les résultats obtenus à travers l'analyse des données de base et le processus de création du catalogue de pièces montrent plusieurs points importants. Tout d'abord, le processus actuel est complexe et toute la préparation des données ainsi que l'homogénéisation des données doivent rester en interne pour bénéficier d'une certaine flexibilité en cas de changement.

Pour la partie visualisation, je suis davantage partagé. En effet, une conception en interne est en harmonie avec nos besoins mais comporte l'inconvénient de devoir être maintenu dans le temps avec son lot de modifications et d'adaptations aux nouvelles technologies, ce qui positionnerait l'entreprise dans la même situation qu'actuellement.

L'avantage de travailler avec une solution du marché est de bénéficier des dernières technologies et de compter sur une structure dédiée au développement de l'application. Dans une vision à plus long terme avec l'arrivée de la 3D et de la réalité augmentée, de nouvelles opportunités vont inévitablement apparaître et seront certainement mieux prises en charge par une société spécialisée dont le cœur de métier et le catalogue de pièce de rechange.

Par contre cette option va nécessiter un temps de transfert des connaissances et d'adaptation de nos données de base plus important. Là aussi deux solutions s'offrent à l'entreprise, adapter nos données de base pour utiliser la solution standard ou demander un développement spécifique qui entraînerait un surcoût au niveau de l'application.

En conclusion, la courbe d'apprentissage du partenaire sera plus longue que nos équipes internes mais avec un résultat technique plus abouti et pérenne.

9 Problèmes rencontrés et solutions appliquées ou développées

- La structure complète d'une machine est constituée de plusieurs milliers de pièces. Lors de mes premiers essais j'ai essayé de charger l'entier de la structure hiérarchique dans le composant de navigation ce qui a provoqué des lenteurs et des erreurs.
 - Solution : élaboration d'un chargement dynamique de la structure machine en n'affichant que les niveaux choisis par l'utilisateur.
- L'interaction vers et depuis le fichier SVG posait des problèmes de sécurité CORS comme les fichier SVG et les composants Angular ne sont pas sur les mêmes serveurs.
 - Solution : utilisation du « Web-Messaging » avec un contrôle des origines.
- Les données de base ne sont pas complètement cohérentes ; parfois il manquait des informations.
 - Solution : correction de certaines données manquantes comme la numérotation des fichiers.
 - Point à traiter : les traductions sont incomplètes donc il n'est pas possible de faire une gestion des langues pour l'application PartsView ; cette remarque est aussi valable pour une solution du marché.

10 Contribution novatrice

Ce projet expose une dimension plus technique et facilite l'utilisation des catalogues de pièces. Il réduit le temps de traitement par catalogue et propose une solution de gestion des modifications qui est plus efficace grâce au « single sourcing ». Il permet aussi de gérer des données hétérogènes qui ne sont pas prises en charge telles quelles par des solutions du marché.

Dans les faits, les technologies utilisées ne sont pas nouvelles en soit mais appliquées au monde de l'industrie, c'est une réelle nouveauté.

Tout en abordant la gestion des données, la sécurité, l'intégrité et la notion de source unique pour éviter la duplication de l'information, le présent travail apporte une simplification de la gestion et de la visualisation des catalogues de pièces, ce qui diminue la courbe d'apprentissage pour nos clients et nos techniciens.

11 Recommandations et suite à donner

Nous allons formuler quelles améliorations pourraient être apportées au projet et quelle suite envisager.

11.1 Recommandations

Ce projet ne traite pas des fonctionnalités liées au commande de pièces, ni du prix et de la disponibilité. J'en ai partiellement tenu compte dans le modèle de données mais il doit être complété pour répondre à ce besoin.

L'intégration avec SAP devrait être automatisée en développant des web services côté SAP pour l'accès direct aux informations de BOM d'une machine, à l'extraction de documents et aux informations liées à un composant.

Un point d'attention est à considérer concernant les données de base qui ne sont pas toujours de bonne qualité. Il manque souvent des désignations dans les langues ce qui empêche de développer un catalogue disponible dans d'autres langues que le français et l'anglais.

La visualisation des modèle 3D par pièce et une bonne approche. Elle doit cependant être automatisée en créant systématiquement le modèle 3D au format adéquat, lors de la création sur le logiciel de conception 3D. Cette visualisation de pièce 3D devrait être complétée par la possibilité de visualiser un assemblage représentant le GOC ou la sous-section avec des fonctionnalités comme afficher ou masquer certaines pièces.

11.2 Suite à donner

Dans le cadre des initiatives BOBST, un nouveau projet a été initié pour la gestion des catalogues de pièces de rechange et s'appuiera en partie sur ce travail et ses recommandations. Je fais partie du groupe de travail et il est suivi et piloté par M. Bobst Ceonn, Global Sales Development Funnel Project Manager. Ceci pour une mise en production prévue pour 2023.

12 Conclusions

Ce rapport met en lumière que le processus de création des catalogues de pièces n'est pas trivial. Il nécessite des connaissances approfondies au niveau de la gestion des données de base et de leur imbrication.

Le projet démontre qu'il est primordial d'homogénéiser ces données pour pouvoir les utiliser soit par une application interne ou par une solution du marché. La clé du succès est étroitement liée à cette standardisation des données qui doit être faite le plus en amont du processus de création.

L'étude de marché pour la solution de visualisation a permis de prouver la faisabilité avec nos données. Il faut cependant encore mener un pilote pour valider et consolider le processus avec la société Quanos ; une offre est déjà en cours.

Dans l'ensemble, l'étude et les développements autour de ce projet ont été très enrichissants d'un point de vue humain avec les contacts établis en interne et en externe, mais aussi d'un point de vue techniques avec le traitement du sujet de bout en bout.

Ce travail sera utilisé dans le cadre du projet BOBST et orientera les premières réflexions et actions dans l'intention de déployer une version en production pour le courant 2023.

13 Références

Tous les liens et les références sont valides lors de leur consultation en mai 2022.

RESSOURCES DU PROJET

- Catalogue 4, rapport, annexes, <https://github.com/sebastienvial/Catalogue-Interactif>
- Compocat 4, développement, <https://github.com/sebastienvial/compocat4>
- PartsView 4, développement, <https://github.com/sebastienvial/partsview4>
- Maquette Quanos 2d,
https://demo2.quanos-service-solutions.com/bobst_20210702/public/index.php
User: demo
Password: Demo\$BT2021
- Maquette 3D:
Lien: https://demo2.quanos-service-solutions.com/bobst_3d_20211126/public/index.php
User: demo
Password: Demo\$BD2021

SOLUTIONS DE CATALOGUE DE PIECE DE RECHANGE

- InteractiveSPares, <https://interactivespares.com>
- Quanos, <https://quanos-service-solutions.com>
- 3D ContentCentral, <https://www.3dcontentcentral.com/>
- EzParts, <https://www.sysonline.com/ezparts-electronic-parts-catalog-features>
- eCATALOGsolutions, <https://partsolutions.com/products/>
- door2solution, <https://door2solution.com/door2parts-en.html>
- sygest, <https://www.sygest.com/en/>
- Intelli Catalogue -OEM, <https://www.intellinetsystem.com/inteli-catalogue-oem.htm>

LOGICIELS, FRAMEWORK, LIBRAIRIES

- VisualStudio, <https://visualstudio.microsoft.com/fr/>
- Spring Boot, <https://spring.io/projects/spring-boot>
- PostgreSQL, <https://fr.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
- Angular, <https://angular.io/>
- Angular Material, <https://v7.material.angular.io/>
- Angular ngx three, <https://github.com/demike/ngx-three>

ELEMENTS TECHNIQUES

- Angular documentation, <https://mediacomem.github.io/comem-masrad-dfa/latest/>
- Typescript, <https://www.typescriptlang.org/>
- REST Api, https://fr.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer
- Web-Messaging, https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Messaging
- Svg et javascript, https://edutechwiki.unige.ch/fr/SVG_avec_JavaScript,
<https://www.petercollingridge.co.uk/tutorials/svg/interactive/javascript/>

The content of this document is confidential. Any use not in accordance with its purpose, any dissemination, copying or disclosure, either whole or partial is prohibited without prior formal approval.

14 Annexes

- Formulaire d'inscription
- Cahier des charges détaillé
- Grille d'évaluation des solutions du marché
- Protocole d'échange de données avec Quanos
- Gestion des risques
- Organisation des répertoires et fichiers