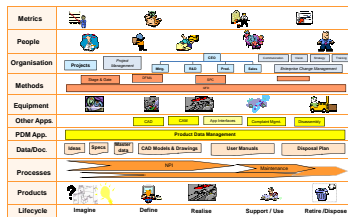


Les PLM (*Product Lifecycle Management*)

Jean-Yves Didier

didier@ufrst.univ-evry.fr

The PLM Grid : Scope, Phases & Components



John Stark, 2011

- 1 Concepts associés aux PLM
 - Concepts généraux
 - Un concept multi-forme
- 2 Processus et fonctionnalités du PLM
- 3 Interopérabilité des données
 - Problématique et définitions
 - Formats courants d'échange
 - Le format STEP – ISO 10303
- 4 Conclusion

- ① Concepts associés aux PLM
 - Concepts généraux
 - Un concept multi-forme
- ② Processus et fonctionnalités du PLM
- ③ Interopérabilité des données
 - Problématique et définitions
 - Formats courants d'échange
 - Le format STEP – ISO 10303
- ④ Conclusion

Product Life-cycle Management (PLM)

Définition

- Activité de gestion d'un produit industriel tout au long de leur cycle de vie : de la première idée du produit jusqu'à son retrait et son recyclage ;
- Gère, pour une entreprise, de manière intégrée, toutes les parties des produits et les produits de cette dernière !

Les PLM ne sont pas que des logiciels !

- cadre organisationnel ;
- ensemble de concepts ;
- ensemble de méthodes ;
- boîte à outils logiciels.

PLM

Point de vue fonctionnel

- ensemble d'éléments (outils informatiques, dispositif organisationnel, méthodes de travail) du système d'information ;
- gère les informations issues des différentes étapes de la vie des produits industriels ;
- exécute les processus ;
- mets à disposition toutes ces informations aux différents acteurs de l'entreprise.

PLM, un des 4 piliers de l'entreprise numérique

Les 4 piliers

- gestion du référentiel produit ;
- gestion de la relation client (*Customer Relationship Management – CRM*) ;
- gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management – SCM*) ;
- progiciel de gestion intégré (*Enterprise Resource Planning – ERP*).

Pourquoi les PLM ?

- Résoudre les dysfonctionnements historiques :
 - ▶ Éviter les erreurs sur les données ;
 - ▶ Sécuriser les données ;
- Optimiser le développement des produits :
 - ▶ Automatiser les processus ;
 - ▶ Suivre l'exécution des processus.
- Favoriser la performance :
 - ▶ Pérenniser son savoir-faire pour innover ;
 - ▶ Augmenter la productivité à toutes les étapes ;
 - ▶ Favoriser la **collaboration** en interne ou en externe.

Bénéfices du PLM

- Réduction du délai de mise sur le marché (*time to market*) ;
- Amélioration de la qualité du produit ;
- Réduction du coût des prototypes ;
- Réduction des déchets.

PLM = gestion du référentiel produit

- Utilisé et modifié pendant les phases de cycle de vie du produit :
 - ▶ définition ;
 - ▶ fabrication ;
 - ▶ soutien logistique.

Fonctions et contenu du référentiel

- gérer les produits livrés ;
- gérer les produits en opération ;
- identification par numéro de série ;
- intégration des données d'exploitation et de maintenance.

Construire un référentiel

Identification de :

- domaines d'action de l'entreprise ;
- pour chaque domaine : processus opérationnels de création de valeur ajoutée ;
- pour chaque processus : acteur, populations d'entités (clients, produits, fournisseurs, documents) ;
- pour chaque population : classes, composants, attributs + règles de gestion, interfaces, cas d'utilisation, cycle de vie.

PLM = gestion de la définition des produits (1/2)

Définition des produits

- Ensemble des spécifications d'un produit élaboré par les équipes de développement de l'entreprise ;
- Sert de référence vis-à-vis de ses clients et du marché ;
- Sert de référence pour les équipes de production et de maintenance.
- Est virtuelle (numérique) ;
- Construite, validée et publiée suivant des règles précises (*workflow* – déroulement des opérations) ;
- Définition qui évolue au cours de la vie (*lifecycle*) du produit sous l'effet des modifications (*changes*) demandées par le client et les autres département de l'entreprise.

PLM = gestion de la définition des produits (2/2)

Documents nécessaires pour définir un produit

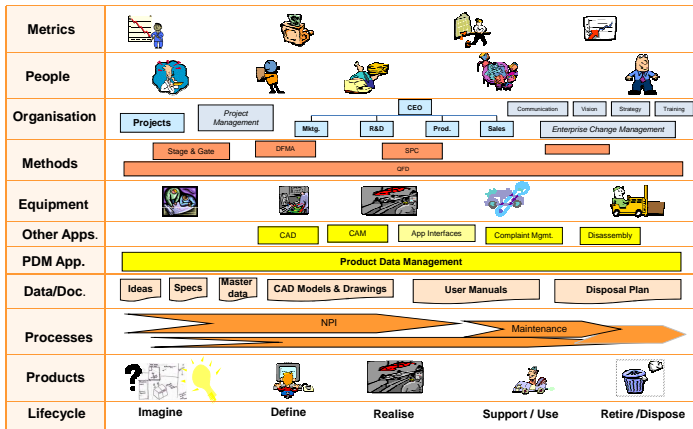
- nomenclature du produit (*Bill of Materials – BOM*), décomposition de produit en composants centrés sur les métiers du développement : conception, études, industrialisation, besoins ;
- représentations de ce produit et de ses composants : documents, plans, modèles issus de la CAO et de la simulation numérique, maquette numérique, conservés dans une « armoire électronique » ou « coffre » (*vault*).

- 1 Concepts associés aux PLM
 - Concepts généraux
 - Un concept multi-forme
- 2 Processus et fonctionnalités du PLM
- 3 Interopérabilité des données
 - Problématique et définitions
 - Formats courants d'échange
 - Le format STEP – ISO 10303
- 4 Conclusion

Processus du PLM

- Conception assistée par ordinateur (CAO) ;
- Gestion de la maquette numérique (DMU ou BIM) ;
- Simulation numérique ;
- Gestion Électronique des Données et Documents Techniques ;
- Gestion de configuration ;
- Gestion des modifications ;
- Gestion des connaissances métier ;
- Gestion des projets.

The PLM Grid : Scope, Phases & Components



John Stark, 2011

Principales fonctionnalités du PLM (1/2)

- Coffre-fort sécurisé :
 - ▶ Stockage et contrôle des données ;
- Accès simplifié :
 - ▶ Accès par un navigateur Web ;
 - ▶ Accès par les outils métiers ;
- Gestion des configurations :
 - ▶ Gestion des structures Produit
- Gestion des processus de modification :
 - ▶ Contrôle des droits d'accès
 - ▶ Système de Workflow ;
- Gestion de la collaboration
 - ▶ Espaces de travail partagés
 - ▶ Outils de collaboration synchrones / asynchrones
- Intégration avec outils métiers :
 - ▶ CAO, FAO, Bureautique, Gestion de projet ;

Principales fonctionnalités du PLM (2/2)

- ▶ ERP, GPAO, ...
- Visualisation 2D/3D
- Configuration du système :
 - ▶ Construction du PLM par rapport aux besoins de l'entreprise.

Le concept principal

Les PLM sont de grosses bases de données/système d'informations interagissant avec d'autres logiciels/systèmes d'information de l'entreprise.

Gestion des fichiers

Informations à visualiser

- Information sur l'objet : référence, désignation
- Information sur la version du document
- Information sur l'état du document (développement, réalisation, initial, archive, en travail, accepté, pour annulation, etc)

Le fichier et des données le concernant

- Données sur les données = Métadonnées
- Metadonnées = ensemble structuré d'informations servant à décrire une ressource

Autre vue des fonctionnalités du PLM

Gérer les données

- Structurer ;
- Stocker ;
- Décrire ;
- Décrire l'état de la maturation ;
- Retrouver ;
- Gérer la version ;
- Partager et/ou protéger.

Gérer les processus

- Définir les rôles ;
- Résoudre les rôles dans un environnement projet ;
- Définir et gérer les processus (*workflow*) ;
- Définir et gérer les processus clés ;
- Gérer les tâches.

Gérer la diversité produit

- Structurer le produit ;
- Définir les vues métier ;
- Gérer les configurations.

Gérer les données CAO

- Interfacer avec CAO.

Gestion électronique des données

Travail collaboratif / processus

Système PLM

Principes communs aux PLM

- L'information gérée est :
 - ▶ Structurée ;
 - ▶ Enrichie ;
 - ▶ Unique.
- Traçabilité :
 - ▶ Historisation : gestion de version ;
 - ▶ Trace de l'activité : qui a fait quoi ?
 - ▶ Cycle de vie des données (maturité)
- Mécanismes de réservation
- Vues métiers

Ce qui fait la force du PLM (1/2)

Cas des échanges de données sans règles ni outils

- Exemple de l'A380 ;
- Cycle impliquant un sous-traitant associé à un composant :
 - ▶ Extraction des données du SGDT ;
 - ▶ Conversion au format lisible par le sous-traitant ;
 - ▶ Envoi chez le sous-traitant ;
 - ▶ Chemin inverse jusqu'au donneur d'ordre.
- Durée itération : 1 mois (1 itération/mois).

Cas des échanges structurés par un PLM

- Échanges en ligne ;
- Durée itération : 1 semaine (4 itérations/mois).

Ce qui fait la force du PLM (2/2)

Le pour et le contre

Avantages

- Sous-traitant autonome ;
- Échange des données nécessaires et suffisantes ;
- Délai réduit / gain de temps ;
- Qualité accrue / gain d'argent.

Les points à surveiller

- Réseau haut-débit sécurisé ;
- Formation des sous-traitants ;
- Confidentialité des données.

Les éditeurs de solution PLM (1/2)

- Les éditeurs issus de la CAO :
 - ▶ Autodesk PLM ;
 - ▶ Dassault Systèmes (Smarteam, MatrixOne, Enovia) ;
 - ▶ PTC (Windchill).
- Les éditeurs issus de l'ERP :
 - ▶ SAP (SAP-PLM) ;
 - ▶ Cegid (Isoflex).
- Les grands groupes industriels ou technologiques :
 - ▶ Oracle (Agile) ;
 - ▶ Siemens (Teamcenter).
- Les éditeurs non liés à une CAO :
 - ▶ Assetium (Audros) ;
 - ▶ Lascom (Advitium).

Les éditeurs de solution PLM (2/2)

Sans oublier les solutions *OpenSource* !

- OpenPLM ;
- DocDokuPLM ;
- Aras Innovator ;
- Ranchbe.

Les évolutions du PLM

- Une utilisation renforcée des standards du Web (services Web, ...);
- Une intégration poussée des outils métiers :
 - ▶ L'un des points faibles : les éditeurs n'ont pas intérêt à produire des solutions facilement interopérables !
- Des solutions dématérialisées (cloud) :
 - ▶ Avec les problèmes de sécurité et localisation de la donnée.

Coût de la mise en place d'un PLM (1/2)

Coût du logiciel

Coût en fonction des licences accordées :

- par utilisateur ;
- par poste installé ;
- par poste flottant ;
- par composant CAO ;
- par connections client ;
- par espace de stockage nécessaire ;
- par processeur sur les serveurs.

Coût de la mise en place d'un PLM (2/2)

Coût intégrateur

- Aide au déploiement de la solution PLM en entreprise ;
- Coût le plus important du projet ;
- Coût additionnel : développements spécifiques.

Coût interne (trop souvent sous-évalué)

- Formation des utilisateurs ;
- Mobilisation du personnel et des ressources dans le déploiement ;
- Mise à jour des infrastructures ;
- Reprise des données ;
- Maintenance et gestion des mises à jour.

Les précautions à prendre

- Un PLM prend du temps à être déployé ;
- Étaler le déploiement en plusieurs phases ;
- Le déploiement du PLM peut se heurter à la résistance des utilisateurs ;
- Le PLM doit être intégré à l'environnement logiciel de l'entreprise ;
- L'évaluation des coûts.

Étude de document

PLM at CERN – A True Challenge

- ① En quoi le LHC est-il un système complexe ?
- ② Quelles sont les motivations du CERN pour utiliser un PLM ?
- ③ Quels sont les processus métiers supportés par le PLM du CERN ?
- ④ Combien d'équipements sont suivis par EDMS ?
- ⑤ Quels sont les bénéfices tirés du passage à un PLM ?
- ⑥ Quels sont les problèmes rencontrés lors du déploiement et comment le CERN y a fait face ?

Question bonus :

- Quelle est la solution technique adoptée par le CERN ?

- 1 Concepts associés aux PLM
 - Concepts généraux
 - Un concept multi-forme
- 2 Processus et fonctionnalités du PLM
- 3 **Interopérabilité des données**
 - Problématique et définitions
 - Formats courants d'échange
 - Le format STEP – ISO 10303
- 4 Conclusion

Problématique

PLM = outil d'échange, MAIS

- plusieurs applications s'interfaçent avec le PLM, chacune avec son format de données ;
- un PLM est aussi un outil *business-to-business* rapprochant, dans l'entreprise étendue, des entreprises aux outils et aux méthodes différentes.

Interopérabilité (1/1)

Définition – Interopérabilité

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

Définition – Interface

Point de communication situé à la frontière entre deux entités.

Domaine de l'interopérabilité

Notion d'échange étendue qui recouvre :

- L'échange à proprement parler entre logiciels/plateformes ;
- La migration des données ;
- La simplification ;
- L'archivage des données.

Interopérabilité des échanges (1/3)

Le problème le plus courant

- Concerne les échanges entre des entreprises différentes ;
- Exemple : échange de modèle entre donneur d'ordre et ses sous-traitants.

Les problèmes

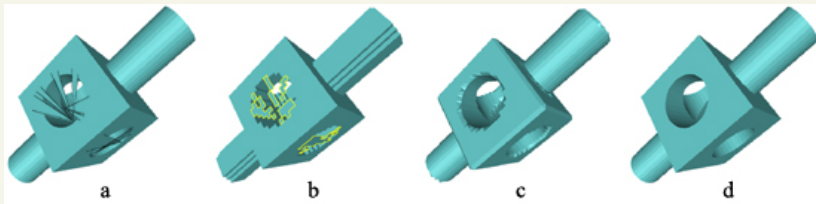
Côté sous-traitant :

- lecture du modèle : format natif non reconnu à convertir ;
- format converti : validité non connue.

Interopérabilité des échanges (2/3)

Exemples de problèmes de validité

- Modification des courbes de surface ;
- Surfaces discontinues, volumes non fermés ;
- Modification de la hiérarchie des assemblages ;
- ...



Exemples du logiciel *Polymender*

Interopérabilité des échanges (3/3)

Réparation des géométries

- Une étape parfois nécessaire ;
- Un travail à part entière ;
- Des sociétés spécialisées dans ce domaine :
 - ▶ Exemple : ITI/Transcendata, CADInterop, ...

La migration (1/3)

Contexte

- Mise à jour vers un nouveau logiciel de CAO ;
- Changement de version d'un logiciel de CAO.

Les problèmes

- Migration qui peut s'avérer longue ;
- Conserver le même logiciel ne garantit pas forcément l'interopérabilité !

La migration (2/3)

Passage de Catia V4 à V5

L'Airbus A380, ça vous rappelle des souvenirs ?

Exemple d'une aube de turbine



La migration (3/3)

Solutions

- Conversion automatique :
 - ▶ Modèle sous-optimisé à cause de perte d'information.
- Remastérisation :
 - ▶ Re-modélisation manuelle des études ;
 - ▶ Préparation possible en s'appuyant sur des géométries converties ;
 - ▶ Nécessite une phase de vérification et de comparaison.
- Là encore, des sociétés spécialisées.

La simplification

Contexte

Utilisation d'une même géométrie pour deux outils aux finalités différentes :

- Les logiciels CAO ;
- Les logiciels discrétisant les surfaces et les volumes :
 - ▶ Les logiciels de simulation et de calcul de structure ;
 - ▶ Les logiciels d'impression 3D.

Les problèmes

- Les surfaces et volumes doivent être rééchantillonnés pour les logiciels de calcul de structure opérant par discrétisation ;
- De la qualité de l'échantillonnage dépend la qualité du calcul ou de l'impression !

L'archivage (1/2)

Contexte

- Un projet abouti peut ressortir quelques années plus tard ;
- Des obligations réglementaires de conserver les données techniques plusieurs années.

Le problème

- Pourra-t-on relire les données quelques années plus tard ?

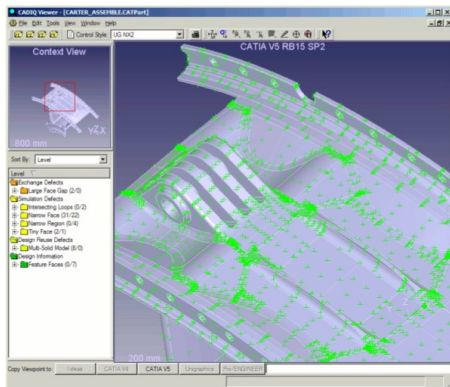
La solution

- S'appuyer sur des standards d'échange ;
- Les standards garantissent la pérennité.

L'archivage (2/2)

Sauvegarde STEP à points

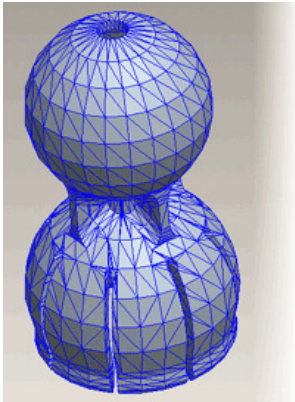
- Archivage au format STEP AP214;
- Fichier enrichi d'un nuage de point pour contrôle.



IGES

- IGES = *Initial Graphics Exchange Specification* ;
- Format datant de 1979 ;
- Ne fournit que des informations filaires ou surfaciques ;
- Nécessite une reconstruction volumique ;
- Ne conserve pas d'historique des pièces.

STL



- STL = *STereoLitography*;
- Provient du monde du prototypage rapide (beaucoup utilisé pour l'impression 3D) ;
- Consiste à mailler les surfaces par des bandes de triangles ;
- Discrétise la géométrie.

3DXML

- Format créé par Dassault Système ;
- Se veut ouvert – dans les faits, archive compressée contenant des données XML (format ouvert) et des données propriétaires ;
- Peut-être visualisé, par le biais de plugins, dans le navigateur internet.

Format STEP (1/5)

Un standard

- STEP = *STandard for the Exchange of Product model data* ;
- Normalisé sous l'appellation ISO 10303 ;
- Est associé à une géométrie et aux données associées au processus de conception/réalisation (**ressources intégrées**).

Catégories de ressources intégrées

- Ressources génériques ;
- Ressources d'application.

Format STEP (2/5)

Exemples de ressources génériques

- Description de la pièce ou du produit ;
- Définition géométrique et topologique de la pièce ;
- Structure produit ;
- Matériaux associés ;
- Tolérances de formes et dimensionnelles ;
- Configurations produits ;
- Processus de fabrication.

Format STEP (3/5)

Exemples de ressources d'applications

- Mise en plan, nomenclature, tolérancement 3D ;
- Assemblage ;
- Calcul de structure / simulation (modélisation par éléments finis) ;
- Comportement cinématique et dynamique.

Principe du format STEP

- Séparé en partie permettant de définir les données exportées ;
- Décrit un choix de sous-formats d'exportation selon l'utilisation du produit (en réalité des parties également).

Format STEP (4/5)

Parties STEP

- 11 à 13 Description du produit ;
- 21 à 30 Description de l'assemblage ;
- 31 à 35 Spécification de la mise en place d'un test de conformité ;
- 41 à 58 Spécification des ressources génériques ;
- 101 à 106 Spécification des ressources d'applications ;
- 201 à 240 Sous-formats STEP (*Application Protocols*).

Format STEP (5/5)

Sous-formats STEP principaux

- AP203 Conception 3D de parties mécanique et assemblage sous contrôle de configuration (Utilisé pour la CAO) ;
- AP209 Structure composites et métalliques ;
- AP210 Assemblage électronique et interconnexions ;
- AP214 A la base pour la conception dans le secteur automobile – sections sur archivage et services PLM ;
- AP221 Donnée fonctionnelles et représentation schématiques pour les usines de transformation ;
- AP238 Modèle de données pour les contrôleurs numériques informatisés ;
- AP239 Support du cycle de vie produit ;

...

Conclusion

Le PLM en quelques lignes

- un des socles du système d'information de l'entreprise ;
- un ensemble de logiciels stockant, contrôlant et mettant à disposition les informations des applications métier ;
- une solution à adapter aux besoins et modes de fonctionnement de l'entreprise.

Cela fait beaucoup de choses

Mais ce n'est pas la solution ultime à tous les problèmes.

Raisons d'opter pour un PLM

- Capitalisation du patrimoine technique ;
- Optimisation des développements de produit ;
- Augmentation des performances et adaptation de l'entreprise.

Ressources (1/2)

Webographie :

- Cours de Sébastien Thibaud – <http://sebastien.thibaud.free.fr>
- Site de ITI/Transcendata – <http://www.transcendata.com>
- Site de Ingetech – <http://www.ingetech.fr>
- Site de CADInterop – <http://www.cadinterop.com>

Ressources (2/2)

Bibliographie :

- *Product Lifecycle Management : 21st Century Paradigm for Product Realisation (Decision Engineering)* – John Starck – Springer, 2011
- *Une Introduction au Product Lifecycle Management – Gestion collaborative du Cycle de Vie des Produits* – Sébastien Thibaud – 2007
- *Les principaux concepts des systèmes PLM* – Journées du PLM – 2009
- *Polygon mesh repairing : An application perspective* – Marco Attene, Marcel Campen, Leif Kobbelt, ACM Computing Surveys (CSUR), 2013