UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE
COMPIÈGNE

LABORATOIRE ROBERVAL - UTC-CNRS - UMR 7337

Unité de Recherche en Mécanique - LRM

Regard croisé sur la transformation numérique des industries manufacturières et du BTP : retour d'expérience sur 30 ans de mutualisation pédagogique et logicielle en mécanique et productique

Prof. Benoît Eynard

Directeur du GIS AIP-PRIMECA

- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
- PLM : perspectives de développement
- Conclusion

- Benoît Eynard est enseignant-chercheur au sein du département Génie des Systèmes Mécanique de l'Université de Technologie de Compiègne depuis 2007. Actuellement, il est également directeur général du réseau national AIP-PRIMECA (Atelier Inter-Etablissements de Productique – Pôle de Ressources Informatique pour la MECAnique – www.aip-primeca.net). En 1999 après un doctorat en Productique obtenu à l'Université de Bordeaux, il a rejoint l'Université de Technologie de Troyes pour prendre la responsabilité de la spécialisation d'ingénieur en Technologies de l'Information pour la Mécanique. Il est également membre de l'Association Française de Mécanique, de la Design Society et du WG 5.1. de l'International Federation for Information Processing s'intéressant au « global product development for the whole life-cycle ». En tant que membre de l'UMR CNRS 7337 Roberval, ses principaux travaux de recherche portent sur le PLM, la conception intégrée, l'éco-conception, l'ingénierie système et l'usine numérique.

- Eynard B., Bosch-Mauchand M. (2015), Integrated Design and Smart Manufacturing, *Concurrent Engineering: Research and Applications*, vol. 23, n° 4, pp. 281-283
- Bricogne M., Rivest L., Troussier N., Eynard B. (2014), Concurrent versioning principles for collaboration: towards PLM for hardware and software data management, *International Journal of Product Oddslot Lifecycle Management*, vol. 7, n° 1, pp. 17–37
- Bosch-Mauchand M., Belkadi F., Bricogne M., Eynard B. (2013) Knowledge-based assessment of manufacturing process performance: Integration of product lifecycle management and value-chain simulation approaches, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 26, n° 5, pp. 453-473
- Assouroko I., Troussier N., Ducellier G., Eynard B., Boutinaud Ph. (2010) Survey on standards for product data exchange and sharing: application in CAD/CAE interoperability, *International Journal of Design and Innovation Research*, vol. 5, n°10, pp. 9-15
- Zhou C.H., Eynard B., Roucoules L. (2009) Interoperability between PLM and RoHS Compliance Management based on XML and Smart Client, *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, vol. 9, n° 3
- Remy S., Ducellier G., Charles S., Eynard B. (2008) Advanced STEP Parameterized and Constrained Features for Reverse Engineering, *International Journal of Computer Applications in Technology*, vol. 32, n° 1, pp. 1-11
- Eynard B., Gallet T., Nowak P., Roucoules L. (2004) UML based Specifications of PDM Product Structure and Workflow, *Computers in Industry*, vol. 55, n° 3, pp. 301-316

- **Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances**
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - Simulation Data Management
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - Reverse Engineering
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - PLM et PME

- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - **Quelques définitions et caractéristiques**
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - Simulation Data Management
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - Reverse Engineering
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - PLM et PME

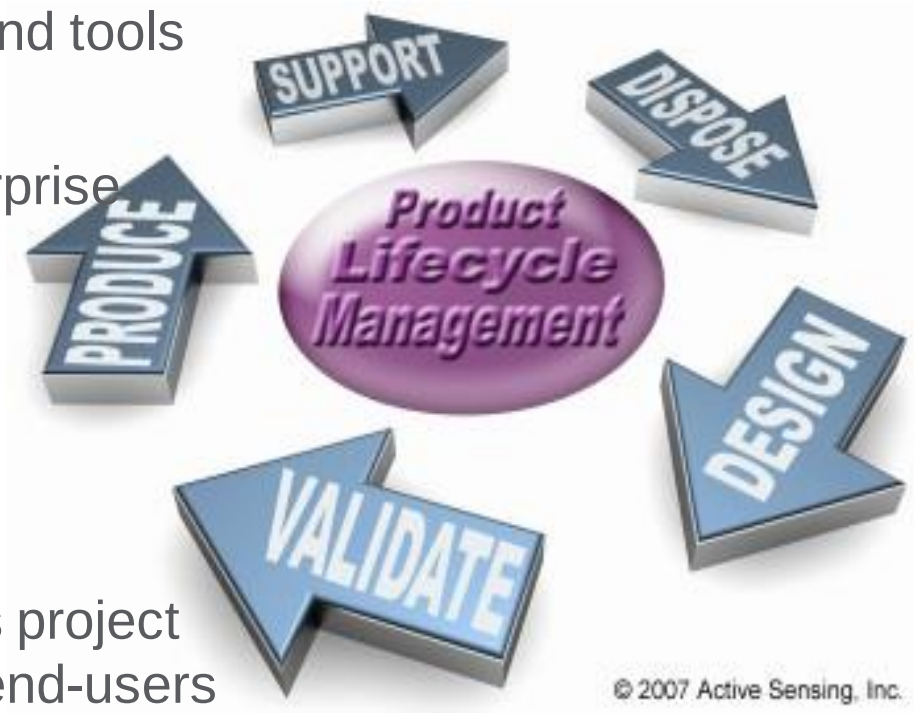
- PLM is a strategic business approach that applies a consistent set of business solution in support of the collaborative creation, management, dissemination, and use of product definition information across the extended enterprise from concept to end of life (CIMdata, 2003)

- Thanks to the new information technologies, PLM systems can help companies to improve their innovative capacities and facilitate the information sharing among all lifecycle stages for both the end product and the manufacturing equipment (Sharma, 2005)

- PLM information merges product data, design rationale, assembly, tolerance information, the evolution of products and product families (Rachuri et al., 2005)

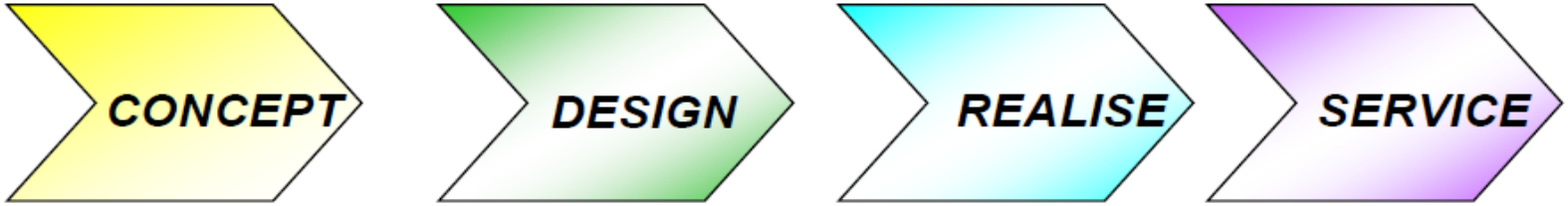
- PLM can be broadly defined as a product centric – lifecycle-oriented business model, supported by ICT, in which product data are shared among actors, processes and organisations in the different phases of the product lifecycle for achieving desired performances and sustainability for the product and related services (Terzi et al. 2010)

- PLM addresses each phases from requirements engineering to product disposal
- It merges methods, models and tools
- It is fully integrated with enterprise information system
- It maps with processes and organisation
- It takes into account of needs project team members and product end-users



PLM DEFINITION

Lifecycle Phase



Activities

- Imagine
- Specify
- Plan
- Innovate

- Describe
- Define
- Develop
- Test
- Analyse
- Validate

- Manufacture
- Make
- Build
- Procure
- Produce
- Sell
- Deliver

- Use
- Operate
- Maintain
- Support
- Sustain
- Phase out
- Retire
- Recycle
- Disposal

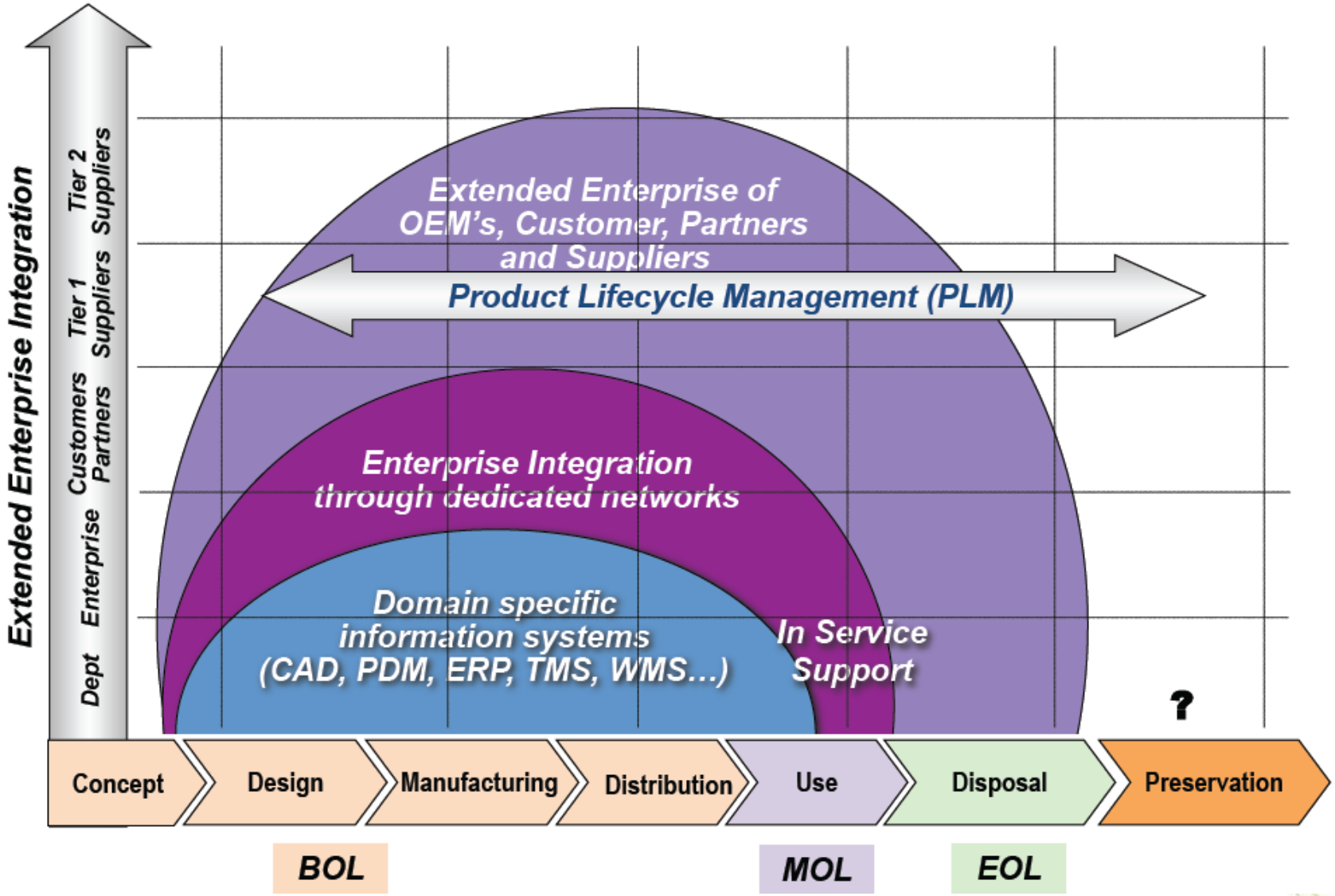
PLM Tools

- Requirements Mgt
- CAD

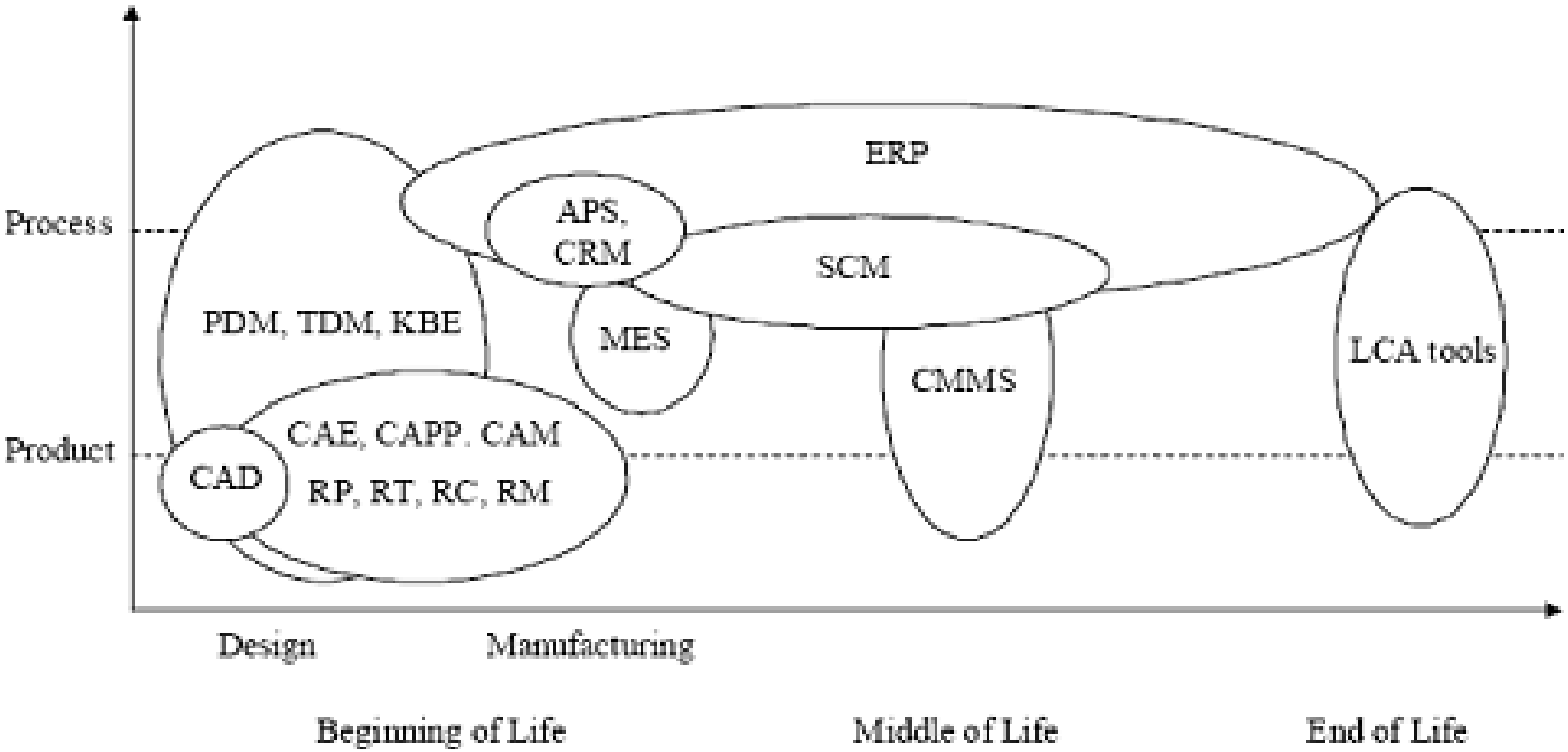
- CAD
- Simulation
- FEA
- Kinematics
- CFD
- CAQ
- LSA
- Tech Pubs

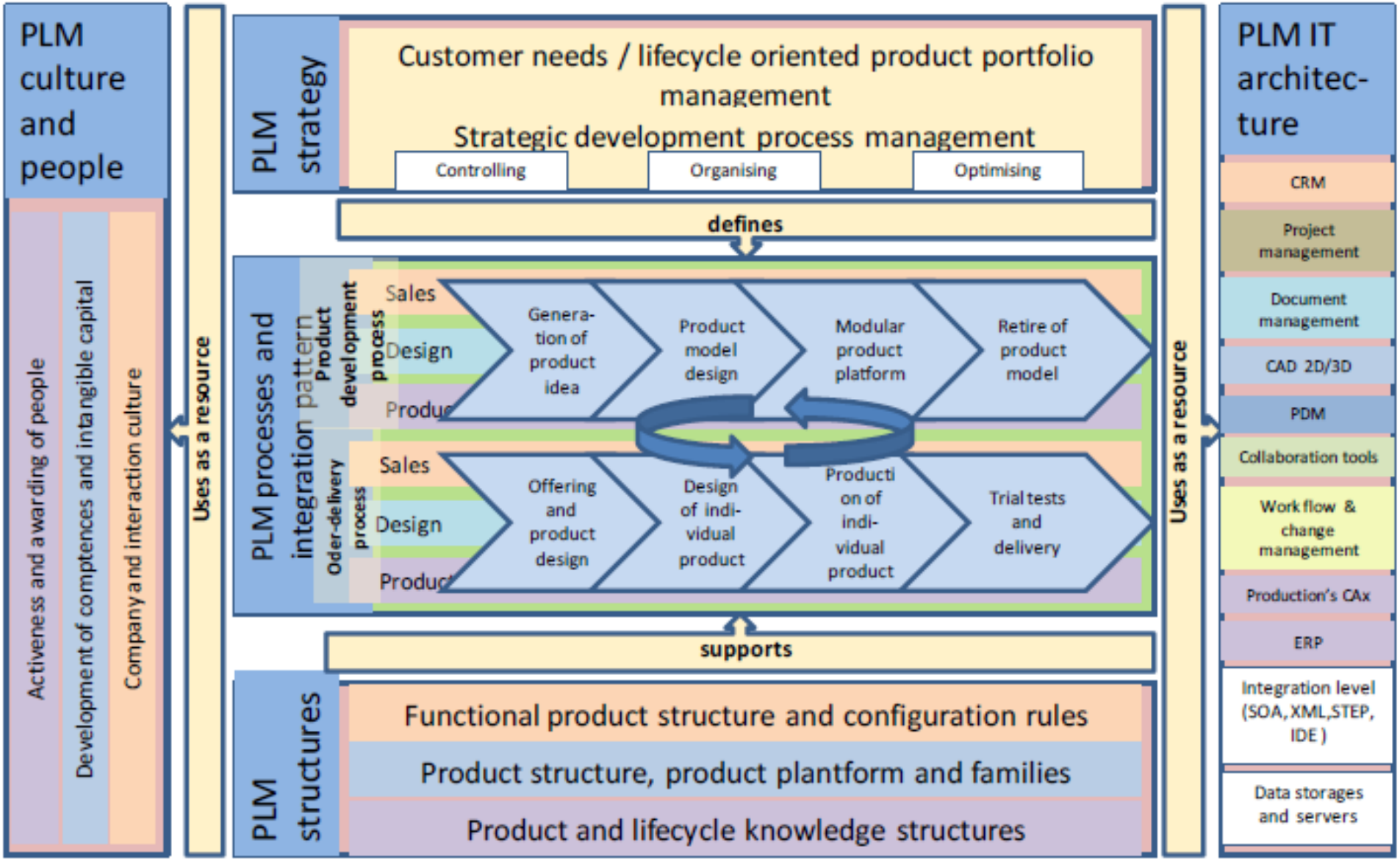
- CAD
- CAM
- Process Simulation
- CAPP
- Factory layout/ simulation
- CAI

- MRO


Extended Enterprise Integration
Tier 2 Suppliers
Tier 1 Suppliers
Customers Partners
Enterprise
Dept
Extended Enterprise of OEM's, Customer, Partners and Suppliers
Product Lifecycle Management (PLM)
Enterprise Integration through dedicated networks
Domain specific information systems (CAD, PDM, ERP, TMS, WMS...)
In Service Support
?
Concept
Design
Manufacturing
Distribution
Use
Disposal
Preservation
BOL
MOL
EOL

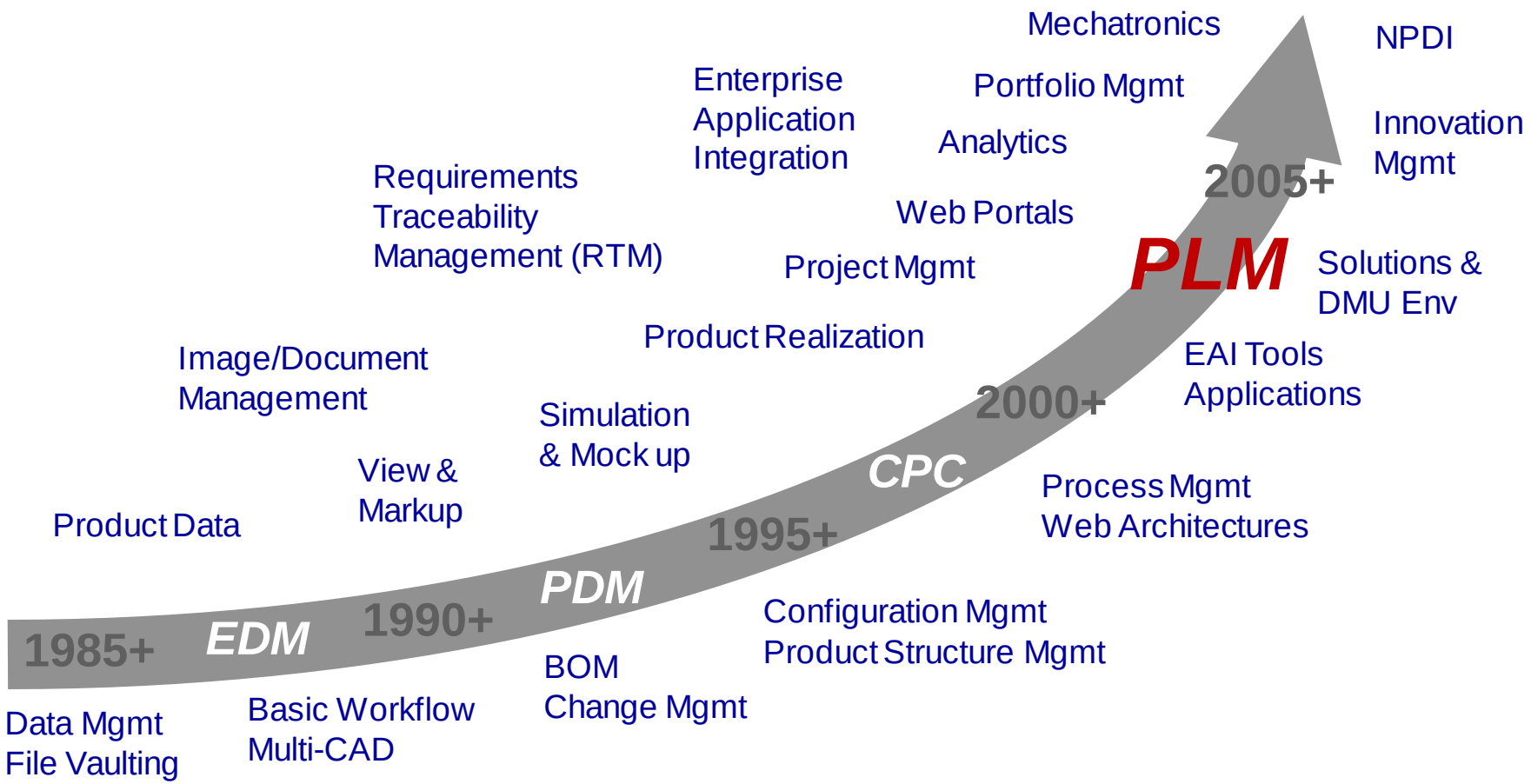
Phase du cycle de vie et applications mobilisées





(Silventoinen et al., 2011)

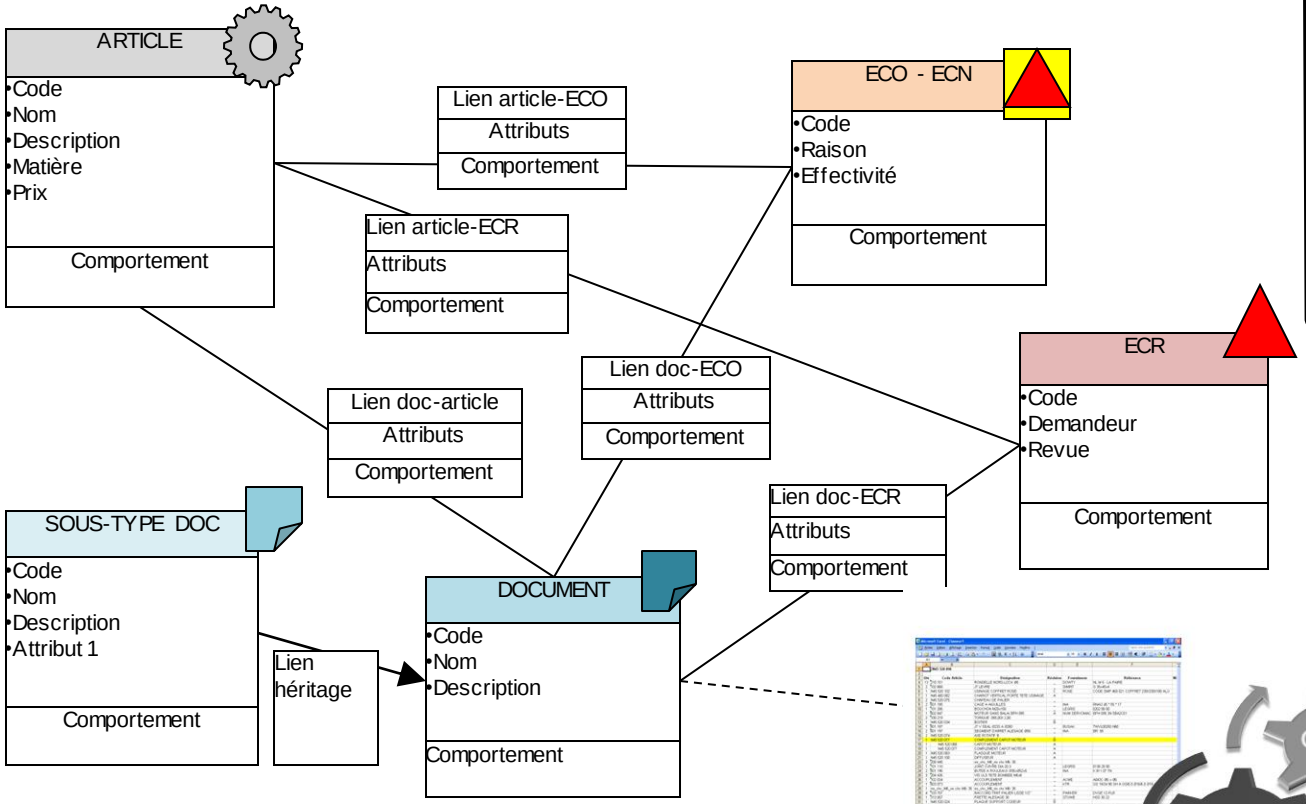
- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - **Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO**
  - Simulation Data Management
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - Reverse Engineering
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - PLM et PME

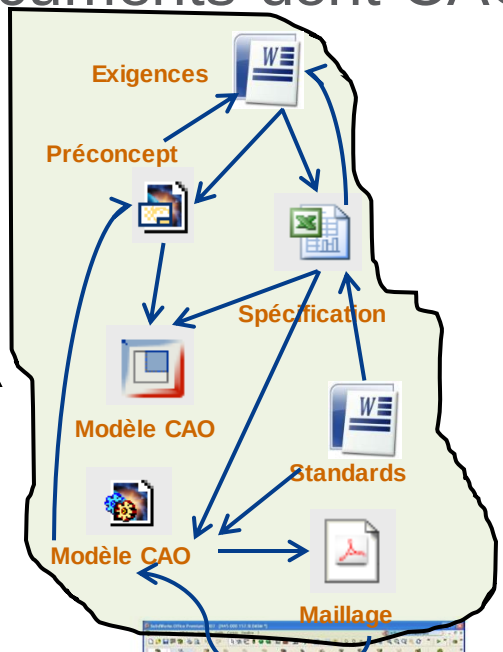


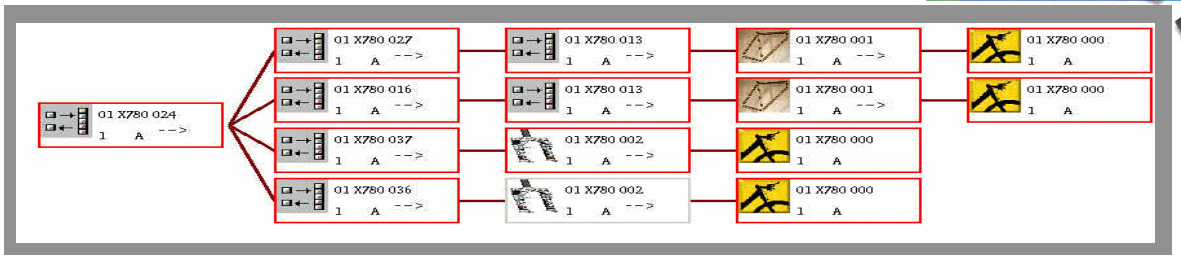
Source : **Focus 20** - A leading source of consultative services in the areas of PLM

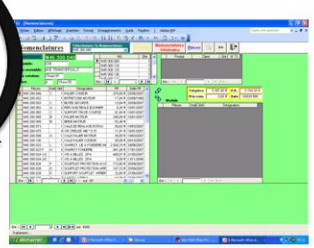
Source : SolidWorks Enterprise PDM

Gestion des références articles et des documents dont CAO

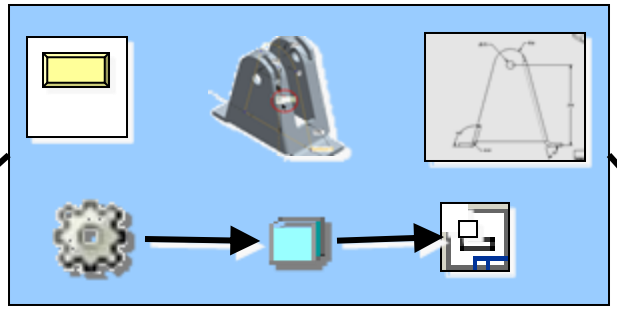






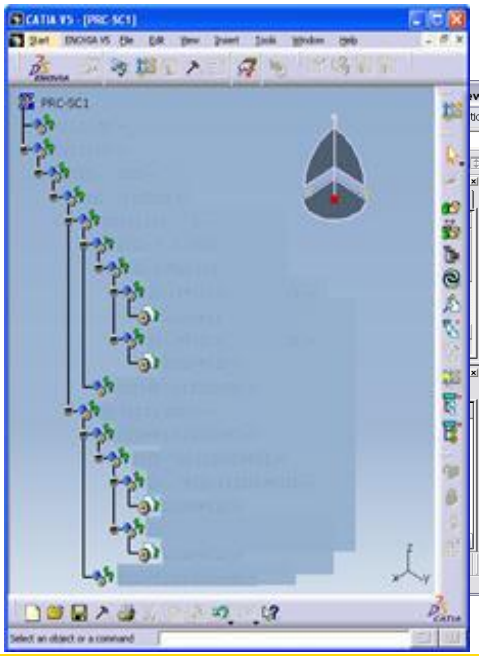


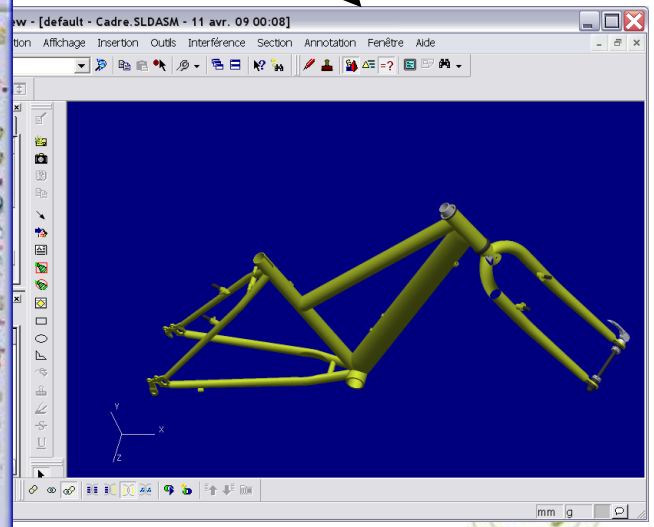
Intégration CAO permettant de générer un visualisable léger et un visualisable lourd



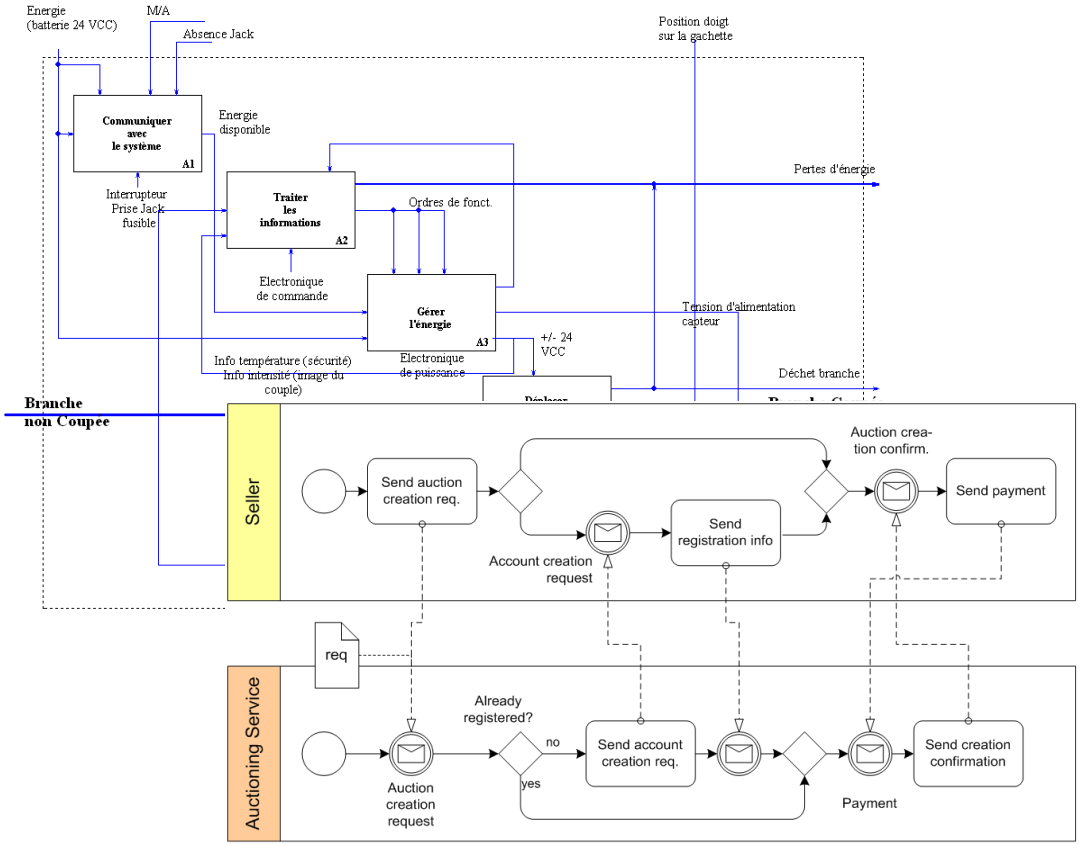
Vignette 3D « Grossière » accompagnée d'informations importantes

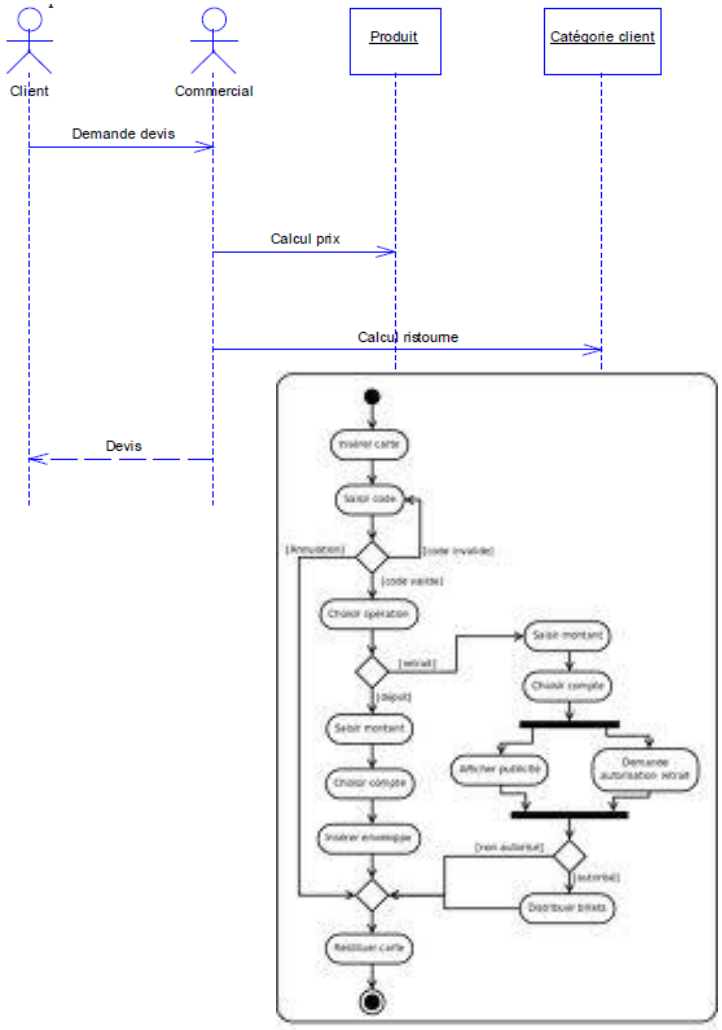
Visualisable 3D complet exploitable avec des fonctions avancées du viewer



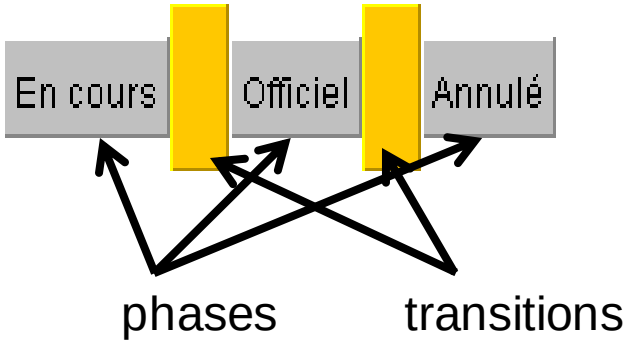


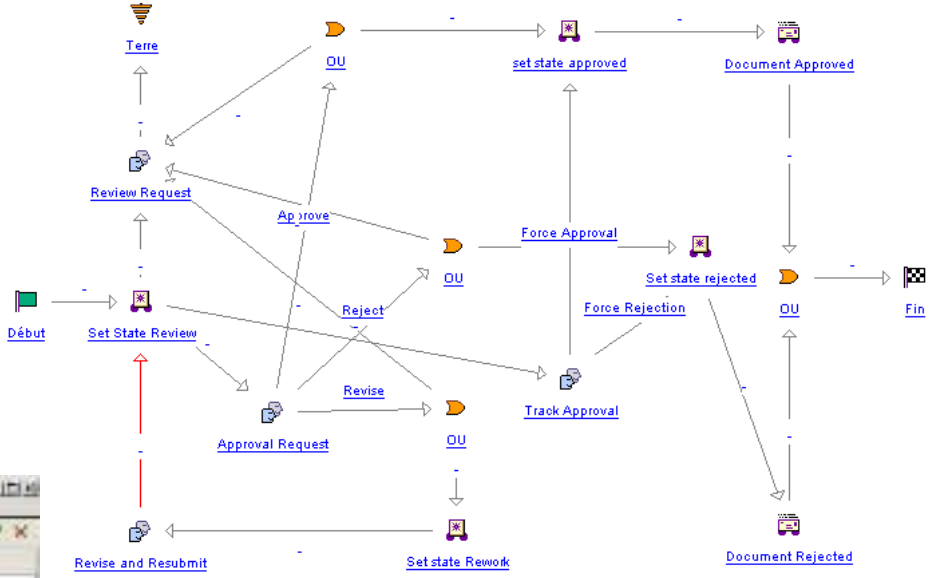
Modélisation des processus et des workflow

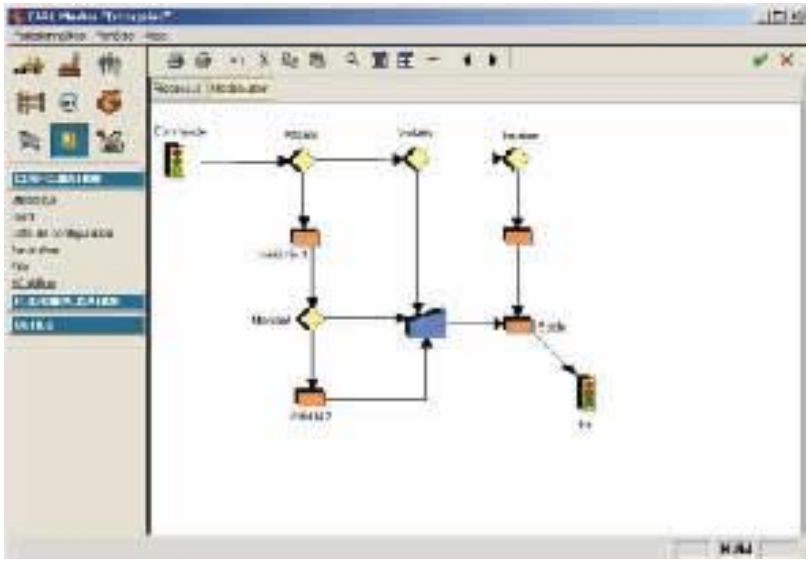


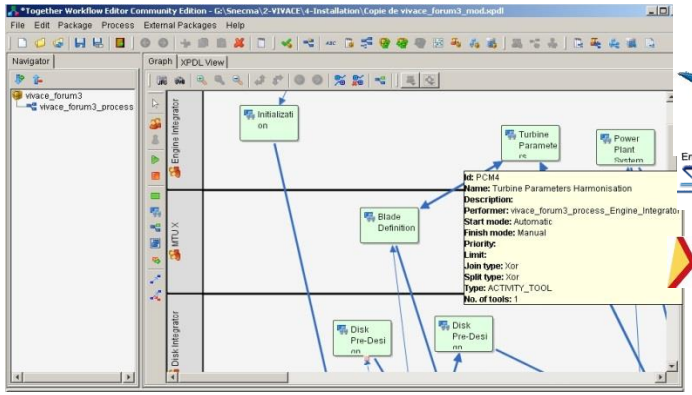


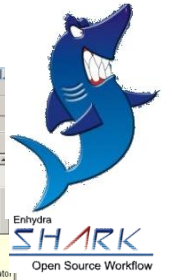
Implémentation et gestion des processus et des workflow











VS.

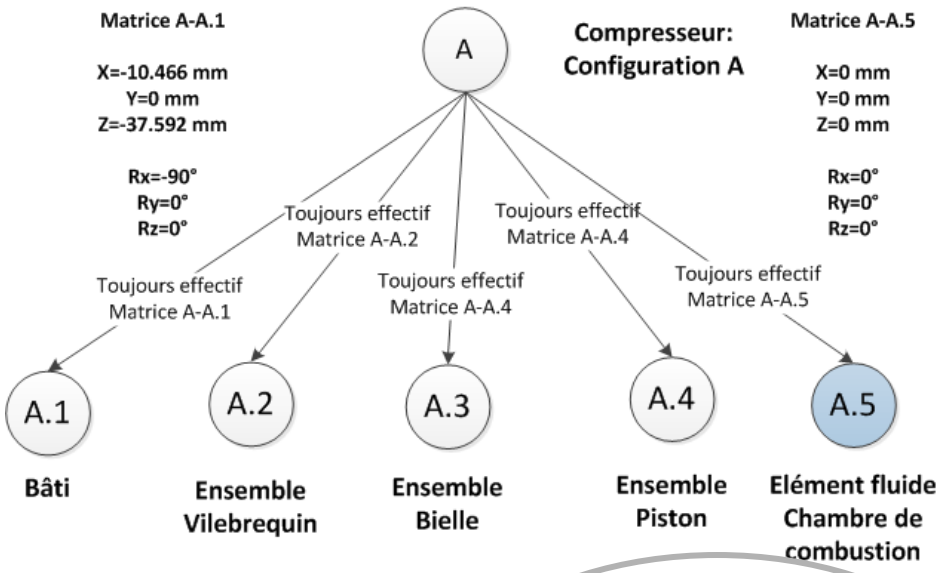
PDM	PLM
Engineering Process Focus	Cross-Business Processes
Engineering View of Product Information	Engineering, Supply Chain + Commercial View of Product Info
Engineering Efficiency	Delivers Enterprise Efficiency
Product Design Effectiveness	Customer Solution Effectiveness
Limited Focus = Limited Benefit	**Business Focus = Exponential Benefit**

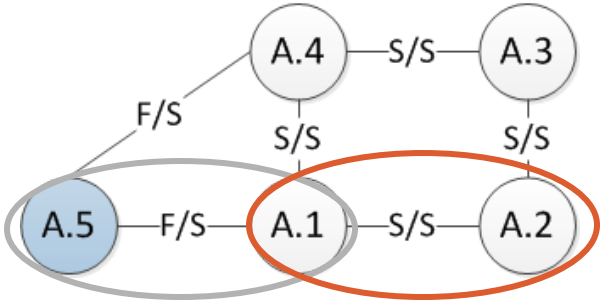
6 GE Consumer & Industrial
Stuart Scott
February 2004

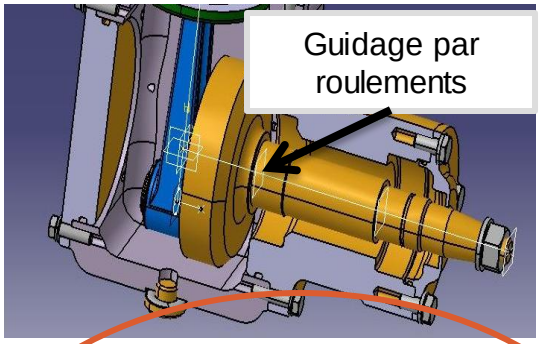
imagination at work

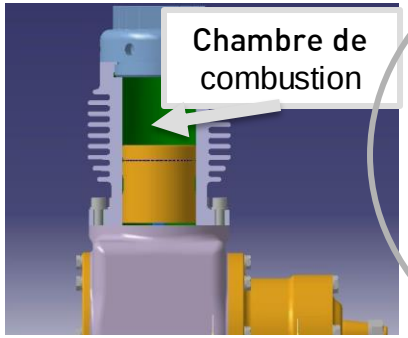
GE Confidential and Proprietary. Duplication Permission Required.

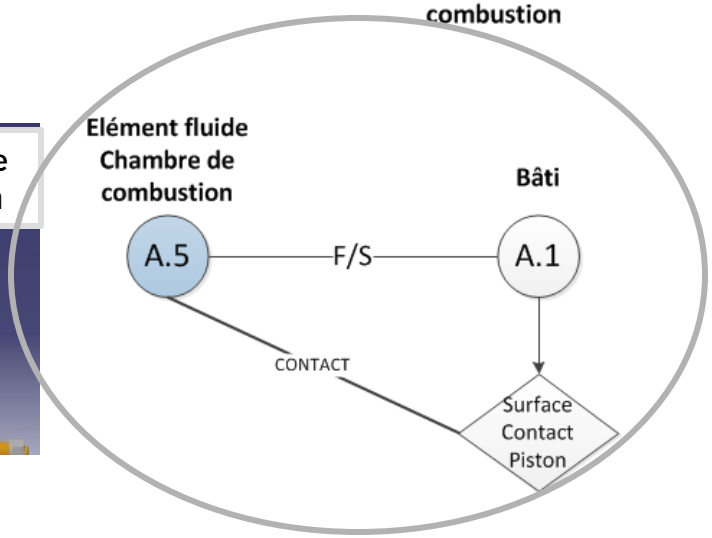
- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - **Simulation Data Management**
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - Reverse Engineering
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - PLM et PME

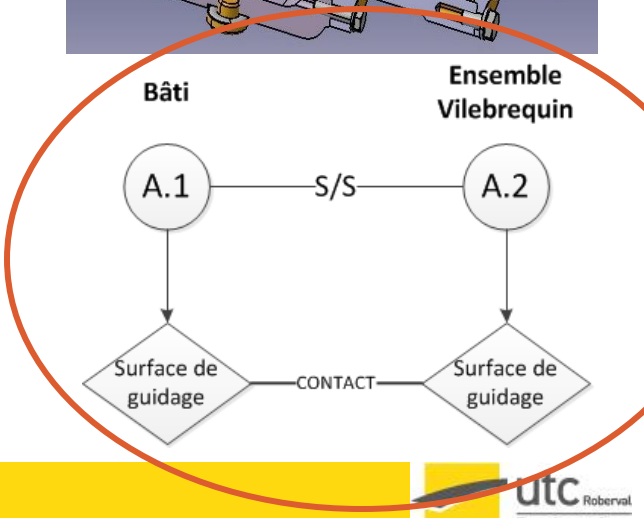












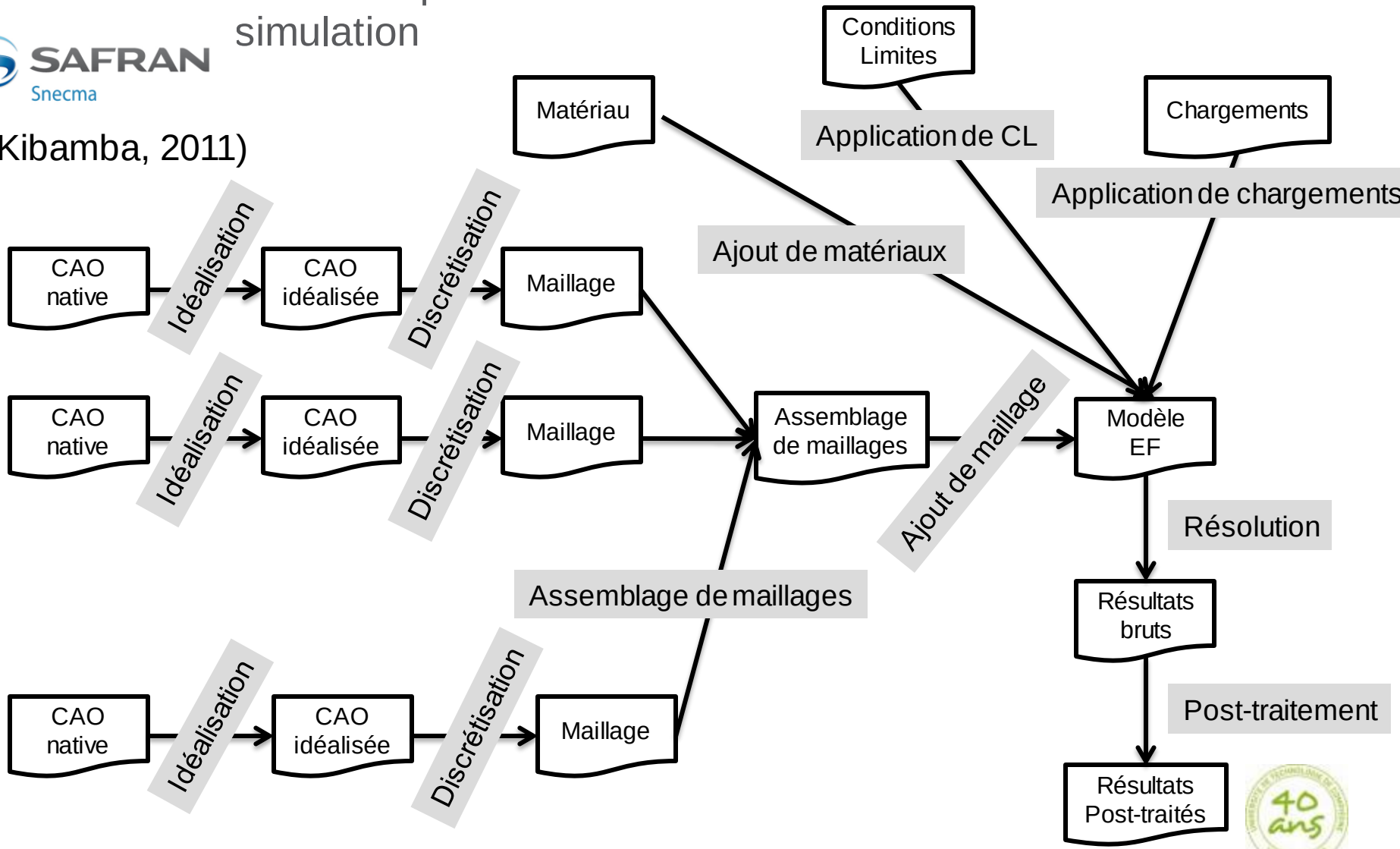
(Kibamba, 2011)

SAFRAN Snecma

Entité géométrique

Réseau et dépendances de données simulation

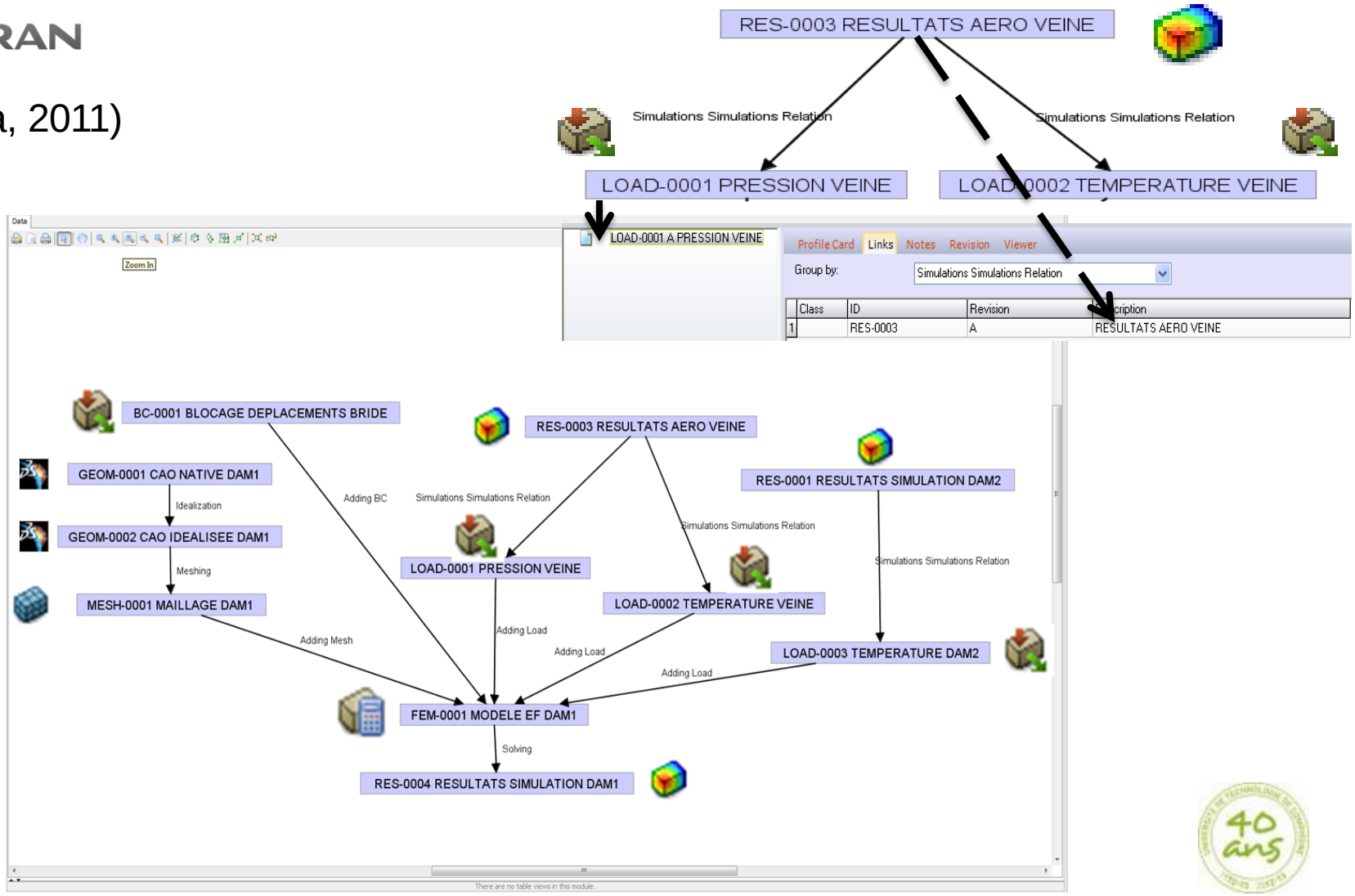
(Kibamba, 2011)



Capture et gestion des dépendances de données

SAFRAN Snecma

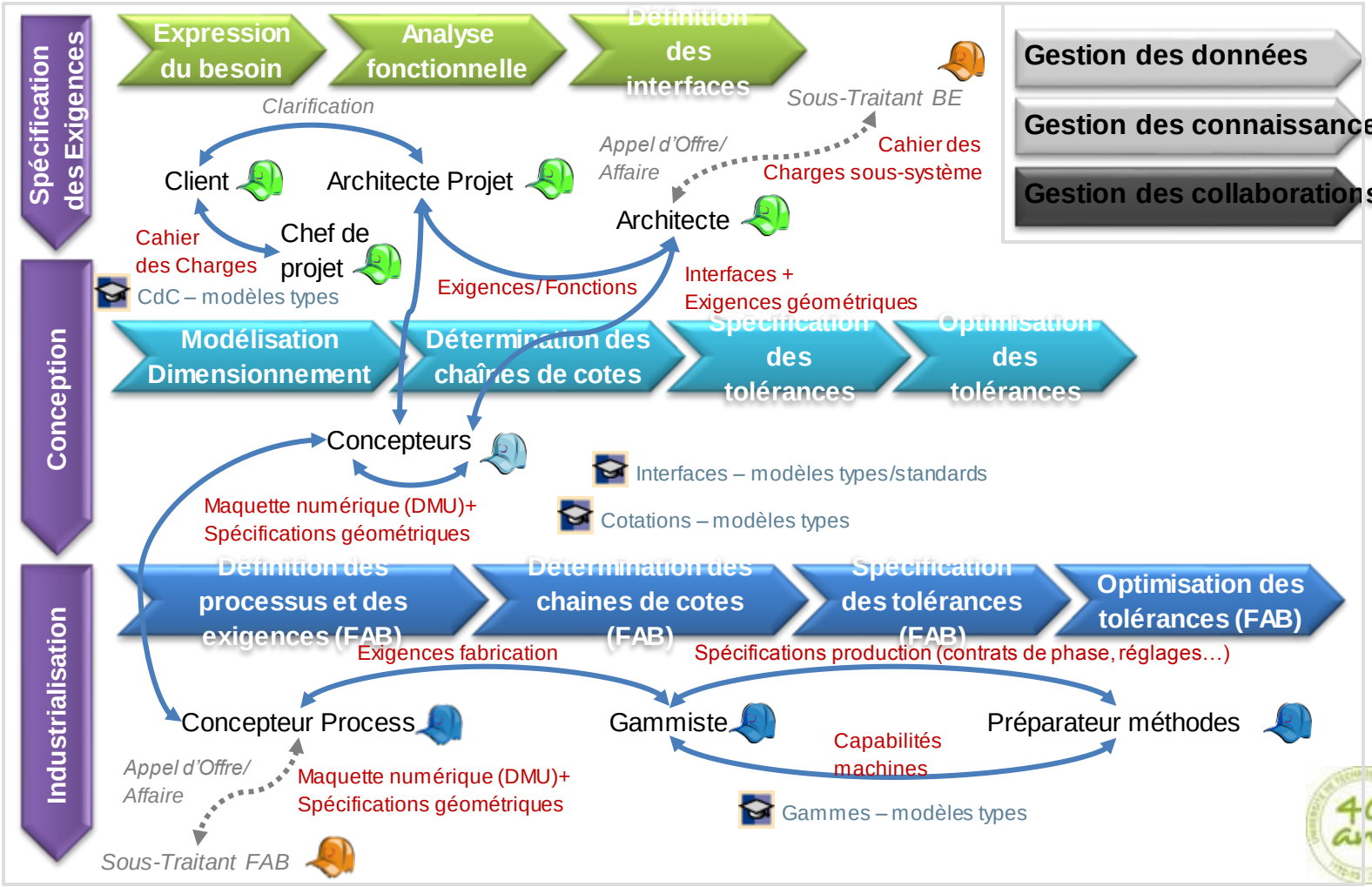
(Kibamba, 2011)



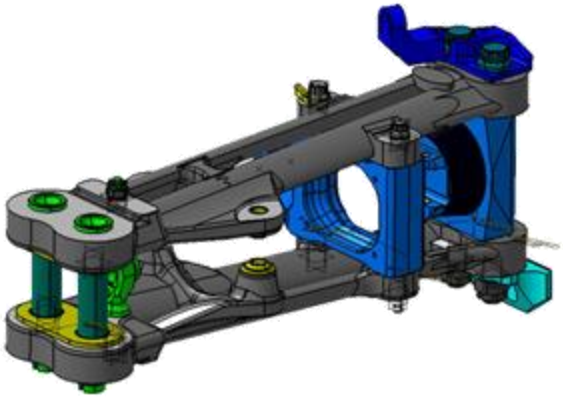
- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - Simulation Data Management
  - **Manufacturing / Assembly Process Management**
  - Reverse Engineering
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - PLM et PME

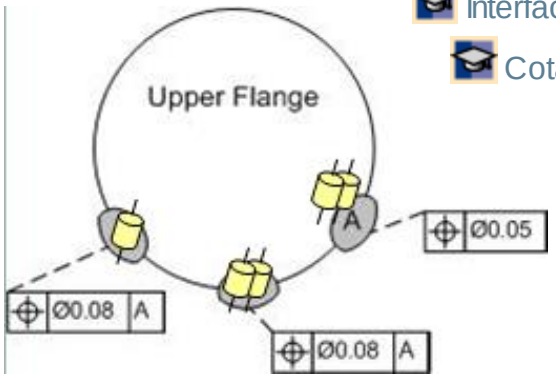
Projet Quick_GPS – FUI6

– Génération automatique et optimisation du tolérancement fonctionnel des mécanismes dans l'usine numérique



Gestion des données et connaissances de tolérancement (Cas EADS)





Interfaces – modèles types

Cotations – modèles types

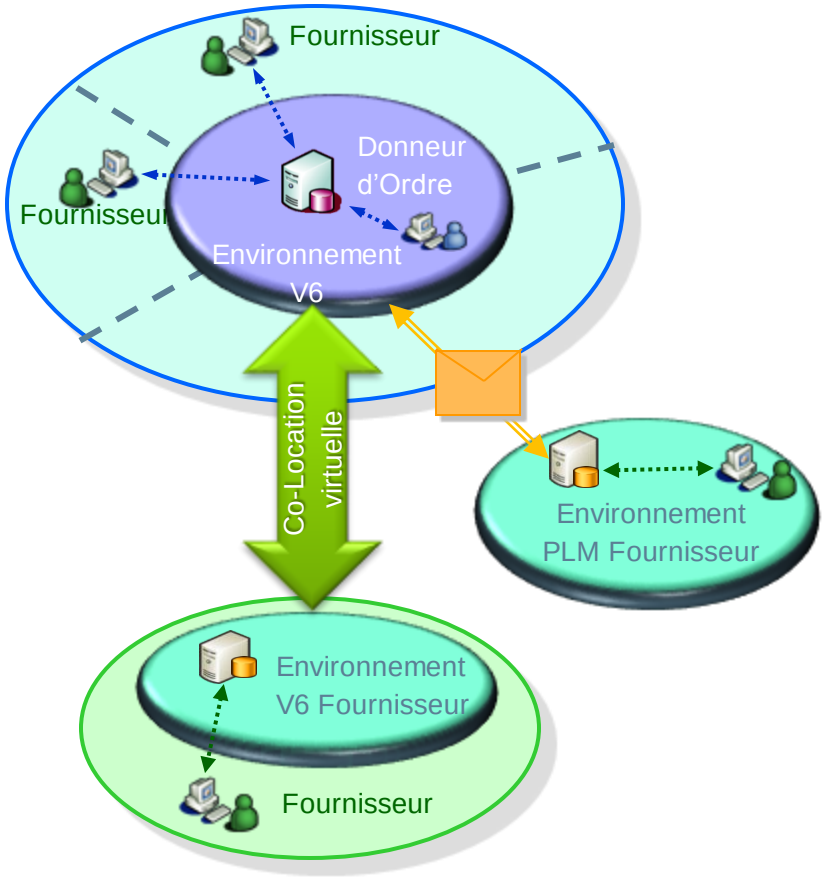
Problématiques liées à la gestion des données

- Support des données nécessaires à la conception fonctionnelle: fonctions, liaisons, exigences géométriques, interfaces mécaniques, spécifications géométriques…
- Support des données de simulation/validation des exigences géométriques

Problématiques liées à la gestion des connaissances

- Définition de librairies de liaisons et interfaces configurables pour réutiliser des solutions existantes

Collaboration et échanges de données entre Donneur d'Ordre/Fournisseurs :



Référentiel Central Unique

- Accès en ligne à une seule version de la « vérité ».
- Fournisseurs directement reliés à l'environnement du Donneur d'Ordre.
- Facile à déployer, aucune synchronisation nécessaire, faible coût total de possession.
- Autorisation d'accès basée sur la sécurité P&O.
- Mêmes règles métier et environnement, la totalité de l'IP est partagée.

Paquet pour l'échange des données d'ingénierie

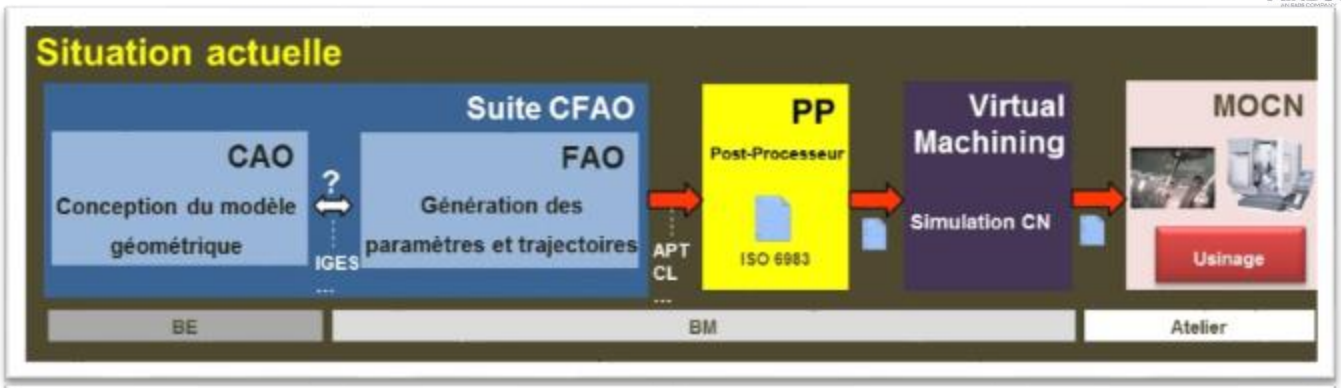
- Donneur d'Ordre et Fournisseurs ont des PLM hétérogènes:
  - *Support de multiples formats: 3DXML, CATIA V5, STEP, IGES…*
  - *Accord des partenaires sur les solutions de livraison (format, date, transport…).*
- Les données échangées sont contrôlées.
- Les customisations et les règles métier peuvent être différentes.

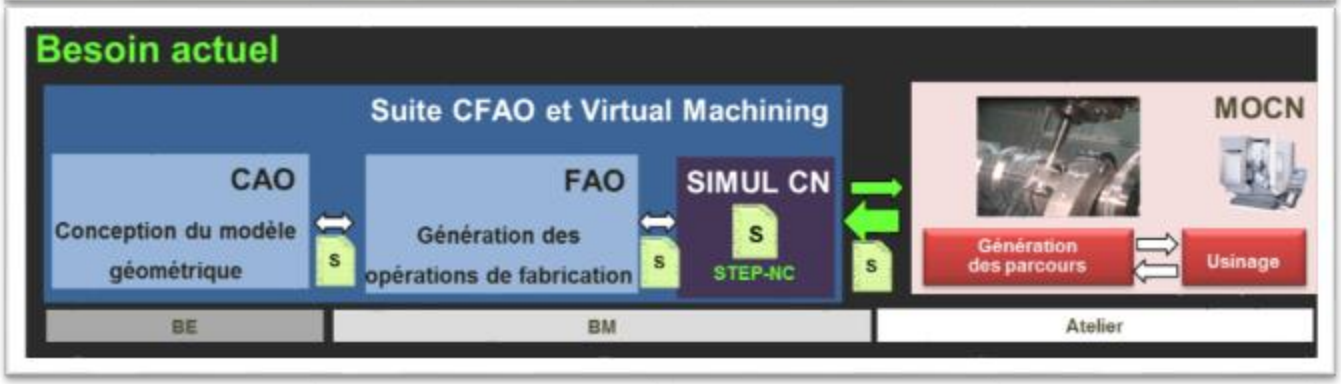
Co-Location virtuelle (plateforme virtuelle)

- Donneur d'Ordre et Fournisseurs ont chacun leur propre environnement V6.
- Echanges et gestion de la propriété automatisés.
- Les données échangées sont contrôlées.
- Solution basée sur une customisation CAA (le coût initial est relativement élevé).
- Les customisations et les règles métier peuvent être différentes.

ANGEL – FUI14

Développement d'un système d'Industrialisation Optimisée Intelligente de l'Usinage

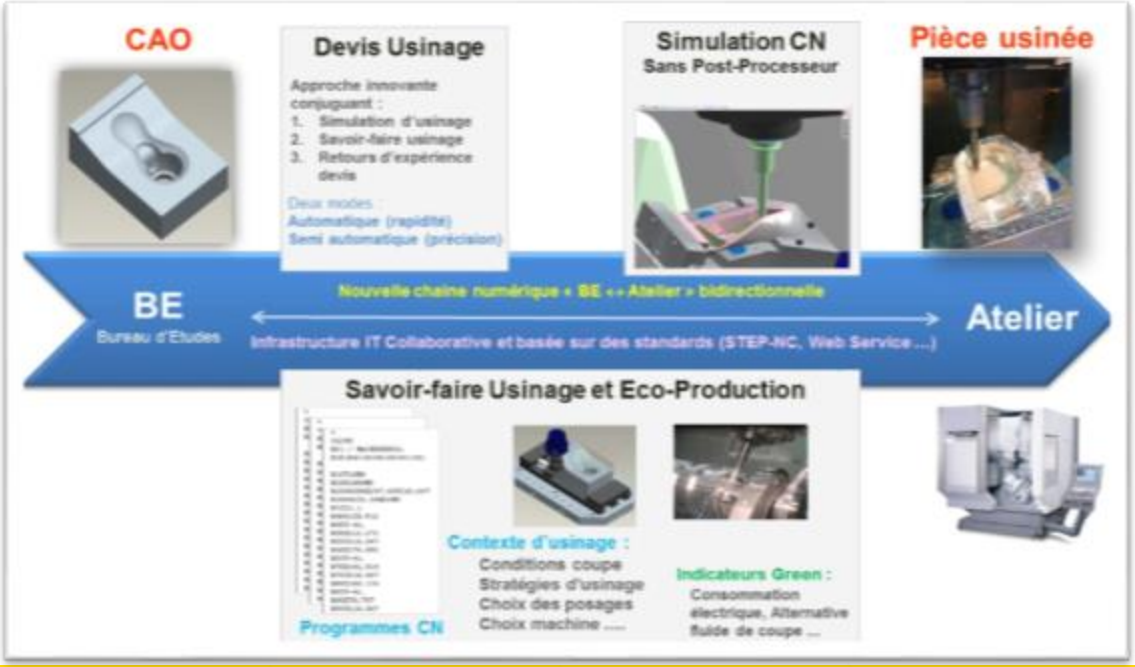




ANGEL
Systematic – Astech - ViaMéca

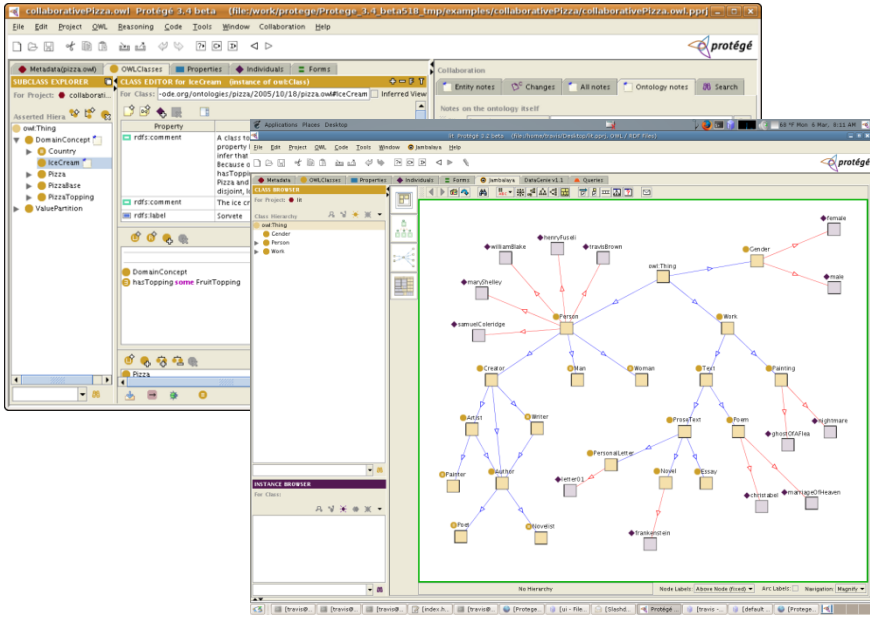
Objectifs :

- Capitalisation et exploitation du savoir-faire de l'usinage à partir des programmes d'usinages existants,
- Conversion directe des trajectoires-outils FAO en programmes Machine, optimisés et validés du 1er coup,
- Génération de devis rapide, précis et auto-convergent à partir de la connaissance, de la capitalisation d'expérience et de la simulation d'usinage,
- Infrastructure modulaire et basée sur des standards (STEP-NC, Web service,..)
- Prise en compte des indicateurs d'« Eco-Production » (Sustainable Manufacturing)



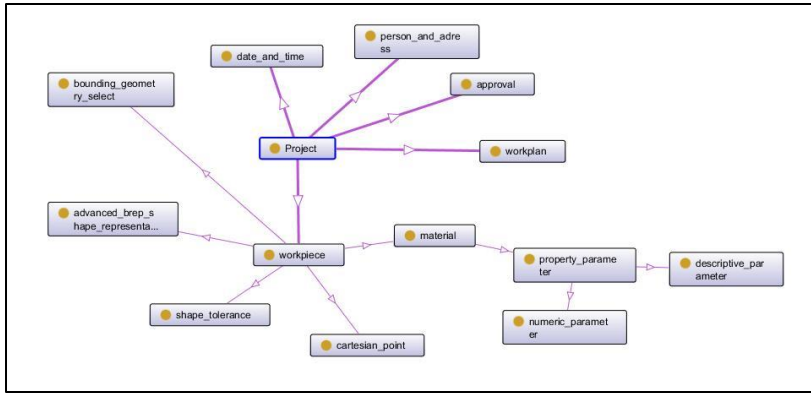
ANGEL
Systematic – Astech - ViaMéca

- Méthode de définition du modèle OntoSTEP-NC
  - Développement de l'OntoSTEP-NC en se basant sur la norme ISO 14649 sous protégé en OWL.
  - Ex : Entité Project

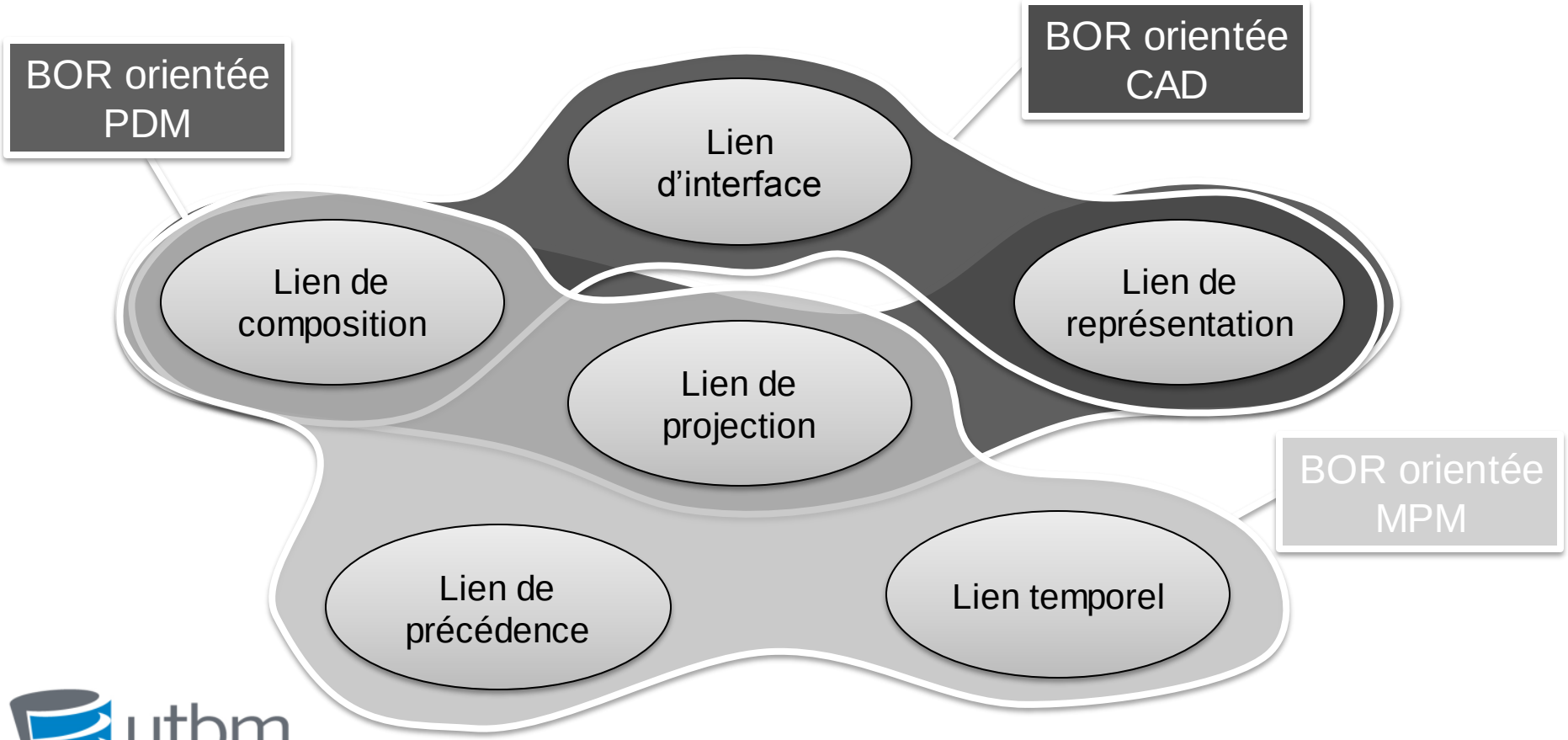


- Intégration du modèle pivot
  - L'ontologie intégrera les nouvelles entités du modèle pivot.
  - Interface entre le modèle pivot et OntoSTEP-NC à développer.

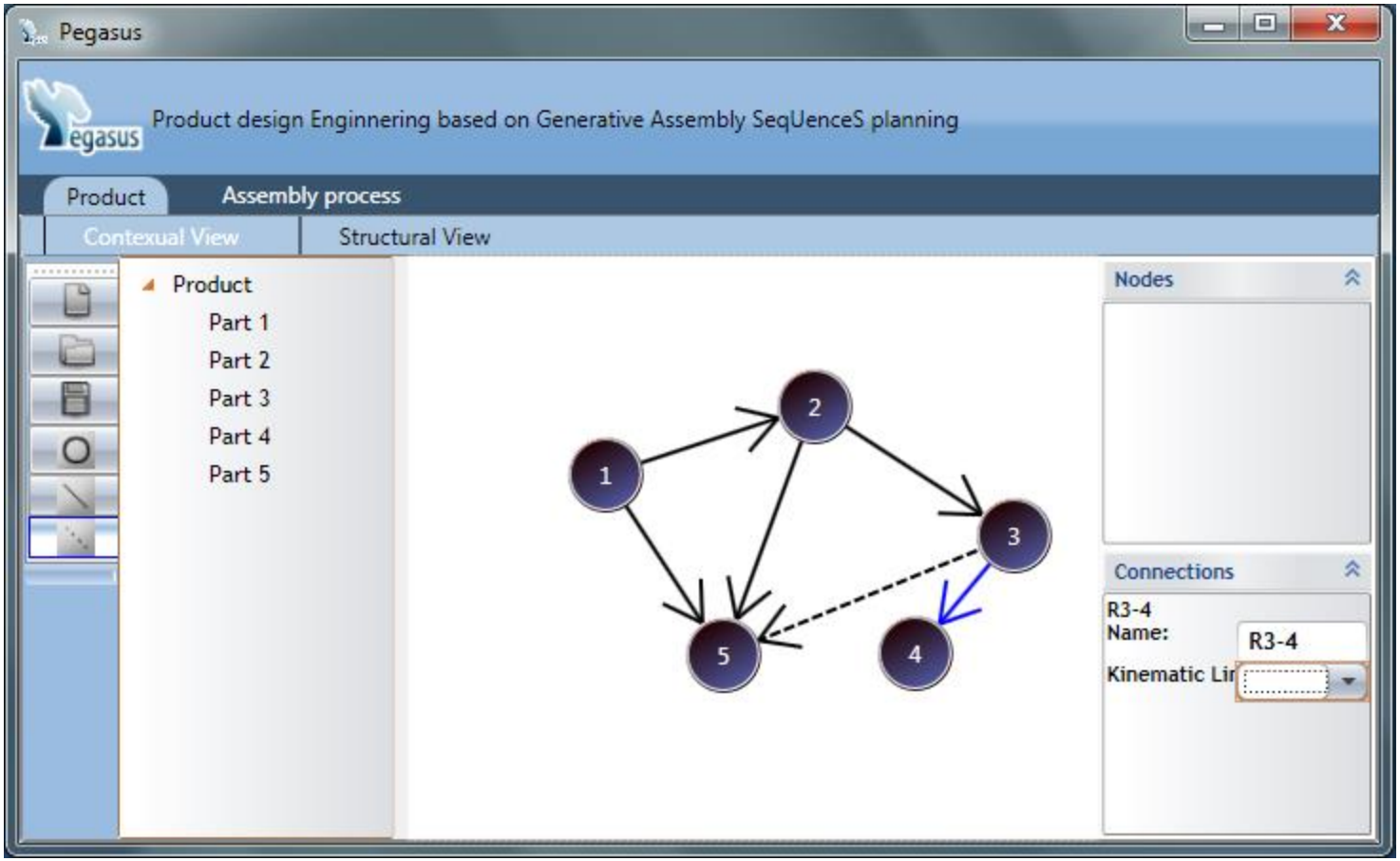
- Intégration des SI d'entreprises
  - Connexion spécifique de l'ontologie aux PDM / MPM / ERP (PTC, Dassault, SAP…)
  - Développement des interfaces et traducteurs pour l'échange entre les systèmes d'informations



Définition de la liste des relations (bill of relation – BOR) :



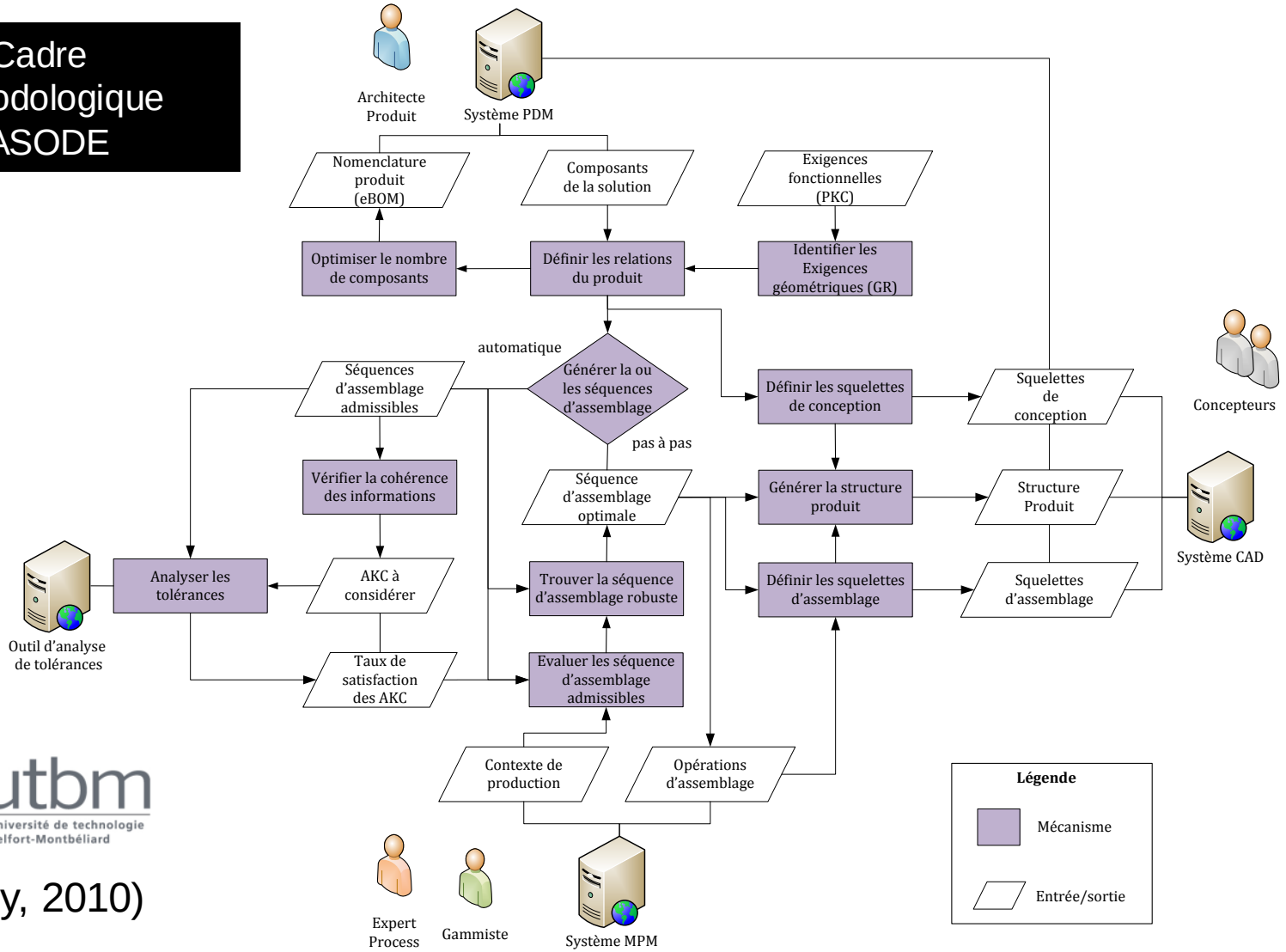
(Demoly, 2010)


Pegasus
Product design Enginnering based on Generative Assembly SeqUenceS planning
Product
Assembly process
Contexual View
Structural View
Product
Part 1
Part 2
Part 3
Part 4
Part 5
1
2
3
4
5
Nodes
Connections
R3-4
Name:
R3-4
Kinematic Lir

(Demoly, 2010)

Définition et gestion des processus d'assemblage

Cadre méthodologique PASODE

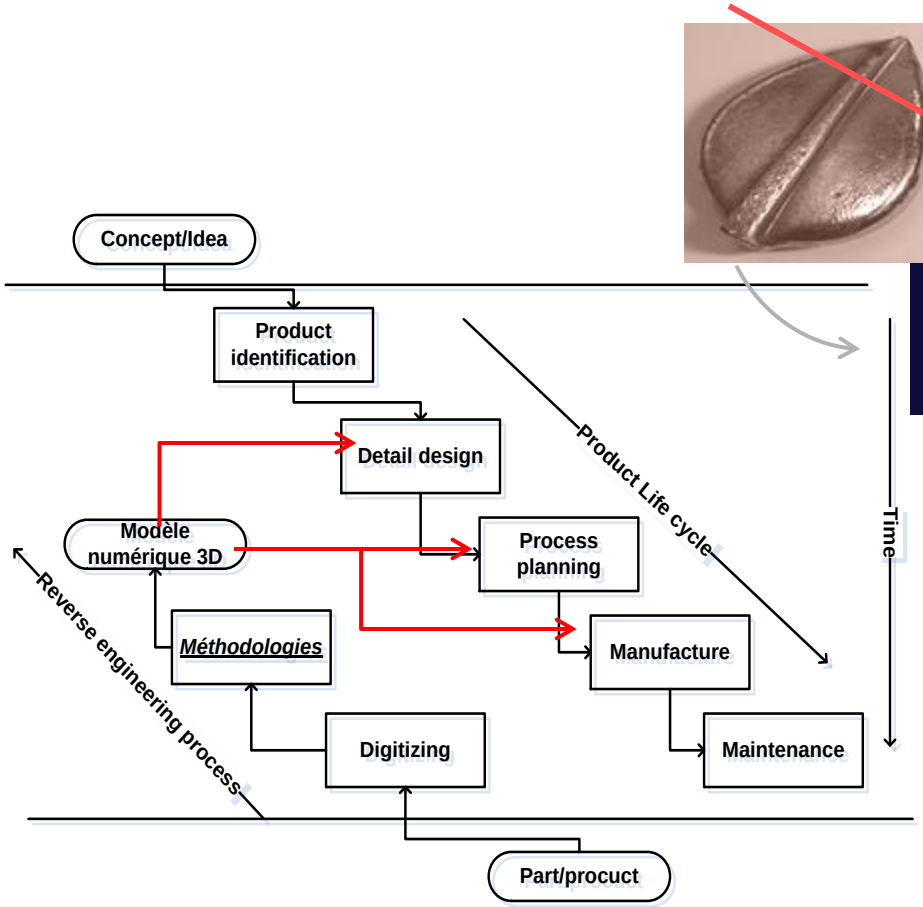


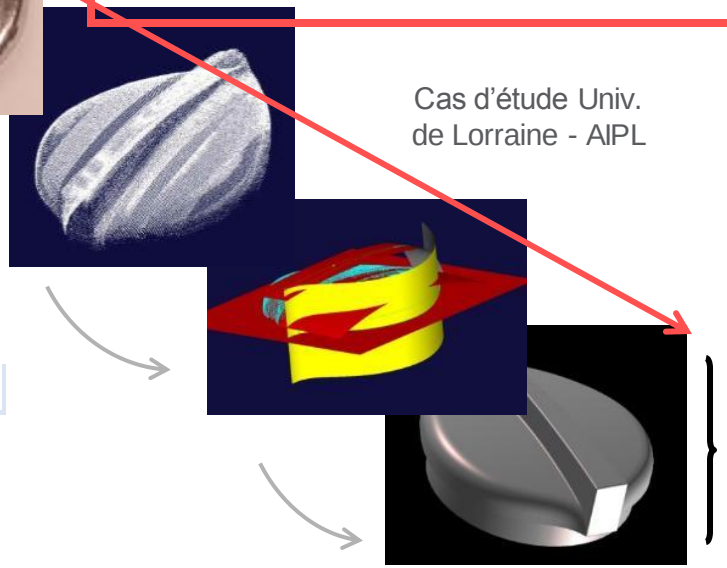
(Demoly, 2010)

- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - Simulation Data Management
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - **Reverse Engineering**
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - PLM et PME

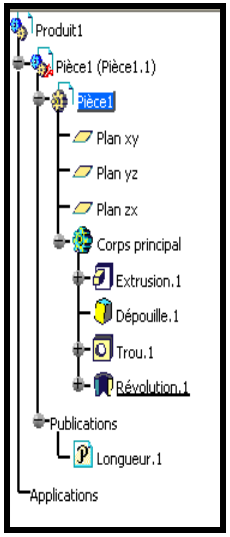
- Le reverse engineering de produits mécaniques est une activité qui consiste à partir d'un produit réel à générer un « modèle numérique 3D » le plus complet possible.
- Une des enjeux de permettre la réingénierie du produit mécanique et sa réintégration dans un cycle de vie

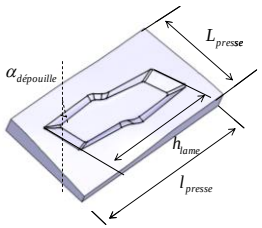
Objectif:
Définir un nouveau processus
de rétro-conception permettant une re-conception

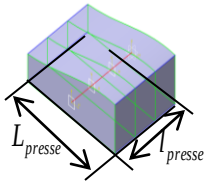


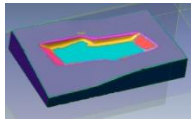


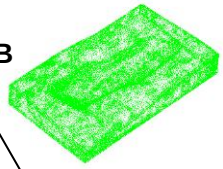
Cas d'étude Univ.
de Lorraine - AIPL

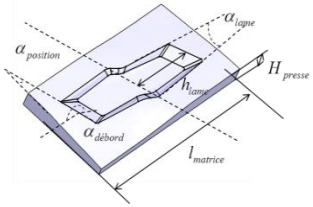












Product

Alternative 1

Alternative 2

Feature 1

Feature 2

Feature 3

Feature 4

Feature 5

Feature 6

Feature 7

Feature 8

Feature 9

Feature 10

Segmentation B

Point Group 1.B.1

Point Group 1.B.2

Segmentation A

Point Group 1.A.1

Point Group 1.A.2

Point Group 1.A.3

Segmentation C

Point Group 2.C.1

Point Group 2.C.2

PointCloud 1

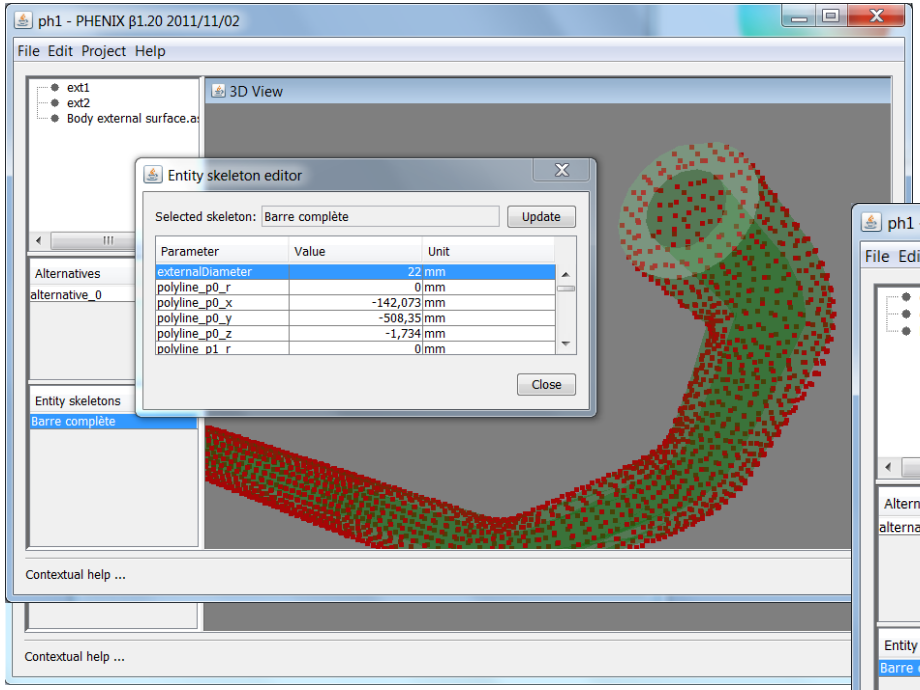
PointCloud 2

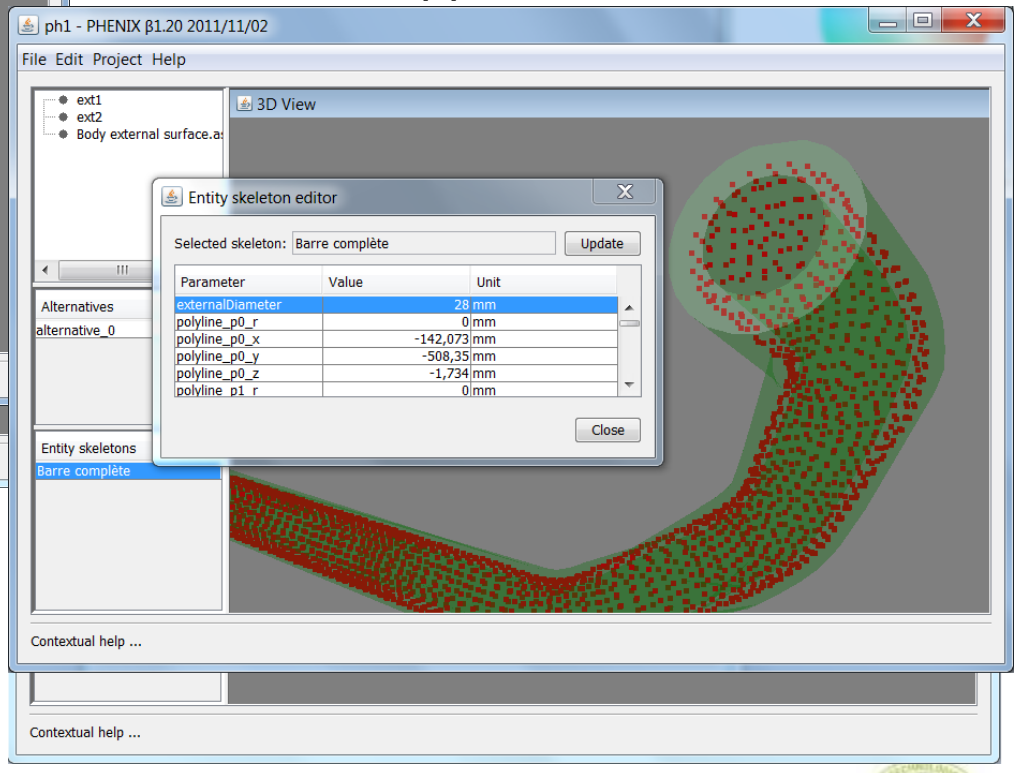
Reverse Engineering Project

Alternatives identification → **Features identification** → **Segmentation** → **Scan**

(Durupt et al., 2013)

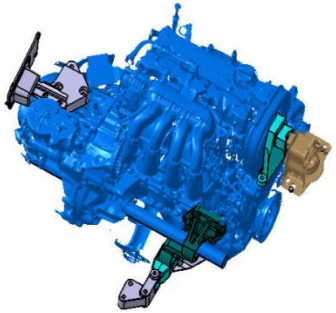
PHENIX : Product History based reverse Engineering: towards an Integrated eXpert approach

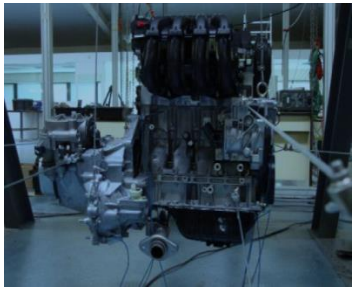


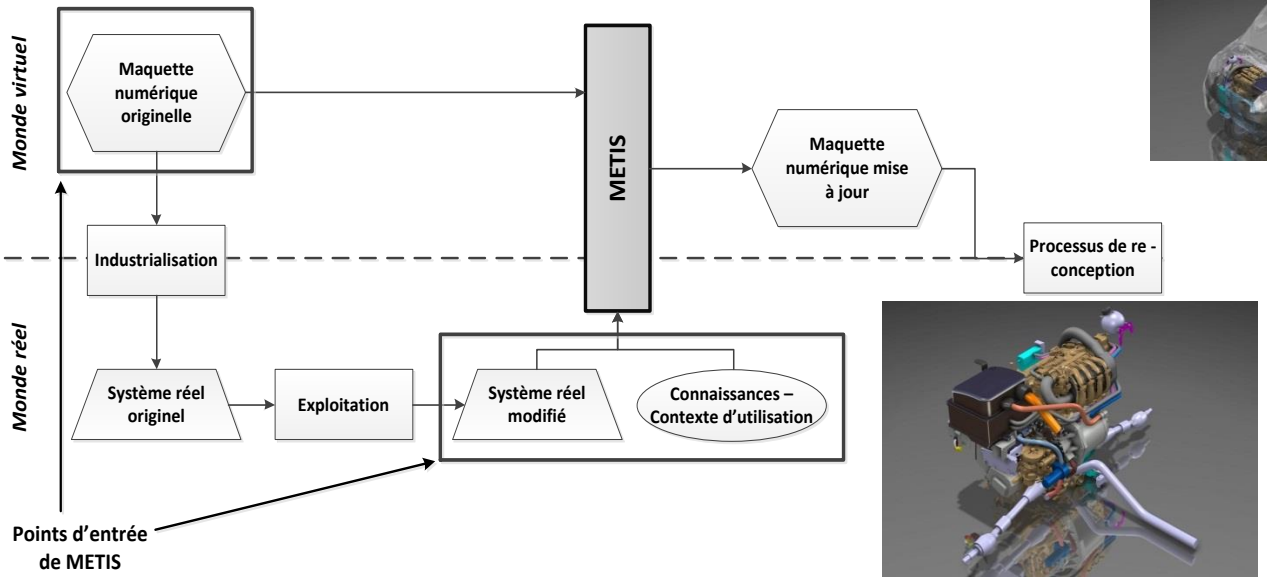


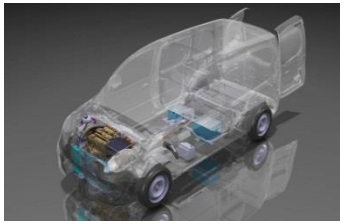
- Reverse engineering de grands ensembles basée sur des sources de données hétérogènes:

  ANR METIS (ModElisation Tridimensionnelle de maquettes numériques par l'Intégration de données géométriques et de connaissances hétérogèneS)

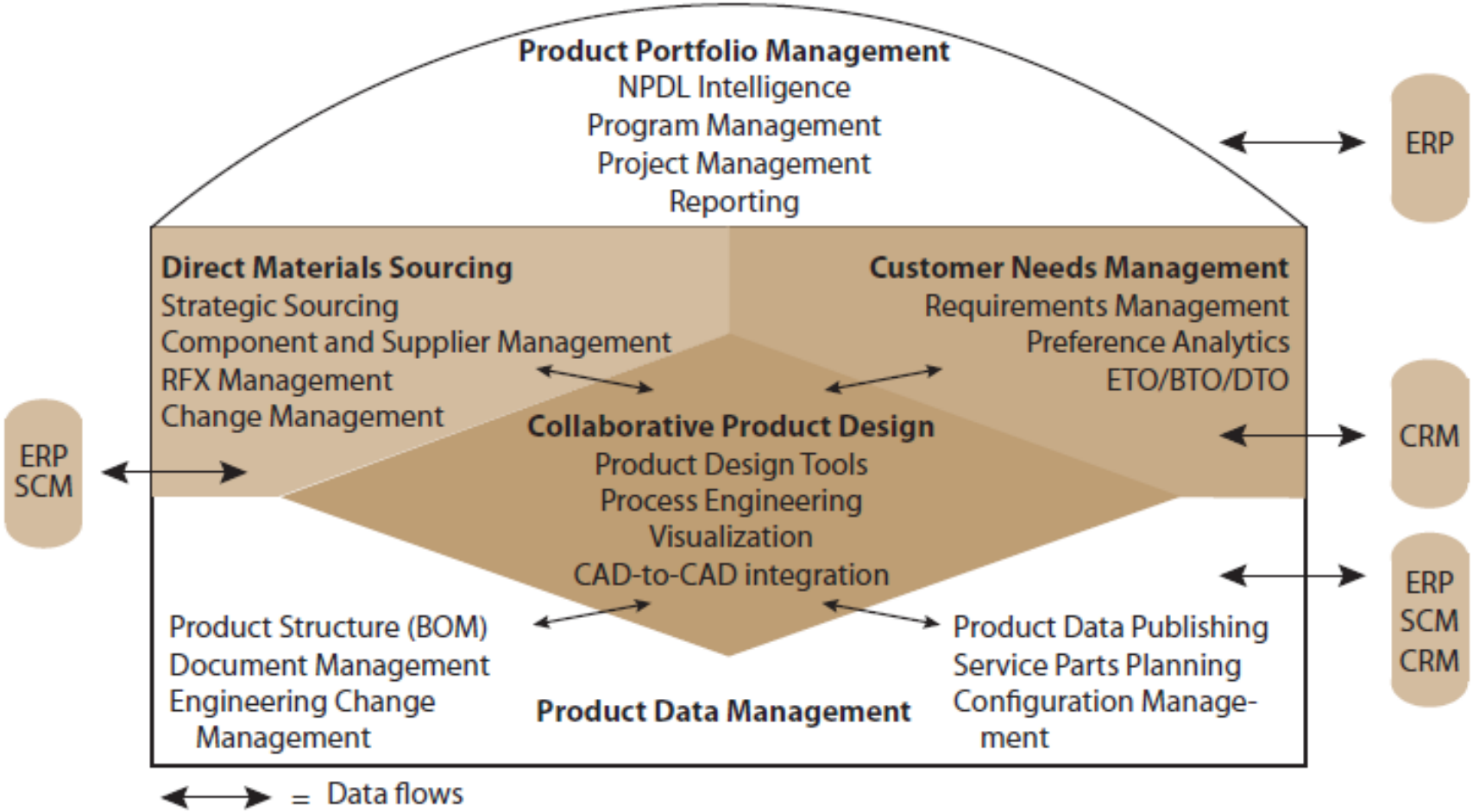




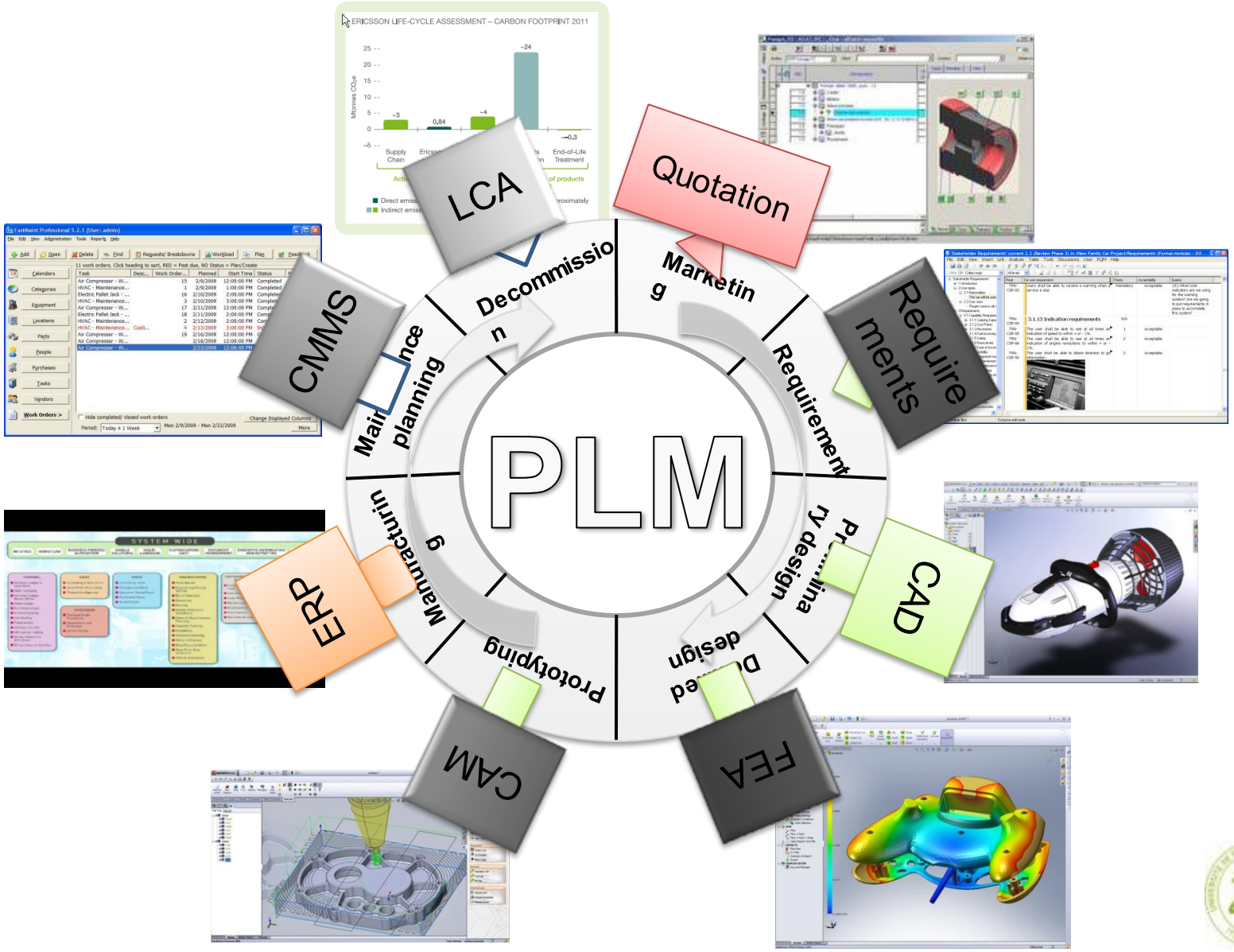




- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - Simulation Data Management
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - Reverse Engineering
  - **Echanges de données et l'interopérabilité des applications**
  - PLM et PME

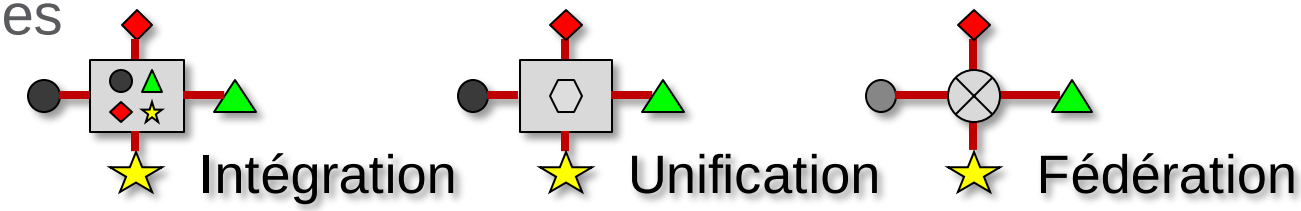


Source: AMR Research, 2007


PLM
LCA
Quotation
Requirements
CAD
FEA
CAM
ERP
CMMS
Marketing
Requirements
Preliminary design
Detailed design
Prototyping
Manufacturing
Maintenance planning
Decommission
ERICSSON LIFE-CYCLE ASSESSMENT – CARBON FOOTPRINT 2011

- Définition :
  - The ability of two or more systems of elements to exchange information and to use the information that has been exchanged
  - Effort de couplage

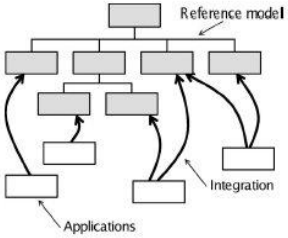
- Approches



- Métier
  - STEP : AP214, AP239, PLM services, …
  - ISO10007, ANSI/EIA-649, EIA-836, …

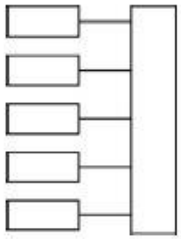
- Technologies
  - XML (DTD/XSD, Xpath, XSLT, SOAP, etc.)
  - Technologies propriétaires (CORBA, RMI, DCOM, etc.)
  - Systèmes d'intégration

L'interopérabilité est la **capacité** de deux applications à **travailler** ensemble **sans effort d'interfaçage** particulier (Chen & Doumeingts, 2003)



- **Intégrée**: Modèle commun aux différents partenaires

  Difficulté d'accord sur un modèle commun. Impossibilité en entreprise étendue.



- **Unifiée**: Modèles exprimés dans un langage commun

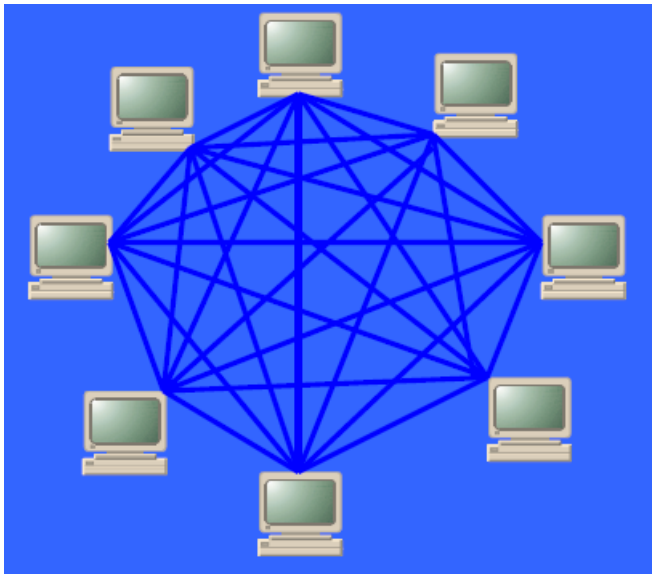
  Non adéquation des modèles, possibilité de redondance, problème de sémantique.

- **Fédérée**: Mapping des modèles avec une ontologie commune

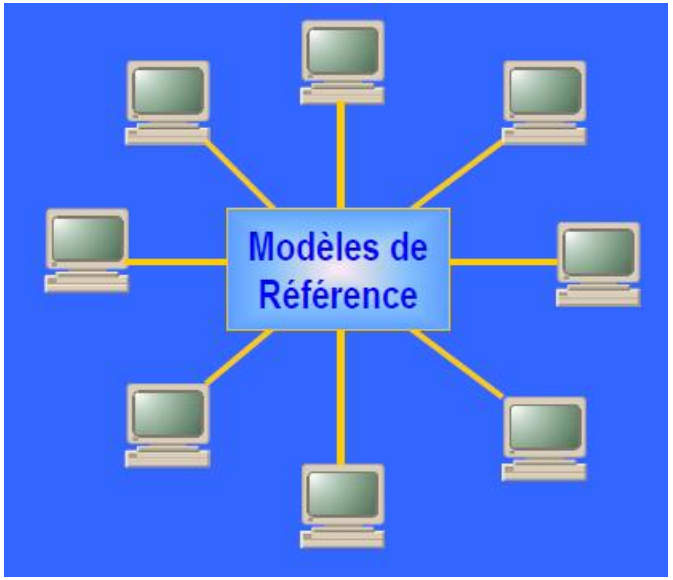
  Difficulté de création de l'ontologie commune.

Mediator architecture représente un solution intéressante (Guyot, 2007)

- Agilité des Systèmes d'Information
- Coût global de possession (CGP) des interfaces maîtrisé



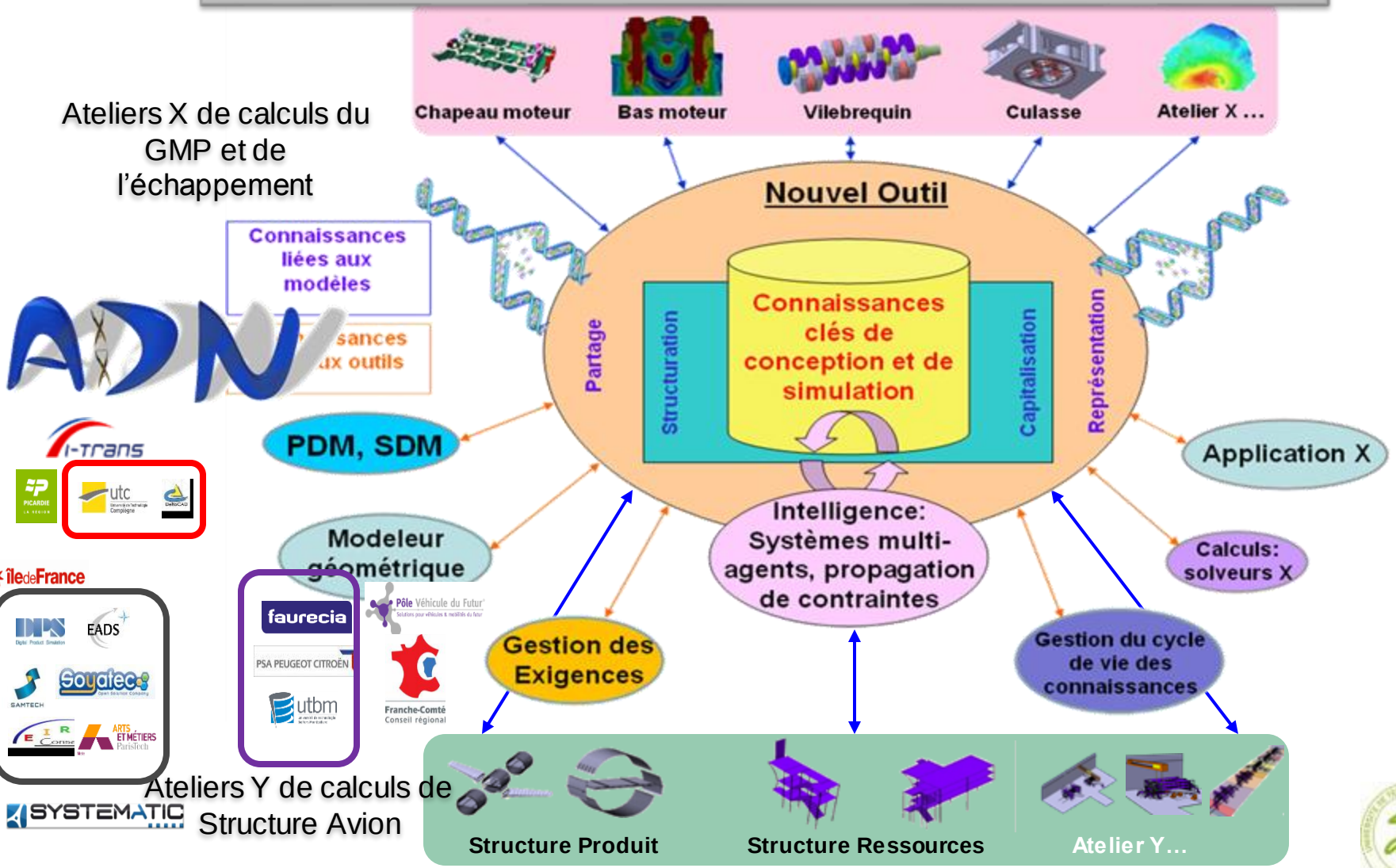
point-to-point architecture



mediator architecture

Modélisation et simulation pour la conception collaborative et productive à base de connaissances métier

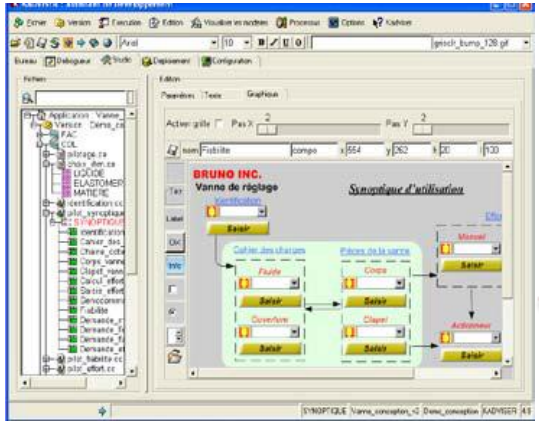
Ateliers X de calculs du GMP et de l'échappement

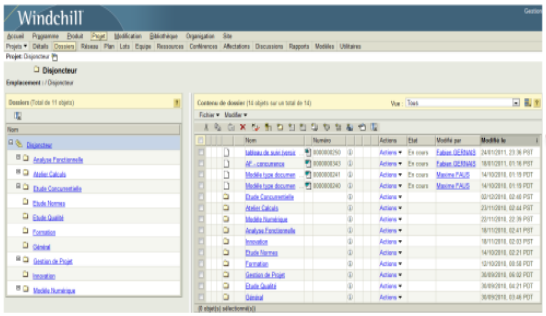


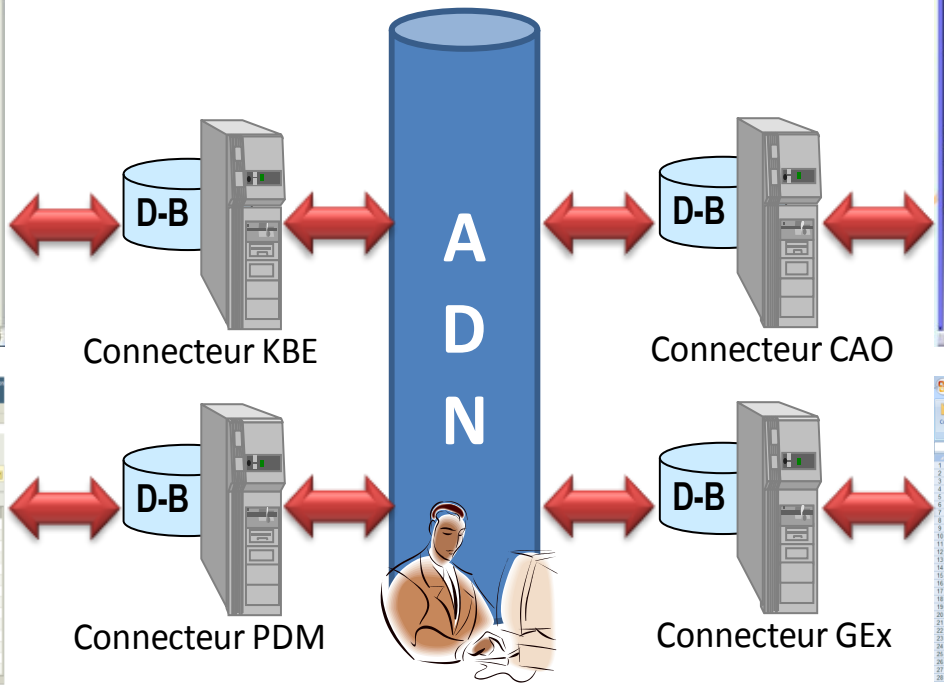
Ateliers Y de calculs de Structure Avion

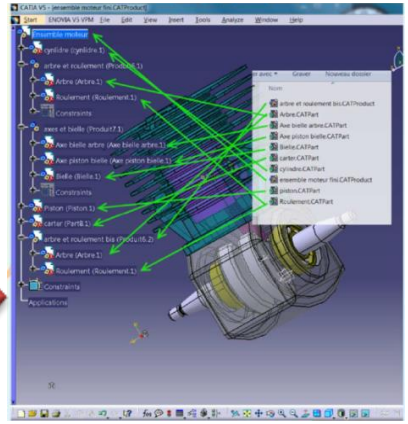
(Belkadi et al., 2012)

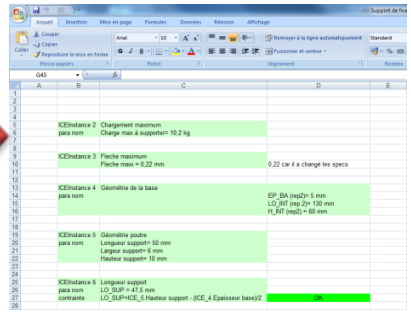
- Développer des connecteurs (« passerelles ») entre les applications métier et le cœur ADN
- Spécification de l'architecture des passerelles génériques







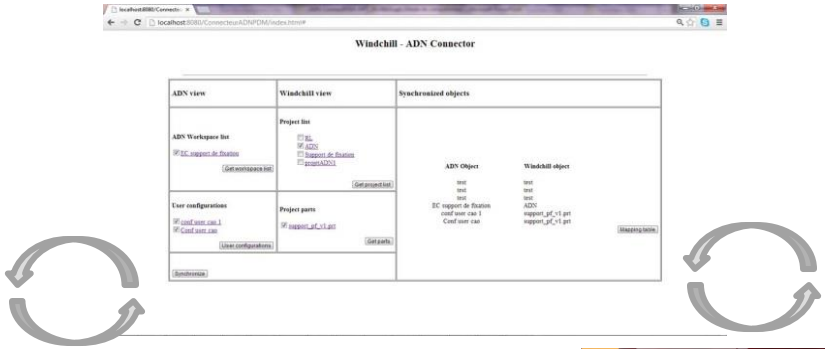




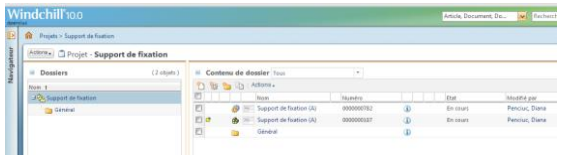
(Belkadi et al., 2012)

- Applications web indépendantes avec une architecture générique
- Fonctionnalités :
  - Synchronisation des projets et des articles

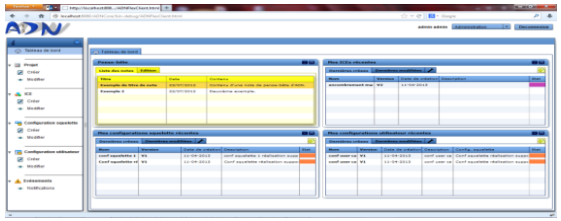
Connecteur Windchill10.0/ADN



Windchill10.0

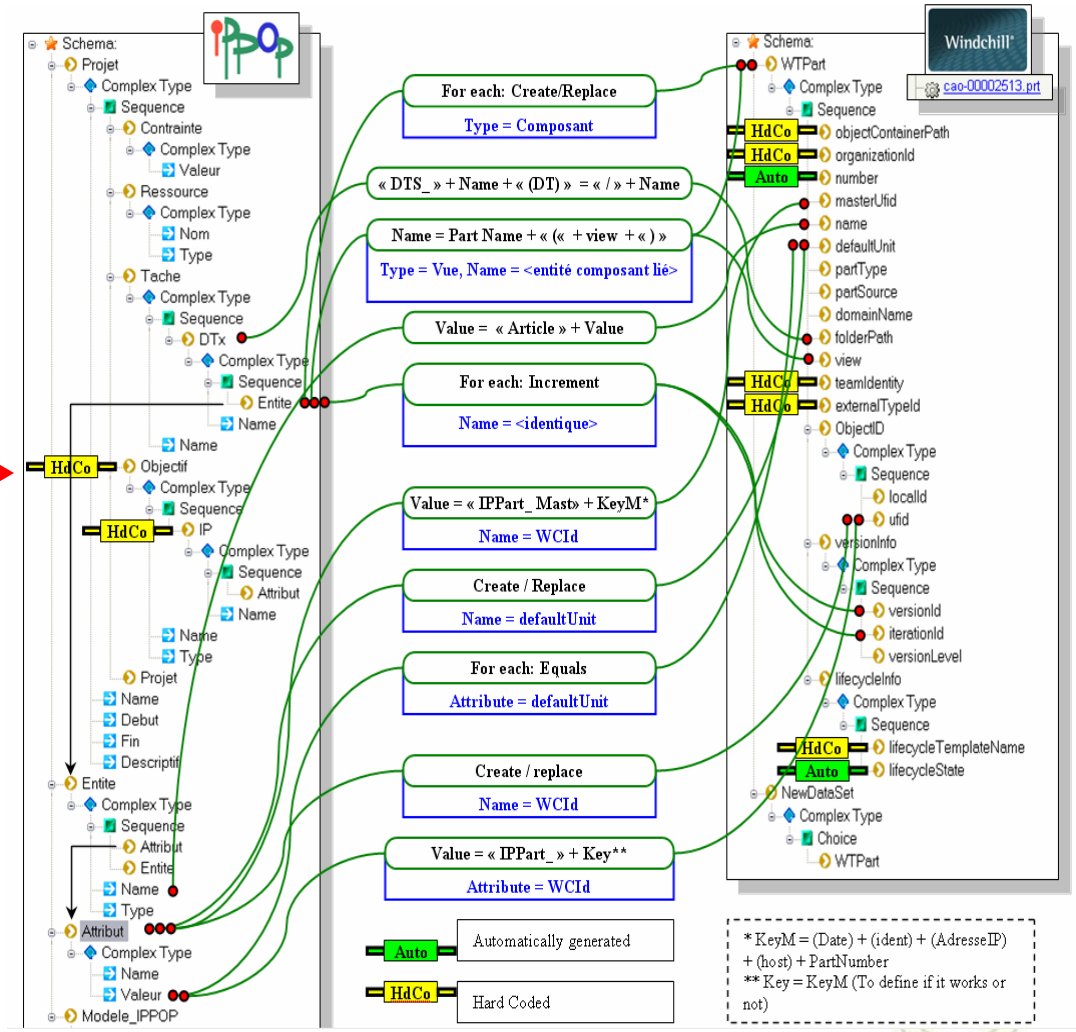


ADN



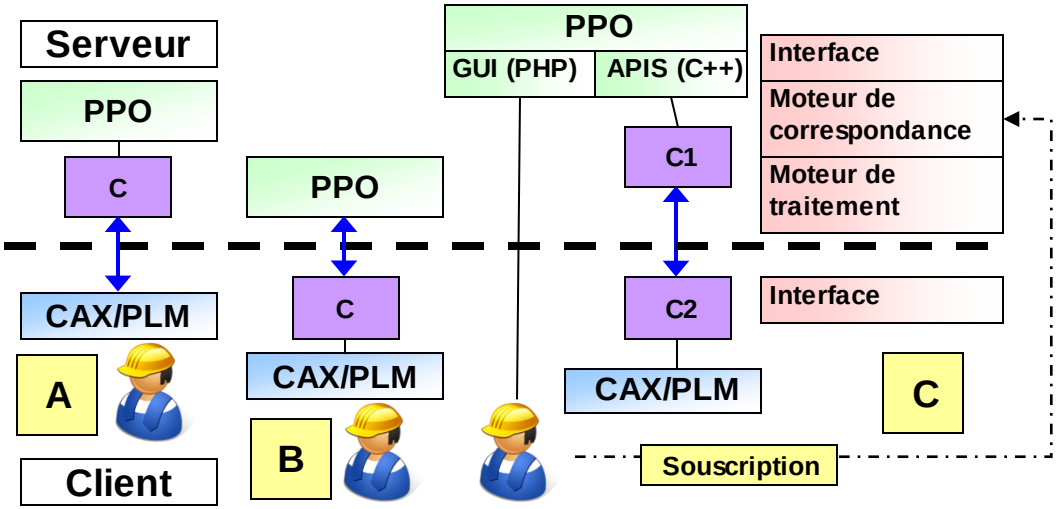
(Van Wijk, 2011)

CONCEPTS	PPO	PLM
Project	"Output Technical Data" of a task	Project/Product
		Document structure / Folder structure
Product	"Component" entity, "Common" type	Part
Links	"Component" entity relations	Product Structure
Attributes	Entity "Attributes"	Part / Doc Relationships
		Specification Doc.
Views	"Component" entity, "View" type	Part (Same as previous)



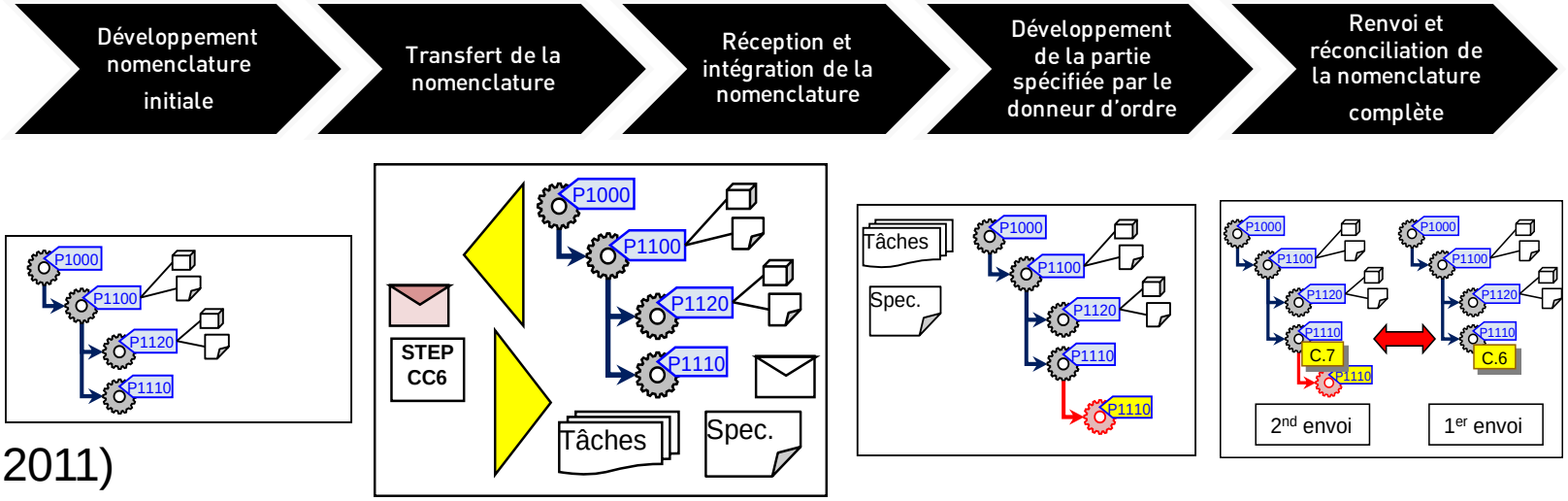
(Van Wijk, 2011)

- Module d'interopérabilité
  - Effort minimum de couplage
  - Architecture en 2 parties

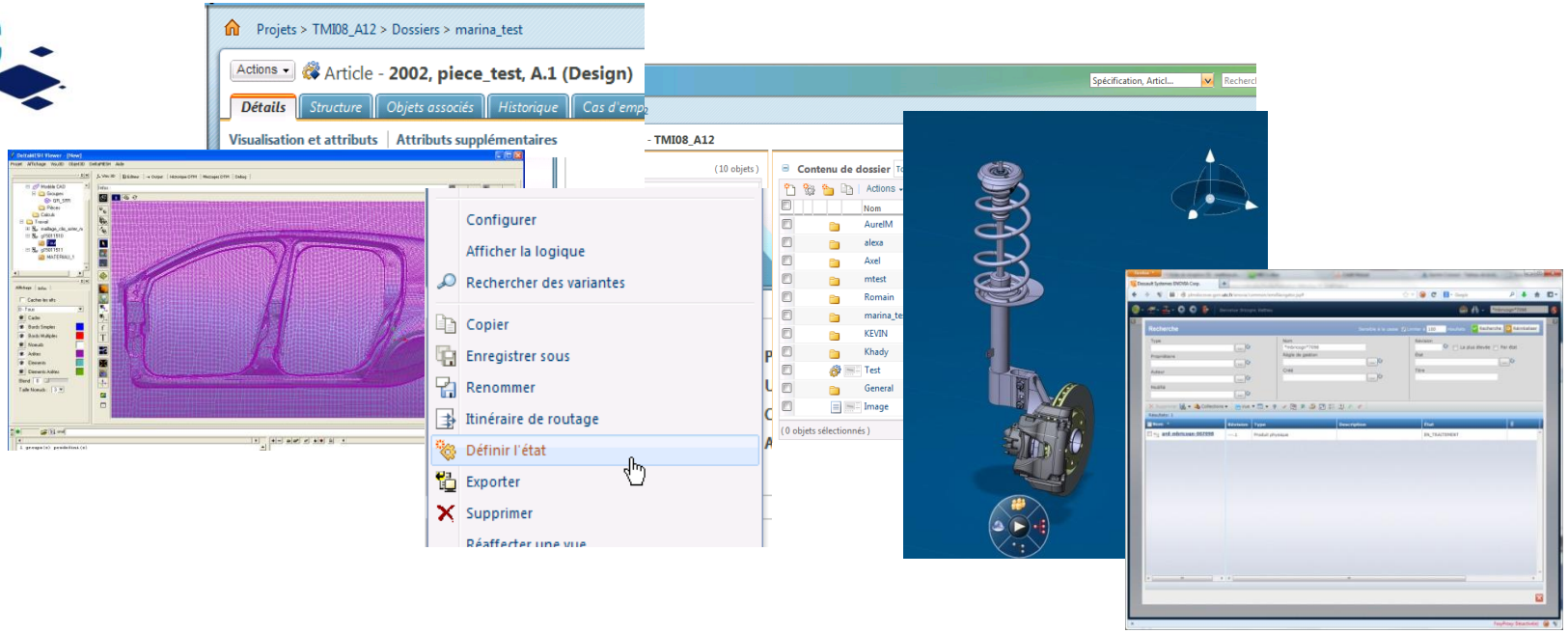


- Technologies
  - Basées sur des imports et exports XML
  - Correspondances XSLT avec les XSD extraites
  - Web services en protocole de transport

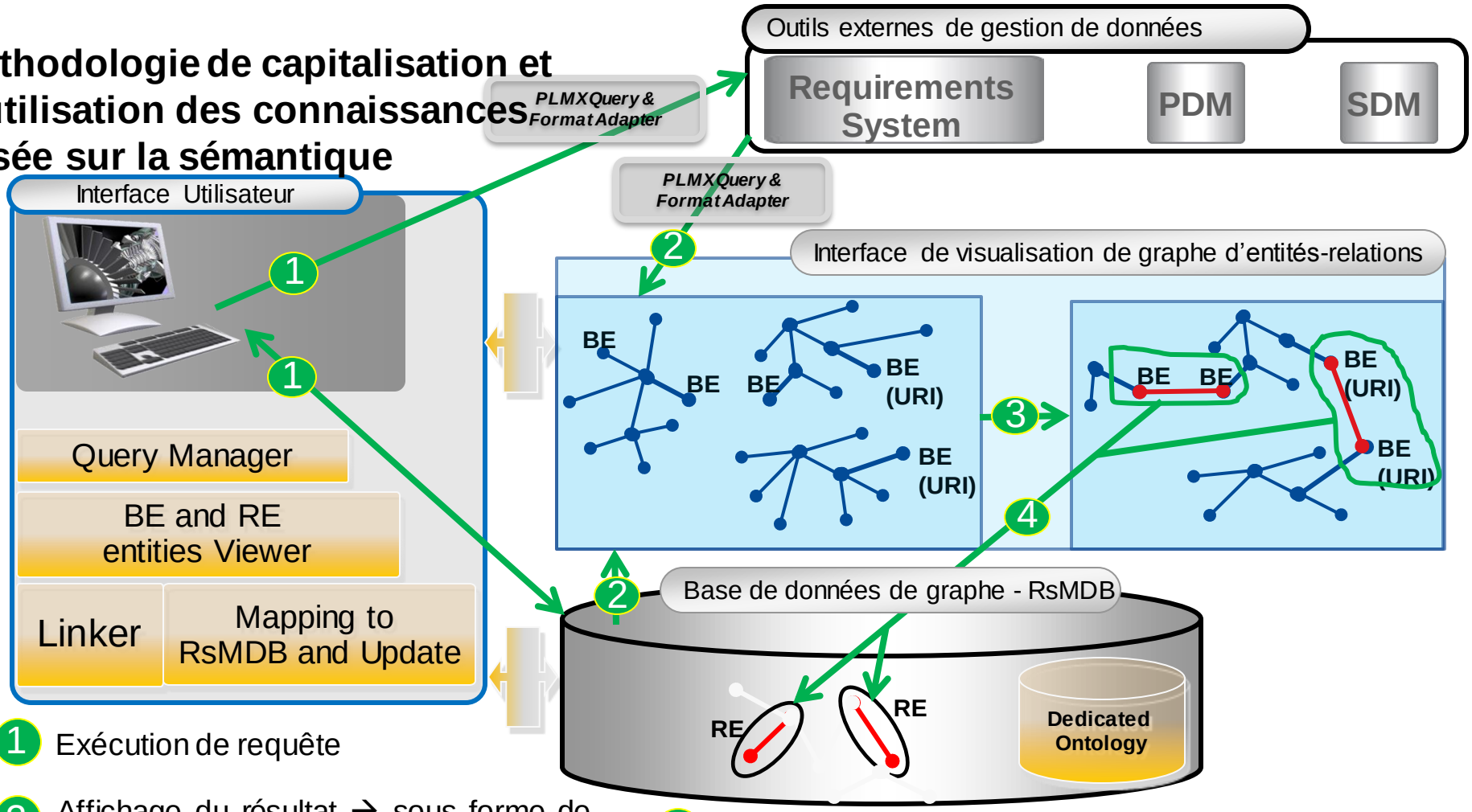
```
<!-- MAPPING ENTITE "COMPOSANT" (IPPOP) / PART (WINDCHILL)-->
  <xsl:for-each select="//Entite[@Type='Composant']">
  <xsl:element name="WTPart">
    <xsl:element name="ObjectID">
      <xsl:element name="localId">localID-ToDefine</xsl:element>
      <xsl:element name="ufid">ufid-ToDefine</xsl:element>
    </xsl:element>
    <xsl:element name="objectContainerPath">/wt.inf.container.OrgContainer=utt</xsl:element>
    <xsl:element name="number">number-ToDefine</xsl:element>
    <xsl:element name="masterUfid">masterUfid-ToDefine</xsl:element>
    <xsl:element name="name">Article_<xsl:value-of select="@Name"/></xsl:element>
    <xsl:element name="folderPath">/Default/Projet-
      <xsl:value-of select="ancestor::DTx/parent::Tache/parent::Projet/@Name"/>/Tache-
      <xsl:value-of select="ancestor-or-self::Tache/@Name"/>/DTx-
      <xsl:value-of select="ancestor-or-self::DTx/@Name"/>
    </xsl:element>
```



(Van Wijk, 2011)



Méthodologie de capitalisation et réutilisation des connaissances basée sur la sémantique



1 Exécution de requête

2 Affichage du résultat → sous forme de graphe d'entités-relations

3 Visualisation et enrichissement des entités d'ingénierie

4 Mapping of new enrichments and so-created semi-structured entities to the graph database

(Assouroko, 2012)

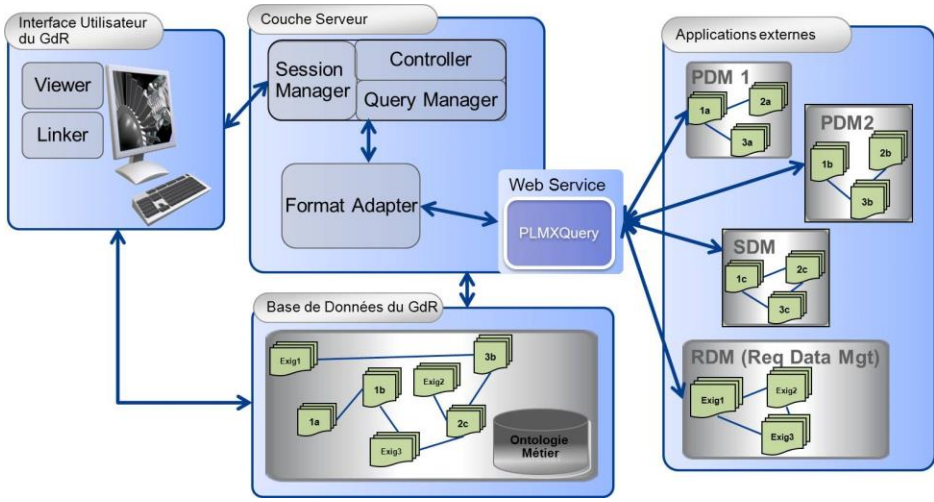
Scenarii mis en œuvre au sein du Gestionnaire de Relation

- Extraire une entité d'ingénierie
  - Exécution de la requête de l'utilisateur (relativement à une entité) sur la source de données
- Visualiser un ensemble d'entités-relations d'ingénierie (triplet ERSE "Entité-RelationSémantique-Entité")
- Enrichir une entité d'ingénierie (principale tâche de capitalisation de connaissances)
  - Créer une relation sémantique entre deux entités affichées à l'utilisateur et initialement disjointes
  - Modifier une entité RE (triplets existant) en modifiant les propriétés d'un triplet ERSE

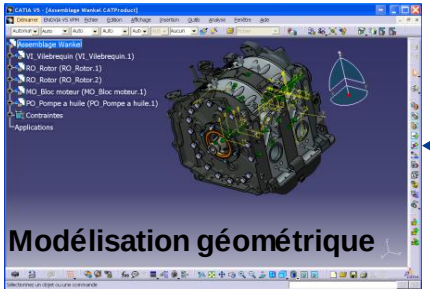
Architecture technique du Gestionnaire de Relations

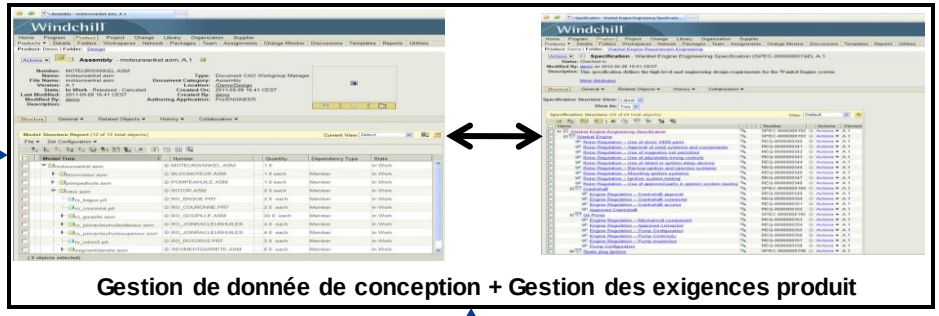
- Combine une approche d'architecture 3 tiers (Client-Serveur-Base de données) à une approche d'architecture MVC (Modèle-Vue-Contrôleur)

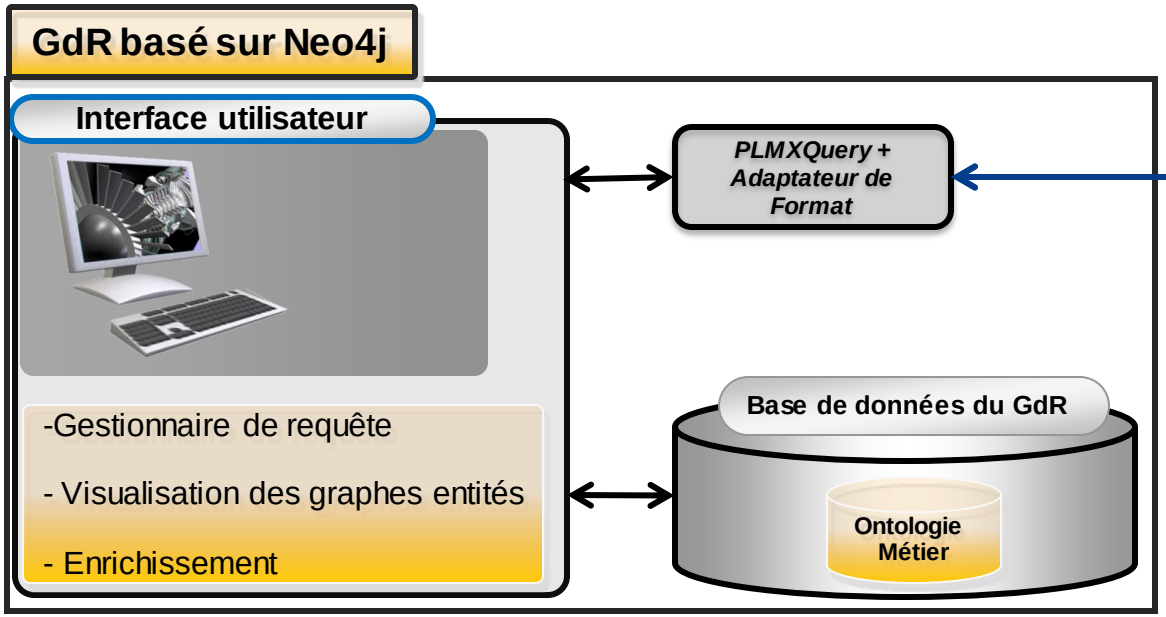
(Assouroko, 2012) cadesis

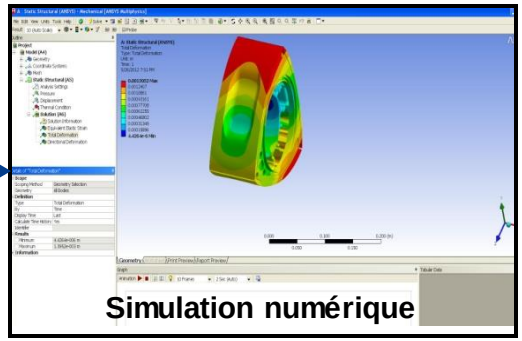


Environnement intégré du Gestionnaire de Relations expérimenté au travers du cas d'étude







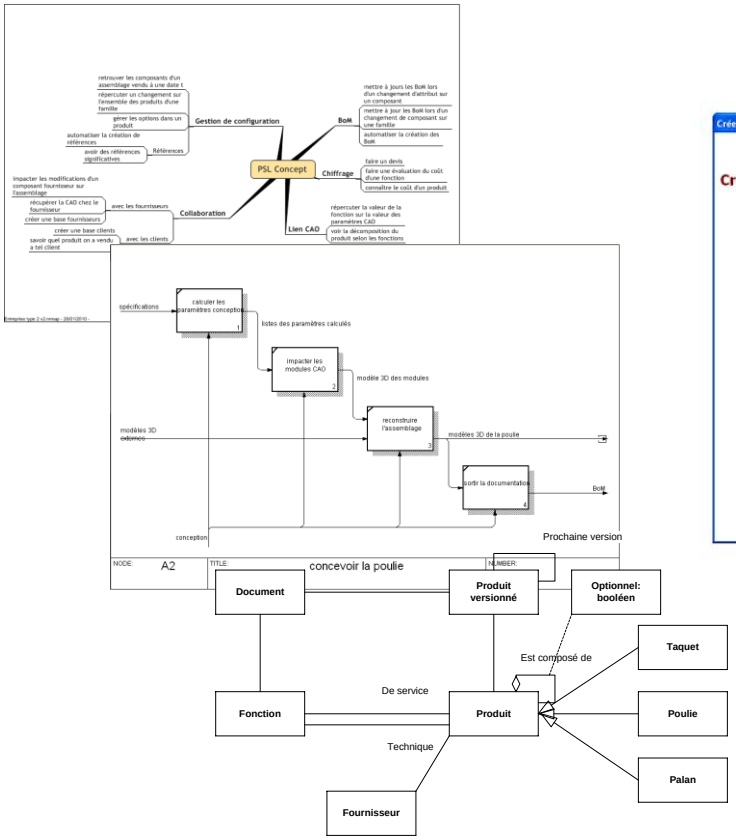


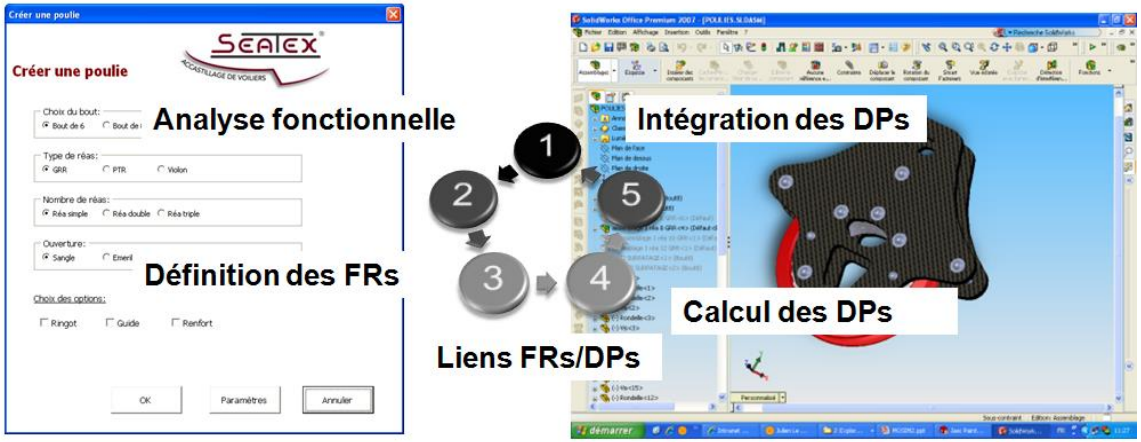
(Assouroko, 2012)

- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
  - Quelques définitions et caractéristiques
  - Fondamentaux issus du PDM et le liens CAO
  - Simulation Data Management
  - Manufacturing / Assembly Process Management
  - Reverse Engineering
  - Echanges de données et l'interopérabilité des applications
  - **PLM et PME**

Verrous industriels : Permettre la personnalisation de produits

- Créer des familles de produits basées sur des standards
- Lier les besoins fonctionnels clients et les paramètres de conception du produit.

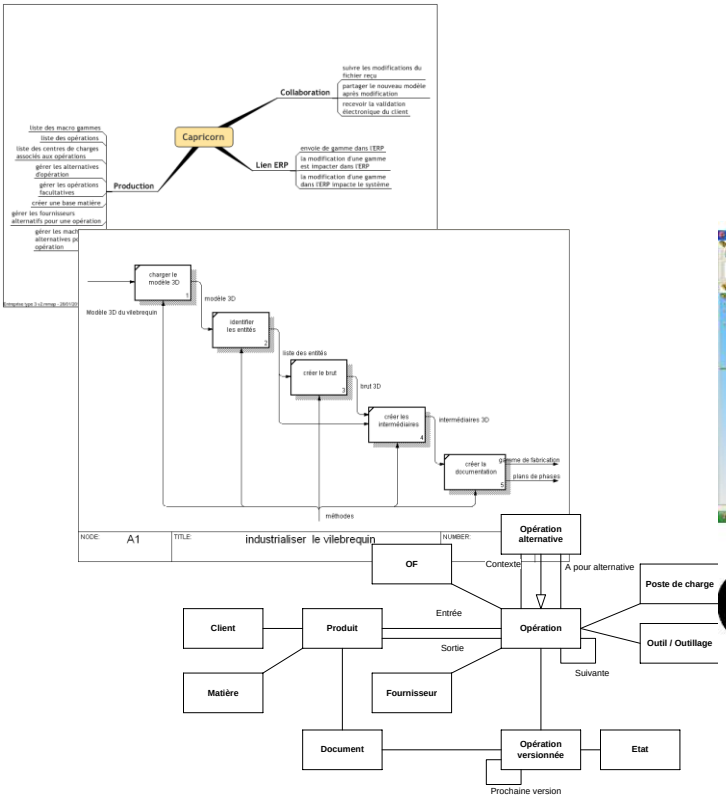




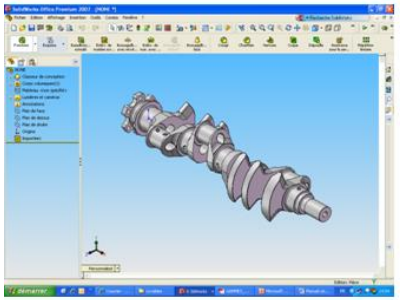
(Le Duigou, 2010)

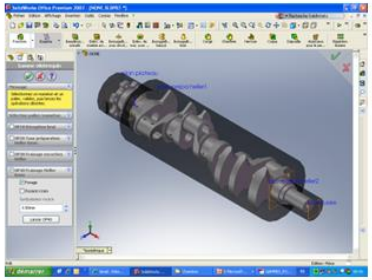
Verrous industriels: Définir les gammes de fabrication de façon semi automatique :

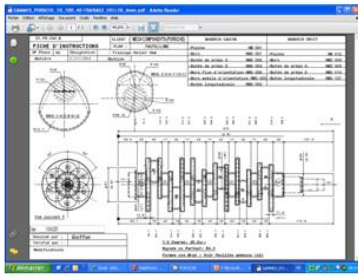
- Extraire les informations produit (géométries, tolérances…)
- Extraire les informations du MPM (centre de charges, outillage, posage…)
- Extraire les macro-gammes de fabrication (ERP)

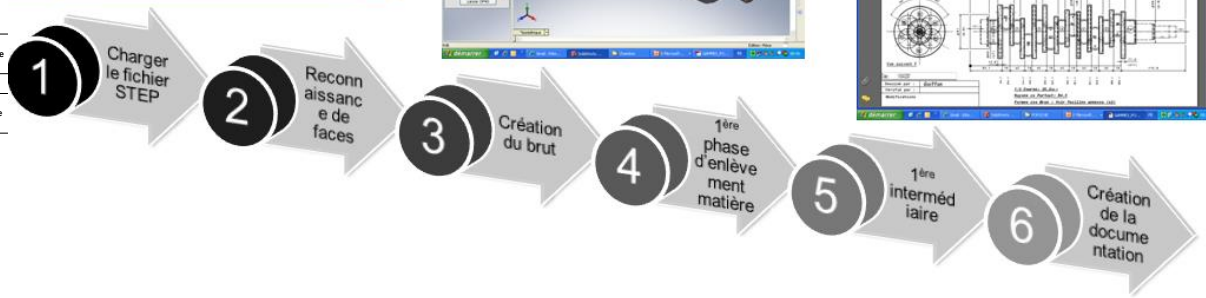


(Le Duigou, 2010)









générique
équipementier
composant
métier

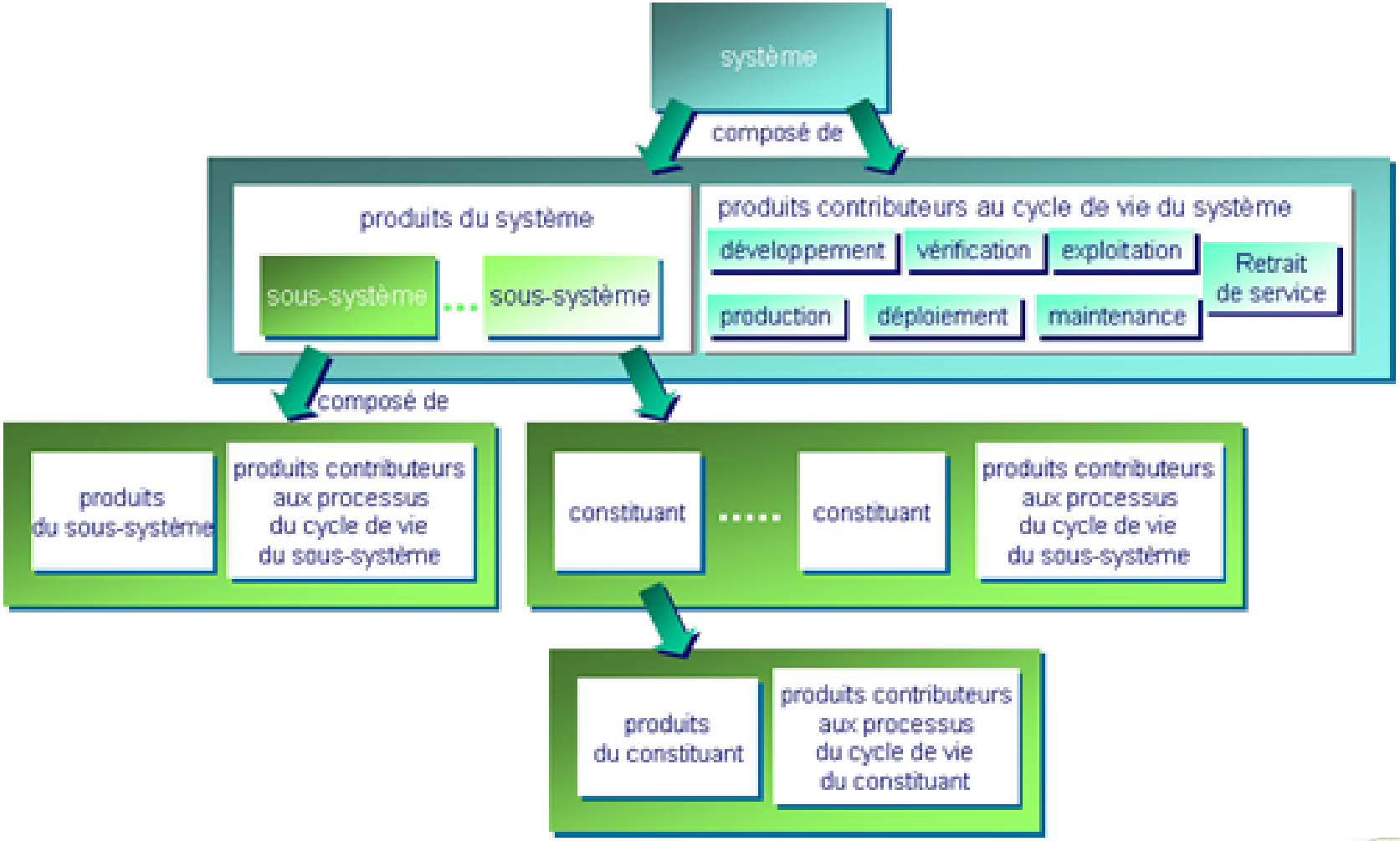
PME mécanicienne

- **Gestion de configuration**
  - effectivité
  - produit interne /acheté
  - références
  - familles de produits
  - variantes
  - options
  - version/révision
  - validation électronique
- **Collaboration**
  - client
    - suivre les modifications du fichier reçu
    - partager le nouveau modèle après modification
    - créer une base clients
    - savoir quel produit on a vendu à tel client
  - fournisseur
    - impacter les modifications d'un composant fournisseur sur l'assemblage
    - récupérer la CAO chez le fournisseur
    - créer une base fournisseurs
- **Production**
  - macro gammes
  - opérations
  - ressources
  - créer une base matière
  - alternatives fournisseur
- **Multivues**
  - restructurer la BoM vue BE
  - restructurer la BoM vue BM
  - ajouter/enlever des articles dans BoM vue BE uniquement
  - ajouter/enlever des articles dans BoM vue BM uniquement
  - voir la décomposition du produit selon les fonctions
  - BoM
- **Projet**
  - gérer les tâches
  - affecter les ressources
  - affecter les responsables
  - voir les projets en retard
  - voir uniquement mes tâches
  - projet patron
- **Autres**
  - gestion des unités de mesure
  - Chiffrage
  - indicateur équivalent carbone
  - Recherche
- **Interopérabilité**
  - Lien ERP
  - Lien CAO

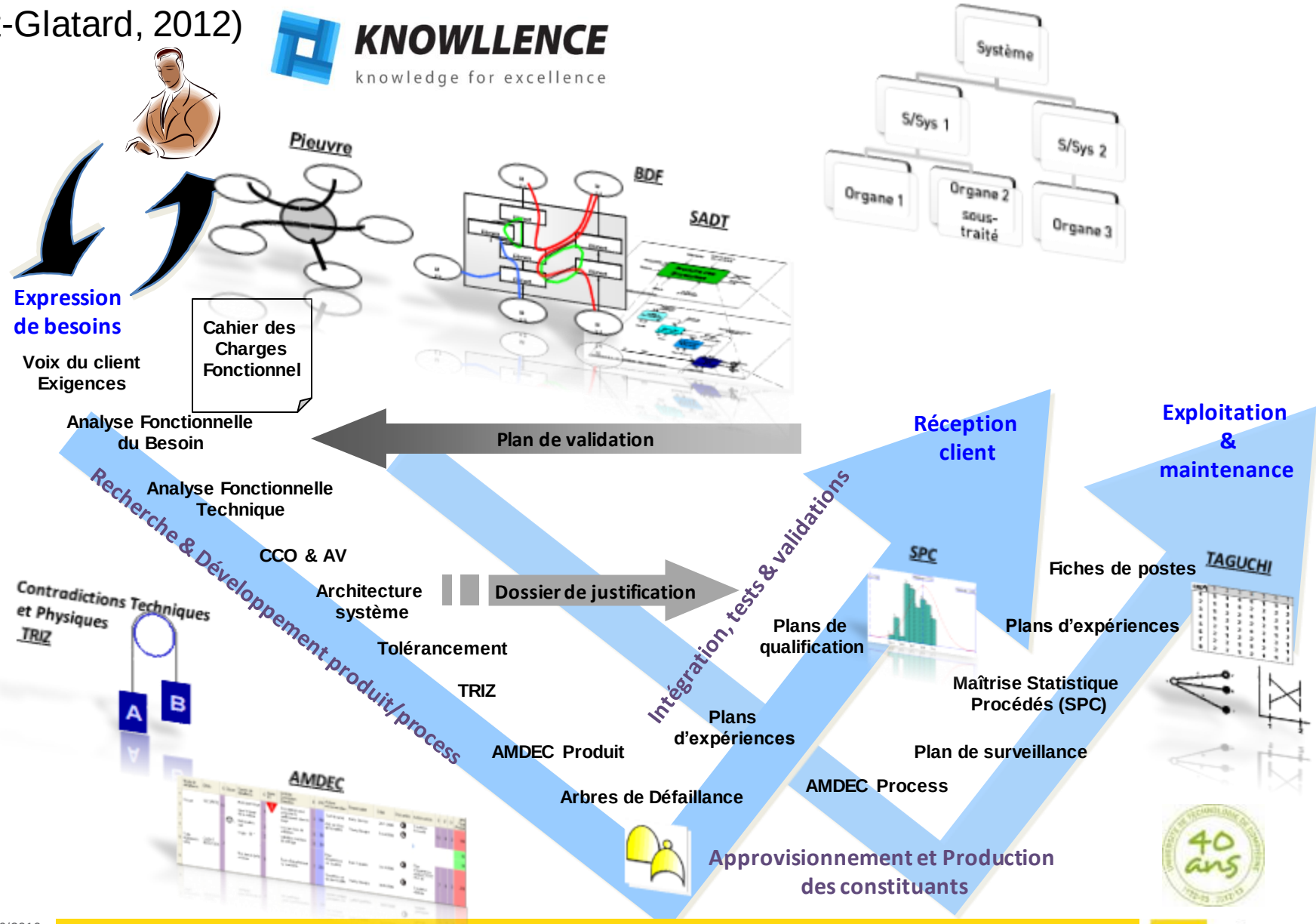
(Le Duigou, 2010)

- **PLM : perspectives de développement**
  - Ingénierie des exigences
  - Analyse de cycle de vie
  - Mécatronique
  - Imagerie biomédicale
  - Service Lifecycle Management
  - Building Lifecycle Management
  - EuroDigiRail – un projet de convergence

- PLM : perspectives de développement
  - **Ingénierie des exigences**
  - Analyse de cycle de vie
  - Mécatronique
  - Imagerie biomédicale
  - Service Lifecycle Management
  - Building Lifecycle Management
  - EuroDigiRail – un projet de convergence


système
composé de
produits du système
sous-système
...
sous-système
produits contributeurs au cycle de vie du système
développement
vérification
exploitation
Retrait de service
production
déploiement
maintenance
composé de
produits du sous-système
produits contributeurs aux processus du cycle de vie du sous-système
constituant
.....
constituant
produits contributeurs aux processus du cycle de vie du sous-système
produits du constituant
produits contributeurs aux processus du cycle de vie du constituant

(Mahut-Glatard, 2012)



Arbre fonctionnel

- 1 Détecter une commande de l'avant bras et saisir l'objet 32,00% (32)
  - 1.1 Détecter l'influx nerveux et musculaire 14,40% (45)
  - 1.2 Pincer l'objet* 17,60% (55)
- 2 Positionner la prothèse par rapport à l'objet à saisir 33,00% (33)
  - 2.1 Communiquer au patient (tactile, auditif et visuel) sa position par rapport à l'objet à saisir 13,20% (40)
    - 2.1.1 Transmettre un retour d'effort aux terminaisons nerveuses au contact de l'objet à saisir 7,92% (60)
    - 2.1.2 Emettre un bruit audible au contact 3,30% (25)
    - 2.1.3 Etre visible à l'oeil par rapport à l'objet à saisir 1,98% (15)
  - 2.2 Déplacer la prothèse 19,80% (60)
    - 2.2.1 Suivre les mouvements de l'avant bras 19,80% (100)

Valorisation (récapitulatif)

(F 2.2.1) Suivre les mouvements de l'avant-bras	19,80 %
(F 1.2) Pincer l'objet*	17,60 %
(F 1.1) Détecter l'influx nerveux et musculaire	14,40 %
(F 3) Ne pas émettre de bruits désagréables : couinements, grincements...	13,00 %
(F 5) Respecter le milieu	11,00 %
(F 4) Plaire à l'œil : en situation éclairée	11,00 %
(F 2.1.1) Transmettre un retour d'effort aux terminaisons nerveuses au contact de l'objet à saisir	7,92 %
(F 2.1.2) Emettre un bruit audible au contact	3,30 %
(F 2.1.3) Etre visible à l'œil par rapport à l'objet à saisir	1,98 %

Caractérisation des fonctions

Fonction	Valeur	Critère	Niveau	Flex
(F 1.1) Détecter l'influx nerveux et musculaire	14,40 %	répétabilité de détection		
		force du signal		
(F 1.2) Pincer l'objet*	17,60 %	largeur d'ouverture	85 mm maxi	F1
		largeur de saisie	0,2mm (feuille de papier) mini	F0
		profondeur de préhension	50 mm maxi	F1
		pression de saisie		
		largeur de la surface de contact	20mm mini	F3
		hauteur de la surface de saisie	10mm maxi	F3
		coefficient de frottement statique de la surface en contact	à définir	
		coefficient de frottement dynamique de saisie	à définir	
		vitesse de fermeture	0,5 secondes +/- 0,2	F0
		nombre de fermetures	10 000 minimum	F2
(F 2.1.1) Transmettre un retour d'effort aux terminaisons nerveuses au contact de l'objet à saisir	7,92 %	hystérésis		
(F 2.1.2) Emettre un bruit audible au contact	3,30 %	bruit mat	subjectif	F1
(F 2.1.3) Etre visible à l'œil par rapport à l'objet à saisir	1,98 %	contraste de la prothèse / environnement	subjectif	

KNOWLLENCE
knowledge for excellence

(Mahut-Glatard, 2012)

- PLM : perspectives de développement
  - Ingénierie des exigences
  - **Analyse de cycle de vie**
  - Mécatronique
  - Imagerie biomédicale
  - Service Lifecycle Management
  - Building Lifecycle Management
  - EuroDigiRail – un projet de convergence

Sustainable and efficient Production of Light weight solutions

http://www.suplight-eu.org/

THEME [NMP-2010-3.1-1] : New industrial models for a sustainable and efficient production

Septembre 2011- Septembre 2014

Grant Agreement n° 263302

Cout total du projet : 4 270K€

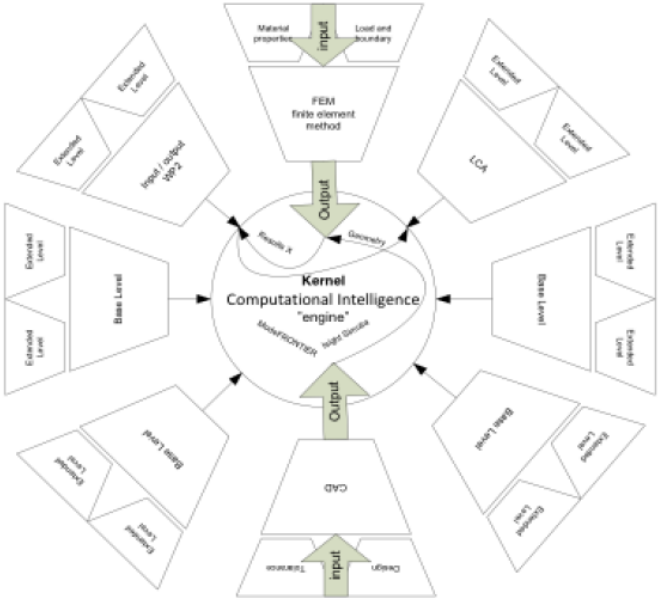
Cout UTC : 342K€ ; Subvention UTC : 260K€ ; HM UTC: 29

Aide région Picardie : 2 ans Post doc

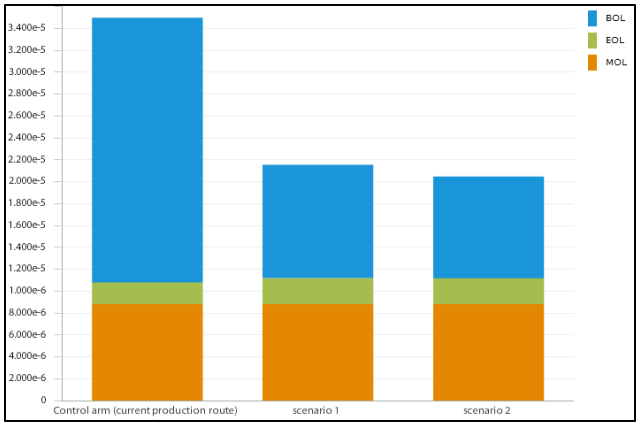
Lifecycle Assessment and Engineering

Problématique

- Dans l'automobile et l'aéronautique, peu d'aluminium recyclé est utilisé.
- Les aluminium recyclés n'ont pas la qualité nécessaire aux exigences de performances de ces domaines, spécialement pour les pièces de structure.
- Comment faire pour obtenir des aluminiums recyclés de qualité?
  - Développement de nouveaux alliages produit directement à partir d'aluminium recyclé.
  - Identifier les Aluminiums de qualité qui serviront à ces alliages.
  - Trier et acheminer par des voies spécifiques ces aluminiums de qualité.
  - S'assurer que ce nouveau Business model est durable (écologiquement et économiquement).



Intégration des informations environnementales caractérisant les produits et leurs processsus réels pour consolider l'analyse du cycle de vie



Flows				Processes			Indicators		
Flow	Category	Quantity	Unit	Process	Process U	Process databa:	Climate change (kg CO2-	Resources (MJ)	Water withdrawal (m3)
AA 6082 Ingot Casting	Materials > Metals	2,649	kg	aluminium, productior	kg	Ecoinvent 2.2	23,07113913	304,5455509	0,567095362
Extrusion	Materials > Metals	1,899	kg	section bar extrusion,	kg	Ecoinvent 2.2	1,970422929	35,86049019	0,089248314
Hot forging	Materials > Metals	0,75	kg	aluminium product ma	kg	Ecoinvent 2.2	2,541586865	37,77355059	0,072365444
machining	Materials > Metals	0,352	kg	turning, aluminium, co	kg	Ecoinvent 2.2	3,628618584	47,63951531	0,106113773
CH4 emission	Direct use of resources & e	0,000662735	kg	Methane, fossil, air, u	kg	Ecoinvent subst	0,018390891	0	0
CO emission	Direct use of resources & e	0,00389844	kg	Carbon monoxide, fos	kg	Ecoinvent subst	0,007407036	0	0
CO2 emission	Direct use of resources & e	26,509392	kg	Carbon dioxide, fossil	kg	Ecoinvent subst	26,509392	0	0
NOx emission	Direct use of resources & e	0,0194922	kg	Nitrogen oxides, air, u	kg	Ecoinvent subst	0	0	0
Particulates matters	Direct use of resources & e	0,003742502	kg	Particulates, < 2.5 un	kg	Ecoinvent subst	0	0	0
Product fuel consumption	Energy, heat, steam & coo	7,79688	kg	diesel, at refinery (15	kg	Ecoinvent 2.2	3,832383534	421,81958	0,096939853
SO2 Emission	Direct use of resources & e	0,005457816	kg	Sulfur dioxide, air, un	kg	Ecoinvent subst	0	0	0
Aluminum scrap	End of Life > Waste	1,516072129	kg	aluminium scrap, old,	kg	Ecoinvent 2.2	0,385713894	4,770492092	0,003883974
Car shredding	End of Life > Waste	0,015342352	unit	disposal, passenger c	unit	Ecoinvent 2.2	6,369294222	36,32292671	0,046355054
EoL default logistic	Freight > Road freight	1,547	tkm	transport, lorry 16-32t	tkm	Ecoinvent 2.2	0,260628631	4,28219396	0,001968154

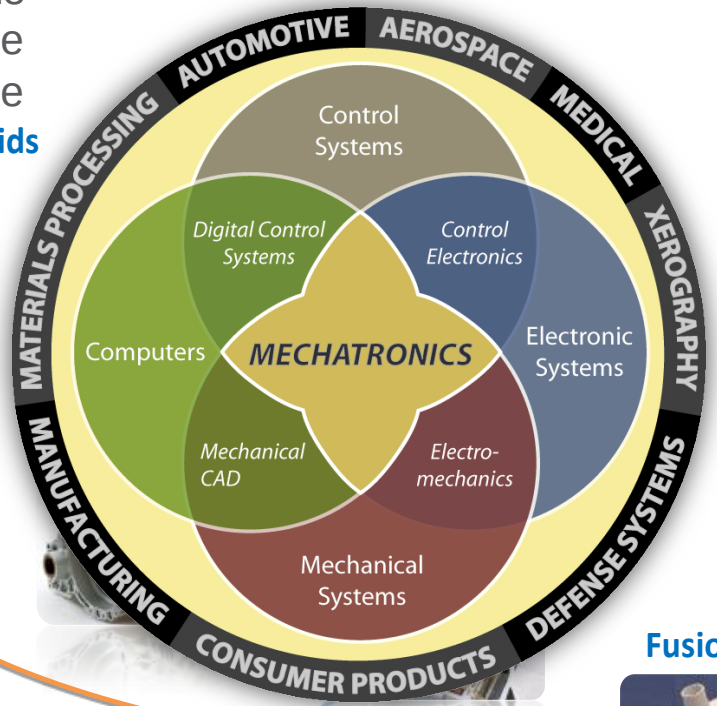
- PLM : perspectives de développement
  - Ingénierie des exigences
  - Analyse de cycle de vie
  - **Mécatronique**
  - Imagerie biomédicale
  - Service Lifecycle Management
  - Building Lifecycle Management
  - EuroDigiRail – un projet de convergence

Discipline évoquée pour la première fois au Japon en 1969 :

- Mécanique
- Electronique
- Automatique
- Informatique

Coût, Encombrement, Poids

Mécanique et électronique **Séparées**



Intégration Croissante

Fusionnées

Fonctionnalité, Robustesse, Bilan Carbone

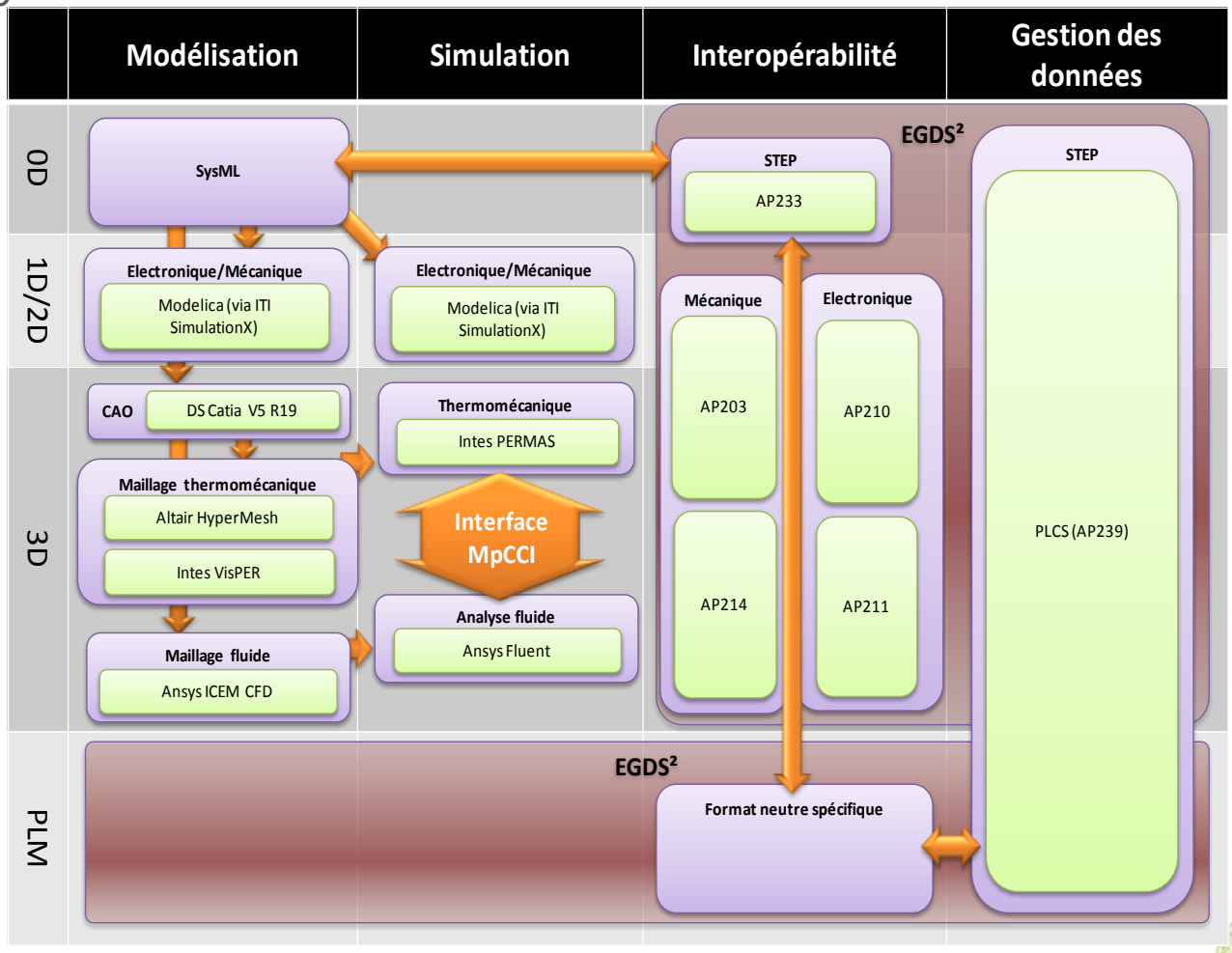
➔ 4 domaines fusionnés
➔ Intégration maximale

Etude de cas du système de commande du GMV

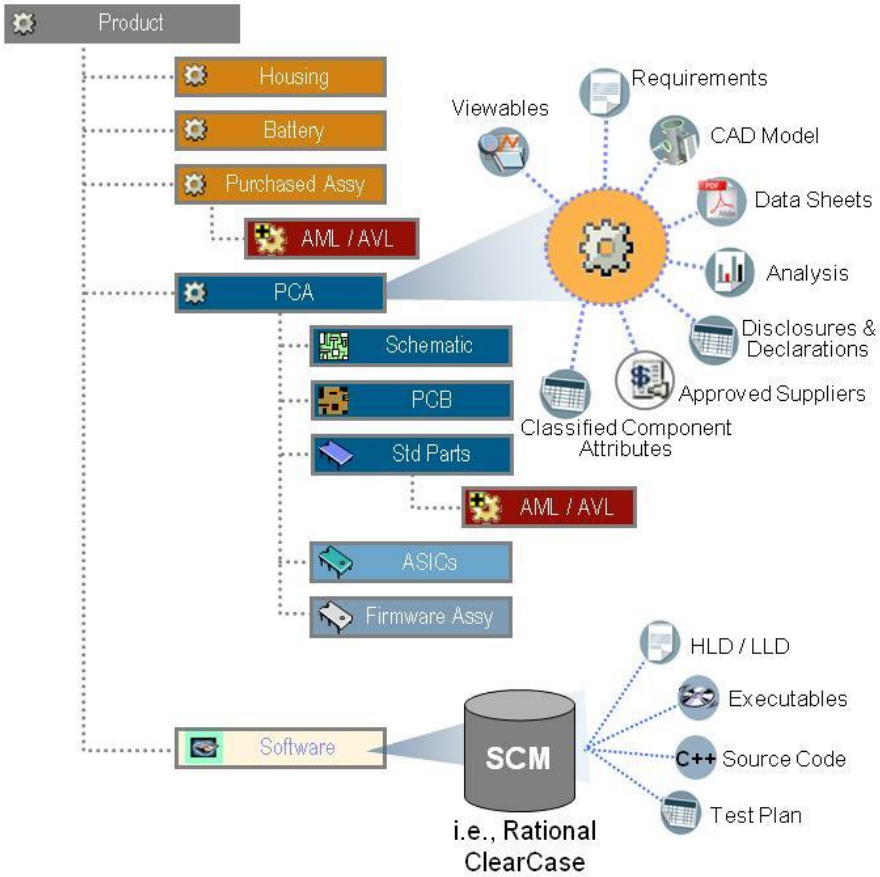
– Synthèse de la mise en oeuvre de la démarche

EXPAMTION :
Expérimentation d'une infrastructure de simulation **P**artagée par tous les **A**cteurs de la chaîne **M**écatronique de concep**TION**

(Lefèvre et al., 2014)

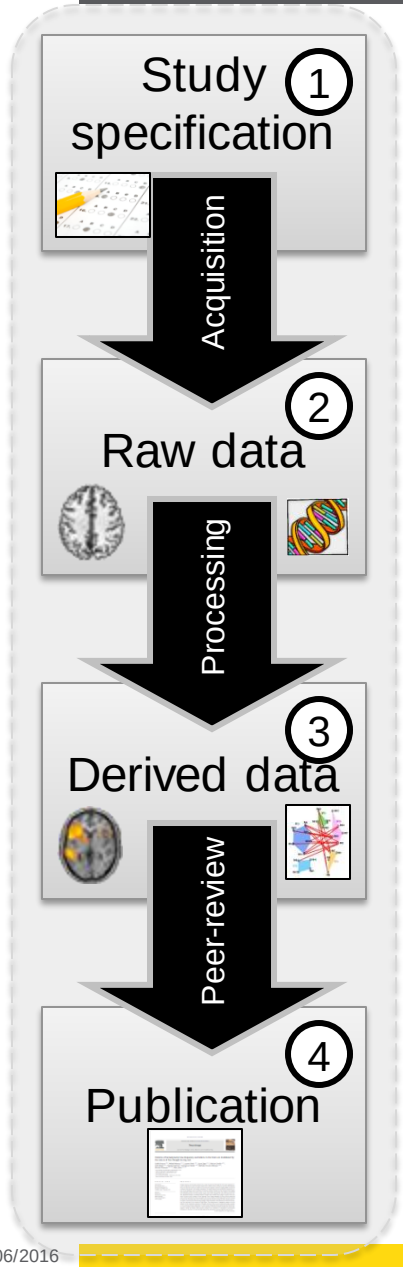


- Obtenir une intégration cohérente des données du système mécatronique:
  - Nomenclature unique,
  - Système de gestion de versions unique,
  - Méthodes de collaboration unifiées,
  - …



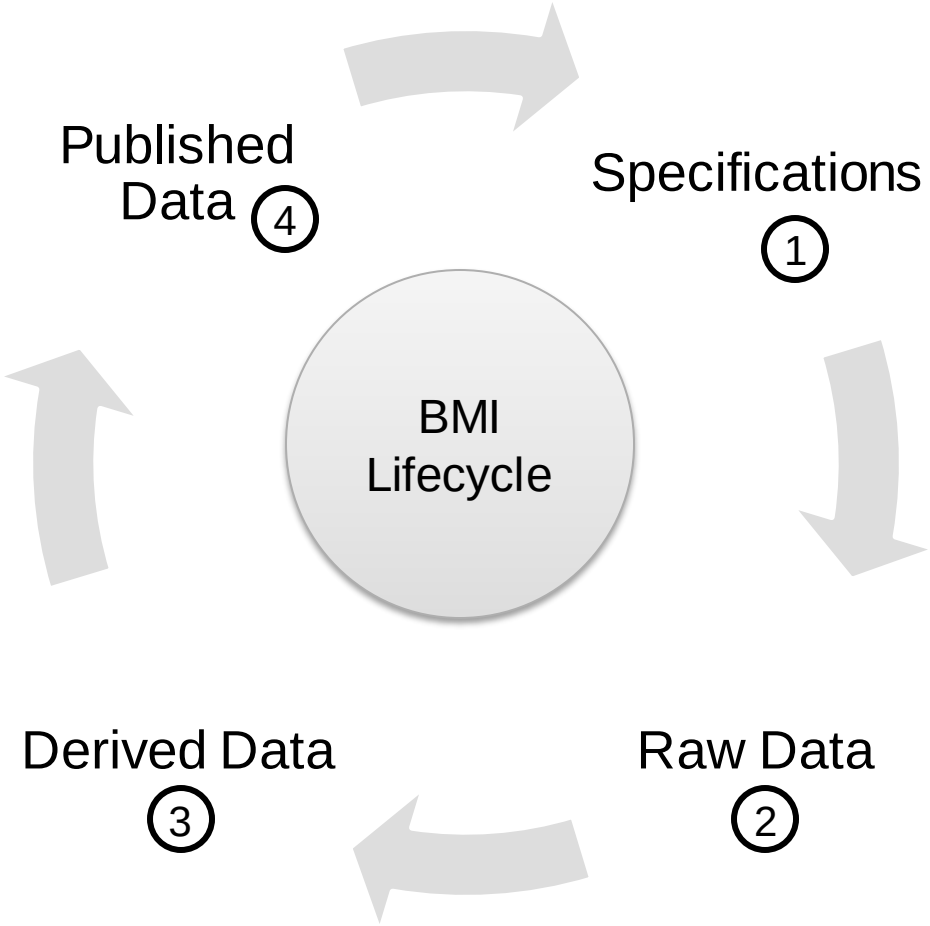
(Bricogne et al., 2014)

- PLM : perspectives de développement
  - Ingénierie des exigences
  - Analyse de cycle de vie
  - Mécatronique
  - **Imagerie biomédicale**
  - Service Lifecycle Management
  - Building Lifecycle Management
  - EuroDigiRail – un projet de convergence



(Allanic et al., 2014)

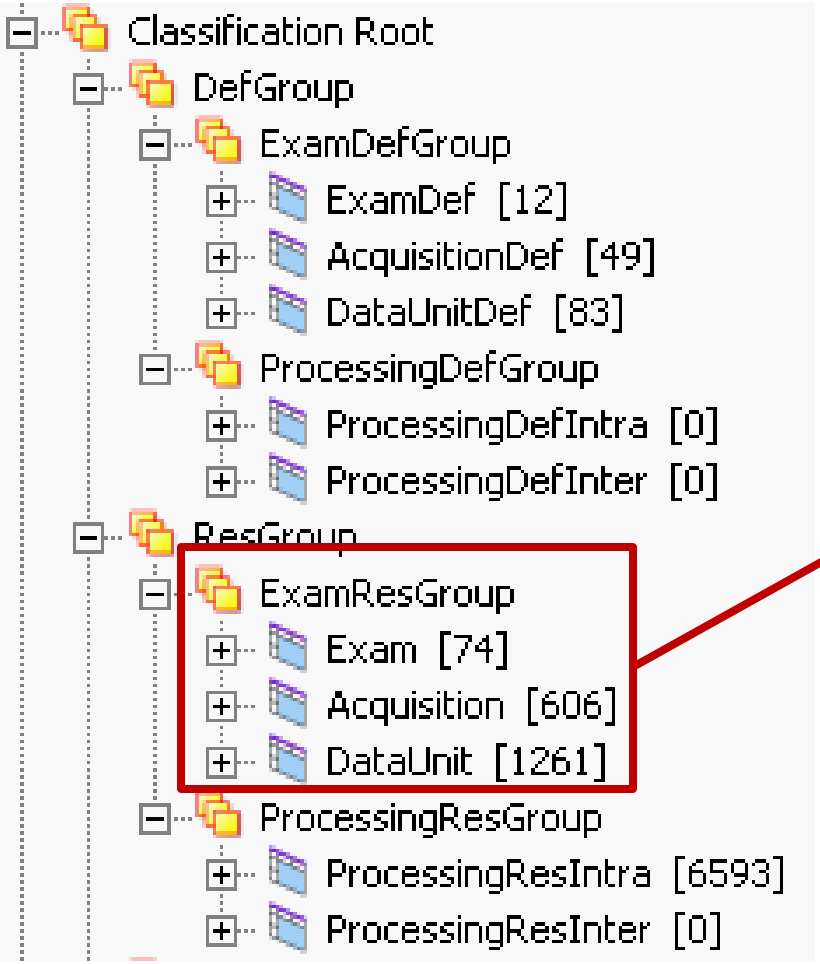
Gérer les données BMI à toutes les étapes

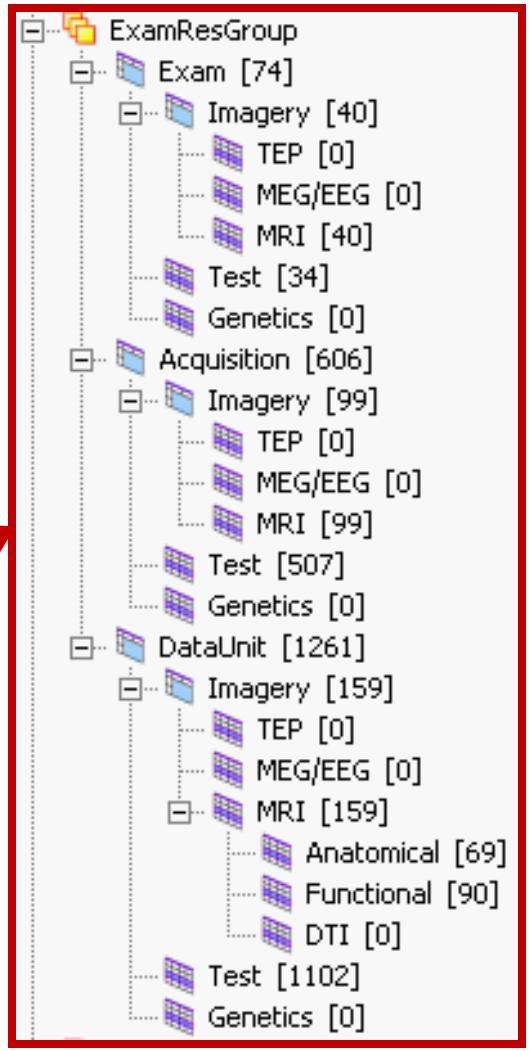


cadesis (Allanic et al., 2014)

Flexibilité du modèle pour les données brutes et traitées :

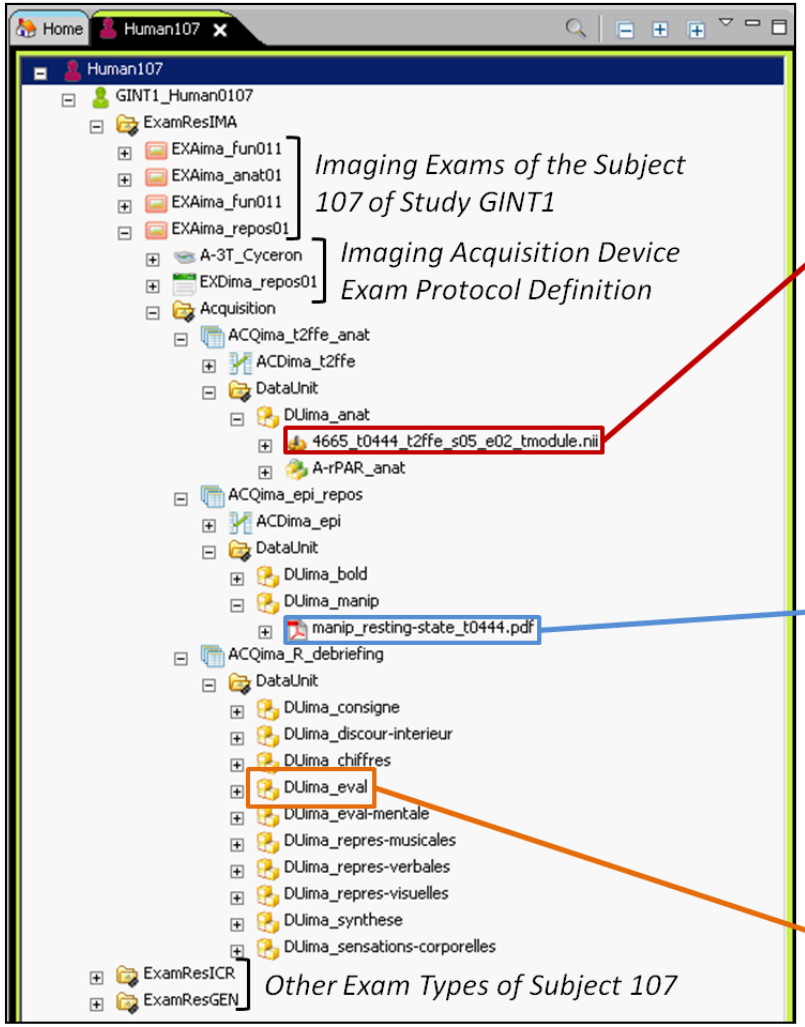
- classes spécifiques

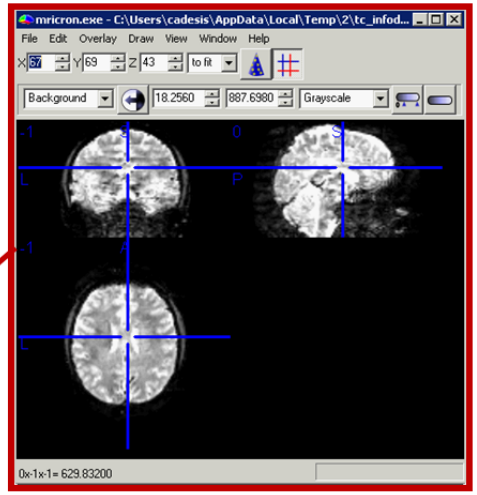




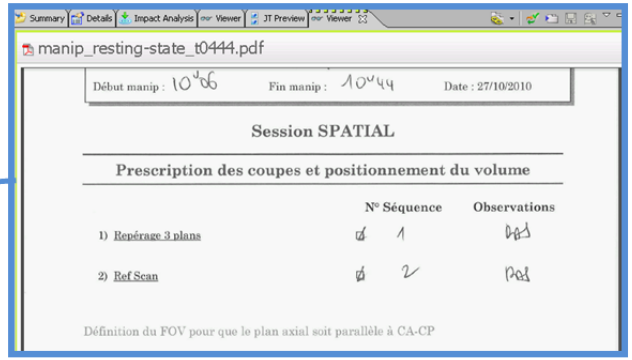
UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

(Allanic et al., 2014)

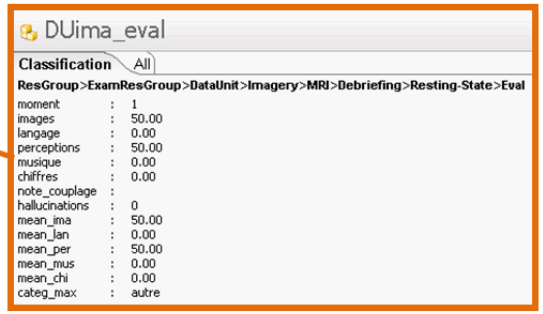




a) Anatomical Exam display in MRIcron software (outside Teamcenter)



b) Display of a PDF file in the Teamcenter client



c) Classification attributes display in the Teamcenter client

- PLM : perspectives de développement
  - Ingénierie des exigences
  - Analyse de cycle de vie
  - Mécatronique
  - Imagerie biomédicale
  - **Service Lifecycle Management**
  - Building Lifecycle Management
  - EuroDigiRail – un projet de convergence

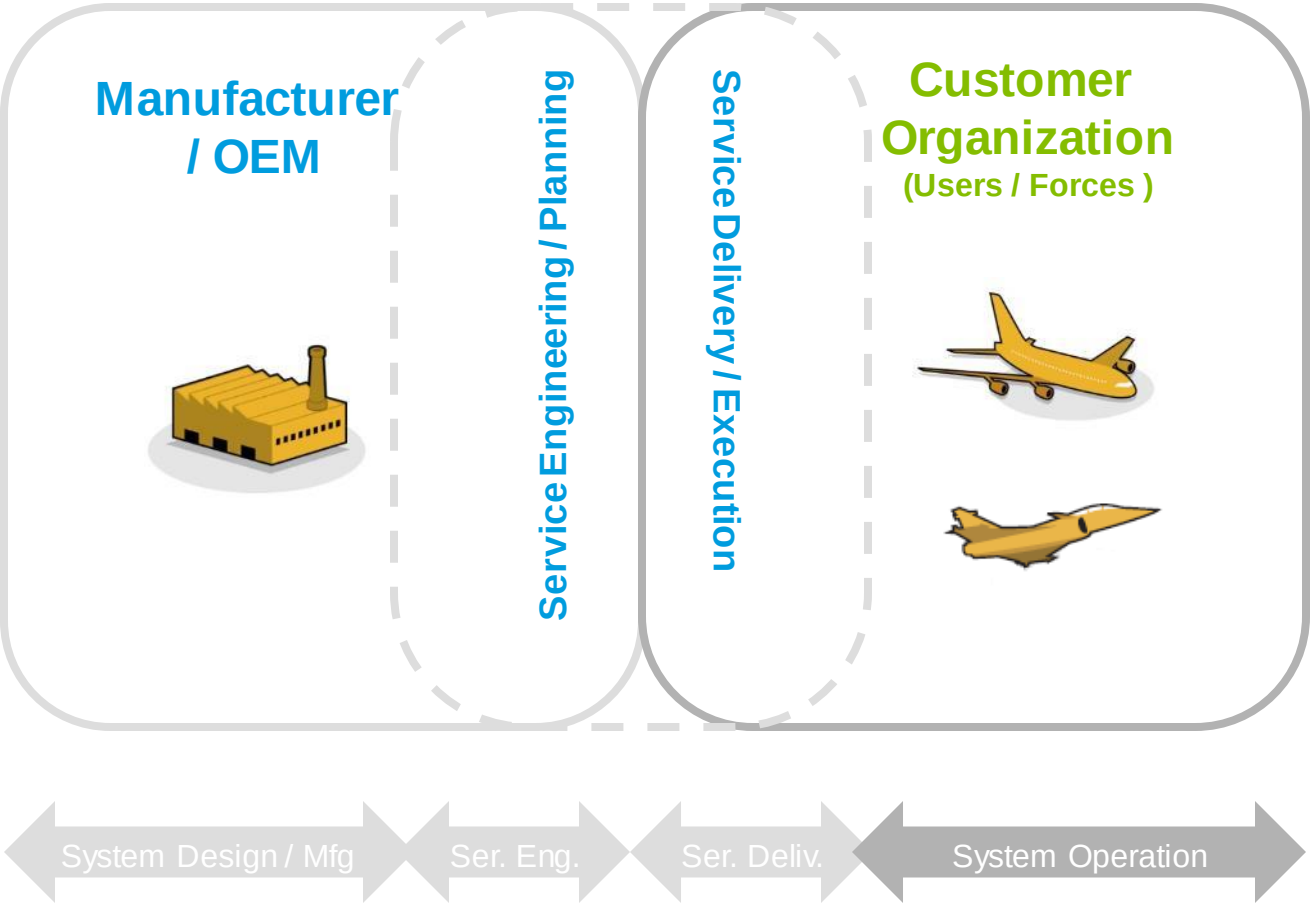
PTC

INCREASE CUSTOMER VALUE
An increase in customer retention of 5% can lead to profit gains of 35% to 125%

INCREASE SERVICE PROFIT
Aftermarket services represent ~24% of total revenues and between 40% to 80% of profit

INCREASE SERVICE REVENUE
Manufacturers on average capture only 25% of total service opportunity available

PTC

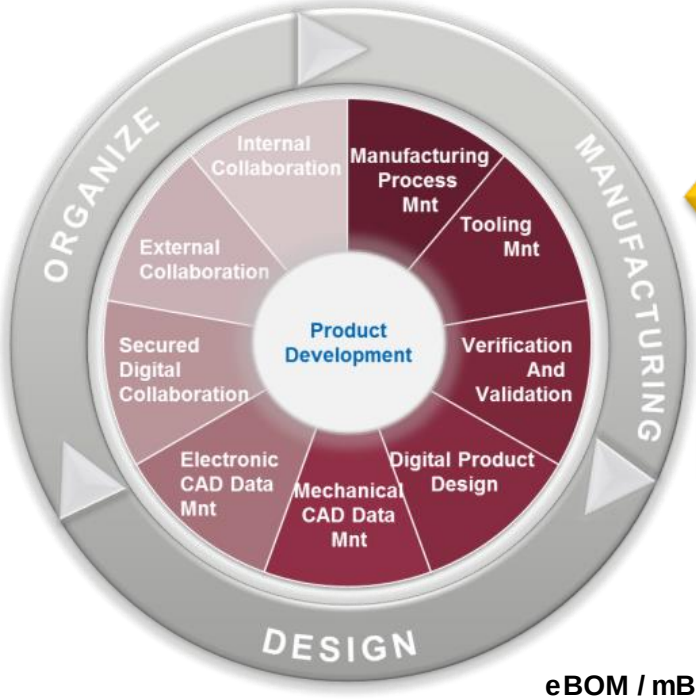


Service organization's mission is to deliver the highest value from their products. Whether through their own service team or through their partners, it requires the service expertise to:

- **Get the right service person**
- **with the right service part**
- **and the right service information**
- **to the right location**
- **at the right time**
- **to fix the problem right**
- **The first time**
- **Every time**

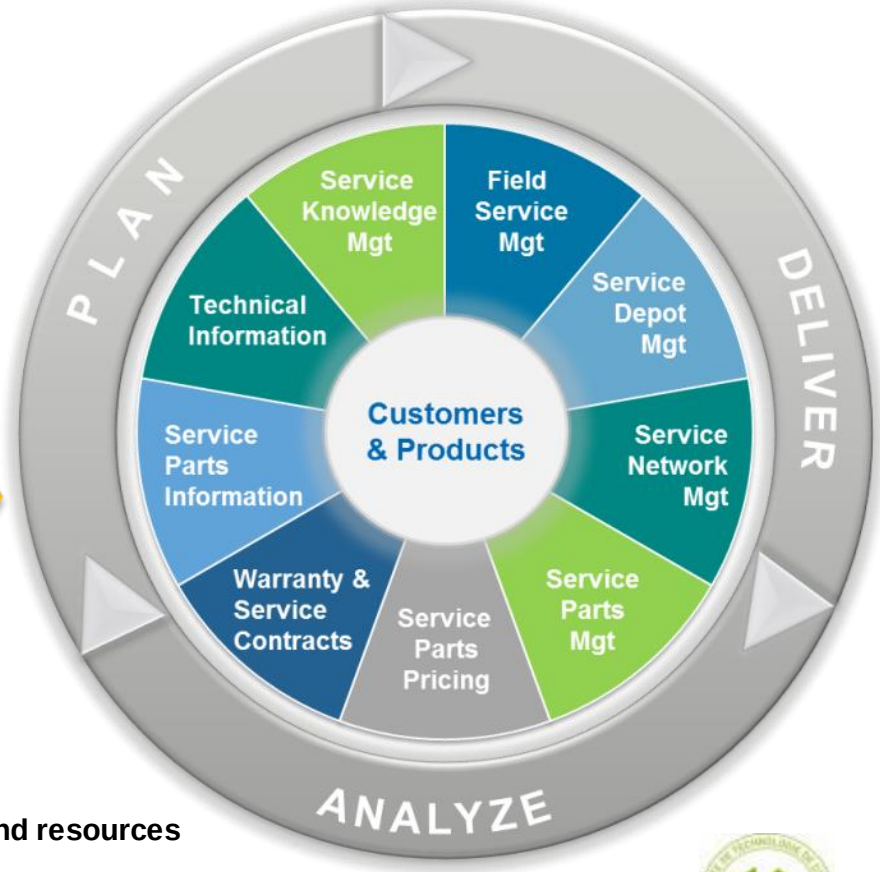
PDM : System for Engineering & Manufacturing

SLM : System for Service



In Service Feedback

Engineering / Manufacturing data



PTC

eBOM / mBOM
Data
Drawings

sBOM
Data
Network and resources
Events

5 to 10 years

20 to 40 years

- PLM : perspectives de développement
  - Ingénierie des exigences
  - Analyse de cycle de vie
  - Mécatronique
  - Imagerie biomédicale
  - Service Lifecycle Management
  - **Building Lifecycle Management**
  - EuroDigiRail – un projet de convergence

Lois et règlementation :
- LEED
- Exigences techniques
- Devis de l'immeuble

AUTRES EXPERTISES

Logiciels CAD :
- Dessins, calculs
- Architectes, ingénieurs

Base de connaissances :
- Meilleures pratiques connues
- Expertise personnelle

Programmation :
- Exigences fonctionnelles
- Estimations
- Conditions

Visualisation, Modèles 3D

Démolition, rénovation :
- Reconstruction
- Démolition
- Restauration

Simulations :
- Ventilation, chauffage
- Coût du cycle de vie
- Lumière, acoustique
- Isolation
- Protection incendie
- Environnement

Gestion de l'édifice :
- Location, vente, transactions
- Entretien
- Garanties
- Mise en service

Gestion de coût :
- Estimation
- Analyse de risques
- Coût global
- Analyse de valeur

Gestion de construction :
- Échéancier
- Planification
- Logistique, 4D

Fournisseurs :
- Base de données de produits
- Base de données de prix

(Bricogne et al., 2011)

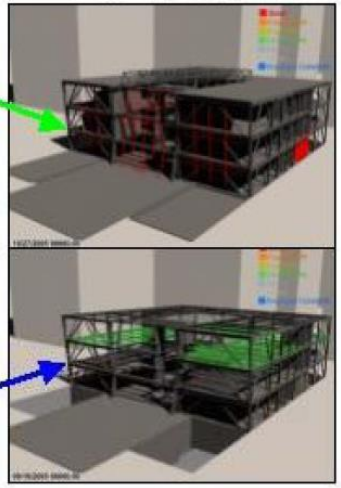
Visualisation du planifié
VS
Le réel construit
En 3D

Planification

Modèle 3D

Avancement réel
(construit)

=



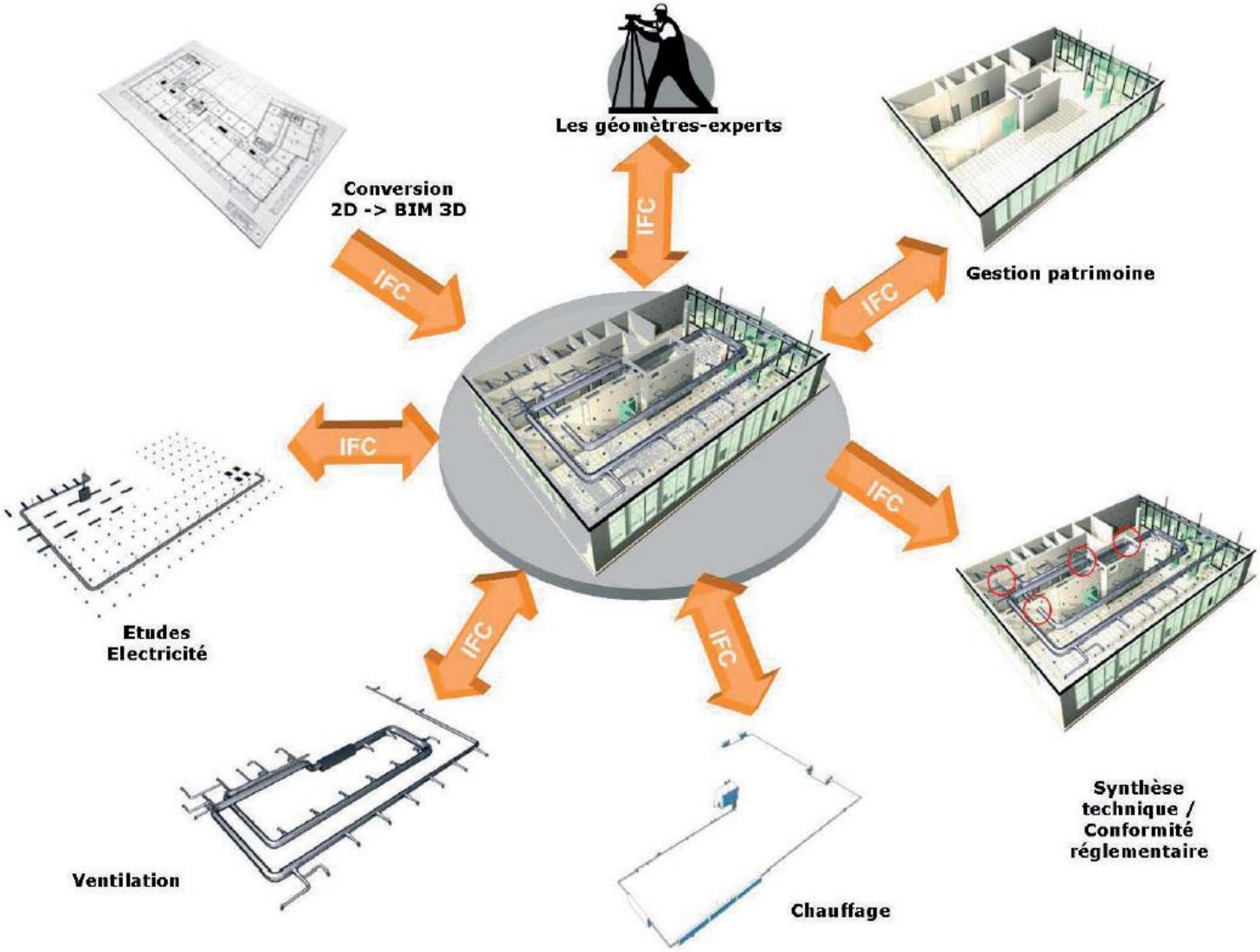
ource : COYNE Kevin

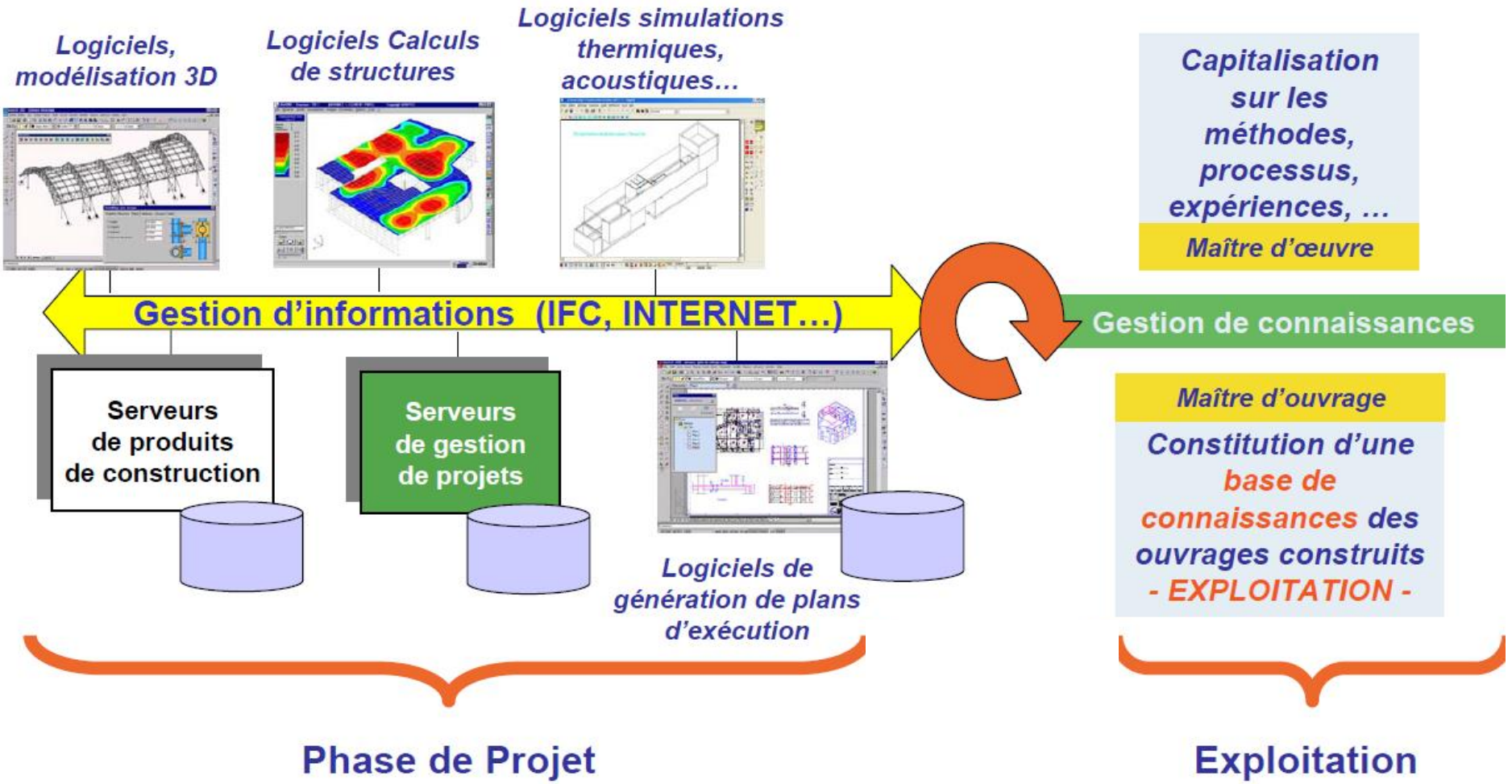
La pièce « 513 – Aire de détente » au niveau sous-sol

PJ_RIMOUSKI(2008-10-23) - Copie(ajout) : Affaire
- Ouvrages Consultation & Marchés
- Structure du projet
  - Découpage du projet
    - Projet Total
    - Existant
      - Existant
      - Sous-Sol
        - Sous-sol
        - Locaux de support MJQ
          - Zone 1
            - Locaux
              - 513 Aire de détente
              - 531 Dossiers semi-actifs et notaires
              - 532 Salle d'exhibits
              - 533 Magasin et papeterie
              - 534 Dépôt pour matériel informatique
        - Détention adultes
        - Fonctions auxiliaires
        - Autres services auxiliaires
      - RDC
      - 1er
      - 2e
    - Agrandissement
    - Agrandissement / Existant

- Sous-Sol
  - Sous-sol
  - Locaux de support MJQ
    - Zone 1
      - Locaux
        - 531 Dossiers semi-actifs et notaires
        - 532 Salle d'exhibits
        - 533 Magasin et papeterie
        - 534 Dépôt pour matériel informatique
  - Détention adultes
  - Fonctions auxiliaires
  - Autres services auxiliaires
- RDC
  - Sous-sol
  - Greffe
  - Audience
  - Détention jeunesse
  - Locaux de support MJQ
    - Support MJQ
      - Locaux
        - 513 Aire de détente
        - 501 Sas du hall d'entrée
        - 502 Hall d'entrée
        - 522 Officiers de liaison municipaux

L'interopérabilité et modélisation-objet d'un projet de construction : explications en images (copyright Thomas Liebich).




Logiciels, modélisation 3D
Logiciels Calculs de structures
Logiciels simulations thermiques, acoustiques…
Capitalisation sur les méthodes, processus, expériences, …
Maître d'œuvre
Gestion d'informations (IFC, INTERNET…)
Gestion de connaissances
Serveurs de produits de construction
Serveurs de gestion de projets
Maître d'ouvrage
Constitution d'une base de connaissances des ouvrages construits - EXPLOITATION -
Logiciels de génération de plans d'exécution
Phase de Projet
Exploitation

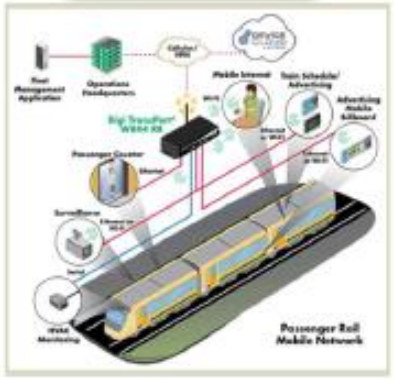
- PLM : perspectives de développement
  - Ingénierie des exigences
  - Analyse de cycle de vie
  - Mécatronique
  - Imagerie biomédicale
  - Service Lifecycle Management
  - Building Lifecycle Management
  - **EuroDigiRail – un projet de convergence**

Face aux défis des transformations numériques à venir l'ensemble des acteurs se questionnent et s'organisent pour une réponse co-construite par et pour la filière ferroviaire

- Création d'une Direction Transformation Numérique (CDO) – Stratégie Numérique
- Intégration des réseaux sociaux dans le plan de communication
- « Innovation Day » qui stimulent la créativité
- Procédure d'identification de Start-Ups
- Lancement de pilotes puis maîtrise des technologies numériques
  - *Mobilité/ Bring Your Own Device*
  - *Usine Numérique 4.0*
  - *Dématérialisation des échanges internes, de plans et des maquettes*
  - *Internet des Objets*
  - *Open Data*
  - *Big Data*
  - *Nouvelles méthodes de maintenance*
  - *Fabrication additive (impression 3D)*
- Formation du personnel – passeport digital

SNCF OPEN DATA

API SNCF

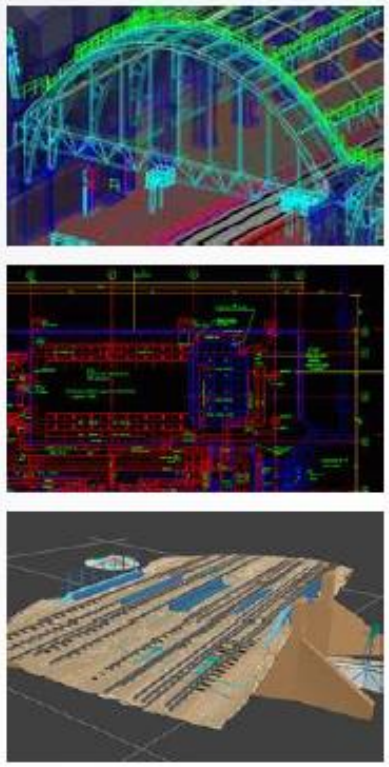


AUGMENTER LE NIVEAU D'AUTOMATISATION : AMÉLIORATION DES PROCESSUS ET DE LA PRODUCTIVITÉ.

GÉNÉRALISER LA DÉMATÉRIALISATION : BAISSE DES COÛTS DE TRANSACTIONS /ÉCHANGES

RÉORGANISER LA CHAÎNE DE VALEUR : DÉSINTERMÉDIATION / RÉ-INTERMÉDIATION-NOUVEAUX MODÈLES ÉCONOMIQUES

Encore beaucoup de questions et de changements à venir avec des solutions dont la maturité est toujours relative



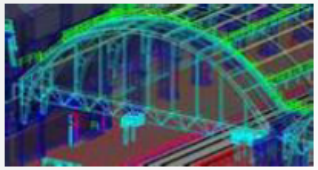
« Nous avons besoin avant tout d'une gouvernance et d'une plate forme commune »
Logisticien de l'infrastructure

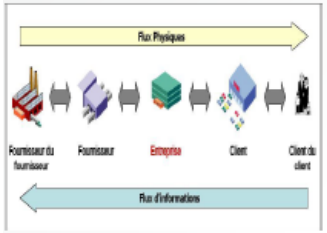
« Chaque projet semble avoir son propre système d'échange d'information électronique ce qui génère beaucoup de perte d'efficacité »
Ingénieriste

« Pour la gestion de projets Rail, une forte collaboration et coordination avec nos clients et nos fournisseur est essentielle. On devrait pouvoir faire mieux »
PME

« La 'safety certification' est également un pilier fondamental qui nécessite de la standardisation et de la digitalisation. »
instance Européenne du Rail

Développement d'un Hub-numérique assurant la convergence d'activités des acteurs d'une part et des environnements numériques d'autre part avec notamment l'interopérabilité PLM et BIM





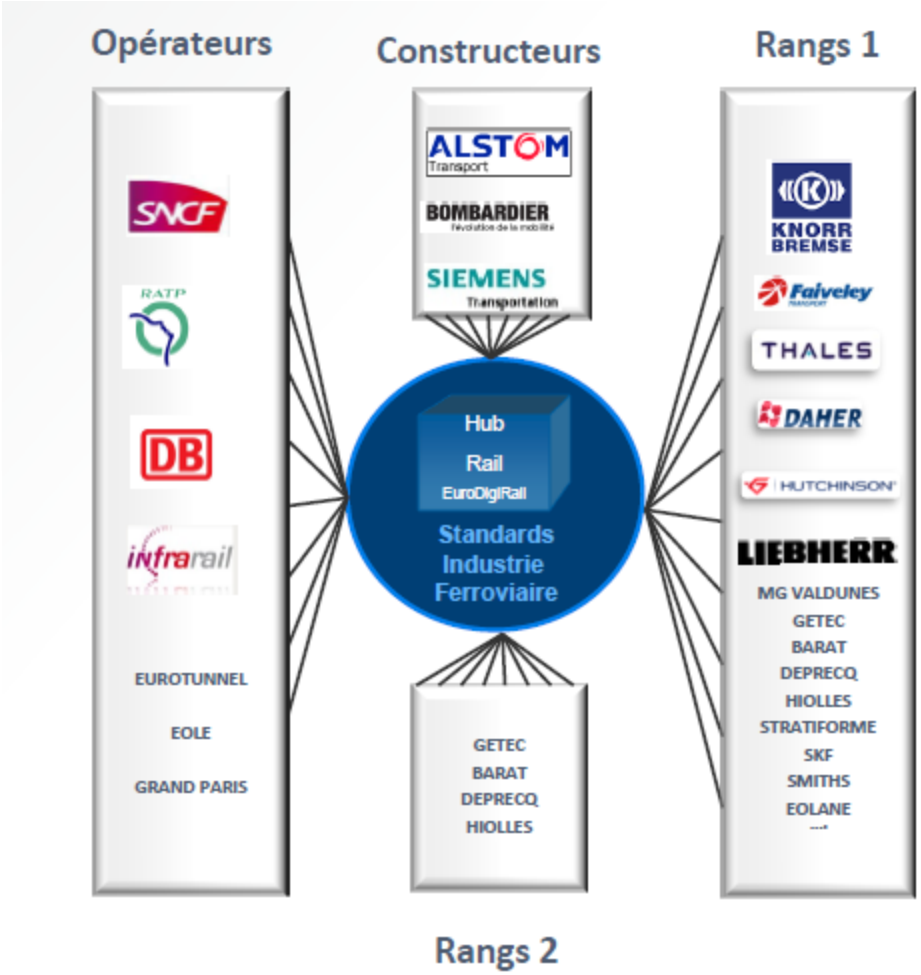
Faire converger les process d'échanges des données numériques de l'infrastructure

Faire converger les approches PLM dans le matériel

Mettre en place des standards d'approvisionnement

Mettre en place une distribution intelligente d'informations techniques (ex : Souscription, automatisation…)

Partager des dossiers, l'avancement des projets….



- Product Lifecycle Management : dernières évolutions et tendances
- PLM : perspectives de développement
- **Conclusion**

- Le PLM est désormais largement répandu dans un très grand nombre d'industries, l'aéronautique et automobile ayant ouvert la voie voici 30 ans avec l'EDM

- Le potentiel du secteur bâtiment - construction est indiscutable sachant que la mutation industrielle est déjà largement engagée et que la formation se doit de répondre aux défis pédagogiques, technologiques et sociétales

- Au-delà du BIM de fortes opportunités d'innovation pour envisager la gestion collaborative de développement urbain connecté et intégré (Smartcities)

- Allanic M., Durupt A., Joliot M., Eynard B., Boutinaud Ph., (2014) Towards a data model for PLM application in bio-medical imaging, *10th International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering - TMCE2014*, Budapest, Hungria, May 19-23
- Assouroko (2012), *Gestion de données et dynamique des connaissances en ingénierie et simulation numériques : amélioration de la chaîne CAO – Calcul*, Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne
- Belkadi F., Dremont N., Notin A., Troussier N., Messadia M., (2012), A meta-modelling framework for knowledge consistency in collaborative design, *Annual Reviews in Control*, vol. 36, n°2, pp. 346-358
- Bricogne M., Eynard B., Troussier N., Antaluca E., Ducellier G., (2011) Building Lifecycle Management: Overview of technology challenges and stakeholders, *IET International Conference on Smart and Sustainable City - ICSSC 2011*, Shanghai, China, July 6-8
- Bricogne M., Troussier N., Rivest L., Eynard B. (2014) Concurrent versioning principles for collaboration: towards PLM for hardware and software data management, *International Journal of Product Lifecycle Management*, in press
- CIMdata, (2003) *Product Lifecycle Management – Empowering the Future of Business*, CIMdata Inc, USA
- Chen D, Doumeingts G. (2003) European Initiatives to develop interoperability of enterprise applications - basic concepts, framework and roadmap, *Annual reviews in Control*, vol. 27, n° 2, pp. 151-160
- Demoly F. (2010), *Conception intégrée et gestion d'informations techniques : application à l'ingénierie du produit et de sa séquence d'assemblage*, Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard

- Durupt A., Remy S., Bricogne M., Troussier N., (2013) PHENIX: product history-based reverse engineering, *International Journal of Product Lifecycle Management*, vol. 6, n° 3, pp. 270-287
- Guyot E. (2007), *Gestion de données techniques et structuration des échanges au sein de partenariats de co-développement aéronautique*, DRT de l'Université Bordeaux 1
- Kibamba Y. (2011), *Spécification et développement d'un environnement collaboratif de gestion de cycle de vie des données de simulation numérique*, Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne
- Le Duigou J., (2010), Cadre de modélisation pour les systèmes PLM en entreprise étendue. Application aux PME mécaniciennes, Thèse de Doctorat de l'Ecole Centrale de Nantes,
- Lefèvre J., Charles S., Bosch-Mauchand M., Eynard B., Padiolleau E., (2014) Multidisciplinary Modelling and Simulation for Mechatronic Design, *Journal of Design Research*, in press
- Mahut-Glatard S., Eynard B., Merlo Ch., Minel S., Beaujon Th., Best practises assessment in requirements engineering tools integration, *11th ASME Biennal Conference on Engineering Systems Design and Analysis – ESDA'12*, Nantes, France, July 2-4, 2012
- Rachuri S., Fenves S.J., Sriram R.D., Wang F., (2005) A product information modeling framework for product lifecycle management, *Computer-Aided Design*, vol. 37, n° 13, pp.1399-1411
- Sharma A. , (2005) Collaborative product innovation: integrating elements of CPI via PLM framework, *Computer-Aided Design*, vol. 37, n° 13, pp. 1425-1434
- Silventoinen A., Pels H.J., Kärkkäinen H., Lampela H. (2011), Towards future PLM maturity assessment dimensions, *International Conference on Product Lifecycle Management – PLM'11*, Eindhoven, The Netherlands, July 11-13
- Terzi S., Bouras A., Dutta D., Garetti M., Kiritsis D. (2010) Product lifecycle management – from its history to its new role', *International Journal of Product Lifecycle Management*, vol. 4, n° 4, pp. 360-389
- Van Wijk D. (2011), *Contribution à l'amélioration de la collaboration PLM dans la chaîne de sous-traitance aéronautique*, Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Troyes