



HAL
open science

Gestion Industrielle et pédagogie – retours d’expériences avec l’ERP Adonix

Jean-François Pétin, Jean-Yves Bron, Barthélémy Zoz, Hervé Panetto, Frédérique Mayer

► **To cite this version:**

Jean-François Pétin, Jean-Yves Bron, Barthélémy Zoz, Hervé Panetto, Frédérique Mayer. Gestion Industrielle et pédagogie – retours d’expériences avec l’ERP Adonix. 10ème Colloque National AIP PRIMECA, Apr 2007, La Plagne, France. <hal-00288125>

HAL Id: hal-00288125

<https://hal.science/hal-00288125v1>

Submitted on 14 Jun 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

GESTION INDUSTRIELLE ET PEDAGOGIE – RETOURS D'EXPERIENCES AVEC L'ERP ADONIX

J-F Petin (1), J.-Y Bron (2,3), B. Zoz (4), H. Panetto (1), F. Mayer (4)

(1) ESIAL-Nancy-Université, BP 239 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy, 0383684443,

[jean-francois.petin](mailto:jean-francois.petin@cran.uhp-nancy.fr) | [herve.panetto](mailto:herve.panetto@cran.uhp-nancy.fr) | cran.uhp-nancy.fr

(2) Faculté des Sciences et Techniques - Nancy-Université, BP 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy

(3) Pôle AIP-Priméca Lorraine, 745 Rue du jardin botanique 54600 Villers-lès-Nancy, 0383682880,

jean-yves.bron@aipl.uhp-nancy.fr

(4) ENSGSI-Nancy-Université, 8 Rue Bastien Lepage BP 90647 54010 Nancy Cedex, 0383193220,

[barthelemy.zoz](mailto:barthelemy.zoz@ensgsi.inpl-nancy.fr) | [frederique.mayer](mailto:frederique.mayer@ensgsi.inpl-nancy.fr) | ensgsi.inpl-nancy.fr

Résumé

Les évolutions vers une entreprise « numérique » intégrant ses processus de gestion, d'exécution et de conception au travers de progiciels spécialisés (ERP, MES, CRM, CAO, SGDT, ...) conduisent les formations de techniciens et cadres de l'industrie (cycle ingénieur, filière universitaire, formation continue) à prendre en compte cette dimension dans leur cursus. Dans le cadre de son projet eProduction, l'AIP-Priméca Lorraine met à disposition des filières utilisatrices une infrastructure pédagogique représentative de ces évolutions. Ce papier présente différentes expériences pédagogiques dans le domaine des E.R.P. (Enterprise Resource Planning) et, en particulier, autour de l'ERP Adonix mis à disposition par l'AIP- Priméca Lorraine. En fonction de leur public et de leurs objectifs propres, les enseignements présentés permettent aux étudiants d'appréhender des problèmes de gestion industrielle de manière globale, d'explorer les notions de modélisation et d'intégration des processus dans les entreprises et de mettre en oeuvre des démarches, méthodologies et outils pour analyser et construire le pilotage des entreprises via ce type de progiciels intégrés.

Mots clés: ERP, pédagogie, gestion industrielle, modélisation, intégration

1 Introduction

Les filières utilisatrices du pôle AIP-Priméca Lorraine (Cycles ingénieurs, filières universitaires, formation continue, ...) forment des techniciens et des cadres de l'industrie dans différents secteurs industriels. Elles sont donc directement concernées par les évolutions de l'entreprise « numérique ». Le pôle se doit dans ce contexte, de proposer des manipulations mettant en évidence les concepts associés suivant les aspirations des différentes filières.

Le pôle AIP-Priméca Lorraine a mis en place un projet afin de se doter d'une infrastructure de type entreprise réactive (agile). La figure 1 synthétise ce projet. Ainsi, il doit pouvoir par exemple :

- Fournir aux gestionnaires des indicateurs fiables (temps passés, prix de revient, ...) ;
- Fournir aux commerciaux des informations très précises nécessaires à l'acceptation des commandes (disponibilités, délais, coûts, ...) ;
- Mettre en fabrication rapidement un nouveau produit (conception, procédé, formation, ...) ;
- Réordonnancer facilement et rapidement la production (commande imprévue, panne, ...) ;
- Diagnostiquer rapidement des dérives (temps passés, qualité, maintenance préventive, ...) ;
- Répondre aux exigences des contraintes réglementaires (qualité, traçabilité, généalogie, ...) ;
- ...

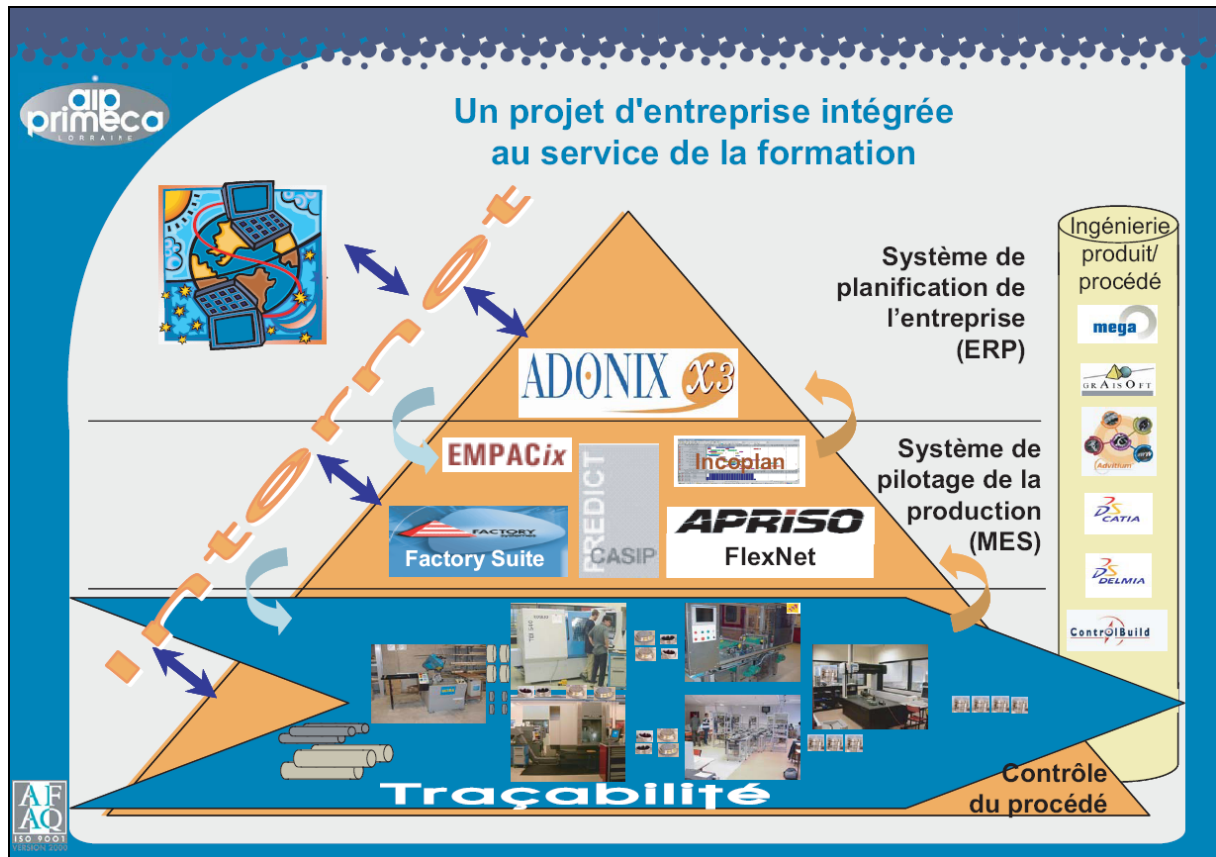


Figure 1. Projet eProduction de l'AIP-Priméca Lorraine

Différentes actions ont été déclenchées. Elles ont données lieu à la mise en place d'un progiciel de gestion intégrée d'entreprise (ERP Adonix) et plus récemment, d'un progiciel de type Manufacturing Execution System (MES. Flexnet) installé avec un ensemble de périphériques (terminaux d'atelier, imprimantes et lecteurs codes barres, système RFID, ...). Ces progiciels viennent compléter les solutions déjà présentes et mises en œuvre à l'AIP-Priméca Lorraine dans les domaines de la maintenance (Empacix, Casip), de l'ordonnancement (Inceplan), de la supervision (Factory Suite) ou de la conception (CAO Catia, Suite logicielle Delmia). Du point de vue de la modélisation d'entreprise, un logiciel basé sur la méthodologie GRAI (GraiTools) est venu compléter l'offre initiale reposant essentiellement sur l'outil MEGA.

Dans cette communication, nous abordons l'utilisation du progiciel de gestion intégrée d'entreprise suivant différents points de vue pédagogiques. Dans une première partie nous traitons de son utilisation en gestion de production, du système d'information de l'entreprise à la planification d'une production. Ensuite, nous présentons la démarche d'ingénierie de mise en oeuvre d'un ERP : modélisation de l'entreprise, cahier des charges, analyse des écarts, paramétrage. Puis, nous abordons le problème de l'interopérabilité en particulier dans une logique d'intégration avec le MES. Enfin, nous évoquons une utilisation dans le cadre d'une formation plus générale à la gestion d'entreprise.

2 Initiation à la gestion industrielle

2.1 Organisation du TP

Le premier niveau d'utilisation pédagogique de l'ERP Adonix permet aux étudiants de pratiquer certains concepts de base vus préalablement dans des cours de gestion des stocks et de gestion de la production (politique d'approvisionnement, MRP, ...) [1][2]. Au-delà, il permet d'appréhender la complexité du système de données techniques (articles, nomenclatures, postes de charge, gammes, ...), en mettant en évidence l'importance de la cohérence de ce système.

L'objectif est de construire progressivement une configuration de l'ERP sachant que le jeu de données est adapté à un paramétrage standard du produit (cf. §3). Pour un même groupe d'étudiants, certaines contraintes sont volontairement introduites :

- partage d'un même dossier « d'entreprise » ;
- tous les étudiants ont un compte personnel mais sont tous « administrateur » du dossier ;
- une et une seule société est définie, mais avec un site de production par binôme.

La prise de risque est donc importante, notre retour d'expérience sur 3 ans prouve que ce risque est maîtrisé et en tout état de cause a toujours été maîtrisé ! L'utilisation d'un radical dans le nom de toute entité introduite limite sans les interdire les interférences entre binôme.

Cet enseignement pratique est développé sur 3 à 4 séances de 4 heures. Ce volume, peut sembler relativement restreint si l'on considère que le système de données initial est extrêmement limité. En effet, même la société n'est pas définie au départ, seul quelques données élémentaires sont disponibles (unités, conversions, ...). Néanmoins, l'exercice reste tout à fait atteignable, la complexité du système cible restant abordable avec l'ERP Adonix et limité au point de vue gestion de production.

On peut aussi noter que pour éviter le piège du TP « presse bouton », souvent reproché à ces outils qui nécessitent la saisie d'un grand nombre d'informations, une méthode simple est préconisée, tant pis pour les réfractaires, à savoir la saisie d'un minimum d'information pour chaque entité. Le système se charge de rappeler à l'ordre pour les attributs obligatoires. L'enrichissement des données est ensuite réalisé au fur et à mesure de l'avancement du TP, donc après réflexion !

2.2 Réalisation du TP

On peut distinguer deux phases pour appréhender l'exercice. La première, d'une durée de 4 heures, est relativement guidée. Elle débute par la définition par chaque binôme de son site de production qui lui confère une certaine indépendance. La consultation, la modification ou la saisie des données est ensuite facilitée par l'indication des valeurs à saisir ainsi que le menu associé. Ainsi, on aborde progressivement : les tables articles (catégories, niveaux de taxes, familles statistiques, unités, statuts de stocks, coefficients, ...); les articles (données de niveau société), les articles site (données de niveau site), les exercices et périodes comptables, les consultations et mouvements de stocks, les méthodes de réapprovisionnement hors MRP (périodiques, sur seuils), les achats, et dans certains cas l'assurance qualité en réception et la gestion des emplacements. Il s'agit là essentiellement d'une prise en main de l'outil informatique.

La seconde phase, d'une durée de 12 heures, fait normalement suite à la précédente sans que cela soit obligatoire. L'objectif général, pour chaque binôme, est de configurer et paramétrer l'ERP Adonix pour supporter la fabrication de 2 produits simples (3 niveaux de nomenclatures) sur son site de production. Au final, il doit être possible d'élaborer une planification de la production (sur un mois) voir dans certains cas d'en réaliser un ordonnancement. L'entreprise est décrite par un modèle de processus, réalisé avec l'outil MEGA, qui décrit structurellement et quantitativement (Figure 2) : les activités, les postes, les fournisseurs, les clients, ... Par ailleurs, différentes données sont fournies : modes de gestion (à la commande, sur prévisions), nomenclatures, besoins, stocks et encours. Contrairement à la première phase les étudiants doivent travailler en autonomie, seule une trame organisationnelle est indiquée :

1. Définir les données techniques de base (articles, nomenclatures, ...);
2. Planifier la production à capacité infinie ;
3. Définir le processus de fabrication (postes, gammes, ...);
4. Planifier la production à capacité finie ;
5. Ordonnancer la production.

Des documentations techniques font références aux différents points à abordés.

Les étudiants sont donc amenés à jouer un premier niveau de consultant fonctionnel (bien sûr extrêmement simplifier) en réalisant un paramétrage et un jeu de données qu'ils vont pouvoir valider à

différentes étapes. En particulier, lors des planifications, ils devront comparer les résultats obtenus avec des calculs réalisés manuellement. Durant le TP, nombreuses sont les interrogations relatives aux configurations des modes d'approvisionnement, des calculs des besoins, ...

2.3 Bilan

Différents bilans peuvent être dressés sur cette façon de procéder :

- Pratique de certains concepts de gestion de production, en imposant une réflexion supplémentaire lors du paramétrage ;
- Les étudiants ont une première approche de la complexité des systèmes intégrés de gestion d'entreprise (couverture fonctionnelle, système d'informations, ...). L'intégration des fonctions et services d'une entreprise est perçue par la mise à disposition de différents points de vue d'un même objet (cas de l'article avec des vues : comptabilité, vente, achat, après-vente, approvisionnement, fournisseur, planification, stock, coût, ...)
- Interaction avec les autres services de l'entreprise, ici avec les autres étudiants qui travaillent sur la même base de données. Il arrive souvent qu'un étudiant reprenne une entité définie par un autre binôme voire en modifie les attributs, le problème n'étant détecté que plus tard lors de l'utilisation ;
- Montre les difficultés et les limites d'une configuration non préalablement spécifiée (formalisée, modélisée, guidée, ...), le paragraphe suivant aborde cette thématique.

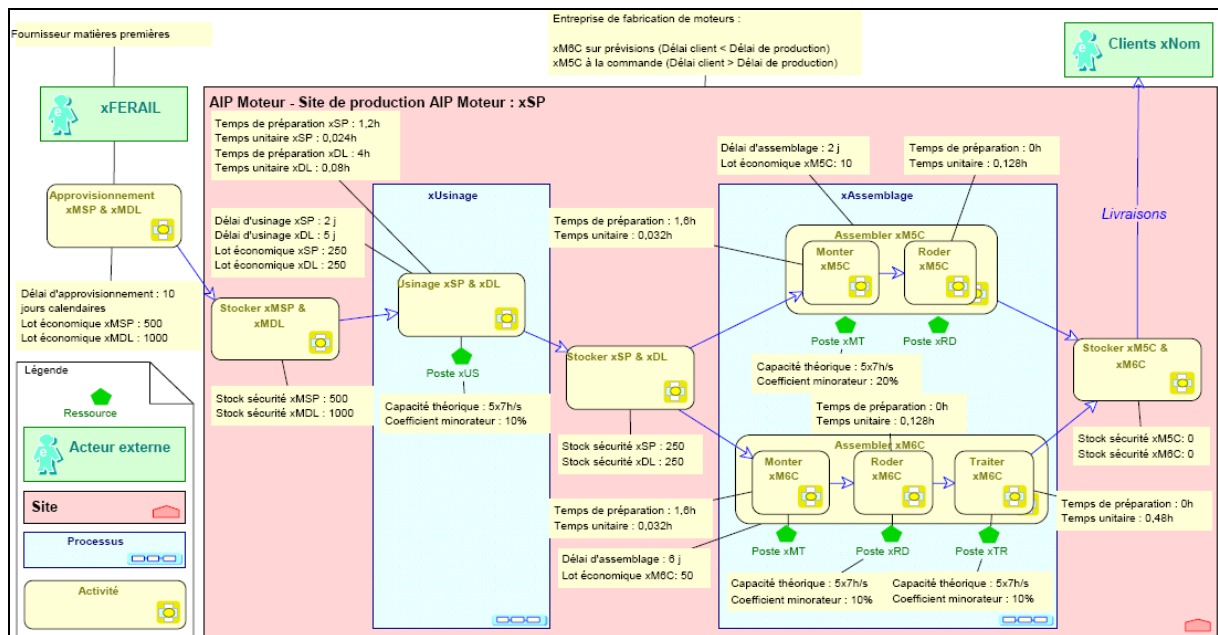


Figure 2. Modèles de processus sur l'atelier MEGA

3 Modélisation décisionnelle en entreprise et paramétrage d'un ERP

3.1 Organisation du projet

Cet enseignement, destiné aux élèves en dernière année d'ESIAL ainsi qu'aux étudiants en deuxième année du Master Ingénierie Système de l'UHP, a pour objectif de mettre en pratique, au travers d'un projet d'une trentaine d'heure/étudiant, une démarche partant de la modélisation d'un besoin exprimé par une entreprise jusqu'au paramétrage d'une solution progicielle ERP [3][4][5]. Le principe consiste à placer les étudiants dans un rôle de consultant fonctionnel, spécialisé dans le domaine de la gestion industrielle, auquel une entreprise fait appel pour formaliser ses besoins, analyser les écarts entre ces besoins et la couverture fonctionnelle d'un ERP donné et en déduire son paramétrage. Le projet se déroule en deux principales étapes (Figure 3):

- définition du besoin au travers d'une phase d'initialisation du projet (phase 0), de la modélisation de l'organisation existante (phase 1), d'un diagnostic identifiant les pistes d'amélioration (phase 2) et, enfin, de la définition de l'organisation cible que devra supporter l'ERP (phase 3) ;
- analyse des écarts entre besoins exprimés et couverture fonctionnelle de l'ERP retenu (phase 4) ; le progiciel Adonix étant imposé, le problème du choix de l'ERP n'est pas abordé dans le cadre de ce projet.

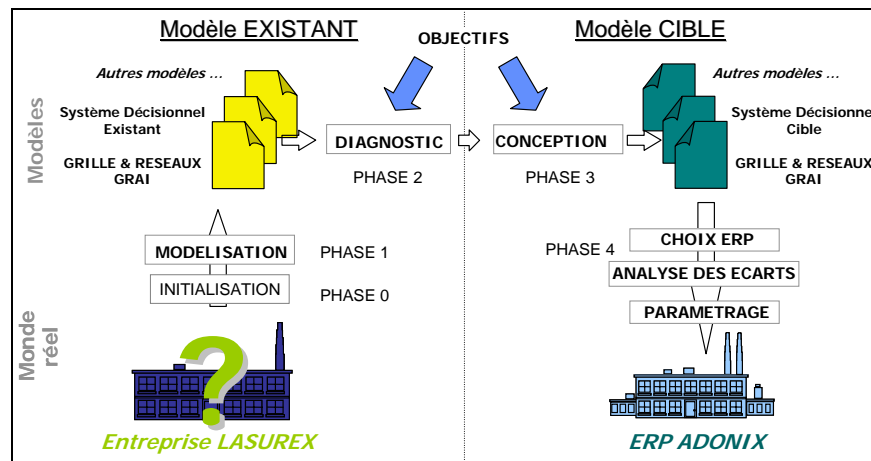


Figure 3. Gestion du projet ERP

Le cahier des charges initial fourni aux étudiants se présente sous la forme d'une série d'interviews (directeur de l'entreprise, directeur industriel, responsable de production, chef d'atelier, directeur commercial, responsable des approvisionnements, directeur des achats, ...) permettant de décrire les l'organisation actuelle de l'entreprise et ses principaux circuits de prise de décision. Il est à noter que ce cahier des charges contient volontairement un certain nombre de besoins non couverts par Adonix.

3.2 Modélisation du besoin

Les étudiants débutent leur projet par une phase classique de modélisation du besoin qui consiste à extraire et formaliser l'information pertinente relative à l'organisation de l'entreprise, à ses principaux processus de décision ainsi qu'aux flux majeurs d'informations traités par ces derniers.

Dans le cadre de leur projet, les étudiants sont principalement orientés vers la méthode GRAI [6] même s'ils peuvent, selon les besoins, utiliser d'autres formalismes tels que les diagrammes UML ou encore les modèles de processus de l'outil MEGA (Figure 2). L'originalité et le principal intérêt de cette méthode est relatif à la modélisation décisionnelle et ses formalismes couvrant les axes fonctionnels (Achats, Ventes, Production, Maintenance, Stocks, Comptabilités générale et analytique) et temporels (du Long Terme au Très Court Terme) : la Grille GRAI (Figure 4) permet d'identifier les principaux centres de décision d'une entreprise et les flux d'informations qu'ils s'échangent, un réseau GRAI détaille l'organisation d'un centre donné et ses activités de prise de décisions.

La justification pédagogique de ce choix est double :

- la grille et le réseau GRAI sont parfaitement adaptés pour appréhender le fonctionnement global d'une entreprise sur la base de la série d'interviews fournis aux étudiants. En revanche, l'utilisation de diagrammes UML (en particulier les diagrammes de classes, de séquence, d'activité ou d'états) se révèle plus délicate dans la mesure où ils nécessitent une connaissance plus approfondie et détaillée des domaines fonctionnel, informationnel ou dynamique de l'entreprise dont nous ne disposons pas forcément à cette phase de l'étude ;
- l'utilisation de la méthode GRAI permet de souligner l'importance de la modélisation décisionnelle dans un projet de système d'informations en mettant notamment en évidence le lien entre organisation d'entreprise et structure du système d'informations.

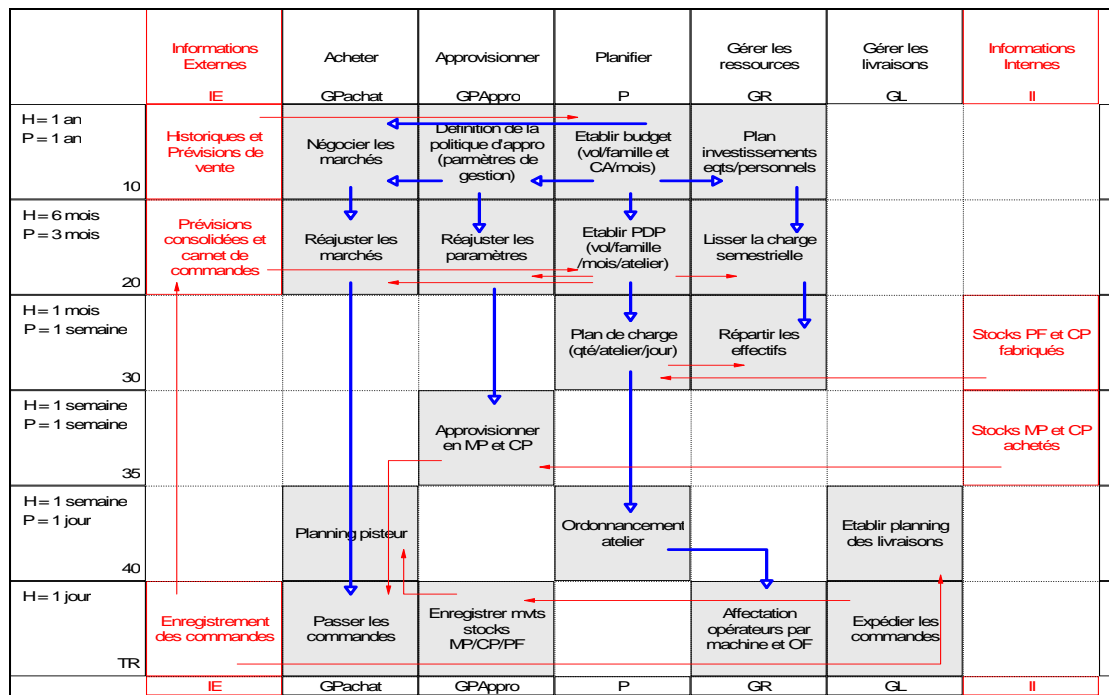


Figure 4. Exemple de modèle décisionnel GRAI (grille)

Sur la base de ces modèles, les étudiants procèdent à l'analyse de l'organisation existante, en vue d'extraire ses points forts et les pistes d'améliorations, en suivant les recommandations de la méthode GRAI. Ces dernières proposent un ensemble de règles – rapports horizon/période pour un niveau décisionnel et entre deux niveaux, contraintes de niveaux sur les flux, contraintes de flux sur les centres de décision, ... – qui permettent de systématiser l'analyse des grilles obtenues. D'un point de vue pédagogique, l'utilisation de ces règles permet de guider l'étudiant dans une tâche qui repose, dans la pratique, sur l'expérience du consultant tout en relativisant le caractère absolu de ces règles en tenant compte du contexte particulier de l'entreprise modélisée.

Enfin, à partir du modèle de l'organisation existante et du diagnostic, les étudiants proposent une organisation cible au travers d'une grille de conception et d'éventuels réseaux GRAI qui permettent de préciser le périmètre fonctionnel que devra couvrir l'ERP, les principaux processus qu'il devra supporter ainsi qu'une première identification des informations qu'il devra gérer.

Cette phase étant relativement délicate à aborder pour des étudiants n'ayant pas, par définition, l'expérience professionnelle requise pour ce type d'analyse, elle fait l'objet d'une séance de quatre heures de cours suivi de huit heures de travaux dirigés.

A l'issue de cette phase, les étudiants sont invités à analyser la couverture fonctionnelle de l'ERP Adonix vis-à-vis des besoins identifiés. Pour des raisons de temps et compte tenu des compétences « métiers », cette analyse est limitée au domaine de la gestion industrielle. D'autre part, nous attirons l'attention des étudiants sur le fait que le projet qu'ils déroulent n'est qu'un exemple très réduit de projet ERP réel dans la mesure où la phase d'analyse GRAI devrait déboucher sur un processus de choix de l'ERP – choix imposé pour nos étudiants – et sur une analyse détaillée des processus de l'entreprise et de leurs informations au travers de modèles dédiés ou de diagrammes UML – modélisation que les étudiants abordent par ailleurs dans leur formation.

3.3 Analyse des écarts et dossier de paramétrage Adonix

Dans cette phase du projet, les étudiants doivent identifier les points qui sont parfaitement conformes aux besoins exprimés par l'entreprise et les points qui nécessitent de faibles ou profondes adaptations du produit et/ou du besoin. Afin d'identifier ces écarts et de valider ces solutions qu'ils

peuvent mettre en oeuvre, les étudiants doivent construire un scénario de test qui simule un cycle complet de production (commandes prévisionnelles et fermes, calcul de besoin net, calcul de charge, affermissement des OFs, jalonnement à capacité infinie, allocation matière, suivi de fabrication, ...) et le mettre en œuvre sur Adonix. Cette partie du projet fait l'objet de seize heures de travaux pratiques et nécessite une formation préalable en gestion industrielle.

Les étudiants parcourent ainsi l'ensemble des processus de l'entreprise, procèdent à leur paramétrage sur Adonix et rédige un livrable qui propose, pour chacun d'entre eux, les solutions envisageables. Ces solutions peuvent aller d'une simple réinterprétation des besoins (une solution de paramétrage proche du besoin existe) jusqu'à des développements spécifiques. Les paramètres de l'ERP Adonix sont étudiés par les étudiants selon les grandes familles suivantes:

- *données de base* : contexte industriel (société, sites, fournisseur, clients), données techniques de base (Articles, articles/sites, nomenclatures), données de production (centre de charge, postes de charge, gammes, ...);
- *transactions* sur la base Adonix, notamment les transactions d'entrées/sortie en stock, les transactions de calcul de besoins nets, de lancement de fabrication (allocation matière, jalonnement), de suivi de fabrication, ...;
- *profil « utilisateur »* : paramétrage d'un profil pour un utilisateur ayant en charge la gestion de la production de l'entreprise étudiée (directeur industriel, chefs d'atelier, ...);
- *IHM et paramètres généraux* communs: ces aspects ne sont pas ou peu abordés par les étudiants dans le cadre de ce projet dans la mesure où la définition d'une interface spécifique (écrans, fenêtres, menus, ...) prendrait beaucoup de temps pour un intérêt très discuté et compte tenu du fait que les paramètres communs définis à l'installation d'une base Adonix sont suffisamment génériques pour ne pas nécessiter, sauf exception, de modification de leur valeur.

Les quelques exemples présentés dans les paragraphes illustrent le travail réalisé par les étudiants pour établir une correspondance entre besoin exprimé et couverture fonctionnelle de l'ERP ou pour identifier les écarts existants.

Adéquation besoin / couverture ERP

Un grand nombre de traitements et d'informations identifiés dans le cahier des charges trouvent une correspondance directe sur l'ERP Adonix au travers des paramètres associés aux transactions et des attributs disponibles sur les données de base d'Adonix. En ce qui concerne les données de base, nous pouvons citer l'exemple relatif aux notions d'atelier et de machine présentes dans les interviews qui sont parfaitement couverts par les objets « centre de charge » et « poste de charge » d'Adonix. Toujours à titre d'exemple, les transactions de lancement en fabrication sont paramétrables et permettent de procéder aux jalonnements et allocations automatiques exigés par le cahier des charges.

Ecart besoin / couverture ERP

Parmi les trois exemples suivants, le premier conduit à la mise en œuvre d'une solution proche du besoin exprimé même si elle ne peut être considérée comme entièrement satisfaisante alors que les deux suivants imposent des développements spécifiques ou un abandon pur et simple du besoin exprimé :

- les interviews font état d'un coefficient réducteur appliqué sur les capacités des machines afin de prendre en compte un temps forfaitaire d'arrêts. Cette possibilité n'existe pas explicitement dans Adonix. En revanche, deux solutions de paramétrage sont envisageables. La première consiste à utiliser la notion Adonix d'efficacité qui, associée à un poste de charge, module sa charge en appliquant un coefficient sur les temps gammes. La seconde consiste à modifier directement les calendriers de travail de chaque poste pour tenir compte des temps réels d'ouverture, ce qui conduit à la disparition de la notion de calendrier standard ;

- les délais d'approvisionnement pour les articles achetés sont exprimés dans les interviews en jours ouvrés. Cette possibilité n'existe pas sur Adonix, tous les délais des fournisseurs étant exprimés en jours calendaires. Seule un développement spécifique permettrait de prendre en compte ce besoin ;
- la transaction de calcul des besoins nets pose un certain nombre de problèmes. Dans les interviews, il est précisé que les articles ne sont pas gérés avec les mêmes horizons et périodes. Hors, dans l'ERP Adonix, l'horizon et les périodes d'un CBN sont fixés pour tous les articles d'un site de production. Une solution peu réaliste consisterait donc à regrouper des articles sur des sites virtuels de production afin de leur affecter une procédure de calcul des besoins spécifiques, la solution plus réaliste conduisant à un développement spécifique. D'autre part, le calcul de besoins d'Adonix n'autorise pas le regroupement hebdomadaire des suggestions de fabrication pourtant identifié comme un besoin dans le cahier des charges.

3.4 Bilan

Ce projet d'initiation au paramétrage d'un ERP, au-delà du vif intérêt qu'il suscite auprès de nos étudiants, présente également plusieurs intérêts pédagogiques :

- renforcement des compétences acquises en gestion industrielle par la pratique d'un outil diffusé dans le secteur des PME/PMI ;
- initiation au processus d'ingénierie ERP, basé sur une comparaison entre besoins exprimés par l'entreprise et solutions offertes par un progiciel donné ;
- sensibilisation à l'importance de la modélisation d'entreprise: devant l'ampleur du nombre de paramètres à définir et de la solution à mettre en œuvre (environ 400 tables sur Adonix), les étudiants se retrouvent bien souvent noyés et sont ainsi sensibilisés, par l'échec, à l'importance d'une modélisation détaillée de l'entreprise et de ses processus.

4 Etudes du modèle de données pour l'interopérabilité des applications d'entreprise

Les ERP constituent une solution en terme de gestion d'entreprise mais ne couvrent pas à eux seuls l'ensemble des besoins. Ainsi, les pratiques actuelles reposent sur l'utilisation de progiciels ERP mais aussi sur d'autres applicatifs permettant l'ouverture de l'entreprise à son environnement (APS, SCM, CRM, ...) et sur des applications plus opérationnelles permettant l'exécution et le suivi de la production (M.E.S.). L'ensemble de ces applications partagent bien entendu un certain nombre de données d'entreprise et peuvent quelquefois mettre entre œuvre des processus complémentaires voire redondants. Assurer l'interopérabilité de ces applications d'entreprise [7] constitue donc aujourd'hui un réel challenge industriel attesté par de nombreux projets ou stages proposés à nos étudiants. Il nous est apparu important de les sensibiliser à cette problématique industrielle sur la base d'un exemple visant à assurer l'interopérabilité entre les plates-formes ERP (Enterprise Resource Planning) et les MES (Manufacturing Execution System) avec pour objectif d'améliorer la synchronisation de l'aspect administratif de la gestion de l'entreprise et la réalité au niveau de l'atelier. L'interfaçage ERP - MES est censé accélérer la circulation des flux entre les plannings réalisés par l'ERP et le coté contrôle du processus réalisé au niveau du MES. La conception de cette interface nécessite l'analyse des informations manipulées par chacun des deux systèmes afin d'identifier l'information adéquate concernant l'ERP et l'information destinée au MES (Figure 5).

Le standard IEC 62264 (IEC 62264 2002) et sa mise en œuvre XML (B2MML), travail commun à l'ISO et au CEN, est une proposition pour normaliser ces échanges informationnels mais, à ce jour, seules quelques implémentations très partielles ont été réalisées (Siemens SIMATIC IT, Ordinal GlobalSCREEN Intra). Cependant, il existe plusieurs tentatives propriétaires visant à interconnecter des systèmes ERP et MES, dans le but de réaliser une solution d'interopérabilité entre les deux niveaux.

Afin de mieux comprendre les concepts manipulés par ces applications et étudier les correspondances sémantiques entre tables et champs issues des bases de données respectives du MES et de l'ERP, l'exercice pratique consiste à :

- Retro-générer à l'aide d'un environnement de modélisation des systèmes d'informations (MEGA Suite), un sous-ensemble des bases données de chaque application ;
- Analyser les correspondances entre les tables et les champs afin d'en dégager des concepts communs permettant de définir des passerelles directes entre les applications ;
- Analyser les correspondances entre les tables et les champs afin d'en dégager les concepts communs au standard IEC 62264 afin de définir un format pivot XML basé sur B2MML permettant l'échange standardisé des données entre applications ;
- Développer un médiateur assurant l'extraction, la transformation et l'enregistrement de données entre l'ERP et le MES ainsi que la génération d'un fichier XML standardisé.

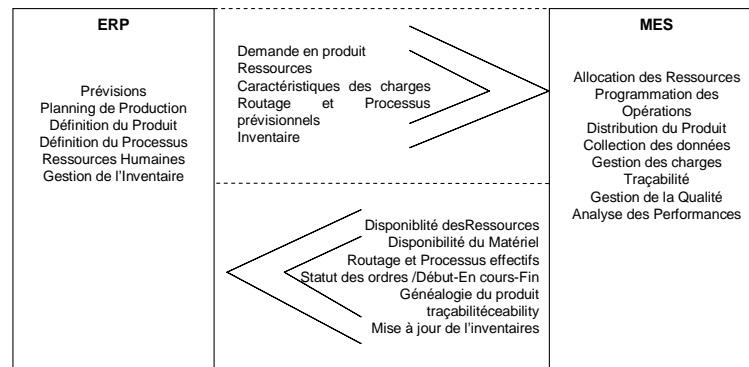


Figure 5. Interface MES / ERP

Cet enseignement pratique souligne l'importance de l'analyse des concepts manipulés par les applications hétérogènes indépendamment des contraintes de développement informatique, même si les étudiants acquièrent incontestablement des compétences relatives aux techniques d'accès aux bases de données et au partage d'informations (XML). La perception de ces messages par les étudiants dépend de leur parcours de formation. Ainsi, les étudiants du master en Ingénierie Système sont très sensibles aux aspects « métier » dégagés par ces applications ainsi qu'à leurs rôles et leurs limites dans l'entreprise, alors que les élèves ingénieurs de l'ESIAL sont naturellement plus à l'écoute des aspects relatifs aux développements informatiques.

5 Ingénierie système et modélisation d'entreprise à l'ENSGSI

5.1 Formation visée

Dans le cadre du pôle d'enseignement "Ingénierie Système" de l'Ecole Nationale Supérieure en Génie des Systèmes Industriels, les différents modules constituant ce pôle ont pour objectif de former les élèves ingénieurs à l'ingénierie et l'intégration des systèmes entreprises [8][9]. En s'appuyant sur les connaissances acquises par les élèves lors des projets industriels réalisés durant leur formation, ces modules ont donc pour objet les concepts, théories, modèles, méthodes, langages et outils nécessaires à l'appréhension de cette compétence. Lors de la dernière année du cycle ingénieur et faisant suite à un module dédié plus particulièrement à l'ingénierie système et à la modélisation d'entreprise, le module "gestion intégrée des entreprises" permet, sous forme de travaux dirigés et pratiques, aux élèves d'appliquer leurs connaissances afin qu'ils acquièrent une compétence dans le domaine. Le but de ce module est donc pour les élèves :

- de compiler l'ensemble des savoirs et savoirs-faire en ingénierie et intégration des systèmes entreprise mais aussi ceux relatifs à des domaines connexes tels que le management de projet, la gestion industrielle, la qualité, la logistique, ... ;
- de pratiquer les savoir-faire de modélisation d'entreprise afin de construire les modèles nécessaires à l'intégration de fonctions d'entreprise dans l'objectif particulier d'un projet d'implantation d'un ERP.

5.2 Expérience : approche projet produit

Afin de répondre à ces objectifs, ce module propose aux élèves d'aborder la problématique sous forme d'un scénario de "projet produit" pouvant être considéré comme le schéma directeur du module. Ce scénario permet aux étudiants d'appliquer une logique systémique d'intégration de systèmes d'entreprise, partant de la modélisation de processus et de flux de tels systèmes jusqu'à la définition des besoins en matière de fonctionnalités d'un ERP. Ce scénario est cohérent avec les objectifs de formation au métier d'ingénieur en génie des systèmes industriels. En effet, il ne s'agit pas de former des experts en paramétrage et en implantation de technologies de l'information tel qu'un ERP mais de former des ingénieurs capables d'interagir dans un projet d'organisation et d'intégration de fonctions d'entreprise.

Ainsi, les élèves ont dans un premier temps mission de créer un premier scénario d'intégration autour d'un projet produit dont une fiche descriptive, décrivant de manière sommaire le produit ainsi que les différents partenaires intervenants dans sa fabrication, leur a été fournie. Pour cela, les élèves s'appuient sur l'ERP, Adonix, dans sa configuration DEMO afin de ne pas alourdir la manipulation de l'application. Ce premier scénario d'intégration constitue une base applicative à partir de laquelle ils construisent les modèles de processus et de flux modélisant le projet produit ainsi que les modèles de données modélisant les objets informationnels permettant l'intégration de ces mêmes processus et flux. Dans le cadre de cette modélisation, les élèves appliquent une approche processus des systèmes entreprise ainsi que la notation UML (Unified Modelling Language) à l'aide de l'atelier logiciel MEGA. Enfin, les élèves déterminent les besoins en matière de fonctionnalités d'un ERP afin de satisfaire aux besoins d'intégration du projet produit. Ils doivent alors vérifier et valider les aptitudes d'Adonix à satisfaire ces besoins. A tout instant, les enseignants de ce module peuvent intervenir en tant qu'experts afin d'aider les élèves dans leur travail et qualifie, au final, les résultats obtenus.

A travers ce scénario d'intégration d'un projet produit, les élèves sont formés à une gestion intégrée d'entreprise au sein du pôle AIP-Priméca Lorraine et plus largement à l'ingénierie et l'intégration des systèmes entreprise.

5.3 Perspectives

L'évolution des enseignements à l'ENSGSI a conduit l'équipe pédagogique du pôle d'enseignement "Ingénierie Système" à continuer à développer les différents modules le constituant et en particulier les modules "ingénierie et intégration des systèmes entreprises" et "gestion intégrée des entreprises". Il s'agit, entre autres, de rendre cohérent l'enseignement de ce pôle et en particulier, de ces deux modules avec les modules du pôle "gestion entrepreneuriale de l'entreprise" et en particulier avec le module "simulation entrepreneuriale de l'entreprise" dont l'objectif est de comprendre l'entreprise dans sa dimension managériale et financière à travers l'utilisation sur une semaine bloquée d'un jeu d'entreprise (type PARACAS ou STRATIRAC).

Ce projet pédagogique a fait d'ores et déjà l'objet d'une première phase de travail afin d'intégrer au module "gestion intégrée des entreprises" l'outil méthode GRAI-GIM permettant d'aborder, à un niveau décisionnel, les différentes fonctions d'entreprise actuellement décrites dans le module. En effet, il s'agit de compléter le scénario d'intégration précédemment présenté par la définition et la modélisation de grilles GRAI en ingénierie système afin d'amener les élèves à considérer les axes fonctionnels (Achats, Ventes, Production, Maintenance, Stocks, Comptabilités générale et analytique) et temporels (du Long Terme au Très Court Terme) de l'entreprise et, en particulier, les différentes interactions entre processus de gestion de la chaîne logistique (SCM, où le produit reste l'élément de traçabilité de l'interaction de tous les processus de l'entreprise). Cette phase "décisionnelle" de l'entreprise est articulée selon une logique en ingénierie système avec les phases de modélisation de processus et de flux, et d'ERP du module "gestion intégrée des entreprises". Cette étape permet aux étudiants de mesurer l'adéquation entre les besoins exprimés pour réaliser un système entreprise et la solution logicielle – et son paramétrage-. Le travail devant être effectué par les élèves à travers le scénario d'intégration est ainsi complété par la production d'un rapport de préconisations définies à

partir de tests sur les possibilités de paramétrage et de développement de l'outil ERP dans l'ensemble des fonctions abordées. (Cette nouvelle approche sera en partie testée courant janvier 2007).

Cette première évolution du module "gestion intégrée des entreprises" fait déjà l'objet d'enseignement au sein de l'ENSGSI. Afin de raffiner le projet pédagogique du pôle "ingénierie système", nos travaux en cours continuent à développer l'articulation attendue entre les différentes parties du modules et d'étendre cette articulation à des modules d'enseignement tels que le module "simulation entrepreneuriale de l'entreprise" précédemment cité (sous forme de séminaire bloqué sur une semaine avec un jeu d'entreprise type PARACAS ou STRATIRAC) (Figure 6).

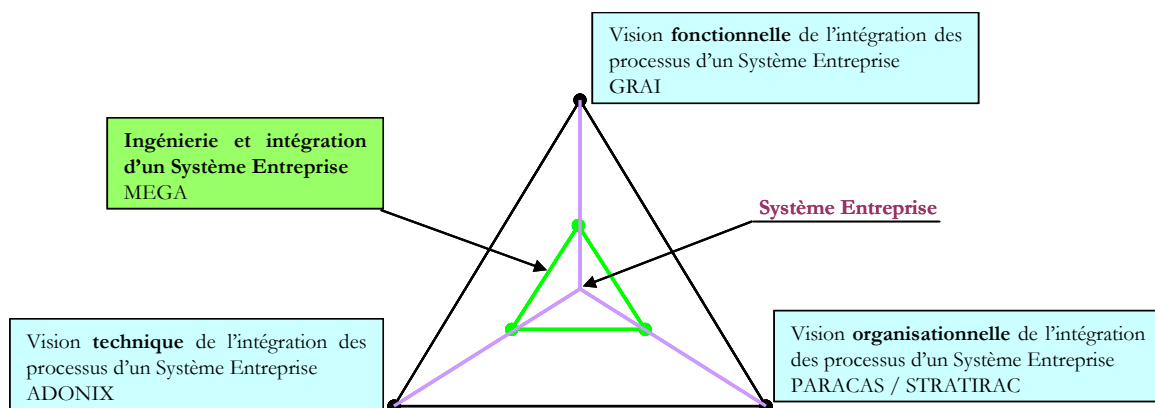


Figure 6 : Organisation des enseignements du pôle « Ingénierie Système » du cycle Ingénieur de l'ENSGSI

6 Conclusions

Les évolutions vers une entreprise « numérique » intégrant ses processus de gestion, d'exécution et de conception au travers de progiciels spécialisés conduisent les formations de techniciens et cadres de l'industrie à prendre en compte cette dimension dans leur cursus. Dans le cadre de son projet eProduction, l'AIP-Priméca Lorraine met à disposition des filières utilisatrices une infrastructure pédagogique représentative de ces évolutions.

Dans ce contexte, cette communication présente différentes expériences pédagogiques dans le domaine des ERP avec le progiciel Adonix comme support. Celles-ci tendent à prouver qu'il est tout à fait envisageable et même souhaitable d'intégrer ce type d'outils dans nos démarches pédagogiques. Quelques soient les objectifs visés, ils présentent, en effet, l'avantage de permettre aux étudiants de ne pas se focaliser sur un contexte métier spécifique, mais de s'ouvrir à une vision plus globale de l'entreprise. Néanmoins, la complexité de ces outils impose de définir une progression pédagogique précise et de travailler avec des groupes d'étudiants de taille raisonnable.

Références

- [1] V. GIARD. " Gestion de la production et des flux ", Economica, ISBN 2-7178-4498-8, 2003.
- [2] G. JAVEL. " Pratique de la gestion industrielle ", Dunod, ISBN 2-1000-5386-8, 2003.
- [3] J. HERMOSILLO WORLEY, K.A. CHATHA, R.H. WESTON, O. AGUIRRE, B. GRABOT, "Implementation and optimisation of ERP systems: A better integration of processes, roles, knowledge and user competencies", Computers in Industry 56 (2005), pp 620–638.
- [4] C. BERCHET, G. HABCHI, "The implementation and deployment of an ERP system: an industrial case study", Computers in Industry 56 (2005), pp 588–605
- [5] Y.YUSUF, A. GUNASEKARAN, M.S. ABTHORPE, "Enterprise information systems project implementation: a case study of ERP in Rolls-Royce", Int. J. Production Economics 87 (2004), pp 251–266.

- [6] G. DOUMEINGTS, B. VALLESPER, D. CHEN, "Decision modelling GRAI grid", Chapter in: P. Bernus, K. Mertins, G. Schmidt (Eds.) *Handbook on architecture for Information Systems*, 1998, Springer-Verlag
- [7] H. PANETTO, "Meta-modèles et modèles pour l'intégration et l'interopérabilité des applications d'entreprises de production", Habilitation à Diriger des Recherches, Université H. Poincaré – Nancy I, 4 décembre 2006.
- [8] JP. MEINADIER "Le métier d'intégration de système", Hermès, ISBN 2-7462-0596-3, 2002
- [9] JP. MEINADIER "Ingénierie et intégration des systèmes", Hermès, ISBN 2-86601-720-X, 1998