

Rapport INRIA 1994 — Programme 3

Méthodes et outils pour l'intégration des  
systèmes industriels

AVANT-PROJET SHOOD

3 mai 1995



AVANT-PROJET SHOOD

---

# Méthodes et outils pour l'intégration des systèmes industriels

---

**Localisation :** *Grenoble*

**Mots-clés :** CAO (1, 3), CFAO (1), CIM (1, 3), conception intégrée (1), conception par objets (1, 3), ingénierie concourante (1, 4), ingénierie simultanée (1, 4), intégration de logiciel (1, 4), modélisation (1, 3), représentation de connaissances (1).

## 1 Composition de l'équipe

### **Responsable scientifique**

Gia Toan Nguyen, DR Inria

### **Personnel Inria**

François Vernadat, CR

### **Personnel Université de Grenoble 2**

Annie Culet, MC

### **Chercheurs doctorant**

Jérôme Boulenger, Boursier Région Rhône-Alpes

Fethi Bounaas, ATER, Université de Grenoble 2

Yasmina Harani, Vacataire, Univ. de Grenoble 2

Pascal Roche, Contractuel SYSECA

## 2 Présentation de l'action

L'action SHOOD a pour objectif l'étude de méthodes et d'outils informatiques pour l'intégration des systèmes industriels.

L'industrie fait en effet face actuellement à un fort besoin de modélisation et de formalisation de ses procédures, tant techniques, qu'administratives et logistiques, pour rationaliser et coordonner ses activités, effectuer des restructurations internes ou mettre en place des alliances stratégiques avec d'autres partenaires. L'industrie fait également face à de forts besoins d'intégration face à la diversité de ses équipements, logiciels d'application et systèmes informatiques [4]. Enfin, la tendance est au travail en équipes par projet dans les bureaux d'études et à des méthodes impliquant une forte connectivité et une bonne coordination entre les divers intervenants: c'est l'Ingénierie simultanée. Ces besoins industriels se traduisent par de nouvelles exigences en matières de solutions informatiques, tant sur le plan conceptuel (modèles et langages de spécifications), que sur le plan de la réalisation (modèles de données, plates-formes logicielles et systèmes ouverts), que sur le plan opérationnel (évolutivité des modèles, gestion de configurations, etc) [20]. L'avant-projet SHOOD se propose d'apporter des solutions à ces problèmes dans le domaine de la modélisation des processus et des plates-formes logicielles d'intégration [11].

Dans un premier temps, le domaine d'application visé concerne les activités de conception assistée par ordinateur et d'ingénierie simultanée dans les entreprises manufacturières. Indépendamment des spécificités propres aux métiers qui serviront de base expérimentale à l'étude, les domaines abordés couvriront la modélisation des processus d'entreprises et une architecture logicielle servant de plate-forme de modélisation et d'intégration d'applications, basées sur le modèle SHOOD. Ce modèle met en oeuvre des concepts issus de la représentation des connaissances et permet de gérer des objets complexes, composites, évolutifs [7] et ayant des représentations multiples [9].

Cette action doit aboutir à l'expérimentation d'un prototype démontrable sur des exemples significatifs en conception assistée par ordinateur et ingénierie dans les entreprises manufacturières [18].

### 3 Actions de recherche

L'objectif à deux ans est de spécifier, implanter et valider un modèle générique sur une plate-forme d'intégration expérimentale non répartie. Pour atteindre cet objectif, trois actions de recherche sont développées. Tout d'abord, la définition des concepts nécessaires à la spécification d'un modèle générique de processus de conception. Ensuite, la formalisation de ces concepts pour les valider formellement. Enfin, le développement d'une technologie de base permettant de valider expérimentalement ce modèle sur une plate-forme logicielle d'intégration.

#### 3.1 Modèle générique de processus de conception

*Participants* : Yasmina Harani, Toan Nguyen, François Vernadat

Il s'agit de déterminer les concepts de base nécessaires à la modélisation des activités de conception dans les bureaux d'études pour leur fournir un support informatique au moyen d'une plate-forme d'intégration. En plus des concepts classiques d'activités (ou tâches) et de processus, vus comme un ensemble partiellement ordonné d'activités, nous avons retenu les concepts de *produit* (l'objet à concevoir), de *paramètre* de conception (paramètre du produit), d'*état* du processus de conception (défini à partir des paramètres), de *ressource* de conception (logiciel d'application ou mode de calcul de paramètres), d'*opération fonctionnelle* (action élémentaire exécutée par une ressource) et de *règle* pour exprimer des contraintes de conception ou de validation d'un état de conception.

#### 3.2 Formalisation des processus de conception

*Participants* : Yasmina Harani, François Vernadat

Une activité de formalisation des processus industriels (conception, ingénierie, fabrication) est en cours. Le but est de définir un cadre formel pour les modèles expérimentaux que nous développons pour deux raisons. D'une part, il faut asseoir le développement de langages formels de description de processus industriels avec une sémantique bien définie en vue de leur utilisation par des environnements informatiques. D'autre part, il faut pouvoir analyser les processus décrits (propriétés qualitatives comme la vivacité ou la complétude et propriétés quantitatives, ces dernières pouvant être déduites des propriétés de réseaux de Petri

temporisés équivalents). Nous travaillons actuellement sur deux pistes: d'une part, une formalisation par algèbre de processus et d'autre part, une formalisation à base de machines à états finis.

### 3.3 Plate-forme d'intégration

*Participants* : Toan Nguyen, Jérôme Boulenger

Cette action de recherche a pour objectif de fournir la technologie de base nécessaire à l'expérimentation des concepts développés ci-dessus. Les principes de base de la plate-forme d'intégration que nous voulons mettre en oeuvre sont en cours de définition. Il s'agit de bâtir une infrastructure logicielle pour faire communiquer et coopérer les systèmes d'application d'un environnement de conception intégrée et d'ingénierie simultanée (modeleurs CAO, calcul par éléments finis, algorithmes de calcul dédiés, générateurs de gammes, etc). Nous avons retenu une architecture qui repose sur un *modèle de produit* (informations sur l'objet à concevoir, ses paramètres et ses variantes) et un *modèle de processus* (informations sur les démarches de conception, les états du processus de conception et les règles de conception à vérifier au cours du processus). Pour la communication entre applicatifs, nous utilisons des variantes de langages comme KQML et KIF. Il reste à spécifier les *ontologies* (spécifications formelles des concepts et de leurs relations) permettant l'exécution du processus de conception en fonction des logiciels mis en jeu dans les applications.

## 4 Actions industrielles

### 4.1 Convention d'étude PSA/INRIA

*Participant* : François Vernadat

Une première convention d'étude a été signée pour une période de six mois (Novembre 1993 - Avril 1994). Le but était d'assister PSA dans la phase de définition de ses besoins dans le cadre de son engagement dans AIT. Cette initiative européenne regroupe l'ensemble des constructeurs automobiles, la majorité des constructeurs aéronautiques et certains de leurs équipementiers pour définir les besoins de ces industries en technologies de l'information pour la conception et la fabrication.

Cette convention d'étude a été renouvelée pour une période d'un an (Mai 1994 - Avril 1995). L'objet de l'étude est d'intervenir auprès de PSA dans AIT pour définir et spécifier les besoins en technologies de l'information pour la gestion des données techniques (conception et fabrication), l'ingénierie simultanée entre plusieurs sites de production et la gestion de la production.

## 4.2 Plan Construction et Architecture

*Participants* : Fethi Bounaas, Annie Culet, Toan Nguyen

Le Ministère de l'Equipeement et du Logement soutient depuis 1992 le développement d'un projet bâti sur la notion de "Dossier Unique Actualisé" (DUA) pour le suivi de dossiers de chantier dans le domaine du Bâtiment. Un prototype de logiciel de communication et de gestion d'informations techniques inter-entreprises est développé sur le système SHOOD pour gérer le DUA [8].

Une convention de recherche a été renouvelée pour la troisième année consécutive en 1994 dans le cadre du Plan Construction et Architecture, en collaboration avec l'Union Dauphinoise d'Equipeement et de Construction (UDEEC, fédération d'entreprises du Bâtiment) et le Centre de Recherche Innovation Socio-technique et Organisations (CRISTO) de l'Université de Grenoble 2. Le but de cette convention est de mettre SHOOD en situation au sein de l'UDEEC pour un chantier expérimental réel.

## 5 Actions nationales et internationales

### 5.1 Actions nationales

- Région Rhône-Alpes

Un projet pluri-annuel est soutenu depuis 1992 sur le thème "Modélisation Objet pour la CFAO" par le Pôle Productique Rhône-Alpes, en collaboration avec les Laboratoires 3S et LEG de l'INPG à Grenoble. Il a pour objet l'étude des processus de conception dans le cadre de la Conception Intégrée. Les applications concernent le génie mécanique (ensembles articulés) et le génie électrique (conception de moteurs électriques asynchrones).

L'équipe SHOOD définit des concepts de base nécessaires à la modélisation du processus de conception. Le contrat se termine en mars 1995.

Un nouveau projet pluri-annuel a été accepté par la Région Rhône-Alpes en octobre 1994. Il concerne la modélisation des indicateurs de performances dans les entreprises manufacturières, pour le pilotage à court terme des systèmes de production. Ce projet, appelé MOPIC, implique également le Laboratoire des Logiciels pour la Productique d'Annecy et la société ITMI. La société DYNASTAR s'est proposée comme site pilote pour l'expérimentation de ce projet.

- AFNOR

Groupe de travail GSI de l'AFNOR sur l'intégration des systèmes de production : F. Vernadat contribue à ce groupe concernant l'évaluation de la proposition de norme ISO CD 14258 "Framework for Enterprise Modelling" qui a été mise en circulation pour vote par les états membres du comité TC 184 de l'ISO en septembre 1994 [5].

- GDR/PRC-BD3

Dans le cadre du PRC-BD3, devenu GDR en 1993, une Opération de Recherches Coordonnées a été créée à l'initiative de l'équipe sur le thème "Dynamique dans les Bases de Données" en 1990. Elle réunit des équipes du LGI de Grenoble, de l'IRIT à Toulouse, de l'INSA de Lyon, du CRIN de Nancy et du LIRMM de Montpellier. Cette collaboration se poursuit par la participation de l'équipe aux activités du groupe "Dynamique" du GDR "Bases de Données" [6].

## 5.2 Actions internationales

- Une collaboration a été amorcée avec le Département Informatique de l'Université de Turin pour la définition d'une méthodologie de développement d'applications productiques qui utilisent SHOOD.
- Des contacts suivis ont également lieu avec l'Université de Strasbourg, le Centre Henri Tudor (Luxembourg), l'Université de Namur (Belgique) et l'University College de Cork (Irlande).
- IFAC/IFIP Task Force on Architectures for Enterprise Integration: Le but du groupe de travail, qui compte une trentaine de membres

et qui est présidé par le Prof. T.J. Williams de Purdue University, USA, est de comparer et de synthétiser les principaux travaux en cours sur les architectures pour l'intégration en entreprise et de proposer une architecture de référence complète et cohérente. Les résultats du groupe seront présentés en fin d'année lors des conférences ICARCV'94 (Novembre 1994, Singapour) et IMSE'94 (Décembre 1994, Grenoble) [12].

- IFAC Technical Committee on Manufacturing Modelling, Management and Control (TC-M3C) : F. Vernadat agit comme vice-président de ce comité technique présidé par le Prof. A. Villa, du Politecnico di Torino. Le groupe réfléchit aux méthodes et formalismes pour la modélisation des activités de gestion et de pilotage des systèmes de production. Une compilation de ces méthodes et modèles est prévue sous forme de livre (guide de référence) pour fin 1996 [14].
- Enterprise Modelling Club (EM-Club) : F. Vernadat gère par courrier électronique un groupe d'une quarantaine de scientifiques répartis dans le monde entier qui s'intéressent à la modélisation des processus d'entreprise par des méthodes formelles. Le but est l'échange d'informations entre spécialistes et la mise en commun de références bibliographiques. Depuis la création du club en juin 1993, quatre bulletins ont été émis.

## 6 Diffusion des résultats

### 6.1 Enseignement

F. Vernadat a donné un cours de 12 heures intitulé: "Modélisation en entreprise et CIMOSA" à la Faculté Universitaire Catholique de Mons, Belgique.

### 6.2 Participation à des conférences et colloques

Des membres de l'équipe ont participé à des conférences et colloques; on se reportera à la bibliographie pour en avoir la liste.

### 6.3 Organisation de colloques et de cours

F. Vernadat était Président et Nguyen G.T membre du Comité d'Organisation du Colloque Européen "Integrated Manufacturing Systems Engineering" organisé par l'INRIA Rhône-Alpes à Grenoble les 12-14 décembre 1994.

F. Vernadat était conférencier invité à l'Université d'Eté du Pôle Productique Rhône-Alpes, Modane, 5-9 Septembre 1994 : Modélisation Systémique en Entreprise [4].

### 6.4 Diffusion de produits

Le prototype SHOOD a été mis à la disposition des Laboratoires 3S et LEG de Grenoble, ainsi que de l'UDEC.

- Des expérimentations sont en cours avec le Laboratoire 3S (conception de fixations de sécurité pour surf des neiges) et le LEG pour le pré-dimensionnement de moteurs électriques asynchrones. Une modélisation du moteur asynchrone a ainsi été réalisée par le LEG. De même, la modélisation multi-points de vue d'une fixation de sécurité a été réalisée par le Laboratoire 3S [10].
- SHOOD fait également l'objet d'une expérimentation industrielle dans le cadre du projet "Dossier Unique Actualisé" avec l'UDEC.

### 6.5 Autre

Nguyen G.T est membre du bureau du Comité Scientifique et Technique du Pôle Productique Rhône-Alpes, du bureau du Club CRIN "Bureau d'Etudes du futur", du bureau du Groupement Interdisciplinaire pour la Production Industrielle de Grenoble, et du Comité de pilotage de l'action "Valorisation de la recherche" du Plan Construction et Architecture du Ministère de l'Equipement.

Le système SHOOD a fait l'objet de démonstrations lors des quatre jours du Salon TEC 94 organisé à Grenoble les 11-14 octobre 1994.

## 7 Publications

### Articles et chapitres de livre

- [1] G. BERIO, F. VERNADAT, AL., «The M\*-Object methodology for information system design in CIM environments», *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics 11*, novembre 1994.
- [2] R. GACHES, B. QUÉRENET, F. VERNADAT, «CIM-OSA: une architecture pour l'intégration dans les entreprises manufacturières», in : *CIM-OSA et Ingénierie Simultanée*, Hermès, 1994.
- [3] F. VERNADAT, «Databases for CIM and IMS», in : *Modern manufacturing: information control and technology*, Springer Verlag, 1994.
- [4] F. VERNADAT, «Modélisation en entreprise: expression des besoins et spécification conceptuelle des systèmes CIM », in : *CIM-OSA et Ingénierie Simultanée*, Hermès, 1994.
- [5] F. VERNADAT, «Standards and pre-norms in design and manufacturing automation», in : *Handbook of industrial automation*, Wiley and Sons, 1994.

### Communications à des congrès, colloques, etc.

- [6] F. BOUNAAS, P. BERGUES, «L'activité: un outil pour une évolution déclarative», in : *Actes du Congrès INFORSID*, Aix-en-Provence, 1994.
- [7] F. BOUNAAS, «Classification d'objets évolutifs», in : *Actes des Iles Rencontres Nationales des Jeunes Chercheurs en IA*, Marseille, 1994.
- [8] A. CULET, F. BOUNAAS, «Développement d'une base de connaissances pour le bâtiment», in : *Actes des Journées EC2 Représentation par objets*, Paris, 1994.
- [9] C. DJERABA, «Objets composites dans un modèle à objets», in : *Actes des Xes Journées Bases de Données Avancées*, Clermont-Ferrand, 1994.
- [10] T. NGUYEN, D. CONSTANT, AL., «Conception intégrée des liaisons mécaniques», in : *Proceedings of the IFIP International Conference on Feature Modelling and Recognition for advanced CAD/CAM systems*, Valenciennes, 1994.
- [11] T. NGUYEN, F. VERNADAT, «Cooperative information systems in integrated manufacturing environments», in : *Proceedings of the 2nd International Conference on Cooperative Information Systems*, p. 158–165, Toronto, Canada, 1994.
- [12] F. VERNADAT, «Business process and entreprise activity modelling: CIMOSA contribution to a general entreprise reference architecture and

- methodology», *in: Proceedings of the 3rd International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision*, Singapour, 1994.
- [13] F. VERNADAT, «Future R&D directions for CIM deployment», *in: Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Integrated Manufacturing and Automation*, Troy, USA, 1994.
- [14] F. VERNADAT, «A language for CIM systems specification», *in: Proceedings of the ISPE/IFAC 10th International Conference on CAD/CAM, Robotics and factories of the future*, p. 283–288, Ottawa, Canada, 1994.
- [15] F. VERNADAT, «Manufacturing systems modelling, specification and analysis», *in: Proceedings of the IFIP WG 5.7 Conference Evaluation of Production Management Methods*, p. 223–231, Porto Alegre, Brésil, 1994.
- [16] F. VERNADAT, «Modern database design methods», *in: Proceedings of the ISPE/IFAC 10th International Conference on CAD/CAM, Robotics and factories of the future*, p. 572–577, Ottawa, Canada, 1994.
- [17] F. VERNADAT, «Towards a manufacturing system specification language», *in: Proceedings of the IFAC Working Conference on Intelligent Manufacturing Systems*, p. 121–127, Vienne, Autriche, 1994.

## Œuvres audiovisuelles

- [18] J. BOULENGER, F. BOUNAAS, T. NGUYEN, *Démonstration du prototype SHOOD*, 5mn30, 1994, film vidéo VHS, INRIA.

## Divers

- [19] P. BERGUES, «Les objets actifs dans un système de représentation de connaissances», 1994, Mémoire d'ingénieur CNAM, Versailles.
- [20] F. VERNADAT, «Contribution à la modélisation et à l'intégration des systèmes de production», mai 1994, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, INPG, Grenoble.

## 8 Abstract

The action SHOOD is devoted to the specification of methods and tools for the integration of industrial systems. It focuses on design and engineering applications. The main research concerns the modelling of enterprise processes, and the definition and implementation of an integration infrastructure, based on the object model SHOOD.

A first research area concerns the definition of basic concepts for modelling the design activities. This includes the notions of design task, product, parameters, state of the design process and rules for implementing the design constraints.

Another research area concerns the formalization of the design process. This is intended to provide a formal framework for the specification and implementation of a computerized infrastructure. It is also intended to serve as a basis for the analysis of the design process. Two solutions are currently being investigated: one is based on a process algebra, the other is based on finite state machines.

The last research area concerns the definition and implementation of an integration infrastructure for design environments. Communications between the various applications are based on the definition of design ontologies and languages similar to KQML and KIF.

The action SHOOD will result in a prototype demonstrating relevant examples in engineering design and manufacturing.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Composition de l'équipe</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Présentation de l'action</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Actions de recherche</b>	<b>2</b>
3.1	Modèle générique de processus de conception . . . . .	3
3.2	Formalisation des processus de conception . . . . .	3
3.3	Plate-forme d'intégration . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Actions industrielles</b>	<b>4</b>
4.1	Convention d'étude PSA/INRIA . . . . .	4
4.2	Plan Construction et Architecture . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Actions nationales et internationales</b>	<b>5</b>
5.1	Actions nationales . . . . .	5
5.2	Actions internationales . . . . .	6
<b>6</b>	<b>Diffusion des résultats</b>	<b>7</b>
6.1	Enseignement . . . . .	7
6.2	Participation à des conférences et colloques . . . . .	7
6.3	Organisation de colloques et de cours . . . . .	7
6.4	Diffusion de produits . . . . .	8
6.5	Autre . . . . .	8
<b>7</b>	<b>Publications</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>Abstract</b>	<b>10</b>