



Composant

PxM-10 « Modus : La méthodologie Praxeme »

Guide de l'aspect sémantique

Objectif Praxeme identifie huit aspects du Système Entreprise. Le premier d'entre eux est l'aspect sémantique. Le modèle sémantique exprime la connaissance du métier, indépendamment de la façon de mener l'activité.

Le présent guide montre l'importance du modèle sémantique et décrit la technique de modélisation appropriée.

- Contenu**
- Définition et objectif de la modélisation sémantique
 - Les produits : référentiel et modèle
 - Le positionnement dans la chaîne de production
 - Les procédés de la modélisation sémantique

Rédacteur Dominique VAUQUIER

Version 1.0, le

Éléments de configuration

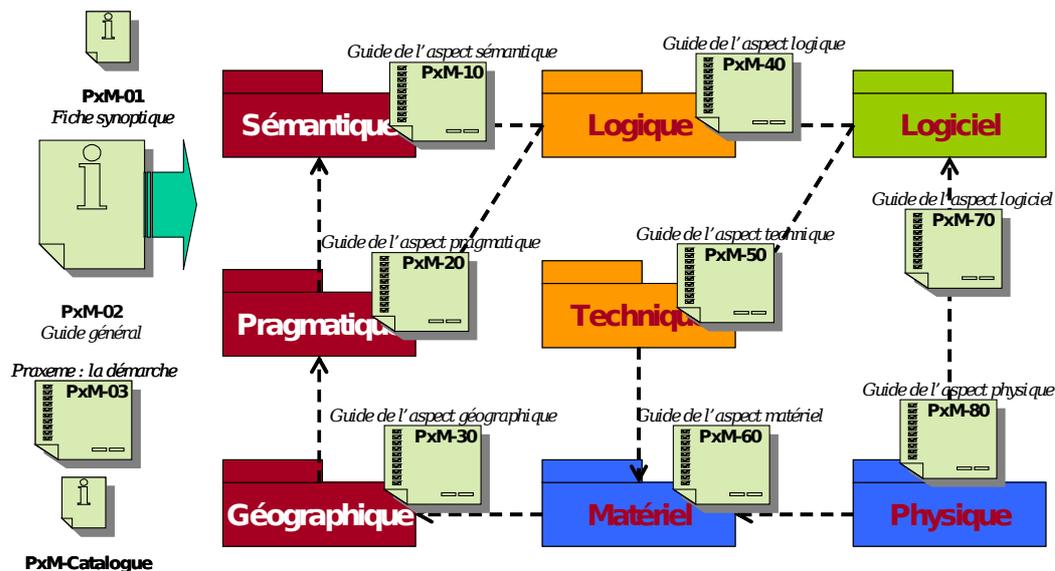
Situation du composant

Positionnement dans la documentation



Figure PxM-10_1.
Architecture du référentiel méthodologique

La méthodologie Praxeme est structurée selon les aspects de la Topologie du Système Entreprise. Le *Guide général* explique cette approche.



Propriétaire

Le référentiel Praxeme a été élaboré dans le cadre du chantier Praxime. Les contributeurs sont réunis dans l'initiative pour une méthode publique. L'institut Praxeme fait évoluer le fonds commun.

Toute suggestion ou souhait d'évolution sont les bienvenus (à adresser à l'auteur).

Disponibilité

Ce document est disponible sur le site Praxeme et utilisable dans les conditions définies page suivante. Les sources (documents et graphiques) peuvent être obtenues sur demande.

L'historique

Indice	Date	Rédacteur	Contenu
	Mars 2004	DVAU	Première rédaction (Dromos : méthode Sagem pour l'urbanisation de l'informatique des systèmes de drones)
	Novembre 2005	DVAU	Version étendue (Amos : méthode de la DSI SMABTP ; approche SOA)
1.0	24/10/06	DVAU	Généralisation pour soumission au « cercle des experts »
1.1	Novembre 2006	Px1	Revue par le 1 ^{er} Cercle des experts Praxeme (liste ci-dessous)

Ont participé à la revue de ce document : .

Licence

Conditions d'utilisation et de diffusion

Droits et devoirs

Ce document est protégé par une licence « [Creative Commons](#) », résumée ci-dessous. Le terme « création » s'applique au document lui-même. L'auteur original est :

- Dominique VAUQUIER, pour le document ;
- l'association *Praxeme Institute*, pour l'ensemble de la méthodologie Praxeme.

Nous vous demandons de citer l'un et/ou l'autre, selon que vous extrayez une citation directe ou que vous vous référez aux principes généraux de la méthodologie Praxeme.

Cette page est également disponible dans les langues suivantes :

български Català Dansk Deutsch English (GB) Castellano Castellano (AR) Español (CL) Castellano (MX) Euskara Suomi français français (CA) Galego עברית hrvatski Magyar Italiano 日本語 한국어 Melayu Nederlands polski Português svenska slovenski jezik 简体中文 華語 (台灣)



C O M M O N S D E E D

Paternité - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France

Vous êtes libres :

- de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public
- de modifier cette création
- d'utiliser cette création à des fins commerciales

Selon les conditions suivantes :



Paternité. Vous devez citer le nom de l'auteur original.



Partage des Conditions Initiales à l'Identique. Si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.

- A chaque réutilisation ou distribution, vous devez faire apparaître clairement aux autres les conditions contractuelles de mise à disposition de cette création.
- Chacune de ces conditions peut être levée si vous obtenez l'autorisation du titulaire des droits.

Ce qui précède n'affecte en rien vos droits en tant qu'utilisateur (exceptions au droit d'auteur : copies réservées à l'usage privé du copiste, courtes citations, parodie...)

Ceci est le Résumé Explicatif du [Code Juridique \(la version intégrale du contrat\)](#).

[Avertissement](#)

Sommaire

GUIDE DE L'ASPECT SÉMANTIQUE	I
Situation du composant.....	ii
L'historique.....	ii
Conditions d'utilisation et de diffusion.....	iv
Introduction.....	1
La modélisation sémantique : les fondamentaux du métier.....	1
La modélisation sémantique : ses produits et ses procédés.....	3
Définition et objectif de la modélisation sémantique.....	4
Introduction sur l'aspect sémantique.....	4
Aller à l'essentiel pour dégager un noyau stable.....	5
Une tâche sous le contrôle du critère de pertinence.....	7
Les termes de la modélisation sémantique.....	9
La correspondance avec la langue naturelle.....	13
Le méta-modèle pour l'aspect sémantique.....	15
Les objets de nature sémantique.....	17
Les produits : référentiel et modèle.....	19
Le Référentiel sémantique.....	19
Le modèle sémantique.....	20
Les exigences sur le modèle sémantique : les facteurs qualité.....	22
Les exigences sur le modèle sémantique : les critères qualité.....	24
Les exigences sur le modèle sémantique : la documentation.....	25
Le thesaurus-index.....	26
Le positionnement dans la chaîne de production.....	27
Un modèle très stable, contribuant à chaque projet.....	27
La dynamique entre système et projet.....	29
La modélisation sémantique : outil de l'analyse et de la conception. .	29
La vérification du modèle sémantique.....	31
L'exploitation ultérieure du modèle sémantique : les aspects voisins. .	33
Les filières de dérivation.....	35
L'exploitation ultérieure du modèle sémantique : les autres aspects. .	36
La communication par les modèles.....	37
Les procédés de la modélisation sémantique.....	38
Les techniques de représentation : apports d'UML.....	38
Les techniques de représentation : le diagramme de classes.....	38
Les techniques de représentation : le diagramme d'objets.....	40
Les techniques de représentation : le diagramme d'états.....	42
Les techniques de représentation : autres techniques.....	44
Une procédure.....	45
Les exigences sur les activités de modélisation sémantique.....	47
Le principe d'encapsulation des contraintes.....	48
Le principe d'abstraction.....	49
Le principe de partage.....	51
Les recommandations et bonnes pratiques.....	52
Le principe de décomposition en domaines d'objets.....	54
Les trois axes de la modélisation.....	56
La modélisation structurelle	58
La modélisation fonctionnelle	59
La modélisation contractuelle	60
Autres recommandations.....	63

Annexe : illustration de la modélisation sémantique.....	65
Le point de départ.....	65
La généricité.....	66
La composition entre les objets.....	69
L'expressivité du modèle.....	71
L'économie d'expression.....	72
La généralisation du modèle.....	74
Les contraintes structurelles.....	75
Tout dire des fondamentaux du métier.....	76
La modélisation contractuelle.....	78
La décomposition en domaines d'objets.....	80
Index.....	82

Exergue

« Et le secret de toute la méthode est là : en toutes choses repérer soigneusement ce qui est le plus absolu. »

René Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit* (règle VI)

« Ce n'est pas parce que la réalité est ambiguë que nos concepts doivent être confus. »

Max Weber

« Une confrontation permanente entre théorie et expérience est une condition nécessaire à l'expression de la créativité. »

Pierre Joliot, *La recherche passionnément*

Table des figures

FIGURE PxM-10_1. ARCHITECTURE DU RÉFÉRENTIEL MÉTHODOLOGIQUE	II
FIGURE PxM-10_2. LES RETOMBÉES DE L'ABSTRACTION	5
FIGURE PxM-10_3. LE TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE UML ET LE LANGAGE NATUREL	13
FIGURE PxM-10_4. LA TERMINOLOGIE POUR LA MODÉLISATION SÉMANTIQUE (EXTRAIT DU MÉTA-MODÈLE PRAXEME)	15
FIGURE PxM-10_5. EXEMPLE DE DIAGRAMME DES CLASSES	17
FIGURE PxM-10_6. LES UTILISATIONS DU MODÈLE SÉMANTIQUE	22
FIGURE PxM-10_7. LE DIAGRAMME D'ISHIKAWA DES CRITÈRES QUALITÉ (DIAGRAMME DE CAUSES-EFFETS)	24
FIGURE PxM-10_8. LES ASPECTS EN RELATION AVEC LA SÉMANTIQUE	33
FIGURE PxM-10_9. LES FILIÈRES DE DÉRIVATION À PARTIR DU MODÈLE SÉMANTIQUE	35
FIGURE PxM-10_10. L'EXPRESSION SPONTANÉE	40
FIGURE PxM-10_11. LE MODÈLE CORRECT	40
FIGURE PxM-10_12. LE DIAGRAMME D'OBJETS	41
FIGURE PxM-10_13. EXEMPLE DE STRUCTURATION DU MODÈLE SÉMANTIQUE EN DOMAINES D'OBJETS	54
FIGURE PxM-10_14. LES TROIS AXES DE LA MODÉLISATION	56
FIGURE PxM-10_15. UN EXEMPLE D'AUTOMATE POLLUÉ PAR DES ÉLÉMENTS DE NATURE ORGANISATIONNELLE	60
FIGURE PxM-10_16. LE MODÈLE INITIAL	65
FIGURE PxM-10_17. CLASSE OFFRE	66
FIGURE PxM-10_18. CLASSE ACTEUR	66
FIGURE PxM-10_19. LA COMPOSITION DES OFFRES	69
FIGURE PxM-10_20. LA CONTRACTUALISATION	71
FIGURE PxM-10_21. UN SEUL ENDROIT POUR LE PRIX	72
FIGURE PxM-10_22. L'ASSOCIATION QUALIFIÉE	74
FIGURE PxM-10_23. UNE ASSOCIATION TERNAIRE	75
FIGURE PxM-10_24. RÉCAPITULATIF DU CHEMIN PARCOURU	76
FIGURE PxM-10_25. ÉBAUCHE DU DIAGRAMME D'ÉTATS POUR LA CLASSE CONTRAT	78
FIGURE PxM-10_26. UN EXEMPLE DE DÉCOMPOSITION EN DOMAINES D'OBJETS	80

Introduction

La modélisation sémantique : les fondamentaux du métier

Praxeme

Praxeme est une méthodologie d'entreprise et, à ce titre, s'intéresse à la façon de représenter et maîtriser la connaissance du « métier ». Cette connaissance, débarrassée des références à l'organisation et aux moyens, forme l'aspect sémantique de l'entreprise ou de l'organisme¹.

La situation dans la méthodologie complète

La position fondamentale de Praxeme consiste à isoler des *aspects* relativement indépendants du système étudié et à en faire une description la plus complète possible.

L'aspect sémantique est le premier à apparaître dans la topologie du Système Entreprise. Sa situation est essentielle dans l'optique d'une restructuration des systèmes pour améliorer les performances et réduire l'impact des évolutions. En effet, la sémantique exprime ce qu'il y a de plus stable dans l'univers étudié. Il est donc essentiel de l'isoler, d'une façon ou d'une autre, dans la solution à développer.

La modélisation sémantique intervient en amont des projets d'organisation, de conception des processus et de développements informatiques. Le modèle sémantique pourra ensuite être dérivé en modèle logique, selon des règles de transformation exposées dans les guides PxM-40 et PxM-41, respectivement pour les services et les données.

Le modèle sémantique peut avoir d'autres retombées, notamment en tant qu'instrument de formation. Il fournit le point de départ pour le *knowledge management*. L'aspect sémantique est, aussi, le terrain pour une réflexion radicale sur le métier. Il peut absorber une partie des orientations stratégiques, précisément celles qui redéfinissent le métier et son contenu.

Objectif du guide

Ce document, le premier parmi les guides focalisés sur un aspect, montre comment élaborer un bon modèle sémantique, c'est-à-dire un modèle indépendant des choix de conception organisationnels et informatiques.

Domaine et circonstances d'application

Le procédé de modélisation décrit ici s'applique :

- au niveau local d'un métier, d'un domaine ou d'une solution applicative (dans le cadre d'un projet) ;

¹ Pour une vue d'ensemble de la méthodologie, voir PxM-01 (Synthèse en une page) ou PxM-02 (Guide général).

- au niveau global du « Système » (activités liées à la formulation stratégique, à l'organisation de l'entreprise ou à l'urbanisation du système d'information).

Dans le premier cas, on parlera d'un modèle sémantique ; dans le second, du référentiel « métier » (par exemple, le Référentiel Assurance).

Deux circonstances particulières justifient l'effort de modélisation sémantique : l'innovation sur les processus organisationnels et la refonte des systèmes d'information.

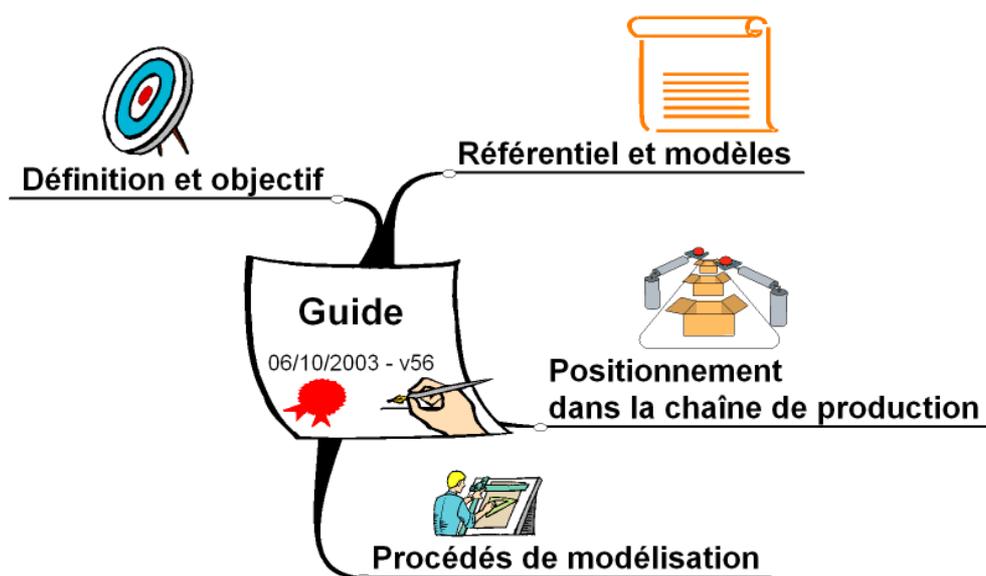
Introduction (suite)

La modélisation sémantique : ses produits et ses procédés

Contenu du guide

Après la définition de la modélisation sémantique et la sensibilisation à ses enjeux, le guide aborde les trois dimensions :

- produits ;
- processus ;
- procédés.



Produits Les produits de la modélisation sémantique rassemblent les informations nécessaires sur la partie de réalité visée par la solution. Les produits sont de deux ordres, selon leur niveau :

- le Référentiel sémantique ;
- les modèles locaux.

Le guide précise les types d'informations que doivent contenir ces produits.

Processus Sans préjuger du processus de référence retenu pour l'activité², le guide fait le point sur l'impact de l'approche sémantique quant à la dynamique des développements.

Procédés La dernière partie du guide propose des façons de faire et des

² Il convient, en effet, de respecter l'orthogonalité entre la démarche (ou méthode de conduite) et l'approche (ou technique de représentation). La première est laissée à l'initiative des responsables des projets. La seconde est le sujet sur lequel l'initiative Praxime investit en priorité.

bonnes pratiques pour mener à bien la modélisation sémantique. Elle contient, entre autres, des recommandations pour utiliser UML.

Définition et objectif de la modélisation sémantique

Introduction sur l'aspect sémantique

La définition

Dans son aspect sémantique, la représentation du Système vise :

- les notions, concepts et objets du domaine étudié,
- les informations qu'ils portent,
- les comportements dont ils sont capables,
- les relations qui les connectent en un réseau de signification efficace,
- les règles qui les contraignent.

Cette représentation est débarrassée des contingences organisationnelles et techniques. Sa valeur ajoutée réside dans l'abstraction qui mène à la simplicité. Le modèle sémantique saisit l'essentiel ; cela le rend simple et stable.

L'enjeu

La simplicité de cette description libère l'imagination et permet au concepteur, ensuite, d'élargir sa palette de choix quant à l'organisation, à la logistique et aux technologies.

L'effort d'abstraction permet de retrouver l'essentiel, de s'affranchir de la diversité des pratiques et de dégager le champ pour la simplification. Renforcé par l'approche orientée objet que nous préconisons, cet effort pousse à la genericité du modèle sémantique au point qu'il a vocation à l'universel. L'enjeu est considérable : un modèle sémantique, suffisamment stable et générique, pourra être partagé entre plusieurs organisations. Il normalise la terminologie et formalise les fondamentaux du métier dans lesquels des partenaires pourront se reconnaître. Dès lors, le modèle sémantique forme une base essentielle pour appuyer un réseau d'entreprises. Cet enjeu prend tout son relief dans les relations de partenariats, dans les fusions-acquisitions, mais aussi dans la cohabitation de plusieurs compagnies ou directions à l'intérieur d'un groupe.

L'alimentation du référentiel sémantique permet, également, de capitaliser la connaissance sur le domaine. En cela, c'est un instrument majeur pour préserver le patrimoine intellectuel de l'entreprise.

Les principes

Plusieurs principes forts s'appliquent à l'aspect sémantique :

- Le principe d'abstraction.
- Le principe d'encapsulation des contraintes.
- Le principe de décomposition en domaines d'objets.

Modus : La méthodologie Praxeme

On les trouvera décrits dans la dernière partie de ce document.

Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

Aller à l'essentiel pour dégager un noyau stable

L'attitude

Le modélisateur qui se donne pour tâche d'exprimer la sémantique, aborde le réel, sans *a priori*. Contrairement aux apparences, cette attitude n'est pas spontanée. Elle exige, du modélisateur, un effort particulier et sans cesse renouvelé pour faire abstraction des contingences organisationnelles et techniques. La qualité du modèle sémantique demande qu'il s'affranchisse des pratiques actuelles et de la solution existante.

De plus, loin de s'obnubiler de l'apparente complexité du domaine, il doit capter l'essentiel et dégager le noyau fondamental.

Il lui faudra défendre la simplicité de son modèle face à la tendance générale à la complication. Une de ses réponses consistera à montrer comment ce modèle essentiel restitue la réalité et comment il peut s'instancier pour prendre en compte la diversité des situations concrètes.

Les retombées

Si nous insistons sur la simplicité nécessaire – et parfois, déroutante – du modèle sémantique, c'est parce que des retombées importantes en découlent, dans la perspective de l'urbanisation du SI ou de la simplification des processus. Elles sont résumées dans le schéma suivant.

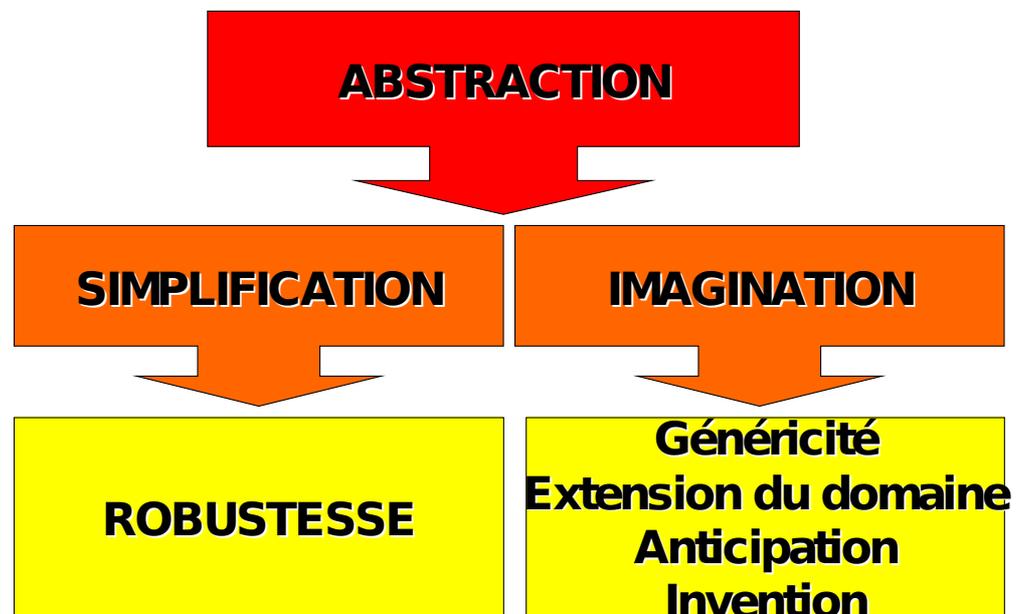


Figure PxM-10_2. Les retombées de l'abstraction

Par le travail d'abstraction, le modèle, tout en adhérant à la portion de réel visée, se simplifie. Il permet d'isoler un noyau stable, condition nécessaire pour amortir les demandes d'évolution : la

robustesse découle de la simplicité. Par ailleurs, l'abstraction pousse à la généralité, ce qui permet d'élargir le champ d'application. Dans le même mouvement, le modèle devient un instrument pour mener une réflexion prospective et anticiper les évolutions ou les demandes futures. Les guides des aspects adjacents (pragmatique et logique) exposent des procédés qui permettent d'innover radicalement (respectivement, sur les processus et sur l'architecture des SI).

Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

Une tâche sous le contrôle du critère de pertinence

L'exploitation du modèle sémantique

Le modèle sémantique va alimenter les travaux suivants :

- Il peut contribuer à la refonte des processus et à la conception de l'organisation, pour peu que l'on adopte une nouvelle approche des processus³.
- Il fournit le point de départ pour une large partie des composants logiques, principalement les services logiques de la strate interne⁴.
- Il permet de fixer une partie des orientations stratégiques et de la politique SI.
- Il contient les cas de test des classes sémantiques.
- Il peut être informatisé directement, indépendamment de l'architecture cible, pour la simulation du modèle ou en tant que bibliothèque de composants à placer dans l'architecture logique⁵.

Les compétences requises

La modélisation sémantique ne requiert pas de connaissances informatiques. L'expérience montre que le *background* informatique du modélisateur constitue même un handicap : il a tendance à plomber le modèle sémantique par des choix et expressions liés au jargon et aux *a priori* de l'informaticien.

En revanche, la modélisation sémantique exige le concours de deux types de compétences :

- la connaissance approfondie du domaine modélisé (« univers discours ») ;
- la capacité d'expression formelle.

Ces deux compétences, qui n'ont rien à voir entre elles, peuvent être portées par des personnes différentes, respectivement : l'expert du domaine (expert fonctionnel ou expert métier) et le modélisateur (le sémanticien).

³ Cette nouvelle approche des processus, opposée à l'approche fonctionnelle, est abordée dans le Guide de l'aspect pragmatique (référence PxM-20).

⁴ Cf. PxM-40.

⁵ Dans le cas général, la réalisation informatique exige, en préalable, des décisions de structuration qui, normalement, n'ont pas leur place dans le modèle sémantique. En conséquence, l'option d'informatiser directement le modèle sémantique conduit presque toujours à dégrader celui-ci. Les technologies actuelles ne permettent pas d'automatiser, tel quel, un modèle sémantique, du moins pas à grande échelle.

**Les limites
de la modélisation
sémantique**

La réalité est inépuisable ! La modélisation risque toujours d'être entraînée dans un processus sans fin. On doit la maintenir sous contrôle (**pondération de l'effort**). Le modèle ne prétend pas restituer *totalem*ent la réalité. On applique le critère de pertinence : le modèle est fait en vue d'une certaine exploitation (réformer les processus, préparer l'architecture, réaliser du logiciel, guider la communication, etc.).

De plus, pour un projet donné, l'objectif peut conduire à resserrer l'attention sur une portion du domaine seulement (**réduction de périmètre**).

Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

Les termes de la modélisation sémantique

Les termes

Dans quels termes le modélisateur exprime-t-il l'aspect sémantique ? Quelles unités utilise-t-il pour décrire « l'univers du problème », le domaine d'application, la réalité ? Les rubriques suivantes répondent à ces questions.

On entend ici, par 'termes', les catégories syntaxiques de la modélisation ou catégories de représentation. Pour la modélisation sémantique, on se contente d'un outil syntaxique minimal, le plus proche possible de la grammaire de la langue naturelle. On évacue toute contrainte externe qui risquerait de fausser l'approche du réel⁶.

La classe sémantique

L'unité de base de la modélisation sémantique (dans l'approche objet) est la classe d'objets. Nous la nommerons « classe sémantique » pour mettre en valeur l'intention : exprimer la sémantique attachée aux objets « métier ». Cette précaution nous gardera de la confondre avec la classe de l'aspect logiciel.

La classe sémantique permet de restituer toute la sémantique attachée à un objet réel, à un ensemble d'objets semblables ou à un concept.

Les classes candidates sont des classes que le modélisateur envisage d'inscrire dans le modèle, pour capter une partie du sens. Elles correspondent souvent à un substantif utilisé dans le discours.

Les conditions pour retenir une classe

Toutes les classes candidates ne seront pas retenues. Beaucoup seront éliminées parce qu'elles ne portent pas de propriétés caractéristiques.

Une classe retenue par le modèle sémantique doit présenter une des conditions suivantes :

1. Elle est le support d'informations.
2. Ses instances montrent des comportements précis ou fournissent des services.
3. La classe constitue un nœud indispensable pour la structure du modèle.

Les propriétés de la classe

La classe porte des propriétés dont la nature peut être informative, active ou coopérative (structurelle).

Les propriétés informatives

Ce sont les données ou informations qui valent pour chaque instance de classe ou pour toutes les instances de la classe.

⁶ Ce ne sera pas le cas avec les autres aspects, particulièrement à partir du niveau logique.

Elles sont traduites en UML sous la forme d'un attribut, éventuellement dérivé (donc, réalisé par une opération logiciel).

Les propriétés actives

Elles supposent une action ou une transformation de l'objet. Elles sont inscrites en UML sous la forme d'une opération. Si l'objet se transforme sous l'effet de l'action demandée, l'opération se placera sous le contrôle d'un automate.

Les propriétés structurelles

Ce sont les relations de classification et d'association (dont la composition).

Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

Les termes de la modélisation sémantique (suite)

L'association

L'association est un élément essentiel pour exprimer la sémantique. Elle permet de relier les classes.

Le lien (entre objets) est l'instanciation d'une association (entre classes).

La notation UML permet d'inscrire plusieurs éléments constitutifs du modèle et qui ont tous une grande valeur, à la fois pour la qualité d'expression du modèle sémantique et pour son exploitation ultérieure. Ces éléments sont :

- le nom de l'association (en théorie, une association binaire pourrait avoir deux noms, selon le sens de lecture) ;
- les cardinalités (sur chaque « pattes » de l'association) ;
- les noms de rôle (idem) ;
- une classe associative, quand il est nécessaire de faire correspondre un objet à chaque lien (association réifiée) ;
- un ou plusieurs qualificateurs, dans le cas de l'association qualifiée.

Recommandations

La modélisation sémantique exploite au maximum ces possibilités d'expression de façon à restituer le plus fidèlement possible la sémantique du domaine et d'en capter toute la richesse. Un modèle sémantique paraîtra, donc, beaucoup plus riche que la plupart des modèles dits UML que l'on rencontre sur les projets de développement.

La modélisation sémantique ne s'intéresse que rarement à l'orientation des associations (sens de navigation). En effet, orienter une association impose une restriction dans la navigation du modèle, interdisant de « passer » d'une classe à l'autre. De telles restrictions sont rarement dans le domaine⁷.

Le paquetage

Quand le domaine étudié comporte de nombreuses classes – plusieurs dizaines –, il est nécessaire de structurer le modèle. L'outil fourni par UML est le paquetage, parfois nommé « catégorie » sur le plan conceptuel.

Dans Praxeme, le paquetage utilisé dans les modèles de l'aspect sémantique est dénommé « domaine d'objets ». Cette appellation s'oppose à celle, classique, de « domaine fonctionnel » et souligne le choix du critère de décomposition (voir « Le principe de décomposition en domaines d'objets », p. 60).

⁷ Elles interviendront, en revanche, dans les aspects suivants.

**L'automate
ou machine
à états**

Une classe peut être vue comme une fabrique à objets. L'objet est perçu comme une micro-machine, gérant son état interne et fournissant des services, dans certaines conditions opératoires. C'est là un des points forts de l'approche objet qui doit guider la modélisation en vue de la qualité. Pour cela, on recourt aux automates à états.

L'événement

L'événement ou le signal sont une unité d'échange au sein du système.

Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

La correspondance avec la langue naturelle

Le principe

La qualité attendue d'un modèle sémantique est sa fidélité à l'univers du discours. Elle se montre par la capacité du modèle à reprendre le maximum des unités de sens présentes dans cet univers.

UML est une syntaxe un peu plus formelle que le langage naturel (pas complètement formelle, cependant). La correspondance entre les catégories syntaxiques des deux langages offre un guide pratique pour le modélisateur, ainsi qu'une preuve de la fidélité du modèle. C'est ce que tente le tableau ci-dessous.

La correspondance syntaxique

Figure PxM-10_3. Le tableau de correspondance entre UML et le langage naturel

Catégorie ou foncteur (essai)	Catégorie du langage naturel	Élément de modélisation	Recommandation
« Référenceur » en extension et intension	Nom, groupe nominal en position de sujet ou d'objet	Classe	Se méfier des formes substantivées. Elles cachent l'action. Mieux vaut retenir, dans ce cas, le verbe.
« Joncteur »	Nom groupe nominal en position de complément, préposition	Rôle sur une association	La mise en relation entre deux objets doit être restituée par une association, plutôt que par un nom d'attribut.
Information	Nom caractérisant des valeurs variables	Attribut	Éviter les attributs de type Classe (à l'exception des classes utilitaires).
Qualificatif	Adjectif qualificatif (associé à un substantif repris par une classe)	État dans une machine à états (automate à états)	Les objets « métier » centraux ont souvent un cycle de vie. Un modèle sans automate est suspect.
Action	Verbe d'action	Opération	La question est « où placer l'opération » : sur l'objet qui agit (sujet) ou sur celui qui subit (complément d'objet direct).
« Joncteur »	Verbe d'état (constituer, se composer)	Association, souvent composition ; parfois, état	La composition ou l'assemblage n'interdit pas de nommer l'association.
Qualificatif	Auxiliaire « être » suivi d'un participe passé, adjectif	État	

Action et qualificatif	Auxiliaire « être » suivi d'un participe présent	État avec une action	Mot réservé « do » dans le dessin de l'état.
« Joncteur » ou qualificatif	Auxiliaire « avoir »	Attribut ou assemblage	Selon le complément d'objet.
Classificateur	« est un », « est une sorte de »	Héritage	Soulève plusieurs problèmes : classification multicritères, mutation...
Coordinateur	Conjonction de coordination	Synchronisation dans un processus ou un automate	« et », « ou », « donc ». Ne pas réifier les processus.

Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

Le méta-modèle pour l'aspect sémantique

Présentation

Le diagramme de classes ci-dessous est le synoptique du méta-modèle Praxeme pour l'aspect sémantique.

D'autres diagrammes ainsi que de nombreux commentaires sont fournis dans le méta-modèle complet. Notamment, on y trouve la façon dont ce méta-modèle exploite celui du standard UML. En effet, sur l'aspect sémantique, le méta-modèle de Praxeme n'apporte pas grand-chose par rapport à UML. Il en constitue plutôt une sélection et met en relief certaines catégories pour les plier à l'usage de la modélisation sémantique. C'est aussi un méta-modèle plus simple, plus ramassé, qui explicite les catégories de représentation à l'usage du sémanticien.

Commentaire

La notion centrale est la classe sémantique. Cette méta-classe reprend celle de « Class » dans le méta-modèle UML.

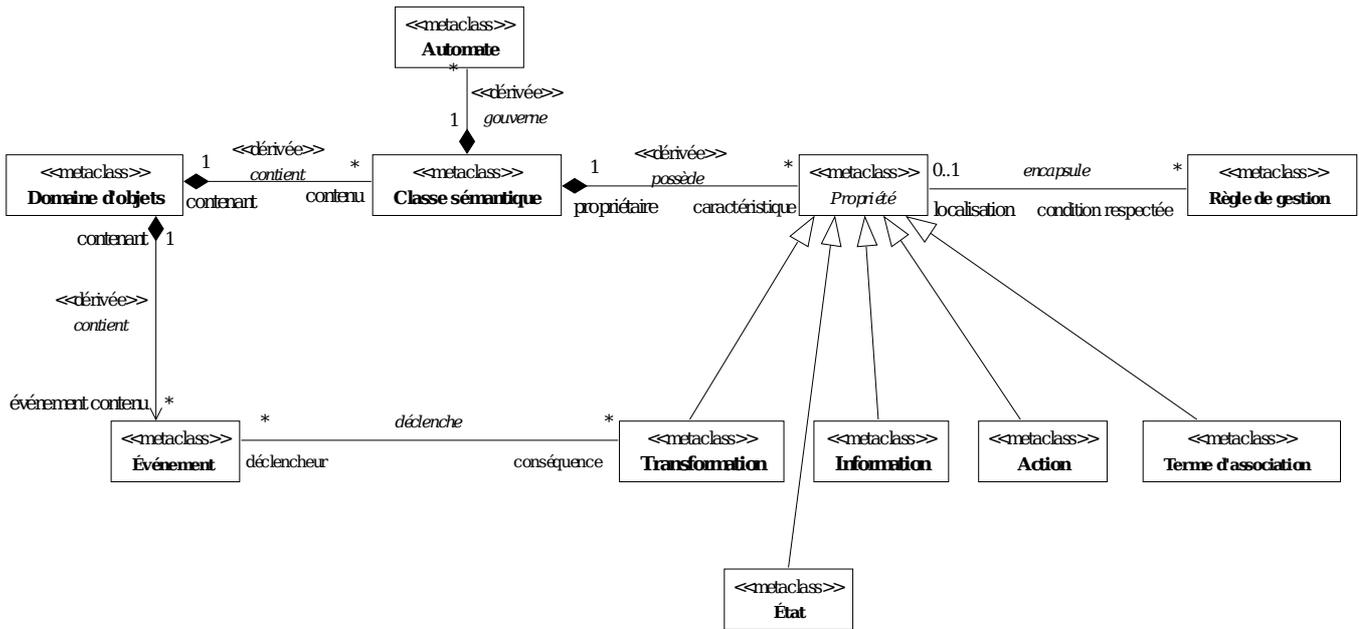
Les propriétés sont assemblées de façon assez différente du méta-modèle UML. Les cardinalités de l'association « encapsule » imposent qu'une règle de gestion ne puisse être localisée qu'à un seul endroit du modèle. Cette exigence reprend un des préceptes de la modélisation.

Le méta-modèle situe la notion de domaine d'objets et met en bonne place l'automate qui gouverne la classe.

Les associations dérivées résument des connexions sous-jacentes entre les méta-classes.

Pour plus de détail, se reporter au méta-modèle complet.

Figure PxM-10_4. La terminologie pour la modélisation sémantique (extrait du méta-modèle Praxeme)



Définition et objectif de la modélisation sémantique (suite)

Les objets de nature sémantique

Exemples et contre-exemples

Objets manipulés : sinistres ; clients ; contrats ; dossiers ; base de données...

Actions sur les objets : déclarer ; enregistrer ; évaluer ; calculer ; rechercher...

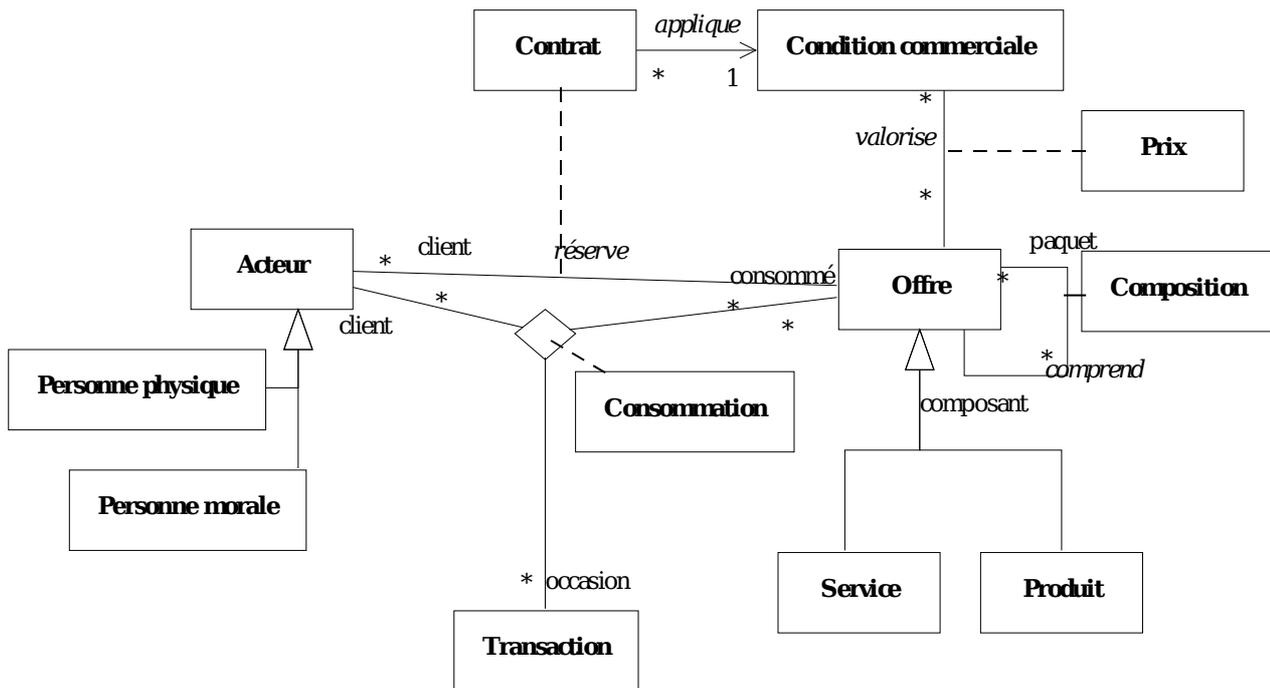
Commentaires

- La base de données est un élément technique de la solution. Ce n'est qu'un moyen. Elle ne fait pas partie de l'aspect sémantique, lequel porte sur la réalité, indépendamment de la solution.
- Un « dossier » est un objet de nature organisationnelle ; il rassemble des objets de valeur sémantique, dans la perspective d'une certaine action ou d'un processus.
- La notion de client fait, sans doute, partie de l'univers du discours. Est-ce, pour autant, un concept autonome ? On le modélisera comme un rôle dans une association de personne à contrat.
- Des termes comme « déclarer » et « évaluer » sont porteurs d'un vrai contenu sémantique, dans l'univers de l'assurance. « enregistrer » et « rechercher » sont des opérations implicites, spontanément fournies par l'automatisation ; il n'y a aucun intérêt à alourdir le modèle sémantique avec ces considérations.
- On ne retient, dans la sémantique, que les incontournables, au-delà des variations de la pratique.

Exemple

Le diagramme ci-dessous montre quelques-unes des possibilités d'expression qu'offre UML pour la modélisation sémantique. Il n'est pas représentatif des diagrammes qu'il faut montrer dans un modèle, car trop complexe. Il ne montre pas les propriétés des classes. On remarque : des associations réifiées, une ternaire, une réflexive...

Figure PxM-10_5. Exemple de diagramme des classes



Les produits : référentiel et modèle

Le Référentiel sémantique

L'objectif

Le référentiel sémantique ou référentiel « métier » accueille la totalité des descriptions de la réalité perçue par l'organisme.

Il permet de construire progressivement une description complète et détaillée à laquelle viendront s'alimenter les différents projets. Il décrit le savoir-faire de l'entreprise, du moins son noyau.

Au fil des projets, il accumule et coordonne les modèles sémantiques élaborés en fonction des besoins. C'est un des outils centraux de la politique SI, puisqu'il permet d'établir rigoureusement la démarcation entre la portion de réalité couverte par l'urbanisation, d'un côté, et les parties exclues, de l'autre.

Le périmètre

Le référentiel sémantique décrit, en droit, tout le Système Entreprise. Le système d'information et le système informatique peuvent n'en traduire qu'une partie.

À titre d'exemples, on y trouve la sémantique attachée aux segments de marché, produits et services confondus. Sont exclus du modèle sémantique, les choix contingents : choix d'organisation, modalités pratiques d'exécution et, bien sûr, solutions informatiques...

Le contenu

Les informations recueillies

Le Référentiel sémantique résulte des travaux de modélisation :

- d'abord, au niveau général, pour la structuration générale et la délimitation du champ étudié ;
- ensuite, au niveau détaillé, pour l'expression complète des concepts et de leur fonctionnement.

Le référentiel présente, également, une fonction de glossaire ou, mieux, de thesaurus (voir plus loin). Grâce à celle-ci, il recueille toute la diversité des discours : synonymie, définitions et variantes, usages dans leur contexte, jargons spécialisés⁸...

Le modèle lui-même ramène cette diversité à un sous-ensemble plus concis, d'où l'ambiguïté a été bannie. Il est, toutefois, nécessaire de conserver les termes en entrée, par souci de traçabilité et pour justifier le modèle.

La profondeur du modèle

Au début, le Référentiel sémantique montre surtout la décomposition en domaines d'objets. Il identifie des objets principaux et les situe sur la carte d'ensemble. Puis, il donne une définition et une description des classes racines.

⁸ En termes d'outillage, il s'agit de la fonctionnalité « dictionnaire ». Chaque terme est rattaché au terme normalisé ; lui-même renvoie à un élément du modèle.

Progressivement, il s'enrichit de l'apport des projets pour fournir une description complète de la sémantique. Cette description comporte tous les détails, y compris les opérations et les contraintes.

Les produits : référentiel et modèle (suite)

Le modèle sémantique

L'objectif

Le modèle sémantique représente complètement la portion de réalité délimitée par les objectifs d'un projet.

Son premier objectif est de **contribuer au bon déroulement d'un projet**, en élucidant les notions du domaine et en structurant les informations et comportements associés à ces notions. De ce point de vue, il constitue un jalon important dans la démarche du projet.

Le modèle sémantique répond aussi à une deuxième finalité : enrichir le référentiel sémantique.

L'arbitrage entre ces deux finalités est discuté plus loin (p. 31).

Le périmètre

Pour un projet de développement logiciel, le périmètre est, le plus souvent, exprimé en termes fonctionnels. Il en va de même pour les projets de modélisation des processus et pour la majorité des investissements de l'entreprise. Il faut convertir un tel périmètre dans les termes valides de l'aspect sémantique. Le modélisateur doit, donc, se livrer à un exercice de projection du fonctionnel sur l'armature imposée par le référentiel. Celui-ci est structuré en domaines d'objets, irréductibles aux domaines fonctionnels. Ce travail de projection doit intervenir très tôt dans le projet, car il conditionne son organisation et son dimensionnement.

Le contenu

Les informations recueillies

Les informations sont les mêmes que celles décrites, page précédente, pour le référentiel sémantique. On conservera, en outre, les matériaux d'entrée :

- comptes rendus d'entretien ou de séances de créativité avec les experts du domaine ;
- textes réglementaires, normes, produits de la veille concurrentielle... applicables au domaine ;
- décisions quant à la structuration du modèle, principalement en ce qui concerne la répartition des notions dans le référentiel (après concertation avec l'urbaniste) ;
- glossaires du métier, etc.

La profondeur du modèle

Le modèle doit être complet et détaillé, pour les besoins du projet.

Cette contrainte n'interdit pas d'inscrire dans le modèle des éléments que le projet laissera incomplètement documentés. De tels éléments peuvent fournir des points d'ancrage pour de futurs

efforts de modélisation ou ouvrir des pistes pour une réflexion globale.

Les produits : référentiel et modèle (suite)

Les exigences sur le modèle sémantique : les facteurs qualité

Les utilisations du modèle

Les facteurs qualité se déduisent de l'utilisation du modèle. On peut distinguer quatre grandes catégories d'usage :

1. **Communiquer** : tout particulièrement avec les experts du métier, mais aussi avec les représentants des utilisateurs du système, la maîtrise d'ouvrage, les partenaires, les clients, les commerciaux... et aussi avec les parties prenantes qui participent à l'élaboration de la stratégie.
2. **Contrôler** : le modèle, mieux que les matériaux d'entrée, permet de vérifier certaines exigences pour la bonne fin des travaux.
3. **Produire** : le modèle est destiné à être exploité par d'autres travaux, voire d'autres équipes.
4. **Apprendre** : le modèle est un des instruments de la capitalisation du savoir.

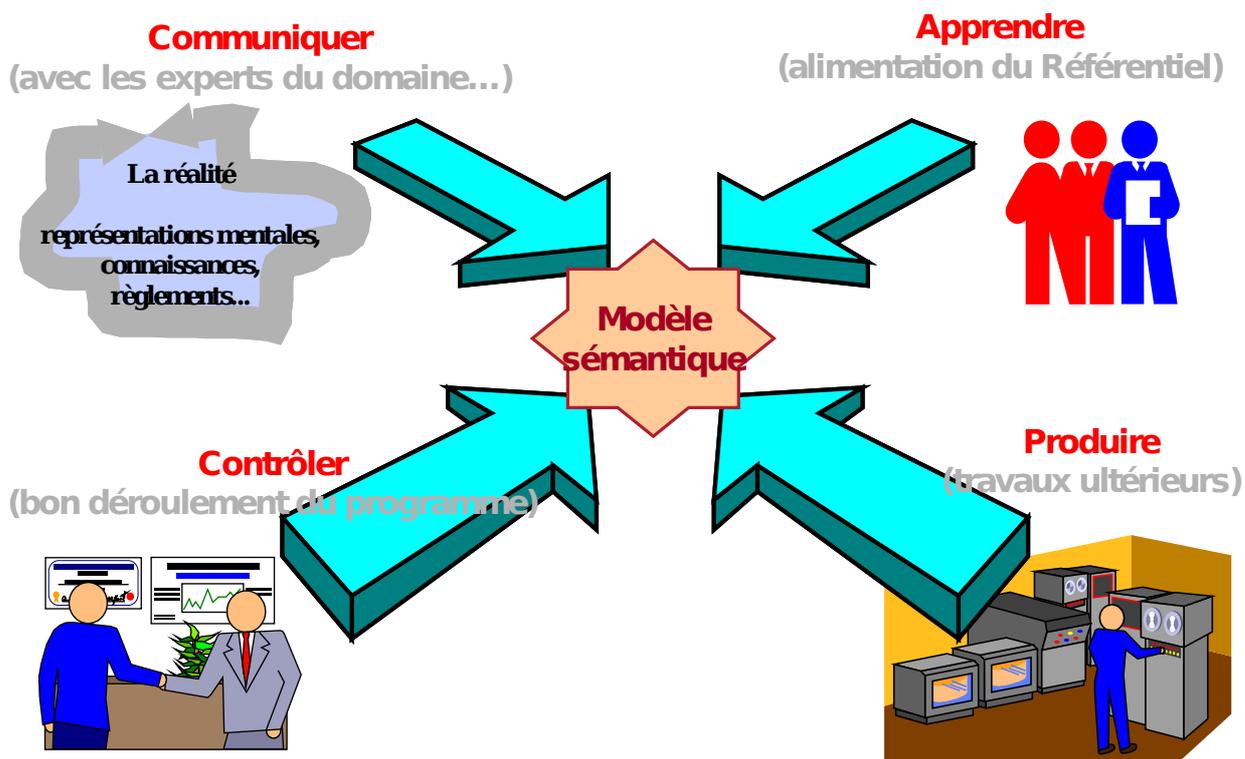


Figure PxM-10_6. Les utilisations du modèle sémantique

Les facteurs qualité

De ces usages, on déduit les facteurs qualité propres au modèle sémantique :

- la fidélité : adéquation au réel et aux représentations que s'en font les acteurs du système ; plus largement : la qualité du contenu (couverture, exhaustivité) ;

- la communicabilité : contribution du modèle à la communication (lisibilité, auto-justification...);
- la qualité formelle : respect de contraintes de forme, elles-mêmes contribuant aux autres facteurs ;
- la réutilisabilité (capitalisation) et l'exploitabilité (production).

Les produits : référentiel et modèle (suite)

Les exigences sur le modèle sémantique : les critères qualité

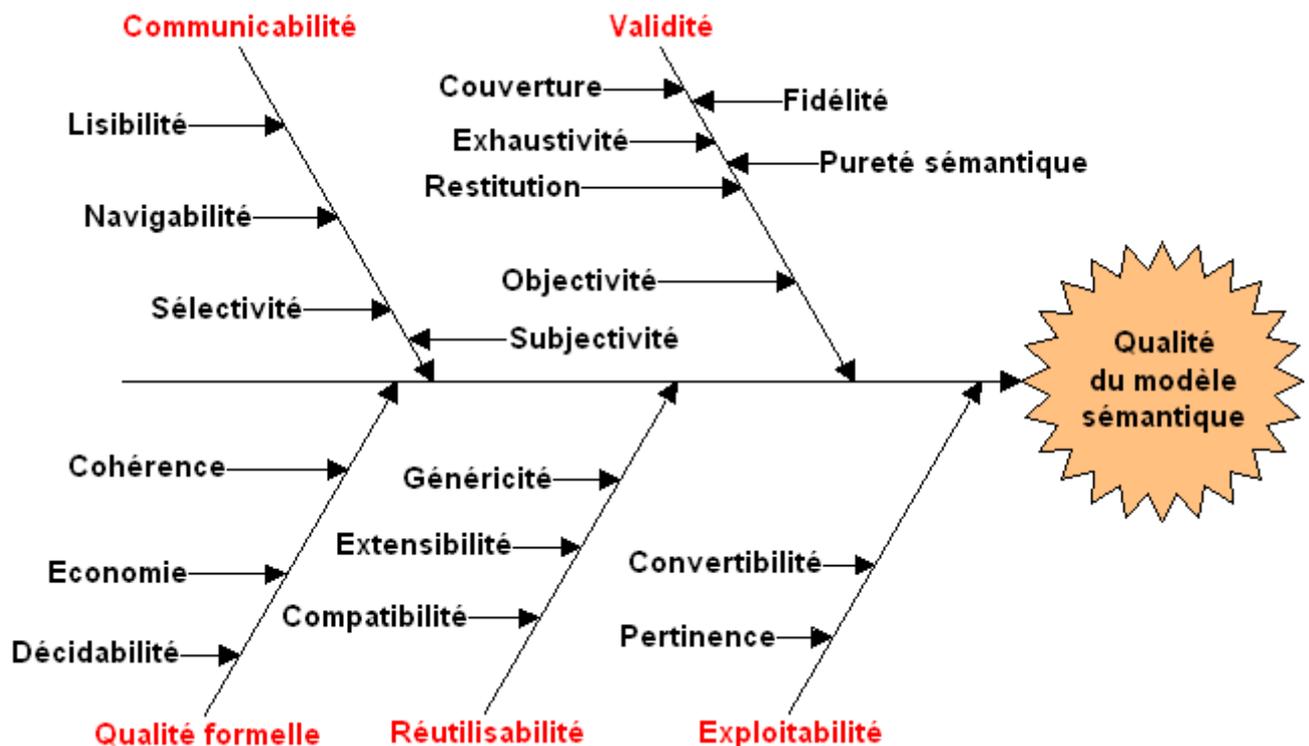
Les critères par rapport aux facteurs

Les facteurs qualité expriment des exigences en termes d'utilisation ; c'est le point de vue externe. Ils ont l'avantage de toucher à l'essentiel, aux finalités mêmes – ce qui devrait être la préoccupation constante de la démarche qualité.

En contrepartie, ils présentent le gros défaut de ne pas être directement objectivables et, moins encore, mesurables.

C'est pourquoi nous les analysons en « critères qualité », qui contribuent aux facteurs et qui sont plus faciles à observer.

Figure PxM-10_7. Le diagramme d'Ishikawa des critères qualité (diagramme de causes-effets)



Les produits : référentiel et modèle (suite)

Les exigences sur le modèle sémantique : la documentation

Les exigences documentaires

Outre les exigences exposées ci-dessus et les exigences valables pour tout modèle, le modèle sémantique assume quelques exigences particulières :

- la traçabilité vers l'amont,
- la restitution,
- la pureté sémantique,
- la fourniture d'indications quantitatives.

La traçabilité

Un dispositif de traçabilité doit permettre de justifier les éléments du modèle sémantique par rapport à ses entrées :

- exigences conceptuelles, quand elles existent,
- exigences fonctionnelles (expression du besoin, traditionnelle),
- entretiens avec des experts du domaine ou des représentants des utilisateurs,
- documents réglementaires ou institutionnels,
- éventuellement, modèles des bases de données existantes...

Il est à noter que le modèle ne répond qu'à la traçabilité amont. Il ne fait pas référence à l'aval (conformément au schéma de la Topologie du Système Entreprise)⁹.

La restitution

Les diagrammes du modèle sémantique doivent pouvoir se réinterpréter en langage naturel. On doit pouvoir, à partir du modèle, restituer le discours sur le domaine. Pour cela, il est nécessaire à la fois d'augmenter le pouvoir d'expression du modèle et de conserver les synonymes associés aux éléments de la modélisation. Ce deuxième point est assuré par le thesaurus.

La pureté

La pureté est la caractéristique d'un modèle qui n'exprime que l'aspect sémantique, à l'exclusion des considérations de toute autre nature.

Les indications quantitatives

Le modèle sémantique n'est, cependant, pas un modèle « abstrait » au sens où il représenterait un monde éthéré. Il décrit le réel. À ce titre, il s'intéresse aux informations quantitatives que l'on peut glaner à ce stade.

La documentation comporte, pour les principales notions du modèle :

- le nombre d'instances (minimum, maximum, éventuellement :

⁹ Une référence du modèle sémantique vers les autres aspects serait une hérésie : le schéma de la topologie a pour vocation d'ordonner l'information à traiter tout au long de la chaîne de production.

comportement dans le temps) ;

- la volumétrie des informations (pour les classes principales et leurs satellites)¹⁰.

¹⁰ L'outillage UML peut enregistrer ces informations sous la forme d'annotations (*tagged values*), telles que définies dans le standard.

Les produits : référentiel et modèle (suite)

Le thesaurus-index

Le besoin

Il est important de montrer comment le modèle restitue le discours des acteurs du système. Ceci est d'autant plus vrai que la modélisation sémantique et l'effort de restructuration réordonnent l'univers du discours.

La solution

La solution que nous pratiquons pour ce genre de besoin est celle du thesaurus-index. Il est constitué dans la même base que les modèles. Il se compose de dictionnaires et sous-dictionnaires, structurés pour refléter l'état des mentalités et spécialités. Par exemple, il peut y avoir autant de glossaires que de métiers différents dans l'entreprise ou de projets.

On y enregistre les termes utilisés, avec – si possible – leur définition et leur origine. Ces termes sont reliés entre eux (fonction thesaurus) et, surtout, renvoyés aux éléments de modélisation.

De cette façon, le thesaurus joue le rôle d'un *sas d'entrée* qui permet de passer des pratiques actuelles à la nouvelle lecture qu'en donnent les modèles.

En outre, le dispositif dispose d'une fonction « index » qui liste tous les termes dans l'ordre alphabétique.

La pré-modélisation

Dans la chaîne de production, le thesaurus tient la même place que la gestion des exigences. Il résulte d'une activité de pré-modélisation. Il jette une pile de pont entre, d'un côté, la perception initiale et intuitive du métier et, de l'autre, le modèle formel et démontrable.

Le positionnement dans la chaîne de production

Un modèle très stable, contribuant à chaque projet

Sur la stabilité À condition d'en respecter la « pureté », le modèle sémantique est très stable. Il peut absorber, sans trop de mal, des évolutions de la sémantique si sa structure a été pensée suffisamment générique et concise.

Par ailleurs, la plupart des causes d'évolution ne sont pas d'ordre sémantique. D'avoir isolé la sémantique conduit à dégager un noyau stable du système et à le préserver des évolutions.

La modélisation sémantique introduit, ainsi, une étape dans le processus de développement.

Le référentiel et les modèles La dynamique imposée par la dichotomie global-local induit des interactions entre les projets et l'instance chargée des destinées du système

Le processus La séquence des actions est la suivante :

1. Au démarrage du projet, on situe la demande spécifique dans le cadre général du système. Il s'agit de repérer les termes propres à la demande (classes candidates) et de les **placer sur la carte globale** du système.
2. Cette analyse conduit à **évaluer la proximité** entre la demande locale et la vision globale. On peut alors décider d'aménager la réponse locale pour augmenter sa contribution au référentiel. Inversement et à l'extrême, on peut être amené à découpler les deux logiques et à sortir le projet hors de l'urbanisation.
3. Dans le cas favorable, il faut **préciser les zones de compatibilité** entre le modèle et le référentiel. Ceci se révélera très important dans la dernière étape et, en attendant, contraindra le travail du modélisateur.
4. On peut, alors, **extraire du référentiel** tout ce qui peut faciliter le travail du projet.
5. Quand le modèle sémantique local est prêt, il convient de le **passer en revue**. L'urbaniste – ou le porteur de la vision système – exprime, à cette occasion, le point de vue global. L'ingénieur Méthodes peut intervenir sur la qualité formelle du modèle.
6. Quand le modèle est jugé conforme aux règles et visées de la méthodologie et du plan d'urbanisation, on peut le **déverser dans le référentiel**. En fait, on extraira les « zones de compatibilité », identifiées préalablement.

**Recherche
de la
convergence**

Dans cet équilibre entre l'intérêt général et la vue à court terme, un facteur est déterminant : la force de contrainte que la direction décide d'exercer pour construire le système, conformément à une cible d'urbanisation. Elle est d'autant plus importante et décisive que la direction s'engage opérationnellement dans la politique d'amélioration du système, politique qui découle directement de la vision de l'entreprise et de sa stratégie.

Le positionnement dans la chaîne de production (suite)

La dynamique entre système et projet

Le référentiel et les modèles (suite)

Cette dynamique impose un exercice important : l'arbitrage entre les niveaux de cibles. Les points de vue s'opposent :

- Le projet a pour vocation de produire une réponse à une demande spécifique, immédiatement.
- Le système, au contraire, se construit dans la longue durée avec un souci d'universalité et, aussi, d'ouverture vers des systèmes partenaires.

La contradiction se résout par le fait suivant : grâce à la réutilisabilité, le projet peut obtenir du référentiel des éléments qui entrent dans ses objectifs.

L'arbitrage

Les conclusions de l'arbitrage se répartissent sur un éventail de cas de figure dont les plus extrêmes sont :

- la compatibilité complète : tout ce que livre le projet pourra être repris dans le référentiel et servir à d'autres ;
- le découplage complet : quand la demande est trop divergente ou urgente, il serait nuisible d'imposer les règles de l'urbanisation au projet.

Entre ces deux extrêmes, on peut envisager de nombreuses possibilités. La divergence peut porter sur une partie seulement du modèle. On peut planifier des reprises ultérieures : le modèle immédiat pose des points d'ancrage sur lesquels viendront se greffer, plus tard, des compléments plus conformes aux visées Système, etc.

La modélisation sémantique : outil de l'analyse et de la conception

Les moments de la modélisation sémantique

Une erreur serait de réduire la modélisation sémantique à une activité d'analyse. En effet, comme pour n'importe lequel des aspects, le modélisateur peut adopter aussi bien la **posture** de la conception que celle de l'analyse. Les moments au cours desquels la modélisation trouve à s'employer sont les suivants :

L'analyse de l'existant

D'une part, le système existant peut fournir un point de départ pour exprimer la sémantique, plus économique qu'une série d'entretiens. D'autre part, le diagnostic de l'existant éclairera certains choix sur la solution future. On s'intéressera, par exemple, à l'organisation des informations, au taux de redondance, à la volumétrie...

L'expression des besoins

Lors de l'expression des besoins, la modélisation sémantique isole les concepts fondamentaux, ce qui allège la formulation des exigences fonctionnelles¹¹.

¹¹ Il est inutile de réécrire, sur plusieurs exigences fonctionnelles, les mêmes contraintes ou la même liste d'informations quand elles ont été factorisées et encapsulées, préalablement ou

**La conception
sémantique**

La modélisation sémantique devient inventive quand elle inscrit un nouveau concept ou qu'elle propose une nouvelle structuration des concepts.

**La conception
détaillée**

Les décisions de structuration, le souci de la généralité, la factorisation... conduisent à des décisions qui entraînent la modélisation sémantique au-delà du simple constat. De même, la perception des objets comme des machines autonomes qui coopèrent finit par produire un modèle qui peut se révéler très novateur par rapport à la représentation courante.

parallèlement, dans le modèle sémantique.

Le positionnement dans la chaîne de production (suite)

La vérification du modèle sémantique

La vérification

Le modèle sémantique est, avant tout, une description du système réel (et non une description du système logiciel). Avant de poursuivre les travaux, il convient de s'assurer de sa validité. Il importe de vérifier la qualité et la rigueur de ce modèle, avant de l'habiller ou de le transformer dans les aspects suivants.

Les tests à partir du modèle sémantique

Le dossier de modélisation sémantique contient, annexé au modèle, la description des cas de test que l'on peut en déduire. Il s'agit de « test conceptuel unitaire ». Le modèle contient la description de micro-machines autonomes (les classes) et qui fonctionnent (automates à états, propagation des messages, etc.). On doit donc être en mesure de vérifier le fonctionnement de ces micro-machines.

Le procédé de conception de ces cas de test s'appuie largement sur la modélisation contractuelle.

La conception des tests à partir du modèle ne doit pas attendre la dernière phase du projet, mais doit être menée consécutivement et par les mêmes personnes que le modèle lui-même. Une telle planification présente deux intérêts :

- d'une part, elle est économique puisqu'elle utilise la compétence des meilleurs connaisseurs de la sémantique pour en déterminer la vérification ;
- d'autre part, elle engendre un effet retour sur le modèle car, en concevant les cas de test, le modélisateur s'oblige à vérifier la rigueur et la clarté de son modèle.

Pour améliorer encore cette disposition, le mieux est d'opter pour la vérification croisée : chaque modélisateur conçoit les tests d'une partie du modèle produite par un autre.

La simulation du modèle

La simulation du modèle sémantique consiste à le faire tourner, en l'automatisant ou « à la main », au travers de réunion de travail par relecture critique.

La simulation automatique peut être vue comme une assurance qualité. Elle repose sur la disponibilité d'un environnement assez puissant et simple pour limiter la charge de développement nécessaire à la transformation du modèle en prototype exécutable. Un tel environnement doit fournir une réponse quasi-automatique pour les besoins suivants :

- la persistance (de façon à rejouer les scénarios de simulation ou test) ;

- l'automatisation des machines à états ;
- la diffusion des messages et événements dans le système.

Ces points, bien sûr, feront l'objet de la conception d'architecture technique. Pour la simulation du modèle sémantique, il est inutile d'attendre l'architecture cible. Il est préférable, au contraire, de se doter d'un environnement *ad hoc*, par exemple une base de données orientée objet et les *patterns* ou règles de transformation qui mécaniseront les éléments évoqués ci-dessus.

Le positionnement dans la chaîne de production (suite)

L'exploitation ultérieure du modèle sémantique : les aspects voisins

Le voisinage immédiat

Que deviennent les informations du modèle sémantique dans le reste des aspects ?

Deux aspects font référence directement à la sémantique. Leurs relations avec le modèle sémantique sont très différentes.

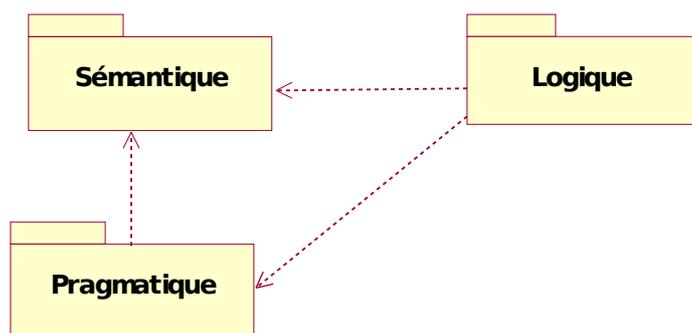


Figure PxM-10_8. Les aspects en relation avec la sémantique

L'aspect pragmatique

Les éléments du modèle pragmatique tels que les activités, processus, cas d'utilisation et les types d'acteurs font référence aux éléments du modèle sémantique, essentiellement : les classes et leurs propriétés, les automates à états et les événements.

Le modèle pragmatique montre comment, suite aux choix d'organisation, les acteurs manipulent les objets de la sémantique. Cette manipulation est réduite à des envois de messages, conformément au principe d'encapsulation.

Le modèle pragmatique formule les modes opératoires, en quelque sorte, *autour* du modèle sémantique.

L'aspect logique

Le modèle logique se positionne de manière totalement différente. Une de ses fonctions est d'indiquer comment les éléments du modèle sémantique seront traduits dans la solution informatique.

À cette fin, deux grandes options s'offrent à l'architecture logique :

- reprendre tel quel le modèle sémantique et indiquer comment le plonger au cœur du système¹² ;
- transformer les éléments du modèle sémantique en composants logiques et contraindre ces derniers en leur appliquant des règles propres à l'architecture logique.

Dans l'état actuel des technologies et des compétences, c'est, le

¹² Cette option s'obtient sur la base d'un *framework* ou, mieux encore, grâce à une machine virtuelle.

plus souvent, la deuxième option qui est pratiquée. On parlera de « dérivation », car les éléments de la modélisation sémantique ne sont pas transformés : ils restent inchangés dans le Référentiel Entreprise. Ils sont dérivés, c'est-à-dire qu'à partir de leur description, on produit d'autres éléments, qui sont les constituants logiques.

Le positionnement dans la chaîne de production (suite)

Les filières de dérivation

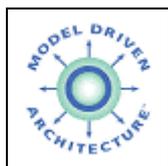
La dérivation

Le modèle sémantique offre plusieurs apports immédiats :

- l'expression formelle des fondamentaux du métier (capitalisation du savoir, *knowledge management*),
- l'effort d'abstraction (plus de généralité donc un modèle plus compact),
- l'universalité (une voie pour la convergence).

Le modèle sémantique est aussi le point de départ de plusieurs filières de dérivation qui reprennent ses éléments de modélisation, soit pour appuyer la conception sur d'autres aspects, soit pour élaborer d'autres éléments de modélisation.

Les trois filières



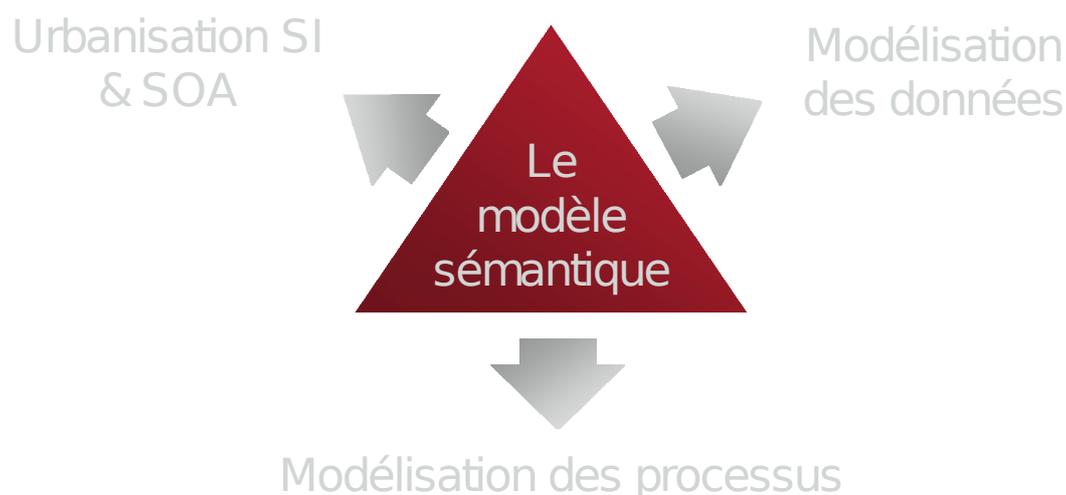
Praxeme prévoit trois filières de dérivation :

- une vers l'aspect pragmatique et la conception innovante des processus,
- deux autres vers l'aspect logique pour la modélisation des données et la conception des services.

Cette approche s'appuie sur le standard MDA.

Les guides des aspects pragmatique et logique expose les procédés de dérivation et de conception liés à ces filières.

Figure PxM-10_9. Les filières de dérivation à partir du modèle sémantique



Le positionnement dans la chaîne de production (suite)

L'exploitation ultérieure du modèle sémantique : les autres aspects

Au-delà des aspects voisins

Les éléments du modèle sémantique, transformés ou simplement passés d'un aspect à l'autre, vont irriguer toute la chaîne de production jusqu'au niveau physique.

On peut signaler les points suivants :

1. La description des opérations fait partie du modèle sémantique, du moins pour les opérations ayant un sens à ce niveau. Elle fournit l'algorithme pour la réalisation de ces opérations dans le logiciel.
2. Les automates à états seront repris soit dans l'ensemble des opérations impliquées, soit par un dispositif général qui permettra de les générer ou de les exécuter¹³.
3. Les événements sont une catégorie de représentation bien utile dans le modèle sémantique et que l'on retrouvera dans le modèle pragmatique. Cette catégorie n'est pas nécessairement reprise par l'architecture technique¹⁴. Il faut, alors, la convertir en un dispositif valable dans tout le système.
4. De même, il est parfois nécessaire de transformer l'héritage, quand l'environnement cible n'en fournit pas l'équivalent.
5. La persistance est indiquée pour les classes sémantiques. Cette information, associée à la volumétrie et à la structure du modèle (relations, cardinalités, rôles...), entrera dans la génération du schéma logique puis physique des supports de données. Il n'est pas choquant que ces informations sur la persistance et la volumétrie des objets se rencontrent sur le modèle sémantique. Elles font partie de la sémantique, puisque, avant d'être reformulées dans les termes technologies, elles appartiennent à la réalité du métier. Il n'en va pas de même, par exemple, du choix de l'option pour la dérivation de l'arbre d'héritage¹⁵.

¹³ Il existe un *pattern* GoF qui se charge de cela, même s'il est coûteux.

¹⁴ Exception faite des solutions de *workflow*.

¹⁵ Ces considérations sur la nature sémantique ou non de l'information interviennent dans la mise au point de l'outillage et le détail des modes opératoires. L'orientation est simple : le modèle sémantique ne devrait contenir que des informations de nature sémantique, indépendantes des choix techniques et des décisions de la conception informatique. Cette exigence de simple bon sens est motivée par le souci de ranger au mieux les informations, tout au long de la chaîne de production. Elle est parfois contrariée par les contraintes de l'outillage.

Le positionnement dans la chaîne de production (suite)

La communication par les modèles

Le problème

Les informaticiens appliquent au système d'information – qui est pour eux, surtout, le système informatique – des catégories de perception qui ne sont pas celles des « utilisateurs »¹⁶. Ces catégories leur sont imposées par la confrontation avec les technologies. Celles-ci, relayées par les éditeurs, façonnent leur manière de voir.

La maîtrise d'ouvrage ne saurait adopter la même vision. Elle porte les enjeux et la connaissance du métier et aborde le système comme un outil, non comme une fin.

Ces différences culturelles sont incontournables, comme est naturelle la segmentation de la chaîne de production en MOA et MOE. Mais, elles nuisent à la communication et introduisent une rupture qui peut être fatale.

Le recours aux modèles

Par construction, en plus d'être un moyen de conception, un modèle est un instrument de communication. Du moins, il peut l'être. Pour qu'il assume ce rôle, il convient de fixer sa finalité à partir des besoins de communication dans le projet et des univers cognitifs portés par les différents acteurs.

C'est l'idée native du standard MDA, qui rappelle la nécessité de modèles indépendants de la technique et d'autres dépendants. C'est une façon de revisiter l'idée des niveaux d'abstraction. MDA y associe une technique de passage d'un modèle à un autre, grâce aux profils UML. MDA ne définit pas les modèles. Praxeme le fait.

Deux facteurs favorisent la communication entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :

- la définition rigoureuse des modèles à partir des aspects de la Topologie du Système ;
- l'exigence de modélisation et les techniques de vérification qui permettent de livrer à la maîtrise d'œuvre un modèle complet et cohérent, tel qu'elle n'a plus à se préoccuper du contenu fonctionnel.

À cela s'ajoutent l'articulation des aspects et la possibilité d'automatiser les règles de dérivation d'un aspect à l'autre.

¹⁶ Le terme même d'utilisateur en dit long sur la vision ethnocentriste de l'informaticien !

Les procédés de la modélisation sémantique

Les techniques de représentation : apports d'UML

Les apports d'UML



Bien que la vocation première d'UML n'ait pas été explicitement la modélisation amont et qu'au contraire, la notation ait été constamment tirée vers l'aval, elle fournit de bons outils pour exprimer la sémantique.

Les types d'éléments de modélisation recensés p. 11 couvrent largement les besoins de la modélisation sémantique.

Pour chaque élément de modélisation, le modèle fournit une définition claire, dont la rigueur dépend de la catégorie et du niveau d'avancement de la modélisation.

Par exemple :

Exemple de la classe

Une classe possédera une définition. S'il s'agit d'une brique de base dans la perception du réel, une donnée immédiate de la conscience, on aura du mal à produire une définition formelle. S'il s'agit d'une classe subordonnée ou satellite, la définition pourra s'exprimer relativement à une notion centrale et être complétée par la mention des responsabilités vis-à-vis des autres classes.

Exemple de l'état

Dans la documentation d'un état au sein d'un automate, le modélisateur possède d'abord un nom de l'état, faisant sens relativement au nom de la classe. Il précisera la valeur de cet état au fur et à mesure qu'il identifie les autres états. Plus tard, il sera en mesure d'associer à l'état, une description formelle, par exemple en termes de plages de valeurs pour les attributs de l'objet ou de présence d'autres objets dans son environnement.

Les techniques de représentation : le diagramme de classes

Un incontournable

Le diagramme de classes est un incontournable de la modélisation objet. Le diagramme n'est pas le modèle, mais une illustration partielle et orientée de celui-ci. Une fois terminé, le modèle des classes représente toute la substance du système, à la fois données et traitements¹⁷.

Chaque diagramme est réalisé pour une intention de communication. Il ne présente que les éléments qui concourent à cet objectif. Les diagrammes doivent être lisibles : on s'interdira de déborder de la page A4 et on pourra appliquer des règles comme le fameux *magic number seven*¹⁸.

¹⁷ Ces deux notions de données et de traitements n'appartiennent pas à l'aspect sémantique mais fleurent bon la terminologie informatique. Dans l'aspect sémantique, on préférera parler des informations, actions, transformations et relations des objets.

¹⁸ Règle résumant les travaux de G. MILLER en psychologie expérimentale : une bonne structure – du point de vue de la présentation – comporte environ sept éléments (plus ou moins deux).

Toutefois, au moins pour les besoins du modélisateur ou du développeur, un diagramme de classes pourra dépasser ces limites et même contenir la totalité du modèle. Par extension, ce diagramme reçoit l'appellation de modèle des classes. Il ne figure pas nécessairement dans le dossier mais constitue un outil pour s'orienter dans le modèle.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Les techniques de représentation : le diagramme d'objets

Un complément pour illustrer le modèle

Le diagramme d'objets est utilisé à chaque fois qu'il est besoin d'illustrer des points particuliers du diagramme de classes. Tout particulièrement, les sophistications et les subtilités de la notation appellent ce type d'éclaircissements, par exemple : classes associatives, associations n-aires, réseaux...

Deux types d'utilisation :

- Dans les dossiers, les diagrammes d'objets sont insérés pour augmenter la lisibilité. C'est une technique pour restituer le vocabulaire ou les représentations des utilisateurs, surtout quand le modèle s'en écarte (voir exemple ci-dessous).
- Le modélisateur peut ressentir le besoin de réaliser des diagrammes d'objets comme brouillon, le temps de clarifier ses idées ou d'éprouver ses choix de représentation. De tels diagrammes ne sont pas nécessairement conservés ; en tout cas, la documentation finale ne les présente pas.

Exemple

Le diagramme d'objets ci-dessous fait suite à un premier diagramme de classes modélisant la façon actuelle selon laquelle l'utilisateur exprime les choses. Le modélisateur lui propose un modèle plus concis (la « bonne » solution si on applique la logique objet). Pour faire le lien entre les deux, le diagramme d'objets est l'outil qui s'impose.

Figure PxM-10_10.
L'expression spontanée

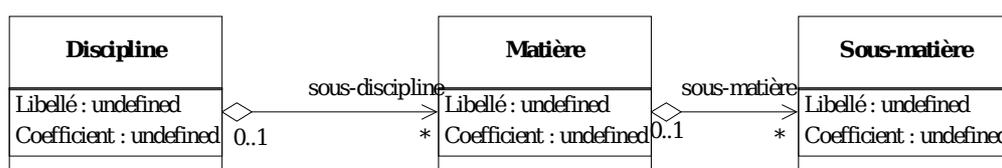


Figure PxM-10_11. Le modèle correct

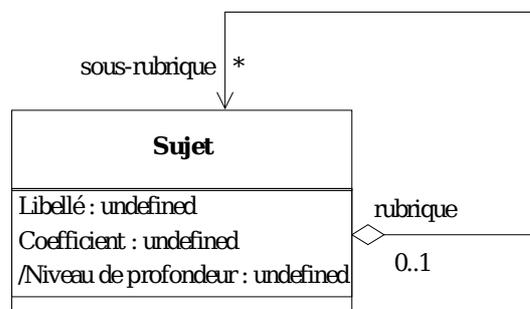


Figure PxM-10_12.
Le diagramme d'objets



Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Les techniques de représentation : le diagramme d'états

Au cœur de l'approche orientée objet

Le diagramme d'états d'UML reprend les différentes représentations des machines à états ou automates d'états.

Cette approche, la modélisation contractuelle, constitue un outil essentiel pour pousser plus loin la logique objet, c'est-à-dire pour concevoir les classes comme de véritables machines autonomes, responsables à tout instant de leur état interne et assumant les missions qu'elles proposent à l'extérieur.

Quand utiliser le diagramme d'états ?

Le modélisateur doit se poser les questions suivantes, pour chaque classe :

- Les objets de cette classe suivent-ils un cycle de vie ?
- Leurs transformations obéissent-elles à des contraintes ou un enchaînement ?
- Leur comportement est-il conditionné par leur état interne, par l'étape dans laquelle ils se situent à un moment donné ?

Si une de ces questions obtient une réponse positive, le modélisateur est fondé à représenter le phénomène sous la forme d'un automate à états.

Un contrat, un sinistre, une opération... possèdent un cycle de vie jalonné par différents états. Ils se comporteront différemment selon la valeur de l'état. Les classes qui les représentent sont donc dotées d'un automate.

Comment procéder ?

Les notions de statuts, jalons, étapes... ainsi que les adjectifs ou participes présents accolés au nom de la classe constituent des points de départ pour isoler les états.

Une fois les états identifiés, on représente les transitions valides (sans doute plus que dans un fonctionnement nominal de l'objet, trop suivant réduit à une suite linéaire...).

Pour consolider l'automate, on se demande à quelles stimulations l'objet doit répondre et comment il se comporte face à ces stimulations à partir de chaque état. On ajoute les retours en arrière qui permettront d'absorber les perturbations que l'objet peut subir au cours de son existence (régression dans le cycle de vie).

Ensuite, on inscrit sur les transitions :

- les événements déclencheurs ou les conditions,
- les opérations qui réalisent la transition,

- les événements émis.

L'automate est un bon moyen de dégager les opérations de nature sémantique.

La notation Quand la modélisation est terminée, les transitions portent des opérations inscrites sur la classe pour laquelle est fait le diagramme d'états.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Les techniques de représentation : autres techniques

Les champs sémantiques

Avant d'être en mesure d'élaborer un premier modèle, l'analyste peut adopter une approche moins formelle. La technique des champs sémantiques lui permet de recueillir et d'organiser, en première approche, la terminologie du domaine étudié. Cette technique, très simple, est moins formelle. Elle consiste à jeter, sur le papier, les termes qui apparaissent dans l'univers du discours et à les relier en fonction de leur proximité sémantique. Dans cette première passe, on ne dispose donc que de deux catégories de représentation :

- les termes ;
- les relations entre ces termes (des flèches éventuellement assorties d'un libellé qui exprime la nature de la relation entre les deux termes).

Le champ sémantique tolère les synonymes. C'est une technique de pré-modélisation, proche du thesaurus et qui pose, elle aussi, une pile de pont entre le matériau brut et le premier modèle. Elle permet une première organisation de la matière que le modélisateur reprend ensuite. Pour passer des champs sémantiques au modèle, il doit statuer sur chaque terme, éliminer les synonymes et la redondance, déterminer le type d'élément de modélisation qui convient le mieux...

L'analyse textuelle

Le tableau de la page 15 formule l'hypothèse de la correspondance entre les catégories du langage naturel et celles de l'approche objet. Sur la foi de cette constatation, l'analyse textuelle permet de passer, presque mécaniquement, des textes recueillis vers le modèle. Plusieurs outils reposent sur ce principe. Manuellement, le modélisateur peut procéder en surlignant avec des couleurs différentes les éléments de texte en fonction de leur catégorie : substantifs (candidats pour une classe), verbes de relation (associations), verbes d'action (opérations), adjectifs et participes (états), etc.

Cette technique fournit un bon point de départ pour un modélisateur qui se sent un peu perdu face à la complexité ou à la nouveauté du domaine étudié. Elle incite à collecter ou à rédiger les descriptions du domaine.

Règles de rédaction

La rédaction de ces descriptions préalables obéit à des règles de style : phrases simples (sujet, verbe, complément) ; modalités clairement exprimées ; articulations sans ambiguïté...

- Passer de la forme passive à la forme active.

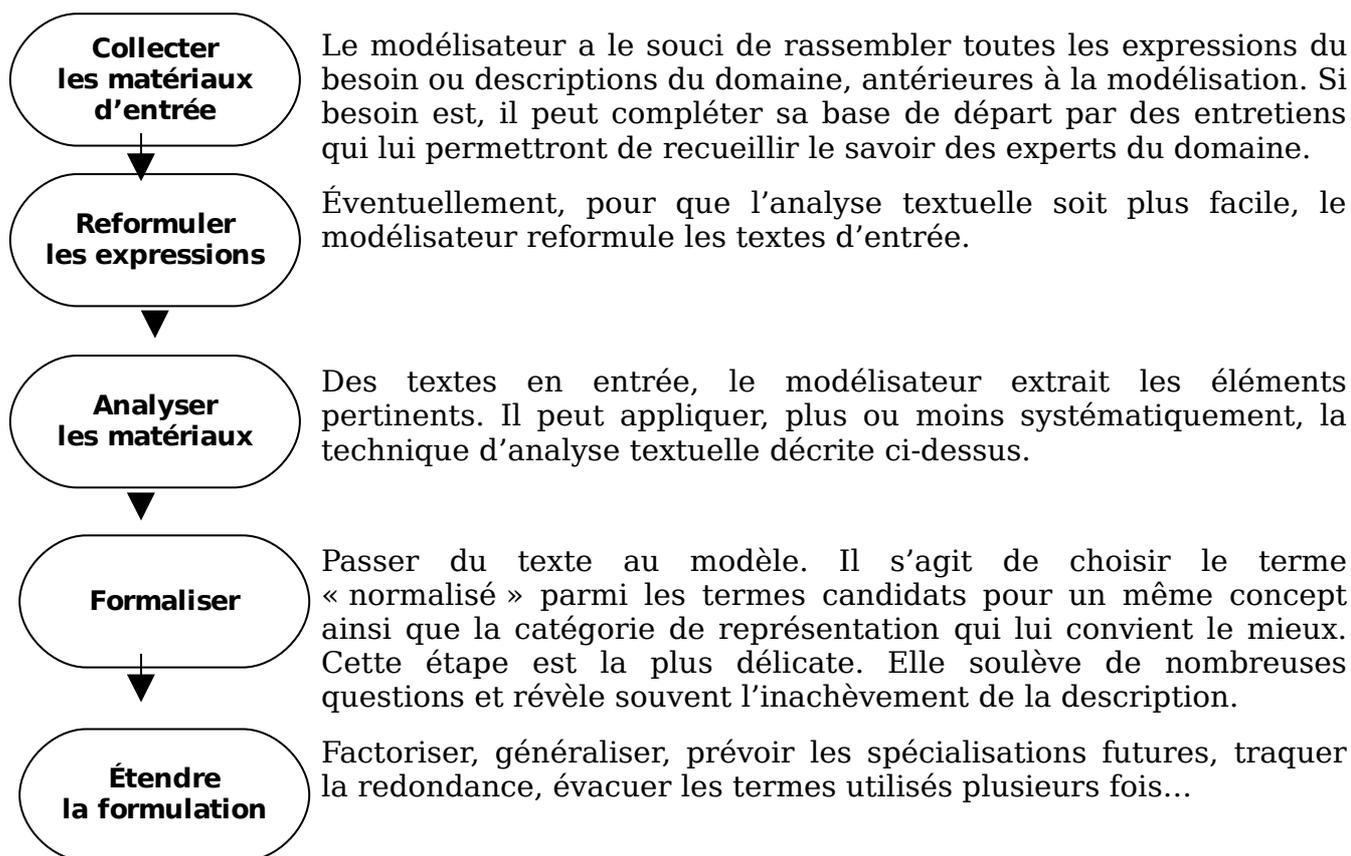
- Faire des phrases plus courtes.
- Expliciter les objets singuliers, les déictiques (mots qui renvoient à d'autres expressions : ex. 'ceci', 'celui-ci', les pronoms, certains adverbes...) et les sous-entendus...

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Une procédure

Introduction

La « procédure », donnée ici, est de l'ordre du procédé... c'est-à-dire qu'elle s'applique au niveau individuel : elle guide la tâche d'un modélisateur, pour un élément réduit de produit.



Autres techniques

Il faut encore citer, particulièrement pour l'aspect sémantique, les deux procédés suivants qui font l'objet d'un outillage aisé :

- le dictionnaire si possible sous la forme avancée du thesaurus ;
- la traçabilité.

Le dictionnaire

Dans la mesure du possible, tous les éléments pertinents en entrée de la modélisation sont accueillis dans la base documentaire et organisés sous la forme d'un glossaire, plus étoffé que le modèle lui-même.

La traçabilité

Il est important, parfois imposé, de prouver la « couverture » du modèle ou de le justifier. Le modélisateur positionne des liens de traçabilité entre les éléments de modélisation et les matériaux en entrée.

Quand un dictionnaire existe en amont du modèle, il joue le rôle

d'intermédiaire pour la traçabilité entre les entrées et le modèle.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Les exigences sur les activités de modélisation sémantique

Le niveau de détail

Une confusion fréquente ramène la valeur sémantique du modèle à sa généralité : c'est une erreur. Le modèle sémantique peut être général, comme une architecture, si on le décide ; mais, un modèle sémantique n'est complet que quand il restitue tout ce que l'on a besoin de savoir sur une réalité pour agir sur elle. En conséquence, le modèle sémantique est tout aussi détaillé que n'importe quel autre. Simplement, les détails que l'on y porte ne relèvent pas de la solution technique mais sont ceux d'une description rigoureuse du réel. On y trouve, entre autres, les opérations et leur description ainsi que les contraintes.

Les principes

Les exigences sur le produit (sur le modèle) ont été traitées dans le deuxième chapitre (p. 27). Les exigences abordées ici sont celles qui pèsent sur l'activité des modélisateurs. On peut les exprimer en termes de principes (quand leur portée est générale) ou de techniques (quand elles concernent une action précise) :

- le principe d'encapsulation des contraintes ;
- le principe d'abstraction ;
- l'incorporation des automates à états ;
- la décomposition en domaines d'objets.

Ces principes et techniques sont décrits ci-après. De façon générale, la qualité de la modélisation repose sur l'intériorisation de la logique objet par le modélisateur.

La qualité « objet »

Les caractéristiques qualité d'un modèle objet n'ont pas soulevé une attention particulière dans la littérature. On est loin des « formes normales » des méthodes classiques. Toutefois, on peut considérer comme suspects, les modèles qui présentent peu d'opérations, peu ou pas d'automates à états, peu de classes associatives... Leur absence révèle plus l'incompétence du modélisateur que l'état du réel. En effet, il est rare que la description la plus pure d'une réalité puisse se passer de ces « sophistications ».

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Le principe d'encapsulation des contraintes

Énoncé du principe

Le modèle sémantique, évidemment, ne considère que les contraintes sémantiques, au sens de « règles de gestion », contraintes liées à la sémantique strictement, au fonctionnement des objets « métier »...

Les contraintes sont encapsulées dans les « classes¹⁹ ».

Les règles de gestion sont les contraintes qui portent sur le comportement des objets « métier ». Elles ne doivent pas être envahies par les règles et choix d'organisation, ni par les contraintes techniques.

Justification

Les fruits attendus de l'approche orientée objet ne mûrissent que dans le respect de la logique objet. Les règles de structuration conduisent à fabriquer des unités autonomes responsables de leur état. Ces unités assemblent et protègent les données, les traitements, les états internes et, forcément, les règles.

De cette façon, une même règle de gestion n'est inscrite qu'à un et un seul endroit du modèle global.

Conséquences pratiques

- Sont refusés les dossiers qui présentent les contraintes sous la forme de listes annexées ou indépendantes du modèle.
- L'encapsulation des règles n'est possible qu'à condition d'intervenir sur les modèles et d'y ajouter les points d'accroche qui manquent (opérations, associations « réifiées »).

Quand il cherche à encapsuler les contraintes, le modélisateur est amené, parfois, à modifier la structure du modèle. Dans les cas les plus fréquents, il ajoutera une opération sur une classe pour pouvoir y localiser la règle. Parfois, il lui faudra ajouter une classe associative afin de localiser une règle impliquant plusieurs objets. L'impact sur le modèle est, donc, important, au point que l'on ne peut pas considérer la modélisation comme terminée tant que les contraintes n'ont pas été localisées.

¹⁹ Voir la définition dans le glossaire.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Le principe d'abstraction

Énoncé du principe

**Les objets et les concepts au cœur de l'activité
sont modélisés pour eux-mêmes,
abstraction faite des contingences organisationnelles et
techniques.**

Justification

Le « cœur de métier » est très stable. Il ne change que quand l'entreprise modifie son offre de produits et de services ou lorsque des éléments extérieurs (législation, réglementation) nous contraignent à nous adapter. Quand il s'agit de systèmes physiques, la stabilité de la description est encore plus évidente. On a donc intérêt à préserver cet aspect contre l'introduction de décisions plus sujettes à évolution.

En élaborant le modèle sémantique, le modélisateur évacue les décisions que l'on est en droit de remettre en cause parce qu'elles n'appartiennent pas à l'aspect sémantique tel que nous l'avons défini. Ces décisions peuvent concerner les pratiques, les choix d'organisation, la solution informatique et même l'état actuel des produits vendus. Le but est de retrouver la simplicité des objets au cœur de l'activité. Le modèle sémantique est d'autant meilleur qu'il est simple et qu'il « parle » à l'utilisateur du système. Le modélisateur expulse du modèle sémantique les objets artificiels, les pseudo-concepts, issus de la fossilisation d'habitudes administratives ou d'une perception bureaucratique des choses.

Le modèle sémantique ne retient que les objets et concepts qui appartiennent de façon indiscutable aux fondamentaux du métier. Le critère pour les reconnaître est leur universalité. Les classes sémantiques seront, plus tard, restituées tels quels dans le système informatique. Elles prendront la forme d'unités très stables, qui pourront perdurer sans être touchées par les évolutions sur les autres aspects.

De plus, cette base de modélisation permet de revisiter les pratiques existantes et de re-concevoir les processus, de les simplifier en les centrant sur le cycle de vie « naturel » des objets « métier ».

L'effort de modélisation porté sur cet aspect a une autre retombée importante : il permet de dégager les points communs entre les différentes pratiques. À ce niveau conceptuel, en effet, les variations qui peuvent exister d'une entreprise à l'autre s'estompent : elles n'ont pas lieu de s'imposer sur ce plan. La modélisation sémantique fournit donc un instrument puissant pour faire converger des systèmes.

Autres justifications du principe d'abstraction :

- contribuer à la qualité du système ;
- faciliter le dialogue entre les acteurs du système ;

- faciliter l'appréhension du monde de l'Entreprise pour un néophyte.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Le principe d'abstraction (suite)

Conséquences pratiques

1. Chaque développement s'appuie sur un modèle « sémantique », c'est-à-dire une représentation des objets métier, débarrassée des références à l'organisation et à la technique.
2. La qualité de ce modèle sémantique fait l'objet de vérifications, prévues dans la démarche de développement. La vérification formelle porte sur la « pureté » conceptuelle du modèle.
3. La simplicité du modèle sémantique s'obtient par un effort d'abstraction et de généralité. Elle peut dérouter l'utilisateur quand elle aboutit à une restructuration des concepts et objets.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Le principe de partage

Énoncé du principe

Les objets « métier » qui concernent plusieurs acteurs, activités ou processus dans le système, sont mis en commun dans des « référentiels²⁰ » accessibles à tous.

Justification

Au niveau sémantique, le système est structuré en « domaines d'objets » de façon à partager tout ce qui peut l'être : informations, objets, règles, documentation associée, exigences, etc.

Le principe de partage permet :

- d'unifier les concepts majeurs²¹ et de réduire la redondance du système ;
- de démultiplier l'exploitation de l'information.

Ce principe est renforcé par le précepte selon lequel un même terme n'apparaît qu'une fois dans tout le modèle.

Le principe de partage s'applique sans dérogation sur le plan de la sémantique. Il ne préjuge en rien des décisions de dénormalisation qui seront prises dans l'architecture logique ou ultérieurement.

Conséquences pratiques

1. Chaque modèle local (produit par un projet) se déverse dans le référentiel entreprise. On en vérifiera la structure et les articulations avec le reste, conformément à la cible d'urbanisation.
2. En retour, les projets puisent une partie de leurs modèles et toutes les notions en interface dans le référentiel de modélisation. Ils font évoluer ces modèles pour répondre aux besoins spécifiques.
3. Le référentiel est, de la sorte, progressivement consolidé pour refléter la réalité du métier, avec tous ses détails, même si les applications ne peuvent encore se structurer selon le même principe de partage : ce qui est faisable dans les modèles amont – sur le papier – met plus de temps à passer dans la réalité du système informatique.

²⁰ Plutôt que des référentiels (un par aspect), on préférera parler du Référentiel : matériellement, la base unique de modélisation.

²¹ Dans le système existant, un même concept peut être traité dans plusieurs applications.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Les recommandations et bonnes pratiques

Identifier les objets principaux

Le travail de modélisation s'organise à partir des objets principaux qu'il faut identifier très tôt.

Ensuite, pour chacun de ces objets principaux, on aura à fournir sa description exhaustive et à lui adjoindre des objets satellites.

Structurer le modèle

Assez vite, l'exploration de la réalité fait émerger des dizaines de concepts, représentés par autant de classes. Se pose alors la question d'organiser cette matière pour la maîtriser et pour distribuer le travail. Cette structuration s'impose au niveau sémantique ; elle n'applique pas les mêmes règles strictes que l'architecture logique mais fournit à celle-ci une première ébauche.

Pour structurer le modèle sémantique, on applique le critère de la décomposition en domaines d'objets (par opposition aux domaines fonctionnels). Cette recommandation est détaillée page suivante.

Maintenir l'effort de modélisation dans des limites raisonnables

La réalité est inépuisable ; la signification, protéiforme. La modélisation sémantique peut entraîner fort loin, au-delà des besoins d'un projet. En outre, on dénonce la **dérive « méta »** qui consiste à simplifier à outrance le modèle et à le rendre tellement générique qu'on ne comprend plus à quoi il peut s'appliquer.

Les actions suivantes nous gardent du « délire de généralité²² » :

- Quand le diagramme de classes devient trop compact, le déplier sous la forme de diagrammes d'objets ; expliquer comment il restitue la perception de l'utilisateur ou de l'expert du domaine.
- Inscrire les attributs et les opérations sur les classes (les classes ne sont pas de simples concepts, mais des micro-machines qui rendent des services).
- Ne retenir que les opérations de nature sémantique, dégagées à partir de l'automate à états ou lors de l'encapsulation des contraintes²³.
- Exprimer les responsabilités des classes.

Le modèle – même sémantique – n'est pas qu'un dessin, mais un outil de communication et, plus encore, le plan d'une machine que l'on doit pouvoir faire tourner au moins en esprit.

²² Comme il y a risque, lors de l'expression des besoins, d'un « délire de spécification », contre lequel la tradition méthodologique nous met en garde.

²³ Les sempiternelles opérations « enregistrer », « modifier »... ou « visualiser » n'apportent strictement rien au modèle sémantique. Elles ne sont pas sémantiques. Quand le modèle ne montre que ce genre d'opérations, on peut être sûr que la modélisation du métier n'est pas aboutie.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Le principe de décomposition en domaines d'objets

Énoncé du principe

Sur le plan sémantique, le critère retenu pour décomposer le système est l'objet « sémantique ».

Justification

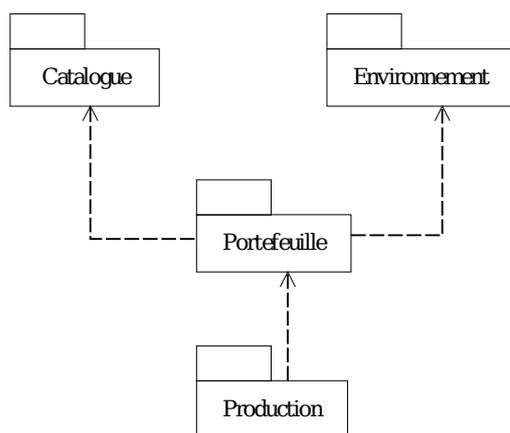
Le modèle global du « cœur de métier » est structuré en domaines d'objets, c'est-à-dire en aires qui s'organisent autour des principaux objets de la réalité décrite (le Système Entreprise).

Ce principe s'oppose à une structuration en domaines fonctionnels, telle que pratiquée dans les méthodes anciennes. L'approche fonctionnelle a montré, en effet, qu'elle entraînait une grande redondance. Le changement d'approche permet, au moins au niveau conceptuel, une représentation plus économique, bannissant la redondance.

Illustration

Le diagramme de paquetages, ci-dessous, donne un exemple de décomposition d'un système en domaines d'objets. Dans les cas réels, la structure n'est pas tellement plus compliquée : elle comporte une demi-douzaine de domaines d'objets qui peuvent présenter beaucoup de dépendances. À ce stade, le couplage n'est pas une préoccupation. Il le deviendra quand on abordera l'architecture logique.

Figure PxM-10_13. Exemple de structuration du modèle sémantique en domaines d'objets



Conséquences pratiques

Ce changement induit une redistribution de la substance du système selon une architecture réellement neuve. Le « graphe d'architecture logique » en donne une idée.

Chacune des "aires" ainsi définies se place sous la responsabilité d'une entité de développement au sein de la DSI. Ce changement

d'approche impactera, donc, l'organisation des développements et la définition des responsabilités.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Les trois axes de la modélisation

Le principe

L'approche orientée objet forme un tout. On ruinerait son intérêt à vouloir la désarticuler, par exemple en répartissant, entre les phases, différentes composantes de la description d'un même phénomène.

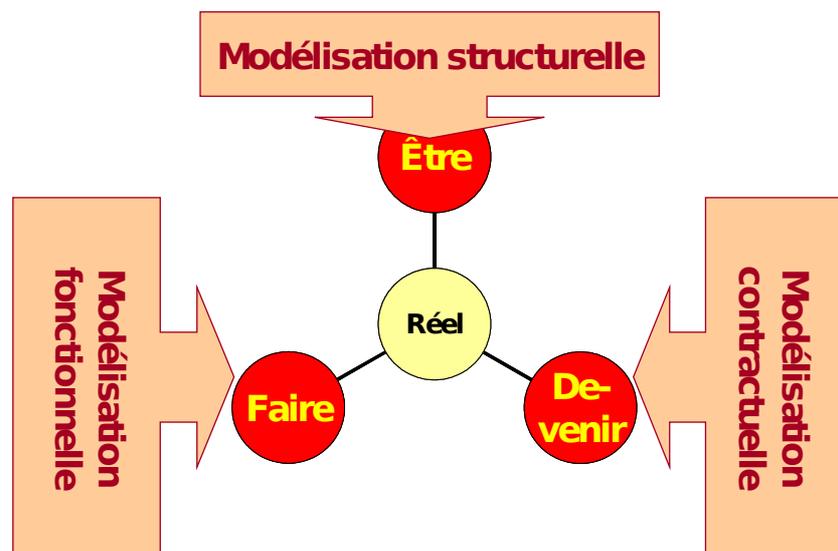
Sur chacun des aspects, la logique objet trouve à s'appliquer. Donc, l'arsenal complet de la boîte à outils UML peut trouver à s'employer à différents moments du processus.

Inversement, chaque objet retenant l'attention du modélisateur doit être examiné dans toutes les dimensions de notre perception. Notre approche du réel peut se résumer par les trois dimensions du réel (en fait, il s'agit plutôt de trois axes de notre connaissance) : être, faire, devenir.

Quel que soit l'aspect sur lequel il porte, un modèle doit envisager ces trois dimensions.

Les axes

Figure PxM-10_14. Les trois axes de la modélisation



La modélisation structurelle

La modélisation structurelle identifie les éléments et les organise en structures stables.

La modélisation fonctionnelle

La modélisation fonctionnelle s'applique à différents niveaux : du comportement global du système jusqu'à l'algorithme des opérations. L'opération – au sens d'UML – fait la jonction entre structure et fonction : elle est un morceau de la dynamique et aussi, elle s'insère dans la structure.

La L'approche objet fournit les outils pour décrire le système comme un

**modélisation
contractuelle**

ensemble de micro-machines, responsables de leur état et de leurs transformations. Ce troisième angle d'attaque est, sans doute, le plus innovant.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

La modélisation *structurelle*

Les conséquences pratiques

Cette représentation du devoir de modélisation selon trois axes, quoique théorique, exprime une exigence radicale qui se lira dans la réalité des modèles. Nous donnons, dans les paragraphes suivants, les conséquences qu'elle entraîne sur les livrables, sur leur qualité et sur la suite du projet.

Le modèle objet

Le but du modèle sémantique est d'exprimer totalement les fondamentaux du métier. Pour ce faire, l'unité de base est la « classe sémantique » qui représente un ensemble d'objets « métier ». La classe sémantique reprend toute la sémantique de l'objet « métier » :

- ses informations (attributs, attributs dérivés) ;
- ses actions (opérations) ;
- ses transformations (transitions d'état) ;
- ses associations.

Les classes s'ordonnent en structures, par le truchement des relations disponibles dans la notation : généralisation, composition, association avec toutes les sophistications qui permettent de restituer la richesse du discours ou de la réalité (classe associative, association qualifiée, association ternaire, dérivée...).

Les domaines d'objets

Quand le champ d'étude est suffisamment vaste, il devient nécessaire d'ordonner ces classes dans des ensembles. Cet acte est lourd de conséquences. Le moyen que nous fournit UML est le paquetage ; mais UML ne nous donne pas le critère pour les délimiter. Ce critère, quand il s'agit du modèle sémantique, Praxeme le précise : c'est le domaine d'objets – et surtout pas le domaine fonctionnel. Le domaine d'objets se constitue autour d'un ou deux objets principaux, par « extension de voisinage ».

Ces domaines sont très cohérents. On étudie de près leur couplage (prohibition des relations mutuelles). Le découpage en domaines d'objets prépare une partie des décisions d'architecture logique. Il conditionne grandement la suite du projet et influe directement sur la physionomie du système futur.

Les améliorations espérées

Ce modèle sémantique, avec sa structure stable et son contenu détaillé, sera la source du noyau applicatif.

Il est stable parce que, par l'effort d'abstraction qu'exige la modélisation sémantique, il a été débarrassé de toute contingence organisationnelle ou technique. Ne parlant que des fondamentaux du métier – mais totalement –, il a vocation à l'universel : les services qui en dériveront seront largement partageables.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

La modélisation *fonctionnelle*

Dans le modèle sémantique

L'approche fonctionnelle dans le modèle sémantique se lit seulement au niveau des opérations. Elle consiste à préciser leur algorithme. On peut la compléter, au besoin, par des diagrammes dynamiques qui montre le comportement global du système.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

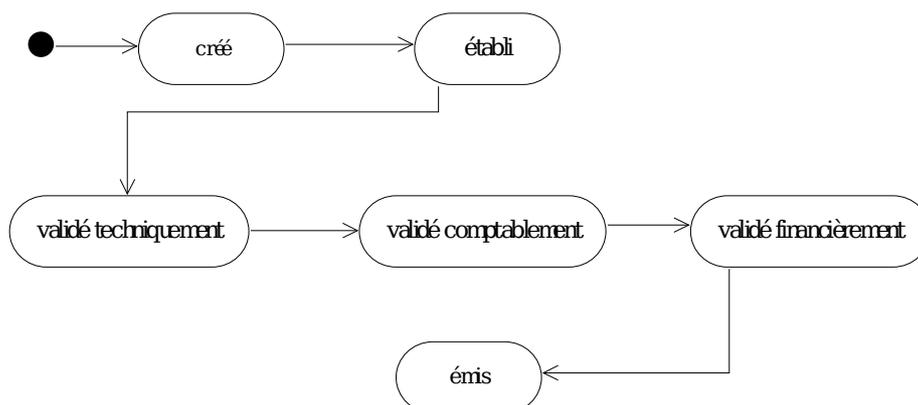
La modélisation contractuelle

La présence dans les documents d'entrée

Il arrive que l'on trouve, dans les entrées de la modélisation, des traces de comportements, voire de cycle de vie des objets. La difficulté sera, alors, de dissocier les transformations liées en profondeur à la sémantique des objets « métier » et celles qui proviennent de l'organisation. Ces dernières sont légitimes, mais, liées à des choix organisationnels, elles sont plus sujettes à évoluer. Leur lieu naturel n'est pas le modèle sémantique, mais le modèle pragmatique.

C'est le cas dans l'exemple ci-dessous. Les différentes étapes de validation ne font pas partie des fondamentaux du métier ; la preuve en est : on ne les retrouvera pas chez tous les concurrents du secteur. Le modèle sémantique en dit trop.

Figure PxM-10_15. Un exemple d'automate pollué par des éléments de nature organisationnelle



Ce diagramme d'états – incomplet – souffre d'une surcharge de contraintes organisationnelles. Un tel automate ne devrait pas gouverner une classe sémantique, mais pourrait avoir sa place dans le modèle pragmatique, sur un objet de nature administrative.

Les moyens d'expression de la modélisation contractuelle

La forme la plus évidente de l'approche de modélisation contractuelle est l'automate à états (ou machine à états) ; il apparaît sous la forme d'un ou plusieurs diagrammes d'états.

La modélisation contractuelle recouvre aussi l'expression des pré et post-conditions sur les « classifieurs », à savoir : les classes et les cas d'utilisation.

Les pré et post-conditions doivent être formulées non seulement en langage naturel, mais aussi de façon rigoureuse : c'est-à-dire exprimées dans les termes du modèle.

De même, tous les états de l'automate doivent avoir une définition, au minimum, et, à un stade plus avancé, une expression plus formelle.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

La modélisation contractuelle (suite)

L'apport de la modélisation contractuelle

Les automates à états présentent de nombreux avantages :

- C'est un des moyens imparables pour dégager les opérations (ces opérations qui deviendront des services logiques).
- Ils évitent de compliquer horriblement les descriptions fonctionnelles. Ils sont un moyen beaucoup plus naturel d'appréhender le changement.
- Ils incitent le modélisateur à assouplir le système en prévoyant les perturbations du cycle de vie. Cet assouplissement augmentera les possibilités de réaction du système et le confort d'utilisation.

Que ce soit sur les classes ou les cas d'utilisation, la formulation des pré et post-conditions préparent les contrats des services que l'on définira dans le modèle logique.

Les procédés de la modélisation sémantique (suite)

Autres recommandations

Les données agrégées

Comment modéliser des indicateurs ou des données consolidées ? Tout ce qui est données consolidées, résultats statistiques, informations de pilotage, etc. est souvent écarté du modèle. Pourtant UML nous offre un moyen élégant et économique de les intégrer dans le modèle : ces éléments d'information prennent la forme d'attributs ou d'opérations de portée classe.

Ce n'est pas seulement une astuce pour ranger la documentation du modèle « amont ». En effet, ces attributs ou opérations seront repris lors de la dérivation du modèle vers le modèle logique. Elles portent, en germe, des services qui se placeront sur les machines ensemblistes, prévues dans le procédé Praxeme pour SOA.

Quelques préceptes de la modélisation

Toujours dans le but d'exposer notre philosophie et de montrer jusqu'où va l'exigence de la modélisation, nous listons quelques préceptes qui guident le modélisateur :

- Un même terme ne peut apparaître qu'une seule fois dans un modèle²⁴. Ce précepte explicite l'exigence d'économie du modèle. Le modèle est d'autant meilleur qu'il est plus simple, plus compact.
- Les règles « métier » et toutes formes de contraintes doivent faire partie du modèle. Tant qu'il reste des règles qui ne sont pas incorporées dans le modèle, celui-ci n'est pas terminé²⁵.
- Les exigences doivent être qualifiées avant d'être localisées dans les modèles (une exigence fonctionnelle peut être une règle de gestion ou une règle d'organisation ; dans le premier cas, on la dirige vers le modèle sémantique, dans le second vers le modèle pragmatique).
- Un modèle doit se lire, au moins, restituer clairement et le plus fidèlement possible le langage (conséquence : sur les associations, on utilisera les possibilités d'expression qu'offre UML, nom d'association et noms de rôles).
- « La carte n'est pas le territoire.²⁶ » Un modèle n'est pas un ensemble de diagrammes : c'est une représentation complète et pertinente d'une réalité. Il est constitué, avant tout, de ses

²⁴ Dans le cas contraire, de deux choses l'une : soit le terme est polysémique, il faut alors résoudre cette ambiguïté ; soit il exprime la même chose, dans ce cas il y a un élément de modélisation en trop.

²⁵ L'incorporation des règles de gestion est un autre moyen pour faire apparaître les opérations à valeur sémantique. Ce n'est pas un acte anodin : elle peut modifier la structure du modèle.

²⁶ Citation célèbre de Korzinzky, *La sémantique générale*.

éléments de modélisation. Les diagrammes n'en sont que la partie la plus visible. Le modèle doit comporter également des commentaires : définition des éléments, explication du fonctionnement, justification des décisions de modélisation...

- Plus un modèle est simple, meilleur il est, mais aussi plus il est difficile à faire comprendre. D'où la nécessité de le « déplier », en illustrant des points délicats par des diagrammes d'objets.

Annexe : illustration de la modélisation sémantique

Le point de départ

Introduction

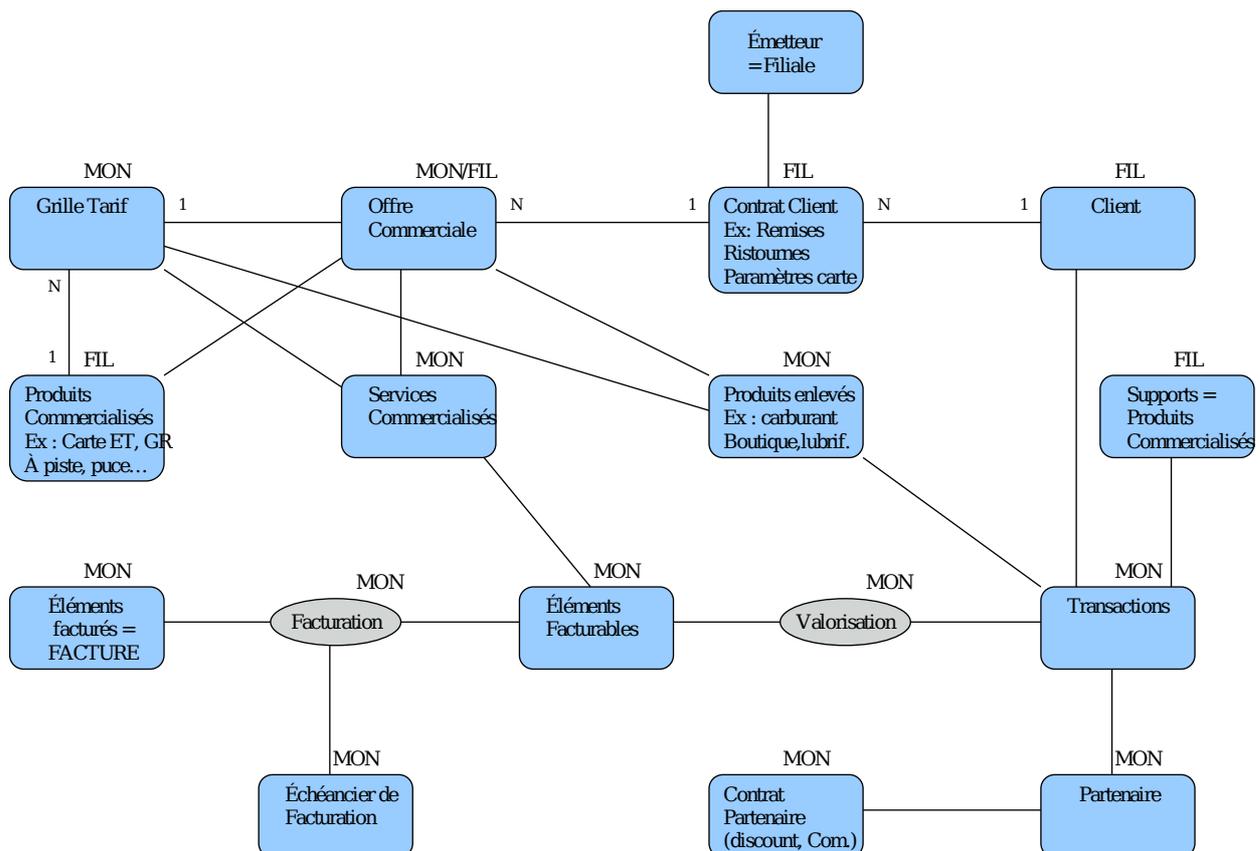
Cette annexe montre, sur un cas réel, la modélisation sémantique à l'ouvrage.

La démonstration sert d'argumentaire à la modélisation sémantique. Elle fait surtout ressortir les retombées pour la qualité structurelle du système.

L'exercice a été mené à partir de la représentation simplifiée, donnée d'un système réel.

Les diagrammes ne sont que des vues extrêmement simplifiées sur le modèle.

Figure PxM-10_16. Le modèle initial



Commentaire

Ce « modèle » sert de point de départ à la réflexion présentée dans les pages suivantes. Il est d'inspiration merisienne. Il reflète l'état réel d'un système qui couvre ce périmètre en mobilisant plusieurs

bases de données.

Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

La généralité

Un réflexe

Dès que l'on évoque l'approche orientée objet, on pense à l'héritage. Cette technique de représentation est, en effet, fort commode et, bien utilisée, peut améliorer considérablement la qualité des systèmes.

Les obstacles

Pourtant, les praticiens n'y recourent pas toujours à bon escient : parfois trop, parfois pas assez.

Anticiper les besoins

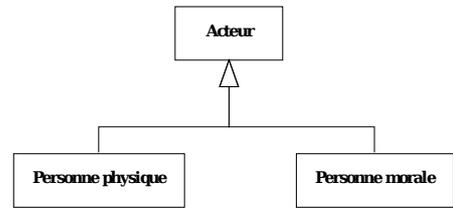
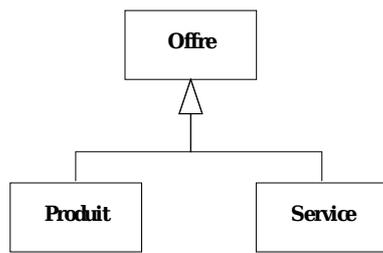
Dans le premier exemple montré ci-dessous, l'objectif du projet portait sur le processus de commande des produits. L'activité de l'entreprise comportait fort peu de vente de services et ce thème était exclu des préoccupations immédiates. Néanmoins, on ne saurait trop conseiller au modélisateur d'anticiper les besoins et de mettre en place, tout de suite, la généralité. Ici, elle s'obtient par la classe Offre vers laquelle migrent tous les attributs, toutes les opérations et toutes les associations qui font sens à la fois pour les produits et pour les services. Cette solution de modélisation ne coûte pas beaucoup d'effort ; en revanche, elle peut rapporter énormément dans la vie du système :

- quand il s'agira de s'équiper pour vendre du service, la solution sera déjà presque entièrement disponible ;
- au lieu de voir coexister deux systèmes fonctionnels indépendants, l'un pour la vente de produits, l'autre pour la vente de services, on crée un système moins gras, où la factorisation est maximale.

Unifier les bases Personne

Le référentiel Personne est devenu un incontournable. Quand on constate le nombre de bases et de tables dans lesquelles on retrouve des informations de la personne, on voit vite les gains possibles. Pourtant, des préjugés tenaces contrecarrent les progrès possibles. Il faut comprendre, par exemple, qu'un client est une personne, comme un salarié ou un partenaire ou un fournisseur, etc. Il faut comprendre aussi qu'une même personne peut assumer plusieurs rôles à la fois. Le modèle sémantique ne soit donc pas s'embarrasser des classes Client, Fournisseur, etc. La bonne solution consiste en une sur-classe Personne, spécialisée en sous-classes selon le critère exclusif de la nature de la personne (comme ci-dessous). Les rôles que peut assumer la personne sont représentés par des rôles sur des associations partant de la classe Personne.

Figure PxM-10_17. Classe Offre Figure PxM-10_18. Classe Acteur



Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

La généralité (suite)

Commentaire

La généralité du modèle est favorisée par le recours à l'approche orientée objet.

Elle conduit, par exemple, à introduire les classes génériques Offre et Acteur qui masquent les ramifications de ces concepts et permettent de simplifier le modèle.

Les retombées sont les suivantes :

- Réduction de la redondance : les propriétés (informations et comportements) communes aux concepts de Service et de Produit ne sont inscrites qu'une seule fois dans le modèle, sur la classe mère Offre.
- Simplification de la structure : le nombre des associations s'en trouve réduit, puisque la réservation d'une offre, sa consommation et sa valorisation valent à la fois pour les produits et les services mais ne sont établies qu'une fois, sur la classe mère.
- Puissance du modèle : le modèle est plus compact ; la réalisation du processus de réservation des produits, par exemple, si elle s'inspire d'un tel modèle, couvre en même temps la réservation des services (ou du moins la prépare).

Les abus

L'utilisation de l'héritage dans la modélisation objet conduit à certains abus :

- Il n'est pas rare, surtout au début de la modélisation, de représenter sous la forme d'un arbre d'héritage une taxonomie dont on retrouve la trace, effectivement, dans le discours. C'est ainsi que l'on se retrouve en présence de classes à peu près vides. Le modélisateur n'a pas fait la part des choses entre la pré-modélisation et la modélisation. La taxonomie devrait se présenter sous la forme d'un réseau sémantique. Le modèle a d'autres exigences.
- Dans le prolongement de ce premier abus, les choses se compliquent quand le classement des objets du monde dépend de plusieurs critères. Le risque est, alors, de sombrer dans une complexité qui peut devenir vertigineuse.
- L'héritage est une très mauvaise solution quand il s'agit de classer des objets qui, au cours de leur vie, sont amenés à changer de classe. Ce problème, connu sous le nom de mutation, entraîne d'immenses complications dans la dynamique du système.

Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

La composition entre les objets

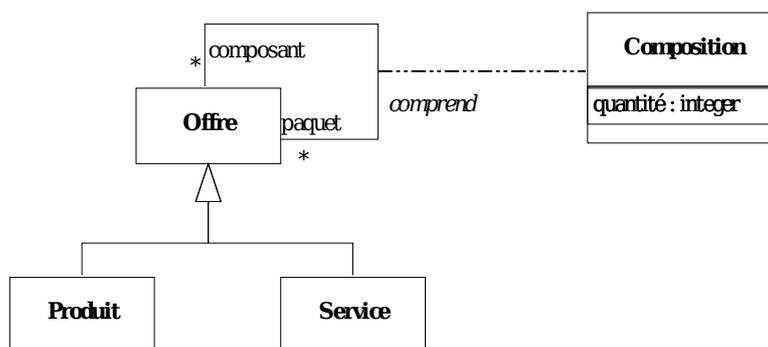
Un besoin général

Un lot de produit est un ensemble de produits. Faut-il en faire une classe, comme si le modèle ne serait correct que si le mot « lot » était repris par une classe ?

Mais alors, comment représenter un lot composé de lot ?

De même, une structure organisationnelle, une équipe, une entreprise... nombreux sont les objets qui entrent dans des relations de construction. Ceci conduit à ajouter de nombreuses classes au modèle. On s'aperçoit vite qu'elles partagent les mêmes attributs, les mêmes relations...

Figure PxM-10_19. La composition des offres



Commentaire

Ce diagramme de classes enrichit la sémantique de l'offre avec un mécanisme de composition. Dès lors, une offre peut être un produit ou un service ou une combinaison des deux (plusieurs produits ensemble, un groupement de services ou une offre combinant des produits et des services).

C'est l'association réflexive « *comprend* » qui autorise ces constructions. Pour mieux la lire, le modélisateur a indiqué les noms de rôles, sur les branches de l'association. Celle-ci se lit : « un paquet comprend des composants ». Les cardinalités montrent que le modèle se prépare à des applications très larges, puisqu'une même offre peut entrer dans plusieurs autres offres.

La contrainte selon laquelle une offre ne peut pas être composante d'elle-même ou celle qui interdit les cycles sont encapsulées dans le modèle. Toutes les contraintes et toutes les règles de gestion doivent être encapsulées ou, au moins, localisées, faute de quoi la modélisation ne saurait être considérée comme achevée.

Cette association réflexive est « réifiée », c'est-à-dire que le modèle lui lie une classe, en l'occurrence : la classe Composition. Cette classe

est dite « classe associative » ou « classe d'association ». Un modèle sémantique comporte de nombreuses classes associatives. Ce procédé offre le grand avantage de fixer une définition formelle pour les concepts concernés. Dans l'exemple, une composition signifie un couple de deux offres, l'une jouant le rôle de paquet (ou lot), l'autre celui de composant. La classe associative peut elle-même, comme n'importe quelle autre classe, contenir des propriétés (attributs et opérations).

Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

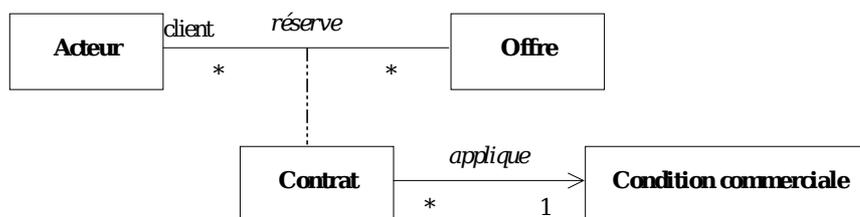
L'expressivité du modèle

L'expressivité

Le modèle doit, autant que faire se peut, restituer l'univers du discours, la connaissance du métier. Il doit pouvoir se « lire », c'est-à-dire que l'on doit y retrouver les expressions clés du métier.

Les contraintes doivent s'y retrouver. Ainsi, un contrat est établi pour une offre et un client. Si on lie la classe Contrat par deux associations binaires, l'une vers Acteur et l'autre vers Offre, on perd la définition structurelle.

Figure PxM-10_20. La contractualisation



Commentaire

Le modèle sémantique doit être lisible. Plus précisément, on doit pouvoir, à partir du modèle, restituer l'univers du discours. Pour cela, la notation UML nous offre de grandes possibilités d'expression, que le modélisateur doit exploiter au mieux.

Le diagramme ci-dessus reprend le langage courant : un acteur réserve une offre (plusieurs, s'il le veut). Dans cette relation, l'acteur joue le rôle de client. Comme dans l'exemple de la composition, l'association « réserve » est réifiée. En effet, la réservation d'une offre (un service futur ou la possibilité de consommer) donne lieu à la production d'informations qu'il faut conserver et contrôler. C'est ainsi que le modèle introduit la notion de contrat. On comprend, dans cette représentation, qu'un contrat particulier vaut pour un client (et un seul) et une offre (et une seule). Un contrat pourrait porter sur un ensemble de produits et de services, grâce à la composition décrite précédemment.

Une classe associative peut être reliée à d'autres classes, possibilité que les méthodes antérieures (Merise, SA/SD...) n'autorisaient pas. Dans cet exemple, le contrat se réfère à des conditions commerciales.

S'il apparaît que les contrats diffèrent dans leur structure ou leur contenu, par exemple pour les partenaires, le modèle s'enrichira de sous-classes de contrats. Ceci n'aurait aucun impact sur tout ce qui peut être dit autour des concepts d'acteur et d'offre.

Notons au passage que cette pratique de la modélisation augmente le

taux des associations de cardinalité « * - * ». Ce taux est un indice de la sémantisation du modèle.

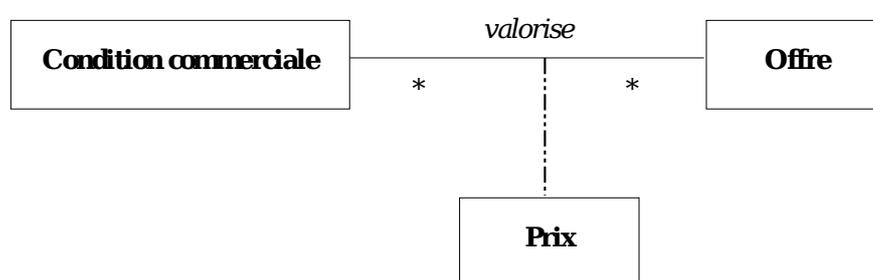
Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

L'économie d'expression

**Jusqu'ou
pousser
l'exigence
de modélisation**

Nous appliquons le précepte de l'unicité de termes.

Figure PxM-10_21. Un seul endroit pour le prix



Commentaire

Il n'est pas rare, dans les systèmes existants, de trouver des informations relatives au prix, dispersées dans de nombreuses tables (dans une expérience récente, pas moins de vingt champs ont été identifiés – il est vrai, sur trois systèmes nationaux).

La modélisation sémantique répugne à une telle redondance. Elle s'impose une règle de bon sens : un terme donné ne doit apparaître qu'une et une seule fois dans le modèle. Quand le même terme se présente plusieurs fois, alors de deux choses l'une :

- soit il exprime des choses différentes, dans ce cas le modélisateur doit trouver des termes différents ;
- soit il désigne bien la même chose, alors le modèle doit être restructuré pour ne le faire apparaître qu'une seule fois.

Dans le modèle sémantique, le prix ne devrait être traduit qu'à un seul endroit (comme tout autre notion et information, d'ailleurs). La détermination des prix se fait pour un couple : une offre, une condition commerciale. C'est ce qu'exprime la réification de l'association « *valorise* ».

Les cardinalités (* signifie la multiplicité [0,n]) indiquent qu'une même offre peut recevoir plusieurs prix, dépendant des conditions commerciales. Une même condition (par exemple : « catalogue standard ») vaut pour plusieurs offres.

Notons au passage que la proportion d'associations '*.*' ainsi que la présence de classes associatives constituent de bons indices pour le degré d'expressivité du modèle (sa qualité de modèle sémantique).

UML permet d'orienter les associations. Cette possibilité est assez

peu utilisée en modélisation *sémantique* car elle restreint la navigation dans le modèle. Dans cet exemple, on pourrait être tenté d'orienter l'association dans le sens de la lecture ; dans ce cas, on pourrait passer de la Condition commerciale à l'Offre, mais le chemin inverse serait interdit. Une telle restriction n'a, généralement, pas de valeur sémantique et conduit à limiter les comportements possibles du système.

Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

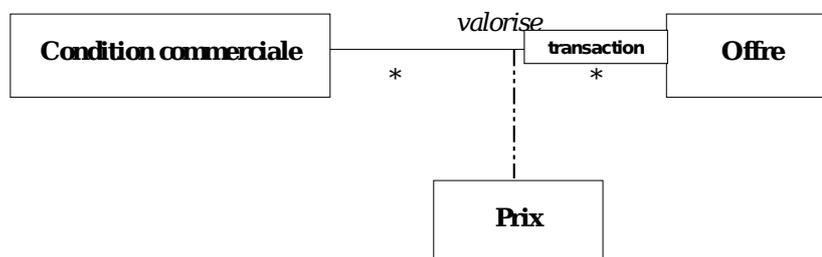
La généralisation du modèle

La puissance de l'expression

UML pourvoit le modélisateur en possibilités d'expression parfois subtiles. Leur bon usage améliore la qualité du système et son économie.

Par exemple, l'association qualifiée permet d'exprimer une contrainte ou élargit les possibilités d'application du modèle.

Figure PxM-10_22. L'association qualifiée



Commentaire

Ce diagramme diffère du précédent, uniquement par la présence d'un rectangle sur une des branches de l'association. Il s'agit, en termes UML, d'un qualificateur. Son introduction élargit les possibilités offertes par le modèle.

Disons que le qualificateur « transaction » prend les valeurs suivantes : achat, vente, vente au détail.

À partir de là, le modèle fonctionne de la façon suivante : pour une offre donnée, connaissant la valeur du qualificateur, le choix d'une Condition commerciale détermine un prix. Le modèle permet ainsi, du même coup, de conserver les prix de vente et les prix des produits ou services achetés. Les fournisseurs peuvent être enregistrés par la classe Acteur et ses sous-classes. Ceci évite, d'ailleurs, la duplication d'information quand un acteur est à la fois client et fournisseur : on l'enregistre une seule fois, en tant que ce qu'il est : personne physique ou morale. Ensuite, ce sont les relations structurelles vers les autres objets qui déterminent son rôle par rapport à l'entreprise, client et/ou fournisseur.

Ce résultat, simple, de la modélisation sémantique est aux antipodes d'une approche fonctionnelle. Celle-ci aurait formulé le besoin en deux temps et sous deux formes : « construire le catalogue (pour la vente) », « gérer les approvisionnements ». Ces deux besoins auraient, sans doute, fait l'objet de deux projets séparés et, à moins d'une vigilance particulière, ils auraient produits des bases de données séparées. La modélisation sémantique, en préalable à tout investissement, permet d'éviter ce genre de dépendance et de

simplifier le système. Elle offre, de plus, l'avantage d'uniformiser les terminologies et représentations.

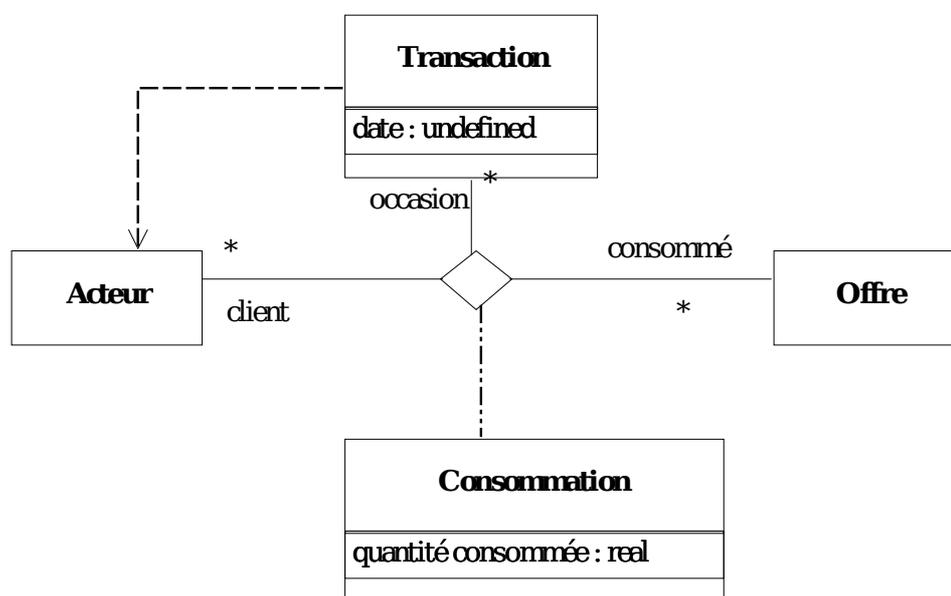
Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

Les contraintes structurelles

Les ressources d'UML

Le diagramme de classes rend visible la plupart des contraintes structurelles. Deux moyens s'offrent au modélisateur : les associations et les contraintes.

Figure PxM-10_23. Une association ternaire



Commentaire

Un client consomme des produits ou des services. La réapparition du nom de rôle « client » viole la règle de non redondance que nous nous étions imposée. Cette licence se justifie : nous exprimons par là – certes informellement – la contrainte selon laquelle un acteur ne peut consommer que s'il est déjà client et pourvu d'un contrat en bonne et due forme.

L'association « consomme », si elle était binaire (i.e. uniquement entre Acteur et Offre), n'autoriserait qu'une consommation pour un couple donné (acteur, offre). Ceci conduirait à la ruine ! Le modélisateur doit donc introduire un troisième terme : la Transaction, qui porte la date ou la période... Le diagramme montre l'association ternaire, repérée par le losange. Elle signifie que l'on crée non plus des couples, mais des triplets. Ainsi, une Consommation (classe associative) est définie structurellement comme la réalisation d'un triplet : un acteur consomme une offre lors d'une transaction.

Sur une association ternaire, la définition des cardinalités appelle quelques précisions. Le diagramme, en tout cas, exprime tout de suite

une contrainte : une transaction pourrait impliquer plusieurs offres (est-ce vrai ?), mais elle ne concerne qu'un et un seul acteur. C'est ce qu'indique la flèche en pointillés, à laquelle doit être associé un commentaire ou une expression formelle (en OCL, par exemple).

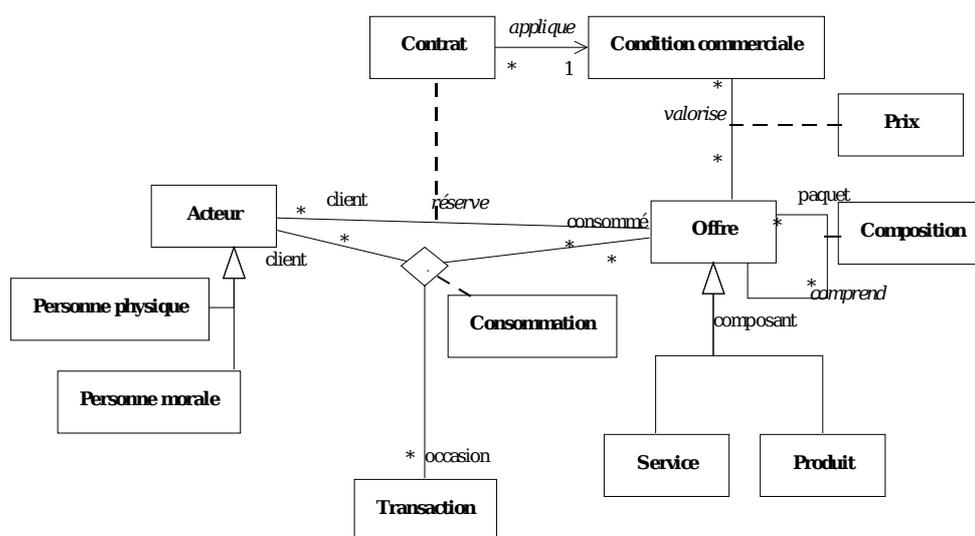
Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

Tout dire des fondamentaux du métier

Un axe parmi trois

Cette illustration, jusqu'ici, s'est déployée uniquement sur l'axe de la modélisation structurelle. Le modèle de classes décrit toute la substance du système, mais nous n'avons encore rien dit quant à son comportement.

Figure PxM-10_24.
Récapitulatif du chemin parcouru



Commentaire

Voici, en première approche, posés les principaux concepts de l'univers du discours.

Ce modèle, quoique simple, fournit déjà la structure pour le modèle complet.

Dans cette démonstration, on s'est intéressé uniquement à la qualité structurelle du modèle sémantique. Le modèle sémantique complet contiendra, outre les classes satellites supplémentaires, la définition et la documentation de tous les attributs des classes (les informations) et de toutes les opérations, ainsi que les contraintes.

Ceci appelle deux remarques :

1. Le modèle sémantique n'est pas limité à l'aspect statique. Il couvre toute la connaissance du « cœur de métier ». Cette connaissance mêle informations et comportements. Le modèle reprend les règles de gestion et toutes les contraintes qui ont une valeur sémantique. Il exclut les règles d'organisation, comme les contingences d'ordre organisationnel et technique. La page suivante illustre la dimension dynamique du modèle, sous la forme d'un automate à états.
2. Autour de cette épine dorsale, le modèle va s'étendre, ajoutant des précisions et capturant le détail du métier. Il peut passer de la

dizaine de classes actuelles à une centaine, voire plus. Se pose alors la question de son organisation, aux fins de distribution du travail et de communication. Ce besoin conduit à structurer le modèle. Pour cela, UML fournit la notion de paquetage (*package*). Praxeme récupère cette notion en lui associant le critère de décomposition à appliquer dans l'aspect sémantique : ceci définit la notion de domaine d'objets. D'autres critères de décomposition interviendront sur les autres aspects de la topologie.

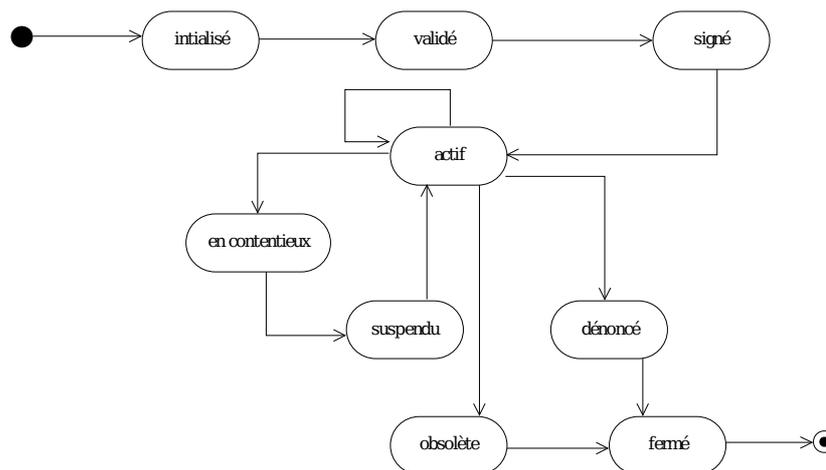
Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

La modélisation contractuelle

Une approche neuve

La nouveauté la plus radicale dans l'approche objet n'est pas l'héritage, mais la modélisation contractuelle fondée en partie sur la notion d'automate à états.

Figure PxM-10_25. Ébauche du diagramme d'états pour la classe Contrat



Commentaire

Ce diagramme est un exemple d'une utilisation informelle du diagramme d'états-transitions. L'approche orientée objet vise à concevoir des composants fortement cohérents et autonomes. En termes plus concrets, les objets sont responsables de leur état. On peut activer n'importe laquelle de leurs opérations, on a la garantie qu'ils se comportent en fonction de leurs contraintes.

Il s'agit ici de la dimension contractuelle de la modélisation sémantique (les deux autres sont : la modélisation structurale – dont les pages précédentes ont donné un aperçu – et la modélisation fonctionnelle – qui décrit le contenu des opérations et qui a d'autres expressions mais sur d'autres aspects que la sémantique).

UML propose une technique dont l'efficacité est redoutable : les automates à états (ou machines à états), représentés par les diagrammes d'états. Cette technique est largement sous-exploitée en informatique de gestion. À chaque fois que des adjectifs sont associés à un concept, à chaque fois que l'on évoque des jalons ou des statuts dans le cycle de vie des objets, la machine à états s'impose comme le meilleur moyen de modélisation.

Le modélisateur identifie d'abord les états, souvent nommés par des adjectifs qui s'appliquent au nom de la classe. Il relie ensuite ces états par des transitions, en respectant les contraintes de passage. Travaillant sur ce diagramme, dans le plan et non dans la linéarité, il sera incité à penser aux perturbations, aux retours en arrière que l'objet peut subir dans son cycle de vie. Cette tendance assouplit le modèle, enrichit les comportements des objets et, consolidée à l'échelle du système, le rend plus robuste, plus accueillant aux

stimulations inattendues.

Enfin, pour que le modèle soit complet, le modélisateur s'intéresse au déclenchement et à la réalisation des transitions. Il fait alors apparaître les événements, les conditions et les opérations. D'ailleurs, les modèles en informatique de gestion peinent à découvrir des opérations de valeur conceptuelle : l'automate est un bon moyen de faire émerger ces opérations.

Annexe : illustration de la modélisation sémantique (suite)

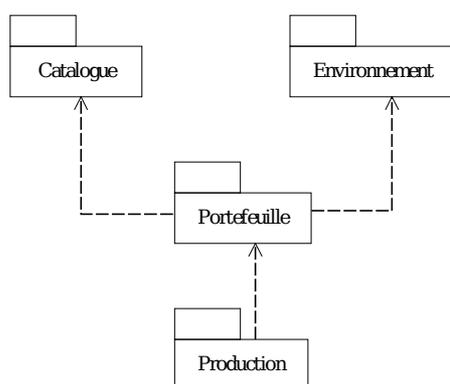
La décomposition en domaines d'objets

Ne pas se tromper de critère

Décomposer un système paraît être un acte simple : c'est le cas tant que l'on se contente de reconduire la perception diffuse, intuitive, routinière que l'on se fait du système. Or, l'analyse critique que nous adresse la vraie gouvernance nous oblige à admettre que nos systèmes sont mal fichus. Faut-il rappeler les coûts du passage à l'an 2000 ou le taux de ressources consommées par la maintenance ?

Même si le schéma de décomposition d'un système paraît simple, au premier abord, ses conséquences sont considérables et se mesureront sur des décennies. Si on ne se pose pas la question du critère, on obtiendra une structuration en domaines fonctionnels, parce que c'est la culture dominante et la structure archétypale des systèmes informatiques construits depuis quarante ans. Qui plus est, on la retrouve dans beaucoup de produits.

Figure PxM-10_26. Un exemple de décomposition en domaines d'objets



Commentaire

Les décisions de structuration entraînent des conséquences considérables à long terme. Aussi le modélisateur doit-il les prendre en ayant conscience du critère qu'il utilise. Nous rejetons le critère traditionnel des domaines fonctionnels. L'analyse théorique comme l'expérience pratique montre que cette approche condamne à la redondance. Nous optons pour une structuration en domaines d'objets, du moins pour le cœur du système, la couche « métier ».

Le diagramme de paquetages ci-dessus ébauche l'architecture logique. Dans le modèle sémantique, c'est une contrainte superflue puisque les relations indiquées entre les domaines d'objets obéissent à des règles strictes et limitent la circulation. Elle imposera, par exemple, d'orienter certaines associations du modèle. Pourtant, quand le modèle enfle, il est nécessaire d'en passer par là pour maîtriser le travail d'équipe. Une consolation : ce graphe prépare la transformation du modèle sémantique en modèle logique, par

exemple vers une architecture de services.

Index

A

architecture · 6, 7, 31, 33, 36, 47, 51, 52, 54, 58, 80
Architecture · ii
automate · 9, 36, 38, 42, 47, 52, 60, 62, 76, 78
automates à états · 11

C

cas de test · 31
catégorie de représentation · 36, 44, 45
catégorie syntaxique · 9, 13, 15
catégories de représentation · 9
Creative Commons · iv
cycle de vie · 13, 42, 49, 60, 62, 78

D

dérivation · 33, 37, 63
diagramme d'états · 42, 60, 78
diagramme d'objets · 40
diagramme de classes · 38, 40, 52, 69
diagramme de paquetages · 54, 80
domaine d'objets · 11, 15, 52, 54, 58, 77, 80
domaine fonctionnel · 11, 20, 54, 58, 80
domaines d'objets · 19, 47, 51

F

filières · 35

G

gouvernance · 80

L

licence · iv

M

maîtrise d'ouvrage · 22, 37
MDA · 35, 37
méta-modèle · 15
modélisation contractuelle · 31

P

paquetage · 11
Praxeme Institute · ii, iv
Praxime · ii

Q

qualité · 5, 11, 13, 58, 65, 66, 72, 74, 76

R

Référentiel métier · 19
référentiel sémantique · 19

S

sémanticien · 7, 15
signal · 12
SOA · ii, 63

T

test · 31

U

urbanisation · 1, ii, 5, 19, 27, 29, 51

é

économie · 63, 72, 74
événement · 12