

Jean-Loup Chappelet
André Le Grand

**Modélisation, simulation et
génération d'applications de
workflow pour l'internet**

Working paper de l'IDHEAP 1/2000
UER: Management public / systèmes d'informations

Modélisation, simulation et génération d'applications de workflow pour l'internet

Jean-Loup Chappeler

André Le Grand

UER: Management public / systèmes d'information

Working paper de l'IDHEAP 1/2000
janvier 2000

Résumé

Les systèmes de gestion de workflow couvrent la modélisation des processus, leur implantation (plus ou moins automatisée) et le contrôle de l'exécution de ces processus. Dans la plupart des systèmes actuels, la modélisation ne permet pas la représentation des objectifs et buts de l'organisation, en relation avec les processus dont ils concrétisent des activités. La méthode européenne OSSAD apporte des modèles et des principes de gestion de projet qui enrichissent la modélisation dans cette direction ; elle n'est pas cependant adaptée à l'origine, à la génération effective d'applications de workflow.

A partir d'une extension d'OSSAD que nous avons définie, nous avons réalisé *Workey™* un atelier de modélisation et de simulation qui génère entièrement des applications de workflow sur l'internet : l'utilisation des butineurs (ou navigateurs) comme logiciel client, permet la diffusion plus rapide au sein (et à l'extérieur si nécessaire) de l'organisation des applications de workflow. La mise en place de workflows inter-organisations se trouve ainsi facilitée.

Mots-clé : modélisation de processus, gestion des flux de travail, génération d'application de workflow

Abstract

Workflow management systems provide functions for process modelling, implementation and automation. Many systems do not allow the modelling of organisational goals and their relationship with the processes which these goals are supposed to achieve. The OSSAD method provides models and project management guidelines related to this topic. But this method is not sufficient to fully support workflow specification and generation.

Workey™ is a case tool which implements an extension of OSSAD that we defined to enable workflow specification and generation. *Workey™* is a software environment that helps building workflow applications for the web. Standard Internet browsers facilitate rapid application deployment and provide readily available support for inter-organisational workflows.

Keywords : *business process modelling, workflow management, workflow generation*

Table des matières

	Page
1. Introduction	1
1.1. Modélisation des processus	1
1.2. Réingénierie des processus	2
1.3. Implantation et automatisation des processus	3
<i>1.3.1. Implantation des processus</i>	3
<i>1.3.2. Automatisation des processus</i>	3
1.4. Les axes de notre contribution	4
2. Modélisation des processus	5
2.1. Le niveau abstrait	5
2.2. Le niveau descriptif	6
2.3. Le niveau prescriptif	8
2.4. Démarche de spécification	10
3. Analyse et simulation	11
3.1. Analyse	11
3.2. Simulation	11
<i>3.2.1. Paramètres de la simulation</i>	11
<i>3.2.2. Exécution et résultats d'une simulation</i>	12
3.3. Utilisation de la simulation	12
4. Implantation des processus	13
4.1. Architecture des applications Workey™	13
4.2. Génération d'une application de workflow	14
5. Automatisation des processus	15
5.1. Gestion du flux avec un client Notes	15
5.2. Gestion du flux avec un client butineur	15
5.3. Interface d'une application Workey™	16
5.4. Administration d'une application Workey™	17
6. Conclusion	18
Références	19
Annexe : glossaire des concepts Workey™	20

1. Introduction.

La gestion automatisée des flux de travail ("workflow management system") va de la modélisation des processus jusqu'à la synchronisation des tâches correspondant à ces processus. Selon [GEOR95], cette gestion comprend :

- 1 *la modélisation des processus et la spécification des flux de travail.*
Cette phase requiert des modèles de workflow et des méthodes pour représenter un processus comme une spécification de flux de travail,
- 2 *la réingénierie¹ des processus.*
Cette phase nécessite des méthodes pour l'optimisation des processus et,
- 3 *l'implantation et automatisation des processus.*
Cette phase requiert des méthodes et technologies pour coordonner des systèmes et des utilisateurs pour implanter, planifier, exécuter et contrôler les tâches de workflow telles qu'elles ont été spécifiées.

Dans la suite de cette introduction, nous décrivons les limites d'autres approches relativement à ces trois points. Nous présentons ensuite les axes de notre contribution.

1.1. Modélisation des processus.

Suite au workshop sur les workflows et l'automatisation des processus dans les systèmes d'information [SHET96a], un groupe de participants a élaboré un rapport décrivant l'état de l'art et les perspectives du domaine qu'ils nomment "coordination des activités de travail" [SHET96b]. Ce rapport mentionne un ensemble de points méthodologiques pour lesquels il est nécessaire de définir un cadre plus rigoureux, parmi ceux-ci :

- la représentation des définitions de processus,
- la modélisation de la coordination et du contrôle,
- la compréhension des méthodes et des techniques s'appliquant dans une situation et,
- l'usage consistant des concepts de modélisation.

La méthode OSSAD² [CONR89, DUMA90a, DUMA90b, SHER93, CHAP97a] issue d'un projet européen ESPRIT, à travers son formalisme et ses principes de gestion de projet propose un cadre couvrant partiellement les points ci-dessus [NURC96, COURB97]. Il faut cependant étendre la méthode OSSAD pour la spécification et l'automatisation des flux de travail.

[NURC96] en propose des extensions pour modéliser d'une part, les responsabilités des acteurs liées à un flux de travail, et d'autre part, la circulation des différents documents. Les nouveaux modèles présentés dans cette extension facilitent une modélisation plus rigoureuse et un contrôle de cette modélisation par les acteurs ayant la charge de les mettre en œuvre. Ces modèles ne constituent cependant pas une spécification autorisant la génération d'applications de workflow.

¹Il est fréquemment parlé de réingénierie des processus et non pas seulement d'ingénierie, car les processus sont généralement déjà mis en œuvre dans l'organisation, qu'ils soient informatisés ou non.

²Office Systems Support Analysis and Design. Outre les références citées dans ce papier, le lecteur peut se référer au site internet <http://www.unil.ch/idheap/OSSAD> pour une documentation plus complète.

Par ailleurs, [COURB97] compare l'approche Action Workflow [MEDI92] et OSSAD du point de vue méthodologique. L'intérêt de cette comparaison est la confrontation d'approches très différentes de la modélisation de processus [MARS94] : l'une basée sur la *communication*, l'autre basée sur les *activités*. L'approche basée sur la communication provient de Action Workflow [MEDI92]. Dans ce paradigme, chaque action d'un flux est modélisée sous la forme d'une boucle de quatre phases de communication entre un client et un fournisseur : préparation, négociation, exécution et acceptation³ [MEDI92]. Les concepteurs de cette approche considèrent que l'objectif de la réingénierie est la satisfaction du client de l'action.

A l'instar de [COURB97], nous pensons qu'effectivement, Action Workflow n'est pas toujours bien adapté à la modélisation des workflows administratifs : beaucoup de procédures ne peuvent facilement être modélisées sous la forme d'un réseau de boucles imbriquées⁴ de type client - fournisseur.

Les méthodes basées sur les activités visent à modéliser les tâches et leur enchaînement plutôt que les accords entre des acteurs humains dans leurs transactions.

La plupart des systèmes de gestion de workflow sont basés sur ce second paradigme. WorkeyTM⁵ est une méthode basée sur les activités et le nom d'un atelier de génie logiciel commercialisé depuis 1998. WorkeyTM étend OSSAD pour transformer des descriptions de procédures en des spécifications, à partir desquelles sont générées automatiquement des applications de workflow sur internet.

Cette description des procédures, base des spécifications de workflows, est souvent précédée d'une analyse qui aboutit dans certains cas, à une réingénierie des processus.

1.2. Réingénierie des processus.

Son objectif est d'optimiser des processus relativement à des critères comme la satisfaction du client, la réduction des coûts, l'introduction de nouveaux services. Cette réingénierie est parfois considérée comme un art [GEOR95]. Il s'agit d'imaginer des solutions nouvelles. Pour cela, en fournissant des informations qualitatives et quantitatives sur l'exécution ou l'exécutabilité des spécifications, des méthodes et outils d'analyse des processus peuvent guider et stimuler la réflexion : par exemple, la modification du nombre d'acteurs affectés à un rôle, ou encore l'ordre des opérations (anticiper ou différer des opérations de contrôle). Selon [GEOR95], les capacités d'analyse, de test et de débogage des spécifications sont insuffisantes dans les systèmes actuels. Elles permettent, par exemple, l'animation d'un processus à l'écran ou la simulation par l'entrée de jeux de données. Ces tests s'effectuent sans pour cela nécessiter l'implantation effective de l'application en cours d'analyse. Des tests supplémentaires peuvent être réalisés sur l'appli-

³Il existe une version internet du produit Action Workflow de chez ActionTechnology. Cette nouvelle version s'appelle Metro (<http://www.actiontech.com/>).

⁴ L'imbrication est représentée sur le même plan visuel (la même page), ce qui pose en plus des problèmes de lisibilité, même si des logiciels spécialisés permettent de cacher les décompositions de certaines boucles.

⁵ Workey est une marque déposée de C-Log S.A. qui est le partenaire industriel de ce projet cofinancé par la Commission Technologie Innovation de la Confédération Helvétique (sous les numéros 3043.1 et 3648.1)

cation lorsqu'elle est implantée. Pantha Rei [POZE97], approche basée sur une extension de la méthode Pert, essaie d'anticiper, par exemple, des dépassements de délais. Cette approche est cependant inapplicable dès qu'un processus contient une boucle.

La conduite de projet dans OSSAD incorpore une phase de *conception de solutions alternatives*, qui a pour but la définition d'autres voies de réalisation des processus. Ces voies de mise en œuvre des processus sont appelées *procédures* dans OSSAD. La confrontation de ces solutions alternatives est réalisée par l'équipe de projet sur la base de son expérience (mode spéculatif). Workey™ complète cette expérience humaine par des outils d'analyse et de simulation de temps et de coût (mode simulatif). Ils permettent par exemple, l'identification des goulots d'étranglement. La pertinence des simulations repose cependant sur une quantification rigoureuse des paramètres (Cf. section 3.3). Cette quantification nécessite un travail important pour une détermination pertinente des valeurs. Elle peut être facilitée par l'extraction de valeurs concrètes, issues de l'historique de l'usage réel d'une application (mode expérimental). Ces simulations, même si elles nécessitent un effort important de quantification, fournissent des informations pertinentes pour une réingénierie des processus.

Les résultats d'analyse ayant guidé le choix parmi ces différentes alternatives de conception, l'implantation d'un système exécutable peut être entreprise. L'usage du système pouvant à son tour enrichir l'analyse et la simulation par des données réelles.

1.3. Implantation et automatisation des processus.

1.3.1. Implantation des processus.

L'implantation est la mise en œuvre effective de ces processus dans un environnement informatique.

Cette implantation peut être réalisée, soit par une équipe de programmeurs à partir des spécifications, soit, et c'est le cas plus fréquent, par génération automatique de règles qui sont interprétées par le système de gestion de workflow.

Relativement à l'implantation, l'utilisation de l'internet mérite quelques précisions :

- la notion de "client universel" masque un certain nombre de disparités importantes entre les différents butineurs (navigateurs) et leurs versions successives.
- les butineurs peuvent être configurés de nombreuses manières, sans que l'on puisse imposer une configuration qui pourrait être non conforme aux choix de l'organisation utilisant ces butineurs.

En définitive, le "client universel" d'un système de gestion de workflow pour l'internet reste assez pauvre en termes de fonctionnalités.

1.3.2. Automatisation des processus.

L'automatisation des processus concerne la planification et le contrôle des exécutions des processus.

L'automatisation des processus s'effectue selon les modes «push» ou «pull». Dans le mode «push», le système de gestion de workflow *pousse* les documents à traiter vers les utilisateurs en fonction des règles de gestion du flux et de leur charge de travail. Dans le mode «pull», les utilisateurs vont eux-mêmes chercher les documents sur lesquels ils doivent travailler. Dans Workey™, le mode par défaut est «pull», cependant, pour des

opérations particulières, il est possible de pousser des documents vers un ou plusieurs utilisateurs (Cf. concept de *sélection* et de *notification* dans la section 2.3).

Pour le système de gestion de workflow (en mode «push» ou «pull»), l'utilisation de l'internet comme plate-forme présente des qualités indéniables :

- facilité du déploiement des nouvelles applications au sein de l'organisation, à la formation des utilisateurs (pour les fonctions de base des butineurs),
- ouverture plus facile des applications aux clients externes à l'entreprise,
- mobilité des postes clients,
- l'indépendance des machines et des systèmes d'exploitation,
- mise en œuvre de workflows inter-organisations,

Par exemple, lorsqu'un citoyen fait une demande de passeport à partir de son ordinateur personnel, il peut ensuite contrôler le cheminement de sa demande dans l'administration qui a la charge de délivrer ces passeports.

L'utilisation de butineurs comme client impose cependant des contraintes que l'on n'a pas avec une solution client/serveur dans un système propriétaire (par exemple un serveur et des clients Lotus Notes). En effet les problèmes de sécurité sont alors accrus. De plus le protocole HTTP qui est sans état, n'est certainement pas le mieux adapté pour ce type d'applications.

De plus, les fonctions de navigation des butineurs (par exemple "page précédente", "page suivante") peuvent entraîner les problèmes suivants qui sont à éviter :

- la double soumission des pages,
par exemple : le citoyen ne doit avoir qu'un seul exemplaire de son passeport,
- le recommencement d'un travail déjà fait par des utilisateurs.

Ces problèmes ne se posent pas dans un environnement propriétaire car les programmeurs ont la maîtrise des dialogues entre le client et le serveur. S'affranchir de systèmes propriétaires en faveur de l'internet a pour conséquence la perte du contrôle de la configuration du poste client.

La section suivante récapitule les axes de notre contribution sur les aspects méthodologique et technique.

1.4. Les axes de notre contribution.

Le cadre conceptuel de la Workflow Management Coalition⁶ (WfMC), n'est pas assez rigoureux pour la modélisation et l'implantation des workflows : « le glossaire de la WfMC n'a pas résolu le problème [celui du bon usage des concepts] car il contient seulement des définitions narratives, qui sont incomplètes et quelquefois ambiguës » [SHET96b].

OSSAD apporte des éléments conceptuels et méthodologiques qu'il convient cependant de compléter pour l'automatisation des flux de travail. Avec Workey™ nous allons dans cette direction en ajoutant :

- un niveau prescriptif à OSSAD pour la spécification des workflows,

⁶ <http://www.aiim.org/wfmc>

Ce niveau prescriptif, prévu dans OSSAD [DUMA90a, DUMA90b], a pour rôle de faire le pont, si nécessaire, avec des méthodes et outils de développement d'applications. Les concepts de ce niveau restaient cependant à définir. L'ajout de concepts de spécification de workflow en fait un véritable modèle prescriptif au sens ossadien.

- une méta-modélisation des différents modèles de spécification,
- une démarche méthodique pour aboutir à ces spécifications,
- des fonctions de simulation temps et coût pour l'analyse de ces spécifications,
- la génération complète d'applications de workflow pour l'internet à partir des spécifications.

Le reste de l'article est organisé comme suit. La section 2 décrit la modélisation des processus avec Workey™. Cette section rappelle les différents niveaux de modélisation d'OSSAD et présente les extensions pour la modélisation des flux de travail. Les différents méta-modèles sont illustrés avec des exemples. Un exemple d'application réelle est décrit dans [CHAP98].

La section 3 décrit l'analyse et la simulation des modèles de processus. L'implantation des processus et l'architecture du système de gestion de workflow sont présentées dans la section 4. La section 5 décrit le contrôle de l'exécution des processus. Dans ces deux sections, l'utilisation de l'internet est comparée à une solution propriétaire.

En conclusion, nous présentons quelques perspectives de recherches résultant de ces travaux.

Une annexe présente un glossaire de tous les concepts de notre approche.

2. Modélisation des processus.

La modélisation des processus comporte trois niveaux (Cf. table 1) : *abstrait*, *descriptif* et *prescriptif*. Ces niveaux sont décrits par des méta-modèles en utilisant la notation UML [BOOC96]. Des exemples de spécifications graphiques issues de l'atelier de modélisation illustrent les concepts des différents niveaux.

NIVEAU	ROLE	BUTS
Abstrait	modélisation des objectifs	Qu'est ce qui doit être fait ou atteint ?
Descriptif	modélisation des moyens	Comment réalise-t-on les objectifs ? Avec quoi et qui ?
Prescriptif ⁷	spécification du workflow	Comment sont automatisés les moyens mis en œuvre ?

table 1 : les niveaux de modélisation de Workey^Ô

2.1. Le niveau abstrait.

Il décrit les objectifs, buts ou missions ou d'une organisation, sans tenir compte des moyens humains et techniques nécessaires à leur réalisation. Ces modèles abstraits sont généralement invariants d'une reconception des moyens mis en œuvre ("business process *redesign*"), mais pas d'une refonte profonde des activités de l'organisation ("business process *reengineering*").

⁷ ce niveau est une extension d'OSSAD pour la spécification des workflows.

Les *fonctions* sont des sous-ensembles de l'organisation poursuivant des objectifs homogènes. Elles échangent des ensembles d'informations, appelés *paquets* (Cf. figures 1 et 2).

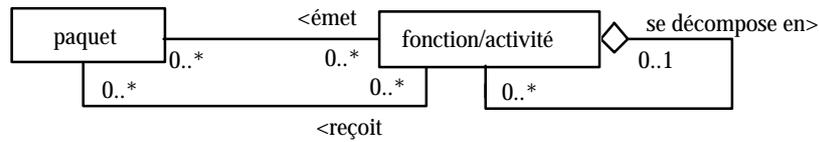


figure 1 : méta-modèle du modèle abstrait

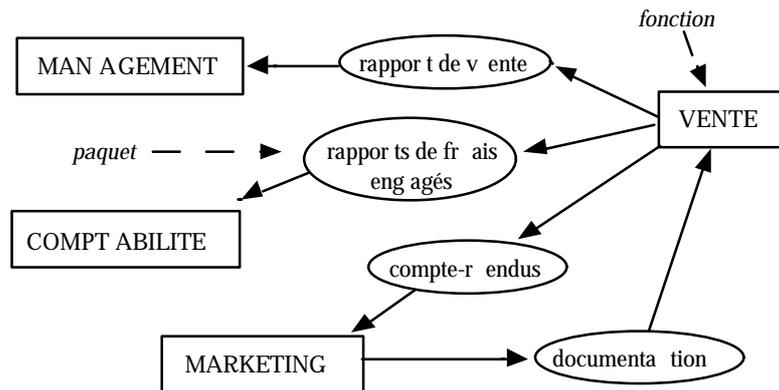


figure 2 : exemple de modèle abstrait

Les fonctions peuvent être décomposées en *sous-fonctions* (Cf. figure 3). Les fonctions non décomposées sont appelées *activités*. Elles constituent par définition le plus fin niveau de détail de la modélisation abstraite.

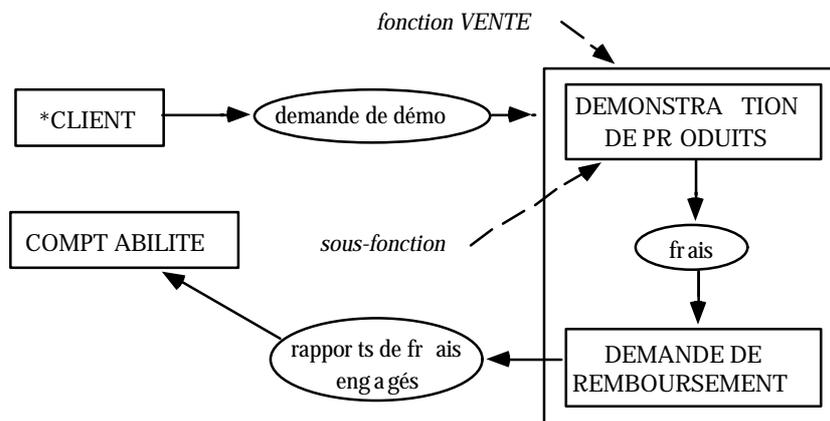


figure 3 : modèle abstrait : sous-fonctions de la fonction vente

2.2. Le niveau descriptif.

Les modèles de ce niveau concernent les moyens humains, techniques et organisationnels utilisés pour accomplir les objectifs détaillés sous la forme d'*activités*. A chaque activité correspond une ou plusieurs *procédures* (actuelle, future, alternative, etc...). Une procédure est un ensemble cohérent d'*opérations* ; elle est réalisée de manière collabo-

relative par un ensemble d'acteurs auxquels sont assignés des rôles. Un acteur exerce plusieurs rôles, un rôle est attribué à plusieurs acteurs.

Le niveau descriptif contient trois modèles :

- le modèle de procédures (Cf. fig.4) qui décrit les échanges d'informations entre les procédures,

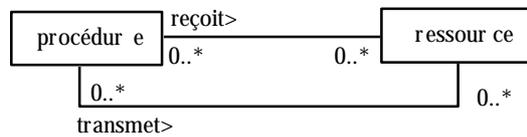


figure 4 : méta-modèle du modèle de procédures.

- le modèle de rôles (Cf. fig. 5) décrivant les échanges d'informations entre les rôles et,

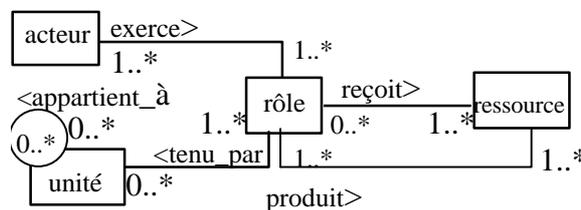


figure 5 : méta-modèle du modèle de rôles.

- le modèle d'opérations (Cf. fig. 6 et 7) qui décrit le déroulement d'une procédure.

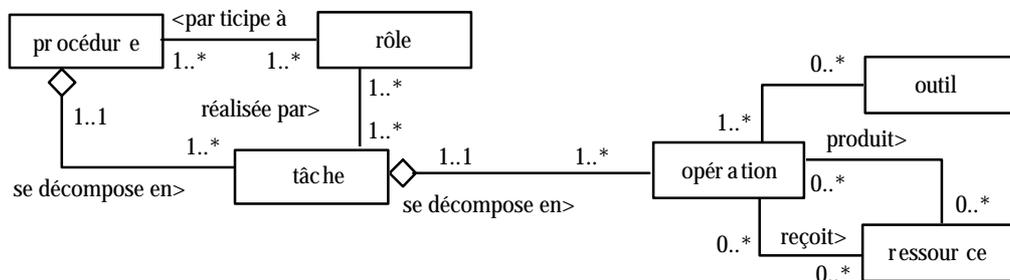


figure 6 : méta-modèle du modèle d'opérations.

La figure 7 décrit le déroulement de la procédure de demande de remboursement des frais engagés par des collaborateurs dans le cadre de leur travail ; cette procédure correspondant à l'activité de même nom, représentée sur la figure 3.

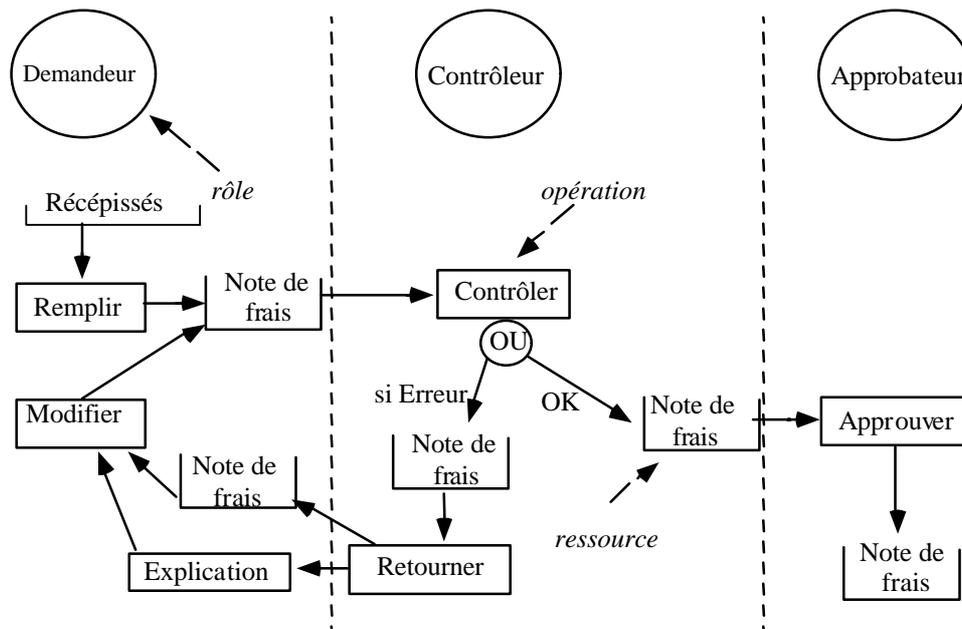


figure 7 : niveau descriptif : exemple de modèle d'opération

Trois rôles sont nécessaires à la réalisation de cette procédure : demandeur, contrôleur et approbateur. La tâche de chaque rôle est constituée de l'ensemble des opérations qui se trouvent placées dessous. Le contrôleur a pour responsabilité dans cette procédure de contrôler la note récapitulant les frais engagés par un demandeur. Ce demandeur a rempli cette note à partir des récépissés, tickets et autres factures liés à une action particulière. Si la note de frais est incorrecte, le contrôleur peut la retourner en y joignant une explication au demandeur. Si elle est correcte, un approbateur doit la valider pour que le remboursement soit réalisé.

2.3. Le niveau prescriptif.

Il étend le modèle d'opérations par la spécification de ce qui sera automatisé dans un workflow. A cet effet nous avons introduit les concepts de (Cf. fig. 8 et 9) :

- *document*,
- *état* de document,
- *structure* de document,
- *contrainte* d'interdiction ou d'obligation,
- *délai* de réalisation d'une opération,
- *sélection* et,
- *notification*.

La figure 8 présente le méta-modèle de spécification des flux de travail. Il étend le modèle d'opération de la figure 6 (purement ossadien) afin de décrire la mise en œuvre des moyens informatiques.

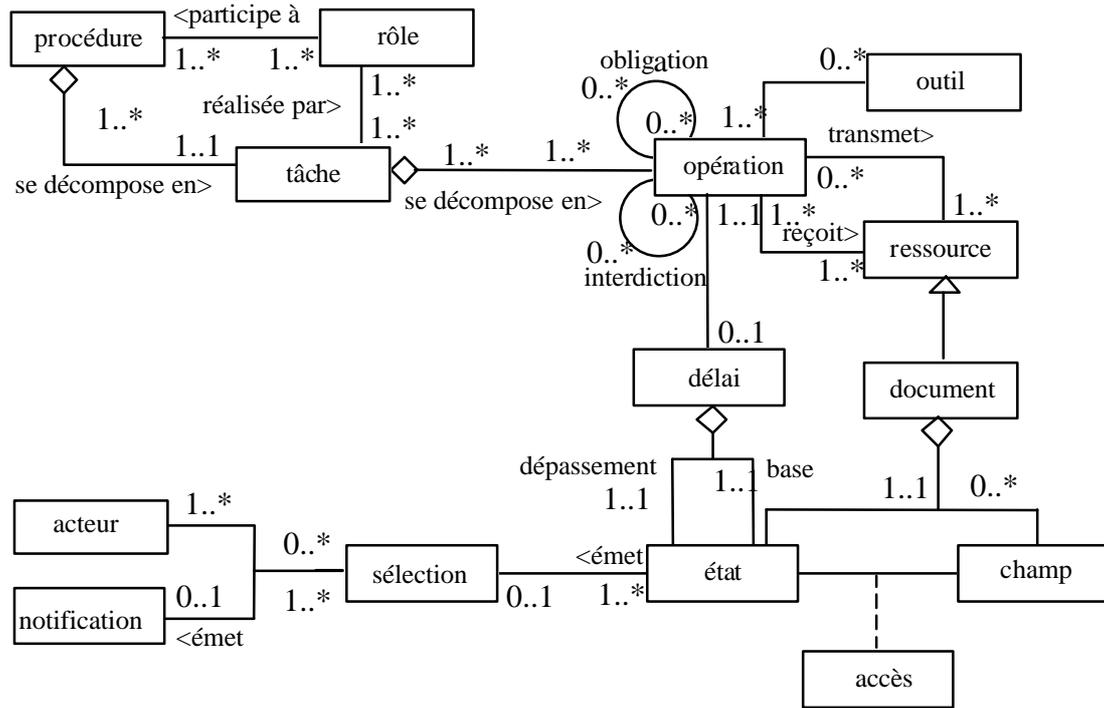


figure 8 : méta-modèle du niveau prescriptif.

Un *document* est une ressource du modèle d'opérations qui est informatisée. La *structure d'un document* est un ensemble de champs informationnels. Le modèle de document est basé sur celui de Lotus Notes/Domino (i.e. le système cible de l'application de workflow généré), à savoir : un document est une collection organisée en « sections » de champs de type simple ou de type «texte enrichi » dont les valeurs peuvent contenir des liens vers d'autres documents ou fichiers attachés.

L'*état d'un document* sert à dénoter sa situation relativement au flux (quelle est l'opération faite ou à faire ?). Aux états d'un document peuvent être associés des modes d'accès aux champs du document (pas d'accès, lecture ou édition). Lorsqu'un document est en entrée d'une opération, les acteurs du rôle pouvant réaliser cette opération, ont accès à ce document. Les droits d'accès sur un document évoluent donc au fur et à mesure du déroulement du flux.

Les flux sont décrits avec un langage graphique illustré sur la figure 9 qui représente l'implantation informatique du modèle d'opération de la figure 7. Des méthodes comme Merise, IEM et plus récemment la notation UML, ont utilisé ce type de représentation graphique basée sur des colonnes. Les diagrammes d'activité d'UML sont proches de notre modèle graphique de spécification des flux. Nous avons préféré conserver « l'esprit » de la notation graphique du modèle d'opérations d'OSSAD pour ce niveau prescriptif.

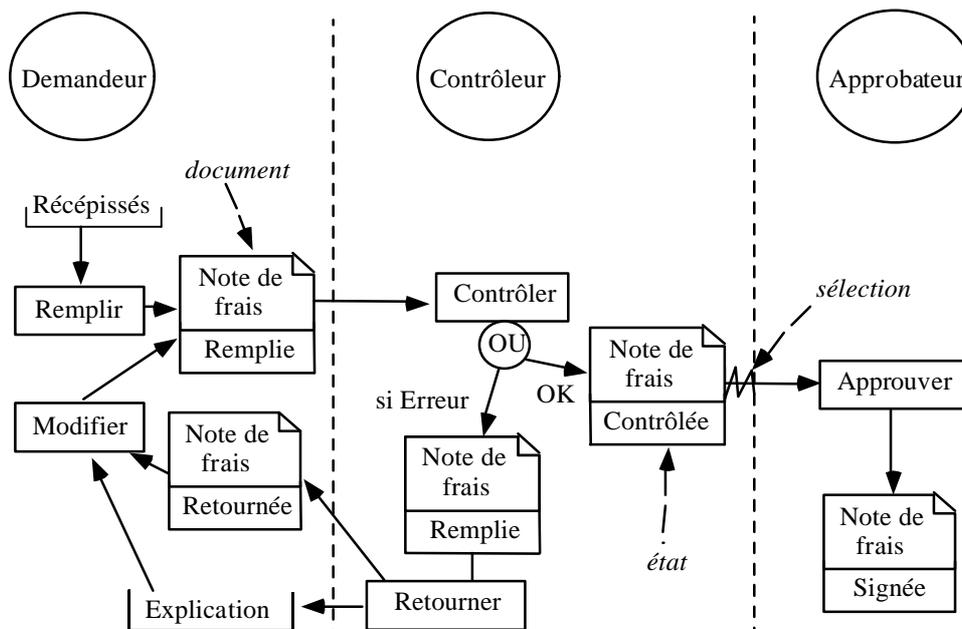


figure 9 : niveau prescriptif : un modèle de spécification de workflow

Des *contraintes* entre deux opérations peuvent être définies : elles obligent / interdisent qu'un même acteur réalise ces deux opérations sur un même document.

Dans cet exemple (Cf. figure 9) Pierre et Paul exerçant le rôle de *demandeur* peuvent *remplir* des *notes de frais*. S'ils exercent également le rôle d'*approbateur*, ils peuvent *approuver* les *notes de frais* pour qu'elles soient remboursées. En ajoutant une contrainte d'interdiction sur les opérations *remplir* et *approuver*, on empêche le même acteur de réaliser ces deux opérations sur le même document.

La notion de *sélection* permet à l'acteur réalisant l'opération courante, de choisir un sous-ensemble des acteurs devant réaliser l'opération suivante. Par exemple lorsqu'un acteur du rôle *contrôleur* vérifie la note de frais telle que son nouvel état soit *vérifiée*, la sélection permet de choisir parmi les acteurs du rôle *approbateur*, celui ou ceux qui vont devoir *approuver* cette note de frais en particulier (par exemple ses chefs directs plutôt qu'éloignés).

La notion de *notification* est un concept lié à l'automatisation des procédures de travail. Elle indique que les acteurs d'un rôle doivent être avertis par un message électronique lorsqu'un document arrive dans un état particulier et que l'opération qui suit relève de leur responsabilité. C'est une façon de réaliser un mode « push » (cf. 1.3.2.)

Un *délai* peut être spécifié pour la réalisation d'une opération. Il est calculé à partir d'un état d'un document (pas nécessairement celui qui est en entrée de l'opération considérée). En cas de dépassement du délai imparti, le document peut être mis dans un état indiquant ce dépassement, et à partir duquel un autre flux peut être mis en œuvre.

2.4. Démarche de spécification.

La transformation d'un modèle descriptif en un modèle prescriptif se fait selon la démarche suivante :

1. identifier les ressources en information qui seront informatisées. Ces ressources deviennent des documents.

2. spécifier les changements d'état de ces documents dans les flux opératoires (y compris les changements calculés par le système de gestion de workflow),
3. spécifier les contraintes entre opérations, si nécessaire,
4. déterminer les états pour lesquels il est nécessaire de sélectionner l'acteur ou les acteurs devant réaliser l'opération suivante. Cette sélection peut être associée à une notification par un message électronique. Les notifications sont recommandées soit, pour des utilisateurs occasionnels d'une application, soit pour des utilisateurs travaillant sur plusieurs applications de workflow.
5. mentionner les délais de réalisation des opérations, si nécessaire,
6. spécifier la structure (champs et sections) des documents.

La section suivante décrit les fonctions d'analyse et de simulation implantées dans Workey™.

3. Analyse et simulation.

3.1. Analyse.

Tous les modèles sont stockés dans un dictionnaire basé sur les modèles décrits ci-dessus. Des requêtes, définies à l'aide d'un langage de type SQL, permettent l'interrogation du dictionnaire. Dans l'atelier de modélisation (Workey™ Designer), des requêtes prédéfinies gèrent les références croisées et la consistance entre les différents niveaux de modélisation. Les concepteurs peuvent ajouter des nouvelles requêtes.

Des tests d'atteignabilité et de vivacité peuvent être effectués. Ils reposent sur une traduction en réseau de Petri, des modèles prescriptifs. Cette traduction est décrite en détail dans [CHAP97a]. Des simulations quantitatives peuvent compléter ces tests.

3.2 Simulation.

Les simulations permettent de répondre à de nombreuses questions sur les moyens humains et matériels nécessaires à la mise en oeuvre satisfaisante du système dans l'organisation. Durant la simulation, une animation affiche les files d'attente sur les différents éléments de la procédure. Les goulots d'étranglement sont alors clairement visibles.

La simulation porte sur les coûts et/ou les durées.

3.2.1. Paramètres de la simulation.

Réaliser une simulation quantitative nécessite de spécifier les paramètres suivants :

- les acteurs affectés aux différents rôles (un acteur n'effectue qu'une seule opération durant une unité de temps),
- la probabilité pour chaque branche d'une post-condition *ou* (Cf. figure 9, opération *contrôler*),
- la durée et le coût pour chaque opération (cette durée inclut le temps de création de la ressource ou de modification du document),
- la durée et le coût pour chaque ressource (cette durée est le temps de transmission de la ressource),
- la durée et le coût d'une procédure (dans le cas où un modèle d'opération inclurait une autre procédure),

- pour chaque opération, un nombre d'entrées en attente pour démarrer l'opération, un temps au plus tôt, un temps au plus tard. Ces paramètres sont optionnels.

Une durée peut être fixe ou variable selon une loi Gamma de probabilité dont la moyenne est un paramètre à fixer. Une loi Gamma est plus appropriée qu'une loi uniforme, car elle est symétrique autour d'une valeur moyenne, les extrema ayant une probabilité plus faible d'occurrence. Ainsi, si une opération dure entre 15 et 20 minutes, la probabilité la plus forte sera pour le temps de 17'30". Les temps de 15 et 20 auront les probabilités les plus faibles. Une distribution aléatoire, en accordant la même probabilité à toutes les valeurs, est moins réaliste pour la simulation de workflows.

Un coût peut être décomposé en un coût fixe et un coût variable. Le coût fixe est pris en considération à chaque «usage» d'une ressource, d'une opération ou d'une procédure. Le coût variable dépend de la durée de son «usage».

3.2.2. Exécution et résultats d'une simulation.

Le lancement de la simulation nécessite les paramètres suivants :

- la durée de cette simulation par unité de temps,
- la durée moyenne entre deux exécutions d'une procédure. Comme les coûts, cette durée peut être fixe ou variable selon une loi Gamma.

Pour chaque procédure, le rapport de simulation contient les résultats suivants :

- le rappel des valeurs choisies pour les paramètres,
- la liste de tous les points de terminaison de la procédure,
- les durées au plus tôt, au plus tard et moyenne,
- le nombre d'exécutions lancées, et le nombre d'exécutions achevées,
- les coûts minimum, maximum et moyen,
- les volumes d'opérations, documents par état et ressources traitées, idem pour ceux qui restent à traiter,
- pour chaque rôle, le nombre d'acteurs effectivement employés, et le temps moyen de travail des acteurs pour chaque rôle.

D'autres simulations, ciblées vers un point de terminaison, peuvent également être réalisées.

3.3. Utilisation de la simulation.

La pertinence et le réalisme d'une simulation nécessitent une quantification rigoureuse de ses différents paramètres. Cette quantification nécessite une mesure effective des temps d'activité des acteurs chargés de réaliser les opérations. C'est une démarche très lourde qui n'est généralement effectuée que pour des procédures critiques dont le fonctionnement actuel n'est pas satisfaisant. Sans cet effort de quantification, les résultats de la simulation ne sont pas informants.

Une autre approche pour faciliter la quantification consiste à réaliser une première version automatisée de l'application, puis d'extraire l'historique de chaque document ; cet historique contient en effet les dates de réalisation de toutes les opérations. On peut alors mieux estimer les temps nécessaires à la réalisation d'une opération. Ces estimations permettent alors d'effectuer des simulations avec des paramètres plus fiables.

Les simulations, même si elles peuvent être coûteuses à mettre en œuvre, sont très utiles pour les études de faisabilité à partir d'un ensemble de ressources données.

Lorsque les différentes analyses ont produit des résultats satisfaisants, une application peut être générée à partir des modèles optimisés.

4. Implantation des processus.

La génération produit une application de workflow sous Lotus Notes/Domino. Cette application est une base de documents Notes comportant un moteur de workflow que nous avons développé sous forme de prototype. L'intérêt de ce système cible, outre le fait qu'il soit très largement répandu, vient des mécanismes de contrôle d'accès qui permettent un niveau de sécurité élevé. L'architecture des applications de workflow élaborées à partir de Workey™ est décrite dans la section suivante.

4.1. Architecture des applications Workey™.

Domino est un serveur HTTP qui génère dynamiquement des pages HTML à partir des documents stockés dans des bases Notes. Ces bases sont alors accessibles via des butineurs, tout en conservant leurs sécurités.

L'intégration Domino - Workey™ est la suivante :

- le serveur est un serveur Notes/Domino,
- les clients sont des butineurs ou des clients Notes,
- les bases de workflow contiennent le moteur de workflow de Workey™.

Les applications de workflow sont des bases de documents Notes dotées du moteur de workflow Workey™. La même application peut être accédée par un client Notes ou un butineur.

Les utilisateurs, quel que soit leur type de poste client, ne peuvent accéder qu'aux bases pour lesquels ils ont des droits d'accès.

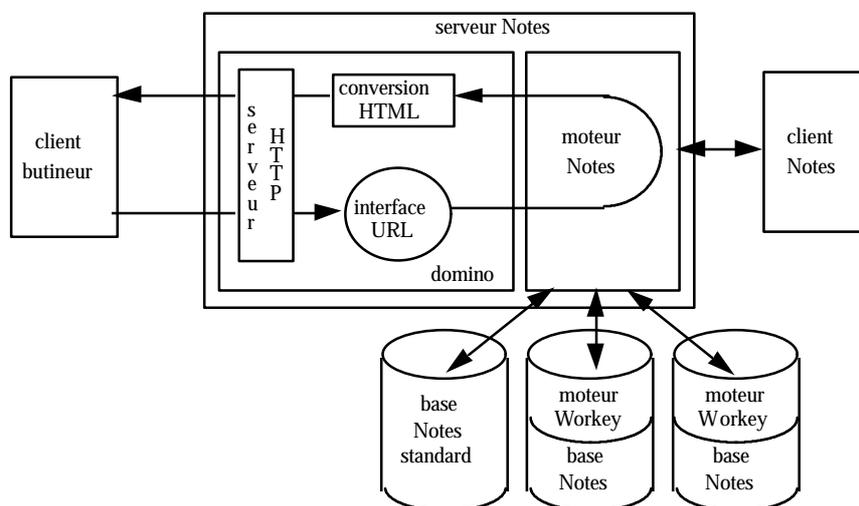


figure 10 : Architecture des applications de workflow élaborées avec Workey^Ô.

La génération consiste à construire une base Notes à laquelle s'ajoute, entre autre, notre moteur de workflow. La section suivante présente cette génération en détail.

4.2. Génération d'une application de workflow.

La procédure d'implantation est décrite à la figure 11, sous la forme d'un modèle d'opérations.

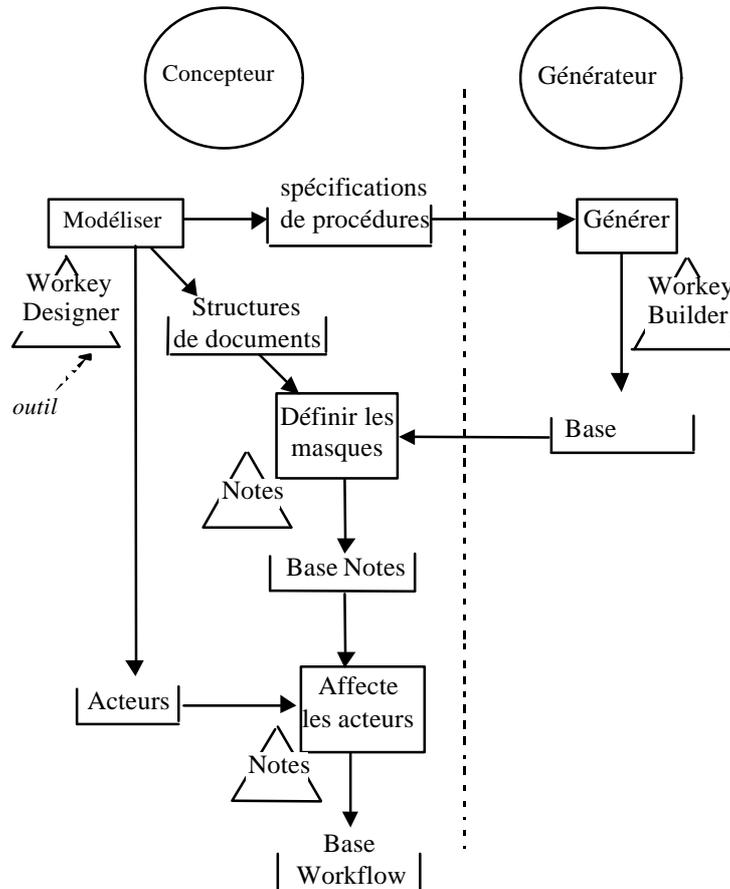


figure 11 : implantation d'une spécification

Ce modèle d'opérations comporte deux rôles : *concepteur* et *générateur*. Le générateur est un rôle exercé par le programme Workey™ Builder qui génère une base Notes. Cette base Notes contient un moteur de workflow et les règles de workflow élaborées à partir des modèles d'opérations.

Les structures de documents deviennent des masques de documents dans Notes. Les acteurs sont assignés aux rôles à partir du carnet d'adresses du serveur Notes. Le carnet d'adresses est une base Notes contenant les profils des utilisateurs d'un serveur afin d'assurer le contrôle d'accès aux bases de documents. Des groupes d'acteurs peuvent être créés.

Lorsque ces opérations sont réalisées, la base peut être installée sur le serveur. Il n'y a rien à installer sur les postes client (pas de déploiement). Les acteurs sont avertis par messagerie, de la nouvelle application qui contient tous les schémas des flux de travail.

La section suivante décrit comment les utilisateurs interagissent avec les applications de workflow en fonction du client qu'ils utilisent.

5. Automatisation des processus.

Le moteur de workflow fonctionne différemment selon le type de client, et ce, en raison de l'absence d'état du protocole HTTP. Le moteur de workflow est piloté par le serveur Notes/Domino qui reconnaît le type de client.

5.1. Gestion du flux avec un client Notes.

Pour un client Notes, le moteur de workflow est sollicité lorsqu'un utilisateur spécifie explicitement l'avancée du document dans le flux : chaque document en circulation contient un bouton «suite» («go on») pour faire avancer le document [CHAP97b].

Si l'opération en cours est liée à une alternative (Cf. figure 9, opération *contrôler*), l'utilisateur spécifie le terme de l'alternative correspondant au travail qu'il vient de réaliser⁸. Si cette branche requiert une sélection ou une notification, le moteur de workflow demande à l'utilisateur les informations idoines, sinon le moteur met à jour directement l'état du document et les droits d'accès. Le document est alors «en attente» de l'opération suivante.

L'utilisateur peut ensuite enregistrer ou non les modifications qu'il a effectuées. Le document est alors disponible pour les acteurs susceptibles de l'utiliser en entrée d'une opération.

5.2. Gestion du flux avec un client butineur.

Pour un client butineur, le moteur de workflow est sollicité à l'édition et à l'enregistrement des documents. A l'édition, le moteur de workflow ajoute à chaque document, du code HTML et JavaScript. Ce code contient des champs pour indiquer l'avancée ou non du document dans le workflow (Cf. figure 12).

Suite du flux	
<input type="radio"/> Etat inchangé	<input checked="" type="radio"/> Tous <input type="radio"/> Restreindre à...
<input checked="" type="radio"/> operation: Retourner	
<input type="radio"/> Note de frais/Vérifiée	

pas de restriction possible pour ce choix

Enregistrer

figure 12 : évolution d'une note de frais dans le workflow (choix *Retourner*)

L'utilisateur indique dans la colonne de gauche si le document avance ou non dans le flux. Le choix *Etat inchangé* indique que les modifications effectuées ne font pas évoluer le document dans le flux. Les autres choix indiquent les évolutions possibles du document étant donné son état actuel. Pour une note de frais dans l'état *remplie*, l'opération en cours *contrôler* aboutit soit, à l'opération *retourner*, soit au changement d'état *vérifiée* de la note de frais.

⁸ Le moteur de workflow peut déterminer cette branche par l'évaluation d'une expression définie lors de la modélisation. On parle alors d'état calculé.

La colonne de droite n'est significative que si l'opération suivante (déterminée à partir de l'item choisi dans la colonne de gauche) permet une sélection des acteurs. Le choix *opération : retourner* n'en comporte pas (Cf. figure 12), le choix *note de frais/vérifiée* (Cf. figure 13) mentionne une sélection possible. L'utilisateur peut alors choisir un sous-ensemble des acteurs du rôle ayant la responsabilité de l'opération suivante.

The screenshot shows a window titled "Suite du flux". It is divided into two main sections: "Suite dans le flux" on the left and "Acteurs suivants" on the right. In the "Suite dans le flux" section, there are three radio buttons: "Etat inchangé", "operation: Retourner", and "Note de frais/Vérifiée", with the last one selected. In the "Acteurs suivants" section, there are two radio buttons: "Tous" (selected) and "Restreindre à...". To the right of these is a list box containing three entries: "CN=André Le Grand/OU=R&D/O=C-Log/t", "CN=Michel Prevel/OU=R&D/O=C-Log/C=t", and "CN=Jean-Jacques Snella/OU=R&D/O=C-". A scroll bar is visible on the right of the list box. At the bottom right of the window is a button labeled "Enregistrer".

figure 13 : évolution d'une note de frais dans le workflow (choix Vérifiée)

Lorsque l'utilisateur enregistre le document, le moteur de workflow est sollicité pour la mise à jour du document. Si son état reste inchangé, le document est simplement enregistré, sinon, le document est mis à jour en fonction de l'avancée dans le flux telle qu'elle a été indiquée dans la section appropriée du document.

Les différences de fonctionnement du moteur de workflow, selon le type de client, sont les suivantes :

- pour un client Notes, en fonction des interactions avec l'utilisateur, il fournit les *seules* informations requises pour l'évolution du document, et ce, uniquement *lorsqu'elles* sont nécessaires,
- pour un client butineur, il les fournit *toutes a priori*. Les interactions avec l'utilisateur se déroulent seulement coté client. Ces informations ne seront éventuellement pas utilisées lors de l'édition d'un document, si, par exemple, l'utilisateur ne le change pas d'état.

5.3. Interface d'une application Workey™.

La figure 14 représente l'interface de toute application de workflow développée avec Workey™ et utilisée à partir d'un butineur. La colonne de gauche permet l'accès aux différentes vues. Une *vue* est un ensemble de documents sélectionnés selon un critère. Les documents présents dans cette sélection dépendent également des rôles et droits d'accès de l'utilisateur qui consulte la vue. Dans la même vue, tous les utilisateurs ne voient pas les mêmes documents.

La vue *Documents* permet de contrôler l'état d'avancée des documents. Un demandeur peut ainsi savoir où en sont ses notes de frais.

Les vues *liste de type «to do»* permettent aux utilisateurs d'accéder aux documents en attente d'une opération relevant de leur rôle. Les listes peuvent être classées par opération ou par état. Par exemple, dans ces listes *«to do»*, un acteur qui n'exerce que le rôle *approbateur* verra seulement les *notes de frais vérifiées*.

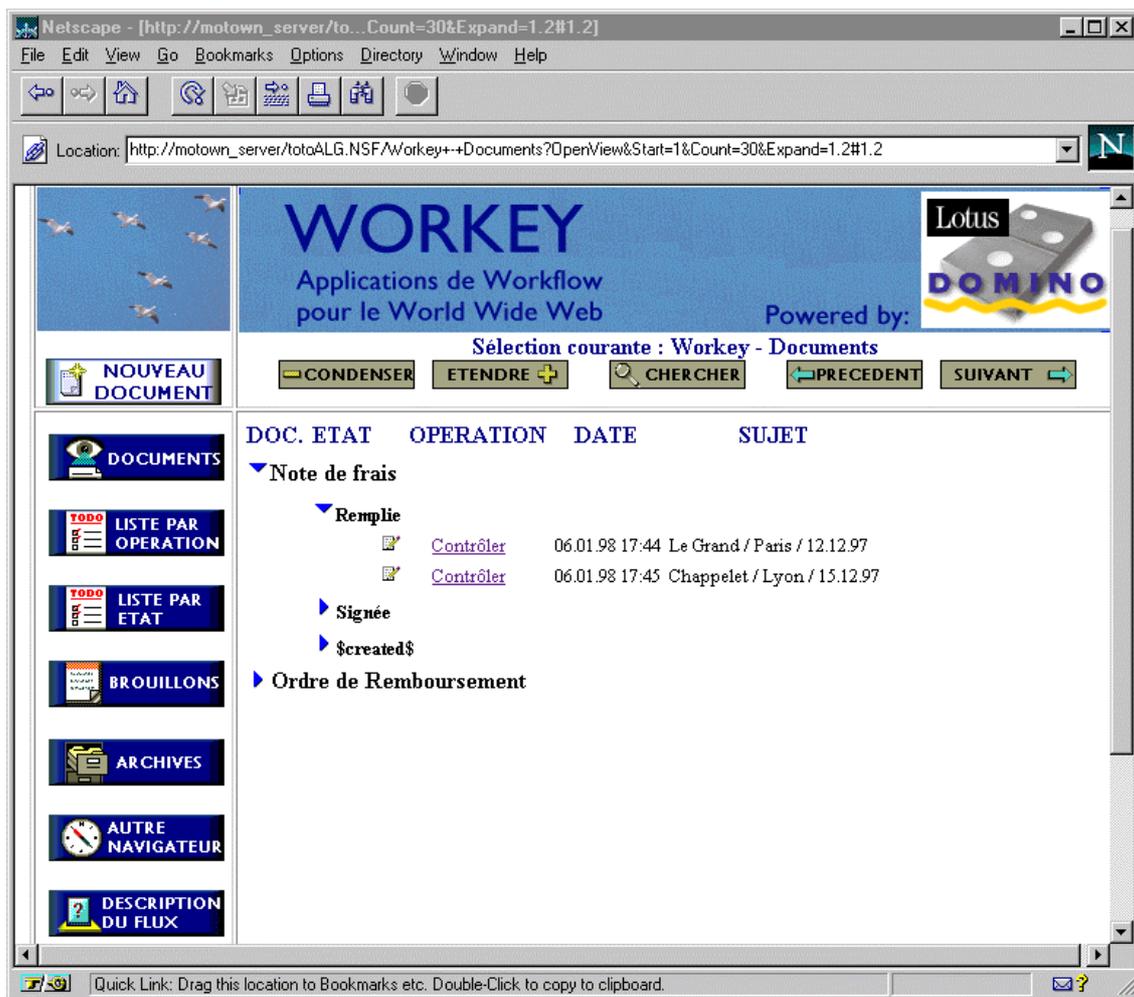


figure 14 : interface d'une application Workey^Ô

La vue *brouillons* contient tous les documents créés par un utilisateur courant mais pas encore insérés dans le flux. WorkeyTM utilise le mot réservé *\$created\$* pour caractériser leur état. Ces documents sont également accessibles par la vue *documents*.

La vue *archive* contient tous les documents qui sont arrivés en fin de flux.

La vue *autre navigateur* (au sens de Notes) permet d'accéder à une autre palette de vues.

La vue *description du flux* contient les documents d'aide. Ces documents contiennent les schémas de tous les modèles d'opérations de procédures ainsi que toutes leurs descriptions textuelles.

L'interface pour un client Notes est similaire.

5.4. Administration d'une application WorkeyTM.

L'administration des applications WorkeyTM s'effectue à partir d'un poste Notes, notamment :

- la politique d'archivage des documents arrivés en fin de flux (destruction, sauvegarde dans une autre base). Ces politiques sont implantées par des agents (i.e. des scripts).

- les évolutions d'interface (masques, vues, navigateurs au sens Notes). L'interface complète des applications développées avec Workey™ est entièrement évolutive. Le moteur de workflow est indépendant de cette interface.
- l'administration des rôles et des utilisateurs,
- l'évolution des structures de documents,
- la gestion de l'évolution des spécifications.

Ces trois derniers points sont les différentes évolutions que peut subir une modélisation de processus. La gestion de cette évolution est expliquée en détail dans [CHAP97b].

La section suivante récapitule les axes de notre contribution et éclaire quelques perspectives de recherche non spécifiques à notre approche.

6. Conclusion.

Notre contribution a consisté à enrichir une méthode d'analyse et de conception du travail de bureau pour permettre la génération automatique d'applications de workflow.

Cet enrichissement aboutit à la création d'un troisième niveau de modélisation à la méthode européenne OSSAD : le niveau prescriptif qui vient s'ajouter aux niveaux abstrait et descriptif.

Ces idées ont été mises en oeuvre dans un atelier de génie logiciel baptisé Workey™. Cet atelier permet :

- de modéliser les processus et procédures selon la méthode OSSAD et son extension prescriptive centrée sur la notion de document,
- de procéder à des simulations sur ces modèles de façon à optimiser les procédures de travail,
- de générer les procédures optimisées sur un moteur de workflow Lotus Notes/ Domino avec des clients butineurs de l'internet.

Ce travail a révélé un certain nombre de perspectives qui dépassent le cadre de notre approche. Gérer l'annulation d'une procédure en cours d'exécution est encore à notre sens, un problème de recherche. Il faut d'une part, modéliser et analyser comment une procédure s'annule, bien en comprendre les effets, et d'autre part, faire exécuter ces annulations correctement par le système de gestion de workflow.

Une autre perspective non moins intéressante, concerne l'évolution des processus. Une méthode doit guider cette évolution en fonction des objectifs attendus du changement et des résultats de la simulation.

Remerciements

Nos remerciements vont à Michel Prevel de l'IDHEAP et à Jean-Jacques Snella de C-log S.A. pour leur collaboration dans ce projet.

Références

- [BOOC96] Booch G., Rumbauch J., Unified Modeling Language v1.0 , Rational Software Corporation, 1996.
- [CHAP97a] Chappelet J-L., Snella J-J., Un langage pour l'organisation : l'approche OSSAD, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne 1997, 164 p.
- [CHAP97b] Chappelet J-L., Le Grand A., Prevel M., Snella J-J. "Motown : a practical approach to workflows", Proceedings of the 1st east-european symposium on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS'97), St-Petersburg, sept. 2-5, 1997.
- [CHAP98] J.-L. Chappelet, A. Le Grand, Workey™ : a method and tool to build web-enabled workflows », Proceedings of the 9th Int. Conf. On Database and Expert Systems Application, DEXA'98, Vienna, Austria, 24-28 August 1998. In Lecture Notes In Computer Science 1460, Springer-Verlag.
- [CONR89] Conrath D.W., Dumas P. et al., Office Support Systems Analysis and Design : a Manual, Esprit Project 285, IOT, Munchen 1989.
- [COUR97] Courbon J-C., Tajan S., Groupware et Intranet - Application avec Notes et Domino, InterEditions, 1997, 230 p.
- [DUMA90a] Dumas P. et Charbonell G., La méthode OSSAD - pour maîtriser les technologies de l'information. Tome 1 : principes, les Editions d'organisation, 1990, 160 p.
- [DUMA90b] Dumas P., Charbonell G. et Calmes F., La méthode OSSAD - pour maîtriser les technologies de l'information Tome 2 : guide pratique, les Editions d'organisation, 1990, 267 p.
- [ELLI95] Ellis C, Rozenberg G., « Dynamic change within workflows systems », Proceedings of the international Conference on Organizational Computing Systems", 10-21, october 1995.
- [GEOR95] Georgakopolous D., Hornik M., Sheth A., « An overview of workflow management : from process modeling to workflow automation infra-structure », Distributed and Parallel Databases, 3, 119-153, 1995.
- [MARS94] Marshak R., Software to support BPR- the value of capturing process definitions, Workgroup Computing Report, Patricia Seybold Group, vol. 17, no. 7, july 1994.
- [MEDI92] Médina-Mora R., Winograd T., Flores R. et Flores F., "The Action Workflow approach to workflow management technology", in Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW'92), 1992.
- [NURC96] Nurcan Selmin, « Analyse et conception de systèmes d'information coopératifs », TSI vol. 15, no. 9, 1287-1315, 1996.
- [POZE97] Pozewaunig H., Eder J., Liebhart W. "ePert : extending pert for workflow management systems", Proceedings of the 1st east-european symposium on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS'97), St-Petersburg, sept. 2-5, 1997.
- [SHER93] Sherwood-Smith M.H., An Introduction to OSSAD, <http://www.unil.ch/idheap/ossad/mss.htm>, 1993.
- [SHET96a] NSF Workshop on Workflow and Process Automation in Information Systems : State-of-the-art and Future Directions, http://lstdis.cs.uga.edu/activities/NSF-workflow/proc_cover.html
- [SHET96b] Sheth A. et al., Report of the NSF workshop on workflow and process automation in information systems, <http://lstdis.cs.uga.edu/activities/NSF-workflow/>, 1996.
- [W4] W4, <http://www.w4.fr/>

Annexe : glossaire des concepts Workey™

Niveau abstrait.

Activité : sous-ensemble homogène de l'organisme étudié poursuivant un objectif principal.

Fonction

(**sous-fonction**) : sous-ensemble homogène de l'organisme étudié poursuivant des objectifs homogènes.

Paquet : ensemble d'informations circulant entre les fonctions, sous-fonctions et activités.

Niveau descriptif.

Une *activité* au *niveau abstrait* correspond à une *procédure* au *niveau descriptif*.

Un *paquet* au *niveau abstrait* correspond à un ensemble de *ressources* au *niveau descriptif*.

Acteur : une personne physique pouvant jouer un rôle et occupant un poste.

Equipe : ensemble homogène de rôles.

Opération : action élémentaire d'une procédure, effectuée par un seul acteur.

Outil : moyen technique permettant la réalisation d'une opération.

Poste : un ensemble de rôles joués par un acteur.

Procédure : «manière spécifiée d'accomplir une activité» (selon la norme ISO 8402).

Ressource : information sur un support physique.

Rôle : ensemble de responsabilités confiées à un ou plusieurs acteurs, dans le déroulement d'une procédure.

Tâche : ensemble d'opérations placés sous un rôle donné à l'intérieur d'une procédure.

Niveau prescriptif.

Le *niveau descriptif* est un raffinement d'OSSAD pour la spécification des workflows. Les concepts introduits à ce niveau sont spécifiques à Workey™. Pour chaque *procédure*, il y a un *modèle de spécification de workflow*.

Document : une *ressource* sur support informatique.

Etat : le statut d'un document relativement à l'exécution d'une *procédure*.

Structure de

document : un ensemble de champs et de sections décrivant le contenu informationnel du *document*.

Notification : un signal envoyé à une *sélection* des *acteurs* d'un *rôle*.

Sélection : un sous-ensemble des acteurs d'un rôle.

Contrainte : une règle entre *opérations* établissant si, pour un même *document*, un même *acteur* doit ou non réaliser une *opération* s'il a réalisé l'autre.