



Tâche 2.1 Définition des concepts et de la méthodologie de modélisation des processus de services de transport

Livrable : 2.1.1 : Première version des concepts de modélisation et de la méthodologie

Auteurs: Tatiana **Graindorge** (TG), Yves **Ducq** (YD) (IMS, Université Bordeaux)

Guy **Doumeingts**(GD) (Consultant International, Partenaire associé à GEOLOC System)

Objet du document

L'objectif du document est:

- de présenter le contexte de la modélisation des systèmes et des systèmes de transport
- de définir des concepts de modélisation de service transport en s'appuyant sur les concepts de modélisation d'entreprise et de service à partir des projets comme INTEROP- NoE (projet Européen FP6 Interoperability Research for Networked Enterprise Applications and Software, FP6 508011, 42 months, 50 partners, 12 M€ Budget, 6,5 M€ EC funds), ATHENA (European Project FP6), ISTA3 (Interoperabilité des sous-traitants de l'Aéronautique de 3^{ème} génération, projet soutenu par le FUI), et MSEE (Manufacturing Service Ecosytel, Projet Européen FP7) et des besoins industriels fournis par les partenaires du projet.
- de proposer une méthodologie de mise en œuvre dans le domaine de transport de marchandises.

Historique du document

<i>Version du document</i>	<i>Date</i>	<i>Statut</i>	<i>Auteurs(s)</i>
0.1	24/10/12	Proposition	TG
0.2	29/11/12	Proposition inputs IMS, GD,EIGSI	TG
0.3	04/12/12		TG
0.4	10/12/12	Contributions	GD
0.5	12/12/12	Version finale du plan	TG
0.6	08/02/13	Proposition	TG
0.7	30/04/13	Commentaires de GD	GD
0.8	28/05/13	Proposition	TG
0.9	28/11/13	Proposition	YD et TG
1.00	06/12/13	Version finale	GD

Sommaire

1	Introduction : Rappels des objectifs-----	3
2	Concepts des Services Transport (ST) de Marchandises -----	4
2.1	Le Service Transport (ST) -----	4
2.2	La relation de service dans le transport-----	9
3	Modélisation d'entreprise -----	11
3.1	La théorie des systèmes-----	13
3.2	Méthodes de modélisation d'entreprise-----	15
4	Approche de conception d'un système dirigée par les modèles -----	18
4.1	MDSEA (Model Driven Service Engineering Architecture) -----	18
4.2	La modélisation des systèmes de service avec le modèle GRAI -----	20
4.2.1	Le modèle GRAI-----	22
4.2.2	Les formalismes GRAI -----	24
5	Proposition de modélisation d'un système de transport -----	28
5.1	Rappel du périmètre du projet-----	28
5.2	Principes et concepts de modélisation-----	30
5.2.1	Point de départ -----	30
5.2.2	La méthode de modélisation NOSCIFEL-----	33
6	Conclusion-----	41
7	Bibliographie-----	41

1 Introduction : Rappels des objectifs

L'objet du projet NOSCIFEL est de proposer «une offre cohérente, modulaire, variée, adaptée, riche et incitative de solutions depuis le simple connecteur autonome, intégré au système existant de l'entreprise, jusqu'à la plate-forme intégratrice de services, assurant l'échange des informations et l'automatisation de tâches pour tous les processus de la chaîne logistique, depuis l'approvisionnement jusqu'à la distribution). Cette offre permettra *les échanges entre les systèmes d'information* des différents opérateurs successifs et *l'interopérabilité de ces derniers* pour qu'ils puissent fonctionner de manière complémentaire.

Pour réaliser les objectifs du projet, le travail des partenaires NOSCIFEL est structuré en trois lots :

- Lot 1: Elaboration de la Plateforme NORMAFRET SERVICES
- Lot 2: Modélisation des processus et développement des connecteurs intelligents
- Lot 3: Développement de la plateforme NOSCIFEL

L'objectif du lot 2, dans lequel s'inscrit ce travail, est de développer des modèles, méthodes et outils logiciels pour les entreprises clientes de la plateforme NOSCIFEL afin d'implémenter les fonctions interopérables.

Le travail du lot 2 est décliné en cinq tâches :

- Tâche 2.1 : Définition des concepts et de la méthodologie de modélisation des processus de services de transport.
- Tâche 2.2 : Validation des concepts de modélisation et de la méthodologie sur des exemples industriels
- Tâche 2.3 : Développement de l'outil informatique transport
- Tâche 2.4 : Développement du connecteur intelligent MDI/SOA
- Tâche 2.5 : Mise en place des tutoriels - Assistance aux utilisateurs.

Les partenaires directement impliqués dans ce lot sont : IMS, GLS, TLF, EIGSI, ADMISSIONS.

Ce document représente le livrable de la tâche 2.1 du lot 2 : « Concepts de modélisation et Méthodologie » (L2.1.1).

L'objectif du document est:

- de présenter le contexte de la modélisation des systèmes et des systèmes de transport
- de définir des concepts de modélisation de service transport en s'appuyant sur les concepts de modélisation d'entreprise à partir des projets comme INTEROP- NoE,, ATHENA, ISTA3 et MSEE et des besoins industriels fournis par les partenaires du lot 1
- de proposer une méthodologie de mise en œuvre dans le domaine de transport de marchandises.

Nous allons décrire, dans un premier temps, le concept de Service Transport. Dans un deuxième temps, un état de l'art des concepts et techniques de modélisation d'entreprise et de service est présenté, puis une analyse des principaux projets Européens dans le transport. Ensuite la description des méthodes de transformation des modèles sera présentée dans la quatrième partie, pour finir en cinquième partie par une première tentative d'utilisation de ces concepts dans le domaine transport.

2 Concepts des Services Transport (ST) de Marchandises

2.1 Le Service Transport (ST)

L'intérêt de définir le service transport est d'identifier les concepts afin de les modéliser pour comprendre, analyser, concevoir, améliorer et mémoriser ce service et le système qui va le supporter.

Dans la littérature, différentes définitions des services sont largement développées : un avantage, un changement, une activité, une opération, opposé aux biens physiques ou encore une fonction logicielle. Parmi toutes ces définitions deux nous intéressent tout particulièrement.

Spohrer et all (2008) définit le service comme l'application d'une compétence au profit de l'autre. Ainsi un service implique au moins deux entités, une entité qui applique ses compétences et une autre, qui transforme et intègre ces compétences dans d'autres ressources pour créer un bénéfice (une valeur de co-crédation). Cette relation entre les entités d'un service est appelée un système de service.

Dans le projet MSEE, le système de service est l'unité de base, dans lequel les entités effectuent des actions pour leur bénéfice mutuel. Un système de service se compose des personnes et des technologies qui mettent en commun leurs connaissances pour faire évoluer la valeur tout en s'adaptant à cette évolution.

Ces définitions du service font appel à plusieurs notions : *transformation, intégration, évolution et relation de service*.

Le transport est l'opération de transformation ou de modification de la position d'un objet ou d'une personne dans l'espace et dans le temps. L'opération de transport apparaît comme une opération réversible ce que veut dire qu'un objet transporté de A en B pourra, sans modification de ses propriétés initiales, retourner de B en A. Le transport n'est pas supporté par un produit.

Le transport est donc une prestation de service qui s'applique aux produits issus d'autres activités. Le transport ne peut pas exister isolement, sans les produits des autres activités : la circulation d'un véhicule engendre du trafic, mais ne produit pas de transport. Le transport n'existe qu'au service des branches d'activité produisant, elles des objets matériels.

La réalisation d'un service de transport implique un ensemble d'éléments physiques et humains avec une forte interaction, comme présentés dans la Figure 1.

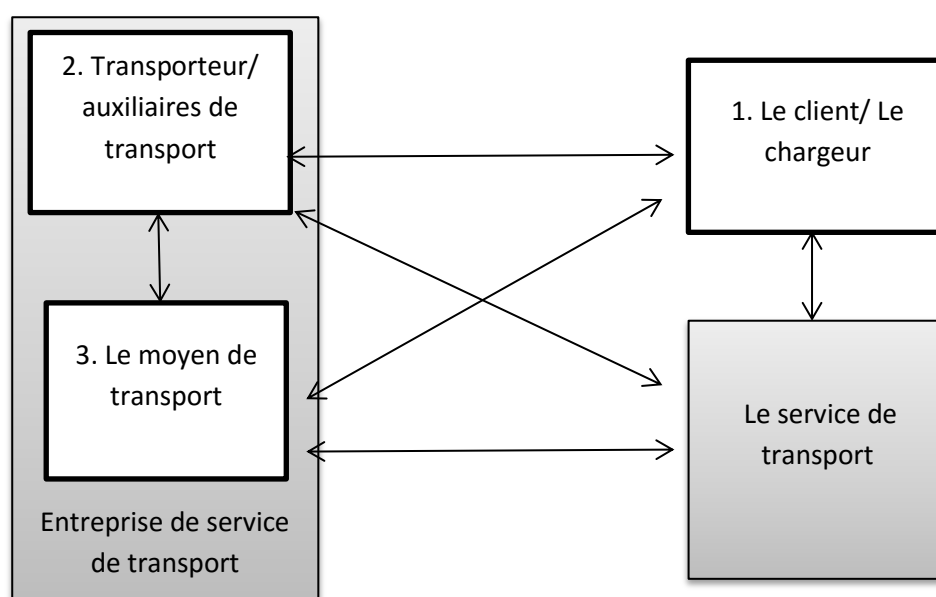


Figure 1 : Le service de transport

Dans la figure 1, trois éléments interviennent dans la production¹ (ou servuction²) d'un service de transport : le client du service, le transporteur et le moyen de transport.

1. *Le client du service : fournisseur/distributeur/donneur d'ordre/chargeur/* intervient dans l'ensemble ou à certaines étapes du service : dans la définition du service de transport en

¹ Production d'un produit

² Production d'un service

exprimant ses besoins et ses attentes (transporter un produit du A en B), ainsi que dans la phase de délivrance du service.

Un fournisseur est un acteur ou une entreprise qui fournit des biens. C'est le point de départ de la chaîne logistique.

Un distributeur est un acteur ou une entreprise assurant la distribution de la vente au client final.

Le donneur d'ordre est un acteur ou une entreprise émettant des ordres de prestation logistique et/ou de livraisons à un prestataire logistique. Il peut s'agir d'un fournisseur ou d'un distributeur ou même d'un autre prestataire logistique. Le donneur d'ordre peut être appelé « *chargeur* » dans la relation avec le transporteur.

Un « chargeur est le donneur d'ordre initial du transport, il s'agit d'une entreprise industrielle, du commerce, de la distribution, il est propriétaire de la marchandise ou mandaté par son propriétaire. Il conclut le contrat de transport et le plus souvent, remet la marchandise au transporteur. Ce peut être l'expéditeur, le destinataire des produits ou un mandataire » TLF³.

2. *Transporteur et auxiliaires de transport* : il s'agit de l'ensemble du personnel embauché par l'entreprise de transport ou des auxiliaires de transport et dont le travail est d'être directement ou indirectement en contact avec le client afin de concrétiser l'acte de service de transport.

« Le transporteur est le professionnel qui exécute lui-même et sous sa responsabilité, le déplacement d'un lieu à un autre des marchandises appartenant à autrui, quel que soit le mode utilisé (aérien, maritime ou terrestre) »⁴.

Les transporteurs gèrent les moyens de transport (conteneurs, caisses mobiles, wagons, remorques, etc.). Chaque mode de transport a un fonctionnement propre, mais tous reposent sur une logique identique, celle de gérer des moyens de satisfaire le client final au juste prix, dans le délai imparti et sans avarie.

Le Chargeur et le transporteur forment le couple centrale du service de transport, pour la coorganiser et même pour la coproduire : il faut à la fois assurer l'adéquation technique entre la cargaison et le véhicule (conditionnement, taille, poids) et organiser la coordination exacte, dans le temps et dans l'espace, entre les activités du transporteur et les activités du chargeur.

³ Transport et logistique de France

⁴ TLF, projet ASICOM

La complexité des problèmes à résoudre entraîne souvent l'intervention d'un tiers acteur «auxiliaires», un intermédiaire (mandataire, commissionnaire, agent, transitaire, etc.) qui facilite l'interface et souvent assure la gestion.

Les auxiliaires sont des entreprises qui participent à l'organisation, la production ou la commercialisation du transport et de ces opérations connexes, sans être transporteurs, du moins au titre de leur activité principale.

La Table 1, cohérente avec le travail effectué dans le lot 1 du projet NOSCIFEL, décrit les principales caractéristiques des acteurs transporteurs ou auxiliaires de transport.

Table 1 : Acteurs transporteurs ou auxiliaires de transport

Transporteur	Les transporteurs gèrent les moyens de transport (conteneurs, caisses mobiles, wagons, remorques, etc.)	
<i>Artisans transporteurs</i>	La catégorie la plus rependue parmi les entreprises de transport en France et en Europe. Ces entreprises possèdent un seul camion piloté par leur chauffeur artisan.	peu des clients réguliers
		avantages compétitifs vis-à-vis de leurs concurrents limités
		peu de ressources commerciales
		souvent limitée au simple déplacement de marchandises
		ne disposant pas d'infrastructures telles que plates-formes ou entrepôts
		souvent une ressource d'ajustement pour les transporteurs de taille plus importante qui les emploient en fonction de leurs variations d'activité
		ne peuvent pas proposer à leurs clients de services logistiques complexes
<i>Transporteurs spécialisés (citernier, transporteurs à température dirigée, ...)</i>	présents sur de marché de niche auprès de la clientèle industrielle dépendant de leur savoir-faire	ne disposent pas de ressources informationnelles sophistiquées pour pouvoir s'intégrer dans l'organisation logistique de leurs clients
		une spécialisation de leurs flottes
		l'offre de transport spécialisé est proche de la demande
<i>Tractionnaires</i>	des transporteurs généralistes exploitant soit des tracteurs uniquement, soit des ensembles routiers complets	Une concurrence plus faible comparant aux autres secteurs du transport routier
		exploitent des parcs allant de 4 ou 5 véhicules à plusieurs centaines
<i>Prestataires de service logistique</i>	des entreprises qui ont choisi de se diversifier vers des activités plus rémunératrices que le simple transport	assurent la traction de remorques pour le compte de clients industriels ou en tant que sous-traitants d'autres transporteurs
		fournissent des services logistiques diversifiés aux entreprises : réception et contrôle des matières et marchandises, manutention, stockage, service après-vente et réparation, assemblage, finition, préparation de commandes, constitution de lots promotionnels, prévisions de vente, marquage des prix, tracing-tracking, etc.

Auxiliaires de transport	Ils gèrent les activités qui sont autour de transport, en amont ou en aval d'une réalisation de service de transport.
<i>Commissionnaires de transport et le transitaire</i>	Assurent la fonctionnalité technique, le chargement ou le déchargement d'un véhicule, le transfert d'un véhicule à un autre (éventuellement d'un mode à un autre), l'empotage ou le dépotage de conteneurs, etc. Un organisateur de transport dont le rôle est de choisir la solution de transport optimale pour son client (le chargeur) puis d'assurer la mise en œuvre et le suivi de l'opération.
<i>Groupeurs</i>	Assurent la fonctionnalité commerciale. Ils achètent du transport en gros à des transporteurs pour le revendre au détail aux chargeurs. Par exemple, ils réservent un certain nombre de places sur un porte-conteneurs et s'efforcent de les remplir avec les conteneurs isolés qu'ils auront commercialisés.
<i>Commissionnaire en douane</i>	Assure une fonctionnalité administrative. Outre le traitement des documents accompagnant, souvent de façon obligatoire, les objets transportés (lettre de voiture, connaissance, bordereau de chargement, etc.), le franchissement des frontières par le transport international appelle diverses opérations douanières, fiscales, de contrôle phytosanitaire, etc.
<i>Loueurs</i>	Les sociétés de location de véhicules industriels sont des entreprises qui proposent un service incluant la mise à disposition de leurs clients et de manière exclusive, des camions d'au moins deux essieux, quel qu'en soit le Poids Total Autorisé en Charge (P.T.A.C.), le personnel de conduite ainsi que les moyens et services nécessaires à l'utilisation optimale des véhicules loués.
<i>Mandataires</i>	Le mandataire ne choisit pas les moyens de transport, il s'assure seulement de la mise à disposition des moyens de transport.

3. Le moyen de transport

Le service de transport de marchandises fait appel aux différents moyens de transport :

- ❖ *Les transports terrestres* (nationaux⁵, internationaux: import⁶, export⁷ ou de transit⁸) comprennent:
 - les transports routiers
 - les transports fluviaux,
 - le chemin de fer.
- ❖ *Les transports maritimes*, le plus souvent internationaux et de transit
- ❖ *Les transports aériens*, aussi souvent internationaux.

Les modes alternatifs au mode routier ne sauraient satisfaire aux exigences du marché (dispersion des unités de production et nécessité d'une desserte fine des zones de

⁵ Ayant leur origine et leur destination à l'intérieur du territoire

⁶ Ayant leur origine dans un autre pays et la destination à l'intérieur du territoire;

⁷ Ayant leur origine à l'intérieur du territoire et la destination dans un autre pays

⁸ Ayant leur origine et destination dans un autre pays en traversant l'intérieur du territoire.

consommation, accessibilités aux entrepôts clients...) ainsi qu'aux contraintes géographiques. C'est donc naturellement que des solutions utilisant plusieurs modes de transports successifs sont apparues afin d'utiliser au mieux les qualités de chacun d'eux tout en respectant la compétitivité globale de la chaîne de transport.

Le transport intermodal est ainsi apparu et s'impose progressivement sur certains segments du marché.

Le transport intermodal est défini par la Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) comme étant le transport d'une charge utile (marchandises, hommes...) en utilisant successivement deux ou plusieurs modes de transport (train, rail, bateau, route, oléoduc...), d'un point « origine » à une « destination » donnée, sans avoir à dépoter les marchandises d'un premier contenant pour les recharger dans un autre.

Le passage d'un mode de transport à un autre est appelé transfert modal ou transbordements. Le transport intermodal combine les avantages de chaque mode de transport. Par exemple pour le fret, il peut combiner les avantages de la route et du rail ; le rail pour les longues distances et les grandes quantités et la route pour la distribution et/ou la collecte pour des courtes et moyennes distances. Il vise à rééquilibrer l'utilisation du réseau et des modes de transport exploités.

2.2 La relation de service dans le transport

Le transport est le processus de déplacement physique des marchandises d'un point à un autre en respectant un contrat signé par deux parties, les particularités de l'ordre de transport et les réglementations en vigueur.

Dans le cas où le processus de transport est assuré par l'entreprise même qui le consomme, qu'elle soit agricole, industrielle ou commerciale à titre principale, il y a unicité d'acteur et unité d'organisation. L'activité de transport est alors entièrement émergée dans l'entreprise qui est à la fois le chargeur et son propre transporteur, elle contribue à sa production globale. Le transport privé (ou pour compte propre) ne constitue pas une activité de service fournie par un prestataire, mais une étape dans le processus de production interne de l'entreprise parmi d'autres.

Dans le cas d'un « transport pour compte d'autrui », il y a deux agents économiques distincts, le chargeur et le transporteur unis par une relation de service.

La Figure 2 et Figure 3 ci-dessous montrent les relations entre les différents types d'agents.

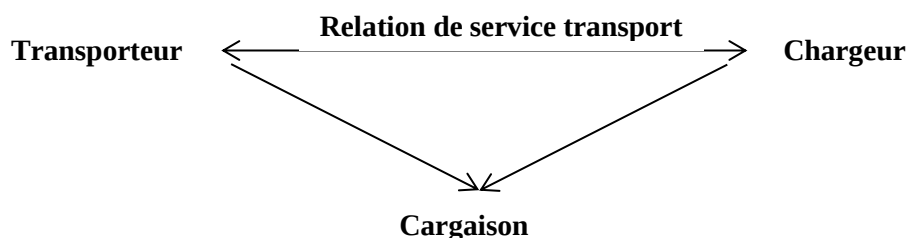


Figure 2 : La relation chargeur-transporteur-cargaison (adapté de Savy, 2007)

La relation de service dans le transport ne se réduit pas à une relation directe entre deux agents : le producteur et le consommateur du service. Cette relation interpersonnelle n'existe pas que pour permettre l'existence et le traitement d'un troisième élément, l'objet de service. Dans le transport, l'objet du service est la cargaison.

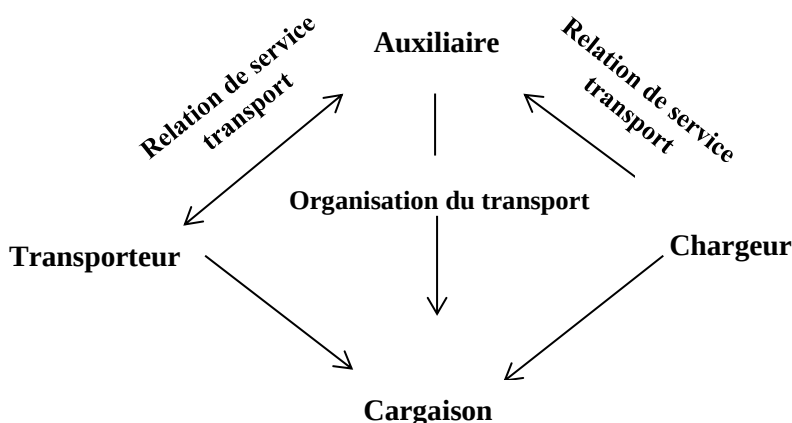


Figure 3 : Relation chargeur- auxiliaire- transporteur-cargaison (adapté de Savy, 2007)

Il est fréquent que, pour mettre en place un transport complexe, notamment quand la chaîne de transport de bout en bout doit intégrer plusieurs types de transport et de manutention, et inclure en outre des opérations administratives et fiscales liées au franchissement des frontières, le chargeur, n'entre pas en rapport directement avec le transporteur. La relation de service passe alors par un intermédiaire qui est un auxiliaire de transport en position de commissionnaire ou de mandataire.

A travers un commissionnaire de transport, un chargeur a virtuellement accès à l'ensemble des transporteurs, chacun spécialisé en termes de véhicules mis en service, de territoire desservi, de qualité de service, de prix, etc.

Le service de transport est un maillon indispensable pour toute entreprise impliquée dans la chaîne logistique. Comme nous avons déjà évoqué, ce service implique une multitude d'acteurs avec des rôles différents, à l'intérieur duquel transite un grand nombre de flux d'information et flux physique.

Pour permettre sa représentation en vue de son analyse, de sa conception et plus généralement de la gestion et de son évolution, nous allons faire appel aux techniques de modélisation d'entreprise.

3 Modélisation d'entreprise

La notion d'entreprise telle qu'elle est définie dans le cadre de la modélisation d'entreprise se réfère à un ensemble d'activités mises en œuvre par des ressources sociotechniques pour produire des biens et de services.

On appelle Modélisation d'Entreprise, la représentation du fonctionnement de l'entreprise à l'aide de concepts (comme celui d'activités) capables de décrire : la stratégie, la structure, les fonctionnalités, l'organisation en particulier la structure décisionnelle et la prise de décision, l'évolution dans le temps, les relations avec l'environnement (clients et fournisseurs). Ces modèles s'appliquent non seulement aux entreprises industrielles, mais également aux entreprises de service et aux services publics (hôpitaux, établissement d'enseignement, administration, collectivités territoriales, ...).

Les méthodes de modélisation d'entreprise peuvent avoir différentes finalités :

- recherche d'améliorations de performance (détection des points à améliorer et des points forts du système étudié, restructuration, re-engineering ...),
- établissement de spécifications et de cahiers des charges pour développer des applications informatiques, choisir des progiciels du marché (ERP (Enterprise Resources Planning) ou PGI (Progiciels de Gestion Intégrés), SCM (Supply Chain Management)...) ou des outils d'amélioration de performance (Workflow, Groupware...),
- conception et implantation d'un système d'Indicateurs de Performance,
- réalisation d'études de Benchmarking de processus ou de Benchmarking d'Entreprise ou de simulation de processus,
- gestion des connaissances (acquisition, mémorisation, réutilisation),

- contribution à gérer les informations pour la démarche QUALITE.

Les domaines d'application des Méthodes de Modélisation d'Entreprises (MME) sont très variés et se découvrent de jour en jour.

La Modélisation d'Entreprise s'apparente aux techniques de « Business Process » (Processus d'Entreprise), mais donne une représentation beaucoup plus globale et beaucoup plus complète : on ne s'intéresse pas à un ou plusieurs Processus, mais à l'ensemble des Processus, afin d'obtenir une optimisation globale, ce qui est souvent recherché par les entreprises. On est également en mesure de justifier les changements proposés.

Est ce nouveau ? Il faut reconnaître que les américains ont commencé à développer les techniques de Modélisation d'Entreprise au début des années 80, dans le cadre de programmes d'amélioration de la compétitivité des industries de défense. Mais le développement de ces méthodes comme IDEF (Icam Definition dont l'appellation est issue du programme Integrated Computer Aided Manufacturing : on rencontre aussi l'expression Integrated DEFinition). Les outils développés à l'époque par le projet ICAM étaient: IDEF0, décrivant les activités et les flux, IDEF1, décrivant les informations en s'appuyant sur les concepts naissants entités/rerelations et IDEF2 qui donnait les principes de la simulation d'atelier et qui a permis de développer l'un des premiers logiciels dans ce domaine SLAM. Par la suite différentes sociétés ont repris les outils IDEF en les étendant à d'autres domaines si bien qu'aujourd'hui on trouve 13 outils différents, la signification d'IDEF étant devenue Integrated DEFinition.

Néanmoins si IDEF est une référence, on doit reconnaître qu'elle n'a pas connu le succès escompté en raison essentiellement de la lourdeur de ces méthodes, du manque de "savoir-faire de mise en œuvre" et de l'utilisation d'outils informatiques supports mal adaptés.

Il ne faut pas confondre ces méthodes de modélisation d'entreprise (plus orientées vers la structure de l'entreprise et l'organisation) avec les méthodes de conception de Système d'Information de type UML ou Merise : il existe un lien mais les objectifs sont différents.

La modélisation d'entreprise trouve son origine et ses fondements dans la théorie des systèmes.

3.1 La théorie des systèmes

La théorie des systèmes est le résultat de nombreux travaux de recherche réalisés par des scientifiques appartenant à des domaines très variés. On peut citer Herbert Simon (Simon, 1960) qui peut être considéré comme un des pères de cette discipline (à noter qu'il fut un contributeur important pour le développement de l'Intelligence Artificielle), L. Von Bertalanfy, N. Wiener, K.E. Boulding, Von Neuman, ou Jean Louis Le Moigne (Le Moigne, 1977) qui a fortement contribué à la diffusion de ces principes en France (domaine très peu enseigné si on compare avec les Anglo-Saxons). Les concepts de la théorie des systèmes ont été utilisés et développés dans des domaines différents : biologie, physique, économie, organisation, ingénierie...

L'ensemble de ces travaux permettent d'identifier les principales caractéristiques d'un système. Ainsi, un système peut être caractérisé par 5 éléments.

1. Le système est composé d'un **nombre limités d'éléments** en interaction continue et qui constituent une **structure** particulière. Ainsi, la première question pour la modélisation d'un système concerne l'identification des éléments d'un système et leurs interactions. Ces interactions peuvent être de deux catégories : les relations internes à l'entreprise, les relations externes (Entreprise - environnement). Dans le cadre d'un système de service de transport il s'agit d'identifier les acteurs, les flux physiques et informationnels, les moyens de transport, etc...
2. Les éléments du système et sa structure **contribuent à la réalisation d'un ou plusieurs objectifs** qui peuvent varier en fonction de sa situation. Dans le cadre du projet NOSCIFEL, les objectifs du système des services de transport multimodal des marchandises (plateforme NOSCIFEL) est de favoriser les échanges et l'interopérabilité entre les systèmes d'information des différents opérateurs successifs afin que ces derniers puissent fonctionner de manière complémentaire.
3. Pour atteindre ces objectifs, le système **a plusieurs fonctions** qui correspondent à sa structure. Dans le cadre du projet Noscifel, les fonctions permettent de décrire la création du service de transport.
4. **Le système a une limite.** Cette limite permet d'identifier les éléments à l'intérieur et les éléments à l'extérieur du système. Parfois, il est plus facile de déterminer les éléments à l'intérieur du système en déterminant les éléments extérieurs au système.

Les éléments extérieurs au système composent l'environnement du système et permettent également de définir les frontières du système.

5. **Le système est dynamique.** Il peut évoluer dans le temps. La modification de l'environnement et des objectifs ont la capacité de modifier les propriétés du système et d'influencer son évolution.

Le système peut être représenté par la Figure 4 qui reprend les cinq éléments décrits précédemment.

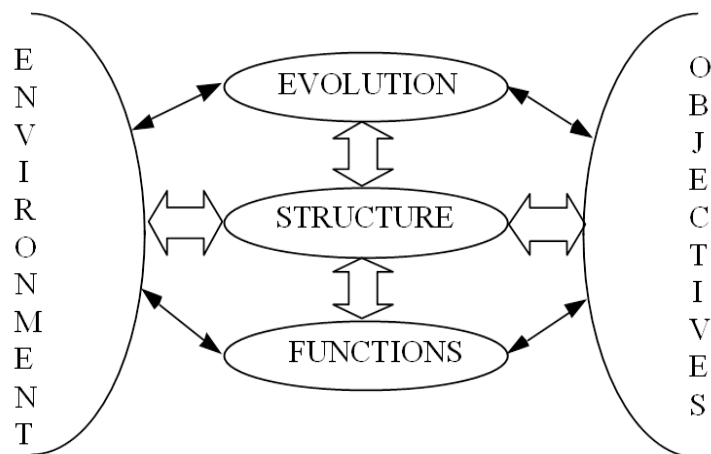


Figure 4 : La décomposition du système

La théorie des systèmes vise à représenter (modéliser) les réalités d'un système, concrètes ou abstraites, mettant en évidence en même temps la représentation un point de vue globale et locale d'un système. A un niveau global le modèle prend en compte les objectifs du système, ses composants et leurs interactions, ses liens avec l'environnement, son infrastructure et son architecture. A un niveau local le modèle va représenter le comportement détaillé du système, sa structure et ses processus.

La théorie des systèmes est un excellent outil pour aborder l'analyse de sujets très variés et peu connus.

Un modèle d'entreprise ne tient pas compte, dans la majorité des cas, de tous les aspects de l'entreprise. Il est conçu pour un type de problème particulier ce qui engendre une variété de méthodes de modélisation. Même si ces méthodes sont conçues avec des formalismes et objectifs différents, elles reposent toutes sur le même principe: modéliser l'existant pour émettre un diagnostic puis modéliser l'entreprise cible pour élaborer un plan d'action.

3.2 Méthodes de modélisation d'entreprise

Dans le cadre des différents projets cités précédemment un état de l'art complet sur les méthodes de modélisation d'entreprise a été proposé en prenant en compte plusieurs critères d'analyse:

- *Cadre (Framework en Anglais)* pour les Architectures de modélisation d'entreprise: les cadres d'architectures de modélisation d'entreprises sont des combinaisons structurées de dimensions de modélisation qui permettent de représenter les différents concepts d'un modèle d'entreprise.
- *Les démarches de modélisation* : une démarche est un ensemble d'étapes structurées qui décrit le processus de production des modèles.
- *Les langages (ou formalismes) de modélisation*: ils définissent les éléments génériques de modélisation permettant de réaliser les différents modèles de l'entreprise selon les différentes dimensions.
- *Les outils informatiques de modélisation*: en cherchant à décrire
 - ✚ L'existence d'un ou plusieurs outils informatiques pour supporter la réalisation, le diagnostic, ... etc., des modèles ;
 - ✚ La pérennité de ces outils ;
 - ✚ Leur utilisation dans un environnement PME.

Ces critères d'analyse, ainsi que la classification proposée par Ulmer permet de décrire les méthodes de modélisation en distinguant les *methodologies opérationnelles* et les *methodologies reposant sur des architectures de référence*.

Méthodes opérationnelles

Outre la méthode ICAM déjà citée, nous proposons la méthode GRAI qui s'en inspire mais qui possède plusieurs avantages. C'est au début des années 80 que la méthode GRAI (Graphes à Résultats et Activités Interreliés) (Doumeingts 1984) a été développée avec comme originalité la modélisation décisionnelle. La méthode GRAI permet une modélisation globale des décisions et une modélisation détaillée du processus de décision.

Nous pouvons identifier aussi les méthodes orientées S.I. telles que MERISE, les méthodes qui se basent sur des langages de modélisation telles que UML⁹, et BPMN¹⁰ ou USDP

⁹ http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm

¹⁰ <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2/>

(Unified Software Development Process) et enfin celles orientées S.I. et processus telle que OLYMPIOS.

Le Table 2 résume les principales caractéristiques des méthodes opérationnelles de modélisation d'entreprise tiré du Livrable 1.4 du projet ASICOM.

Table 2: Méthodes opérationnelles de modélisation d'entreprise

Critères	Présence d'un cadre de modélisation	Présence d'une démarche structurée de modélisation	Existence de formalismes dédiés	Existence d'outils informatiques
GRAI	Modèle GRAI	Démarche GRAI	Formalismes GRAI	GRAI-TOOL
IDEF _x				Plusieurs outils disponibles
IEM				MOOGO
ADONIS	3 types de modèles	ADONIS BPMS	multi formalisme	Suite BOC Management Office
OSSAD	Modèles OSSAD	Démarche OSSAD	Formalismes OSSAD	Morphea OSSAD Designer, Ossad/process design, Win'Design...
MECI	Concepts de base + points de vue	Méthode MECI	NON	NON
ACNOS	3 angles de modélisation	Méthode ACNOS	IDEF3x, RdP	NON
Merise	Structure des modèles	Méthode Merise	6 (+1) modèles	Plusieurs outils disponibles
UML	Superstructure	RUP	13 diagrammes	Plusieurs outils disponibles
BPMN		Approche processus	Oui	Plusieurs outils disponibles

Méthodes orientées architectures de référence

Une étape importante dans le développement de la modélisation d'entreprise fut en 1993 la publication d'un rapport intitulé GERAM (Generalized Enterprise Reference Architectures and Methodology) produit par une « Task Force » IFIP/ IFAC (International Federation for Information Processing/ International Federation of Automatic Control) dénommée «Architecture for Enterprise Integration ».

Ce document élaboré par un groupe de Scientifiques, dont plusieurs français, s'appuyait sur les trois méthodes de modélisation d'entreprise existant à cette époque : CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture) développé par le consortium AMICE dans le cadre d'un projet Européen à partir de 1986, GRAI développé par le Groupe de Recherche GRAI (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée) de l'Université Bordeaux 1 et PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture) développée à l'Université de Purdue (E-U).

La méthode CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing, Open System Architecture) comprend un cadre de modélisation, une infrastructure d'intégration et un langage de modélisation. Le modèle d'entreprise PERA (Purdue¹¹ Enterprise Reference Architecture) fournit un ensemble de lignes directrices pour l'intégration des applications à travers la représentation de trois types d'architectures ainsi que leurs relations : une architecture des installations de production, une architecture d'organisation/personnes et une architecture de contrôle et de S.I. Ces architectures d'entreprises peuvent aussi guider les entreprises depuis la phase de conception initiale jusqu'à la mise en œuvre et l'utilisation de leur S.I.

Nous pouvons citer aussi l'architecture de systèmes d'information intégré ARIS (ARchitecture for integrated Information Systems). Ce concept d'architecture vise, d'une part, à permettre l'évaluation des méthodes et leur hiérarchisation (par exemple les méthodes MER : Modèle Entité-Relation, ABSG : Analyse des Besoins pour Systèmes de Gestion, OMT : Object Modeling Technique). D'autre part, il sert de méthode pour des projets de développement complexes, puisqu'il intègre implicitement des modèles permettant de développer des systèmes d'information intégrés. Cette méthode a été essentiellement utilisée pour l'implantation d'ERP (SAP).

La cadre d'architecture ZACHMAN (Zachman, 1987) représente une structure logique pour identifier et organiser la représentation descriptive (les modèles d'entreprise). Ces modèles jouent un rôle important dans la gestion des entreprises et pour le développement des applications informatiques et des outils de gestion informatisée ou non.

Le Table 3 résume les principales caractéristiques des méthodes orientées architecture de référence dans la modélisation de l'entreprise.

Table 3: Méthodes orientées architecture de référence

Critères	Présence d'un cadre de modélisation	Présence d'une démarche structurée de modélisation	Existence de formalismes dédiés	Existence d'outils informatiques
CIMOSA	Cube CIMOSA		Eléments de construction de base	Plusieurs outils disponibles
GERAM				
Zachman	Framework Zachman			
GRAI	Modèle GRAI	Démarche GRAI	Formalismes GRAI	GRAI-TOOL/SLM

¹¹ Purdue University : <http://www.purdue.edu/>

				TOOLBOX
PERA				
ARIS				ARIS Tool

Parmi l'ensemble de méthodes de modélisation d'entreprise, la méthodologie GRAI (Graph with Results and Activities Interrelated model and GRAI Integrated methodology) reste la méthodologie la plus complète de point de vue du cadre, de la démarche, des formalismes et d'outil de modélisation d'Entreprise. Elle sera détaillée ci-après.

4 Approche de conception d'un système dirigée par les modèles

La modélisation dirigée par les modèles constitue une approche novatrice de développement des systèmes et présente l'avantage de prendre en considération les préoccupations de tous les niveaux, tant du type métier (utilisateurs) que du type technique, tout cela dans un cadre cohérent de modèles qui permet in fine d'avoir un système conçu et implanté en totale cohérence avec les besoins utilisateurs identifiés au plus haut niveau. L'utilisation de cette technique a plusieurs avantages, parmi lesquels :

- La représentation de l'interaction entre l'ensemble de ressources (physiques, humaines et technique et informatiques) qui participent à la fabrication d'un service
- Assurer l'interopérabilité entre les systèmes et avoir une visibilité sur l'ensemble du contexte de fabrication d'un service et assurer la qualité des échanges de données.

Les concepts de modélisation dirigée par des modèles ont été développés dans les méthodes MDA (Model Driven Architecture) développée par l'Object Management group, qui définit les niveaux de modélisation mais pas les langages associés, ou MDI (Model Driven Interoperability) développée par le NoE INTEROP, qui définit les niveaux et les langages associés mais qui se limite au système d'information. Les deux méthodes permettent une modélisation des différents points de vue et de différents niveaux d'abstraction. C'est pourquoi le projet MSEE a développé une nouvelle architecture, plus complète et orientée service : MDSEA qui est détaillée ci-après.

4.1 MDSEA (Model Driven Service Engineering Architecture)

MDSEA est une architecture émergente développée dans le cadre du projet européen de recherche MSEE (Manufacturing Service Ecosystem) (<http://www.msee-ip.eu/>) pour contribuer à faire évoluer le concept de SSME (Service Science Management and Engineering).

L'architecture MDSEA proposé dans le projet a été développée à partir des concepts MDA/MDI (Model Driven Architecture/Model Driven Interoperability) pour supporter les besoins de modélisation des trois domaines de service (Technologie de l'informationnelle – TI, Organisation/ressources humaines et les moyens physiques). Ainsi l'architecture MDSEA est considérée comme une adaptation et une extension de MDA/MDI pour un environnement virtuel des entreprises.

Le cadre MDSEA définit la modélisation des services autour de trois niveaux d'abstractions

Figure 5.

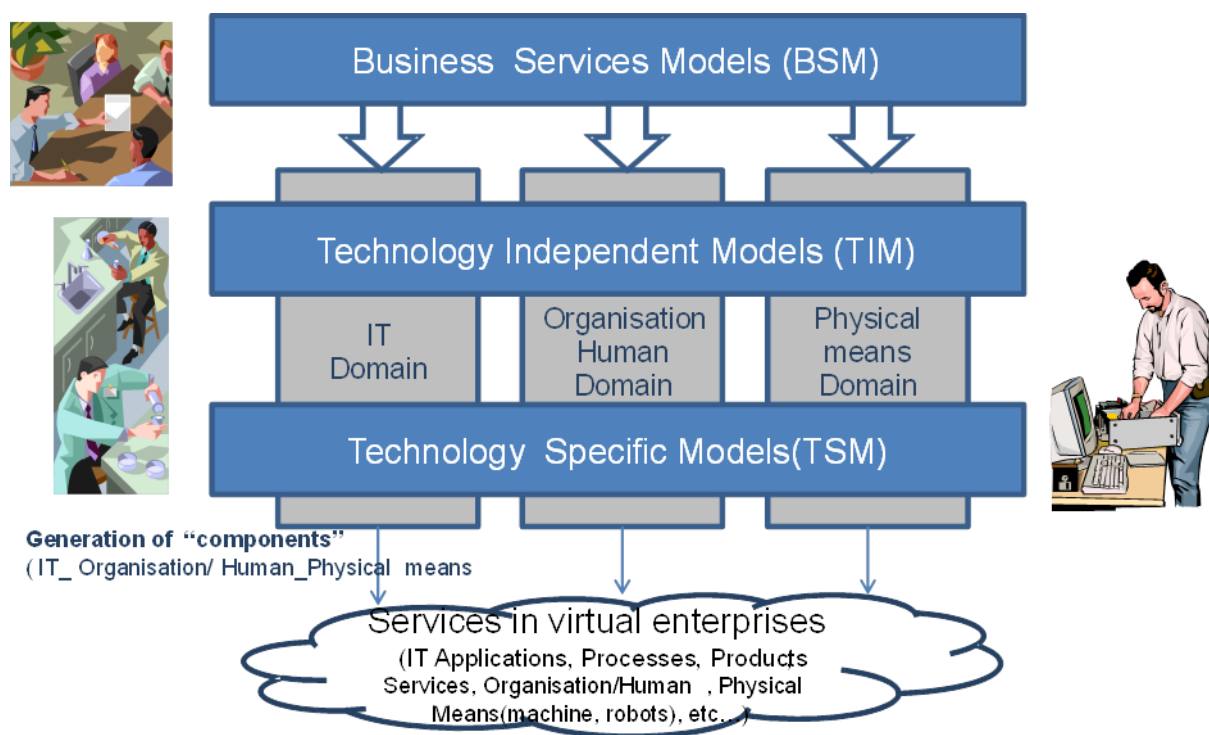


Figure 5: Modèle MDSEA, projet MSEE

Business Service Model (BSM): Les modèles de ce niveau représentent le point de vue utilisateur. Il décrit le fonctionnement de l'entreprise ou des entreprises au niveau global, ainsi que leur interaction. Le modèle BSM est indépendant de toute technologie utilisée par les différentes ressources.

Dans le cadre du projet MSEE, plusieurs méthodes de modélisation d'entreprise ont été identifiées pour la modélisation du niveau BSM. Parmi ces méthodes, certaines abordent la modélisation fonctionnelle (IDEF0), la modélisation processus (GRAI Actigrammes étendus star) ou la modélisation des systèmes de décision avec la méthode GRAI.

A l'issue de l'analyse du modèle BSM, le système de services est décrit en détail au niveau inférieur TIM selon les différents domaines de l'entreprise : Technologie informationnelle, Organisation/ressources humaines et les moyens physiques.

Technology Independent Model (TIM) : Ce premier niveau technique propose des modèles qui présentent des spécifications détaillées de la structure et la fonctionnalité du système de service avec le respect des technologies de l'information, Organisation/ Ressources humaines et les moyens physiques.

Les langages proposés pour ce niveau sont d'une part BPMN pour le système d'information, UML use case pour la partie interface utilisateur, les réseaux GRAI et les diagrammes de classe UML. D'autres langages peuvent être ajoutés.

Technology Specific Model (TSM) : apporte des détails aux modèles du niveau TIM concernant les catégories spécifiques de technologies utilisés qui permettent de développer ou acheter des logiciels, le recrutement de personnels qualifiés, ou l'achat de machines ou de moyens de production.

L'architecture MDSEA vise à fournir un ensemble intégré de langages de modélisation aux différents niveaux d'abstraction (BSM, TIM, TSM) pour soutenir la conception et la mise en œuvre d'un système de service.

Pour construire l'architecture de modélisation pour un système de services de transport de marchandises, nous allons nous baser sur les apports théoriques et pratiques de l'architecture MDSEA, ainsi que sur les méthodes et les langages de modélisation d'entreprise.

Nous allons nous concentrer tout particulièrement sur la modélisation des processus et du système de décision du niveau d'abstraction BSM par l'utilisation du modèle GRAI.

4.2 La modélisation des systèmes de service avec le modèle GRAI

Nous proposons la méthodologie GRAI pour les raisons suivantes. La Méthodologie GRAI est le résultat d'un travail de recherche mené sur les trente dernières années à l'Université Bordeaux 1 par le groupe de recherche GRAI du Laboratoire d'Automatique et de Productique aujourd'hui intégré dans le laboratoire IMS (Intégration du Matériau au System), le plus important laboratoire de l'Université.

Ce développement fût en fait une succession de phases de recherche pure et de phases d'application en situation industrielle notamment à travers des projets soutenus par la Commission Européenne (British Aerospace, Pirelli, Siemens, Iberia, Scania, Aérospatiale, Snecma, nombreuses PMI dans différents domaines ...). Elle vient d'être retenue dans le projet MSEE, un des plus importants projets de la DG Connect de la Commission Européenne dans le domaine du Service Industriel. Un logiciel support la TOOL Box est en

développement dans le domaine open source et pourra être réutilisé et adapté au projet NOSCIFEL.

De nombreuses applications ont été réalisées dans les PMI de la région Aquitaine avec un certain succès.

Au début de l'année 2000, une action collective pour transférer la Méthodologie GRAI vers les consultants de la région Aquitaine a été initialisée. Cette action qui prévoyait une formation de 5 jours, une application sur un cas industriel avec un accompagnement des consultants de 8 jours, s'est terminée le 23 mars 2001 à la satisfaction des consultants impliqués et de la DRIRE Aquitaine.

Les conclusions apportées par les consultants, suite à la réalisation de cette action collective, sont les suivantes :

- Intérêt de la Méthodologie GRAI pour les projets d'entreprise:
 - démarche structurante garantissant efficacité, délais, coûts,
 - modélisation claire et précise des processus et de la structure décisionnelle de l'entreprise,
 - représentation graphique et standardisée des différents modèles de l'entreprise facilitant la communication, le partage des connaissances,
 - implication des acteurs de l'entreprise,
 - fiabilité des données collectées.
- Intérêt de la Méthodologie GRAI pour l'entreprise :
 - meilleure qualité des études pour un coût équivalent,
 - appropriation des modèles par le personnel de l'entreprise,
 - disponibilité des modèles pour l'entreprise facilitant la mise à jour et la réutilisation pour d'autres projets (formation, nouvelles études, ...),
 - acquisition de la Méthodologie par l'entreprise pour optimiser ses prises de décisions,
 - développement de la coopération en interne mais aussi vis à vis de l'extérieur.
- Intérêt de la Méthodologie GRAI pour les consultants :
 - identification facile et rapide des dysfonctionnements de l'entreprise,
 - disponibilité de référentiels,
 - communication intra et inter cabinet,

- archivage structuré des études,
- support à la mise en œuvre du savoir-faire du consultant et optimisation des études.

A quoi sert la Méthodologie GRAI?

La Méthodologie permet de mettre en œuvre différents types d'application pour améliorer les performances des entreprises. Ces types d'application sont variés :

- amélioration de la performance de l'entreprise par une réorganisation soit du système de gestion de l'entreprise, soit du système physique (le métier de l'entreprise),
- choix d'investissements, principalement des Progiciels de Gestion d'Entreprise (Gestion Industrielle, relation clients, ...),
- implantation et mise en œuvre des investissements liés aux nouvelles technologies,
- support à la démarche qualité par une modélisation PROCESSUS efficace simple, avec mise à disposition d'une documentation structurée,
- support aux démarches de progrès et aux actions de changement par une représentation simplifiée mais précise et significative du fonctionnement de l'entreprise facilitant la compréhension et atténuant les résistances au changement,
- contribution à la capitalisation des connaissances et du savoir-faire de l'entreprise limitant les inconvénients dus au départ de compétences, facilitant la communication et la formation.

4.2.1 Le modèle GRAI

Le modèle conceptuel de référence GRAI permet de représenter avec les mêmes concepts aussi bien le modèle global que le modèle local d'une organisation ou d'un Système de Service.

Au niveau conceptuel, le modèle GRAI est une structure récursive composée de trois sous-systèmes : Physique (la partie opérative : ce qui produit les produits ou services de l'Entreprise), Décision (le pilotage du sous Physique) et Information (les liaisons entre les deux précédents sous-systèmes ainsi que les liaisons avec l'environnement) (Figure 6). Le système de Décision et le système d'Information constituent le *système de contrôle* et le système physique constitue le *système contrôlé*.

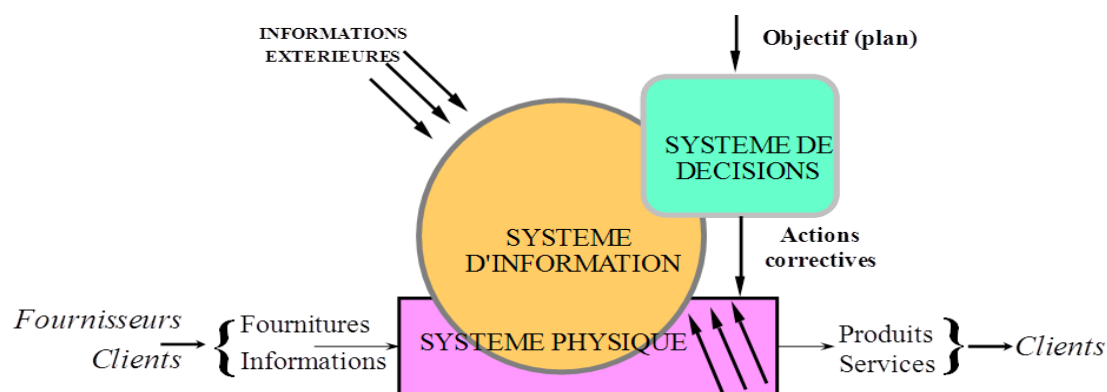


Figure 6: La décomposition systémique du modèle GRAI

Le système physique décrit la transformation des Produits ou Services par les Ressources.

Le système de Décision élabore l'ensemble des décisions qui permettent de piloter le système Physique, en s'appuyant sur le **système d'Information**. La différence entre une décision et une information est que la décision comporte en plus des concepts importants tels que les objectifs à atteindre par le système, les variables de décision déterminant les actions qui serviront à atteindre les objectifs, les critères utilisés pour choisir parmi les variables de décision et les contraintes sur les variables de décision. Ces quatre concepts constituent un centre de décision.

$$\text{DECISIONS} = \text{INFORMATIONS} + \begin{cases} \text{OBJECTIFS} \\ \text{VARIABLES DE DECISION} \\ \text{CRITERES DE CHOIX} \\ \text{CONTRAINTES} \end{cases}$$

Deux axes de décomposition (verticale et horizontale) sont définis pour faciliter la modélisation du système décisionnel (Figure 7).

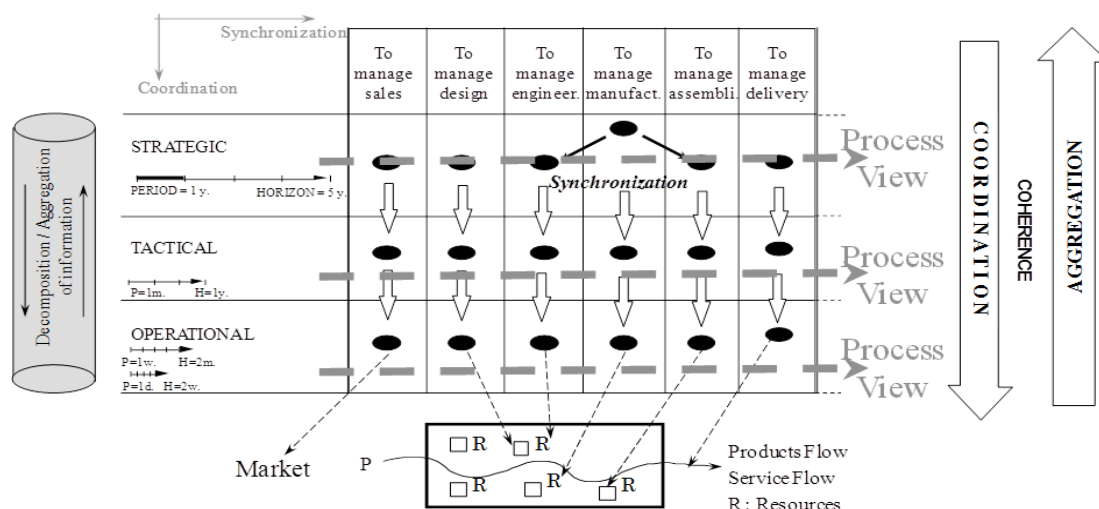


Figure 7 : La décomposition du système de décision

L'axe vertical est lié à la nature des décisions (stratégique- de long terme, tactique- de moyen terme, opérationnelle- de court terme). Chaque niveau sera caractérisé par le couple HORIZON / PERIODE (H/P). Les couples Horizon/Période sont liés entre eux. L'axe horizontal est lié au type de décision. Les activités de décision sont caractérisées selon la nature des activités (gérer le commercial, gérer l'assemblage,..). L'intérêt du modèle GRAI est de favoriser l'intégration entre les niveaux décisionnels et entre les fonctions.

4.2.2 Les formalismes GRAI

Les trois sous-systèmes du modèle GRAI (Physique, Informationnel et Décisionnel) peuvent être représentés en détail en utilisant formalisme de modélisation: Formalisme Actigramme Etendu Star pour la vue Processus et le Système Physique, Formalisme GRAI (grille et réseaux) pour le Système de Décision, Formalisme Diagrammes de Classe pour le Système d'Information (Figure 8).

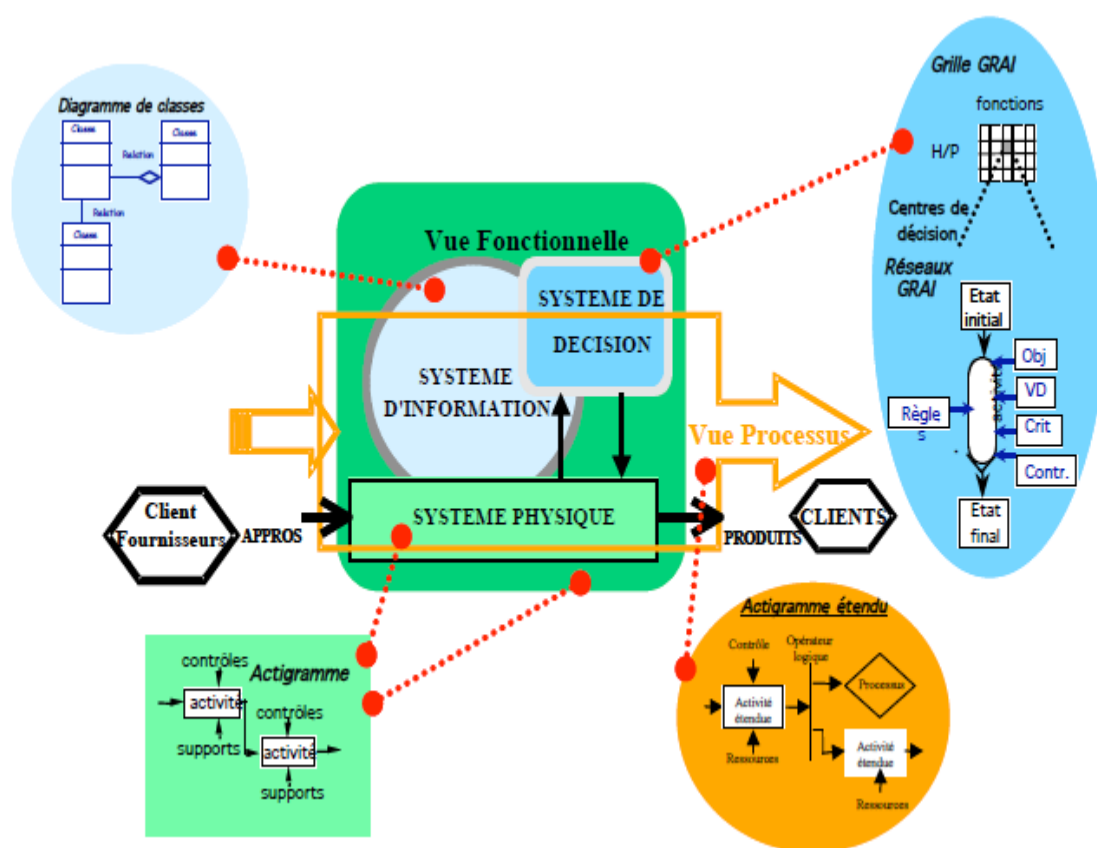


Figure 8: L'ensemble des formalismes de la méthodologie GRAI

Le formalisme Actigramme

Les modèles fonctionnel et physique sont représentés par le formalisme Actigramme (Figure 9). Ses concepts sont :

- Les activités du système physique représentant une transformation : on matérialise chacune d'entre elles par une boîte rectangulaire. Elle est définie par un verbe ou l'intitulé d'une action.
- Quatre types de flux sont associés aux rectangles :
 - les entrées: ce qui est transformé par le système, rentrant par la gauche de la boîte,
 - les sorties: ce qui est produit par le système, c'est-à-dire la sortie possédant une valeur ajoutée, mais aussi les sorties secondaires (flux d'informations associées au processus, sous-produits, pollution, déchets, etc.), sortant par la droite de la boîte,
 - les contrôles: données qui influencent la mise en œuvre de la fonction, au-dessus de la boîte,
 - les supports de la fonction qui réalisent l'activité, indiqués sous la boîte.

Ces flèches sont identifiées par de codes MECS (Mécanisme, Entrée, Contrôle, Sortie)

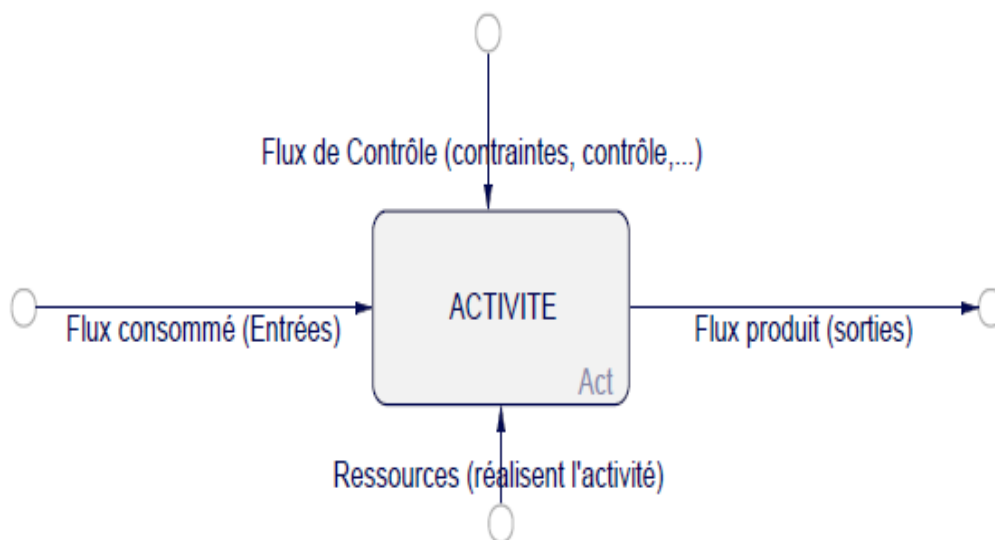


Figure 9: Le formalisme actigramme

Le formalisme Actigramme étendu star

Le modèle processus est représenté par le formalisme Actigramme Etendu star (Figure 10).

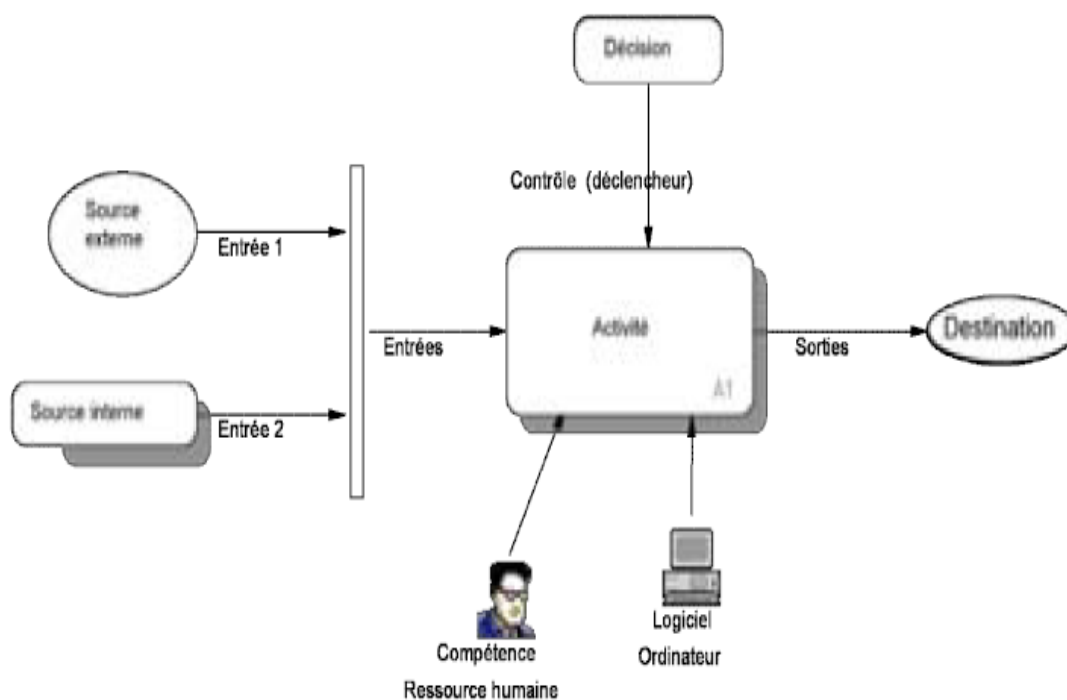


Figure 10: Le formalisme actigramme étendu star

Il manipule des concepts permettant de représenter facilement les différents éléments entrant dans la description d'un processus et illustrant son fonctionnement. C'est l'Actigramme auquel est ajouté les concepts de temps, de succession d'activités ainsi que les opérateurs ET, OU, les origines, et les destinations des flux.

Le formalisme Grille GRAI

Le modèle décisionnel est représenté par deux formalismes :

- la grille GRAI (représentation globale de la partie décisionnelle du système de production, Figure 11). Les concepts de la grille sont :
 - Les fonctions (regroupements d'activités de décision ayant un rôle concourant à une finalité commune: gérer la conception, gérer les ressources, etc.).
 - Les niveaux décisionnels (un niveau décisionnel est défini par un couple horizon/période et représenté horizontalement dans la grille).
 - Les centres de décision (intersection d'un niveau décisionnel et d'une fonction).
 - Les flux d'information (cadre de décision et lien informationnel).
 - Les informations internes et externes (elles servent à indiquer les interfaces informationnelles du système de décisionnel avec son environnement et avec le système physique).

Fcts H / P	INFORM. EXTERNES	GERER LE COMMERCIAL	GERER LA CONCEPTION	GERER L'INDUSTRI ALISATION	GERER LES PRODUITS	PLANIFIER LA PRODUCTION	GERER LES RESSOURCES	GERER L'ASSEMBLAGE	GERER LES EXPEDITIONS	INFORM. INTERNES
H = 5 Ans P = 1 An										
H = 1 An P = 1 Mois										
H = 2 Mois P = 1 Sem										
H = 2 Sem P = 1 Jour										

Figure 11: La grille GRAI

- les réseaux GRAI avec les concepts suivants:
- Les activités d'exécution et de décision (processus de traitement de l'information réalisé avec un certain nombre de supports, un ou plusieurs déclencheurs et produisant un résultat).
 - Les supports d'informations (relatives à l'accomplissement de l'activité).
 - Les opérateurs logiques (combinaisons de plusieurs supports).
 - Les symboles de communication (ils illustrent l'échange d'informations entre deux Réseaux), Figure 12.

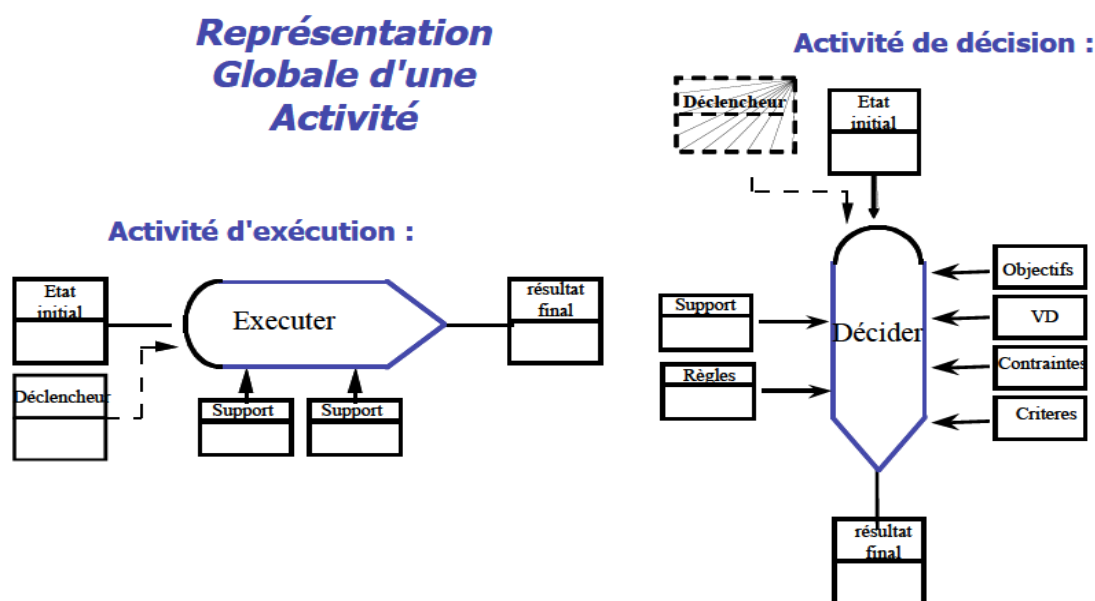


Figure 12: Le formalisme réseau GRAI

Diagramme de classes

Les diagrammes de classes constituent un sur-ensemble de diagrammes d'Entités/Relations (E/R), un outil de modélisation courant pour la conception logique d'une base de données

Figure 13.

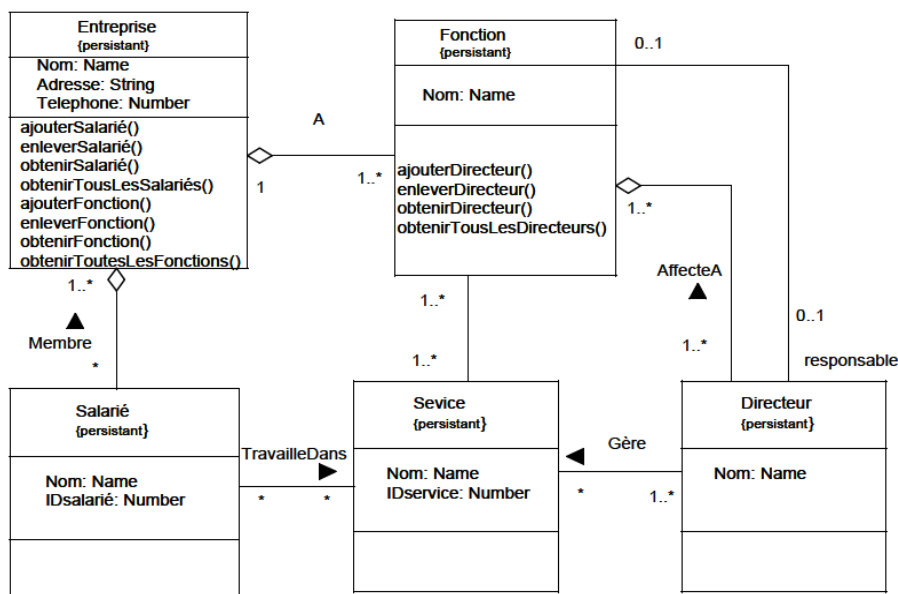


Figure 13: Le formalisme diagramme de classe d'UML

5 Proposition de modélisation d'un système de transport

5.1 Rappel du périmètre du projet

En cohérence avec le lot 1 et les livrables produits dans ce lot, le périmètre du projet a été élaboré sur la base d'une étude des flux réels des chaînes de transports co-modale, tant à l'import qu'à l'export. Ce périmètre englobe toutes les activités des professionnels de la filière transport de marchandises et la logistique.

1. L'EXPORT Maritime et aérien

La chaîne d'expédition de marchandises depuis l'exportateur jusqu'à l'aéroport ou le port d'embarquement comportant du pré acheminement routier, du groupage via plateforme de consolidation aérienne ou maritime, une livraison du conteneur au port d'embarquement incluant problématique du conteneur vide.

2. L'IMPORT Maritime

La supply-chain import maritime avec post acheminement multimodal, passant par une plateforme intérieure et empruntant du transport routier jusqu'à l'entrepôt et/ou le destinataire.

3. *Le traitement des données commerciales aval*

La recherche de la dématérialisation complète des commandes, factures, règlements.

Dans le lot 1 il a été possible d'identifier plusieurs services à forte valeur ajoutée pour la plateforme Noscifel, en plus de services déjà prévus par l'annexe technique (diffusion de référentiels normatifs, connecteurs intelligents, etc.

♦ *Un service de gestion de plateforme de dégroupage de conteneurs*

Il permettrait notamment aux destinataires des marchandises de connaître par anticipation les prévisions de dégroupage, la présence des marchandises, leurs conditionnements, le plus tôt possible avant leur mise à disposition, sous les références les plus conformes à ce qu'ils possèdent (rapprochement des références commerciales et des références transports et dédouanement).

♦ *Un service de prise de rendez-vous transporteur /expéditeur/destinataire*

Il inclurait les terminaux portuaires, les ports intérieurs, les entrepôts, serait couplé aux formalités spécifiques (ISPS, accès aux plateformes, accès aux entreprises) et une procédure qualité de mise à disposition des conteneurs vides applicable en carier et en merchant haulage, visant à dégager la responsabilité des transporteurs routiers.

♦ *Un service de traçabilité unités et produits*

Il permettrait non seulement d'anticiper et de suivre les déplacements de marchandises et d'unités de transports, par les fonctions de reporting offertes, mais aussi de consolider le dossier d'expédition du chargeur sous les références diverses et souvent difficiles à rapprocher (N° de conteneur, N° de BL armement, N° MRN ECS/ICS, N° MRN Delt@, N° de déclaration en Douane, N° de Lot, etc...). Dans ce lot de service de traçabilité, sont incluses les fonctions de calcul CO2. Le cas particulier de la traçabilité des remorques non-accompagnées est un besoin patent sur les ports transmanche et transméditerranéen.

♦ *Un service de dématérialisation commerciale*

Il permettrait à tous les usagers de dématérialiser les commandes, les contrats, les comptes rendus et les factures, en toute sécurité.

◆ *Un service d'archivage électronique*

Il permettrait la consolidation de documents dans des dossiers sécurisés aux normes déclinées de la directive européenne.

◆ *Des services transversaux: un service de calcul CO2, authentification et sécurisation des échanges, le certificat d'interopérabilité.*

5.2 Principes et concepts de modélisation

5.2.1 Point de départ

5.2.1.1 Modélisation dans le transport

Trois principales architectures de modélisation dans le domaine du transport des marchandises ont été identifiées et sont cohérents avec l'architecture MDSEA:

- L'architecture européenne **KAREN/FRAME**¹² (2000) avec l'objectif de proposer un guide pour la planification, la réalisation et l'implémentation des applications STI¹³. FRAME se concentre sur la complexité et l'utilisation des technologies télématiques avancées dans le système de transport, leur importance dans l'intégration et l'interopérabilité des systèmes et couvre non seulement les aspects techniques, mais aussi organisationnels, légales et les aspects d'entreprise. L'architecture FRAME comprend deux parties: la partie qui décrit les besoins des utilisateurs et la partie qui décrit la vue fonctionnelle. L'architecture FRAME est divisée en 8 domaines fonctionnels (e.g Le paiement électronique, management du trafic, etc.). Chaque domaine fonctionnel contient des Fonctions, Flux d'informations, Archivage des données. Certaines architectures sont dérivées de KAREN/FRAME: l'architecture TelemArk¹⁴ en Finlande et Actif¹⁵ en France, ou l'architecture ARKTRANS¹⁶ (2004) en Norvège. L'architecture SMARTFREIGHT (2008-2011) a été développée plus récemment sur la base d'ARKTRANS et traite de la gestion du transport de marchandises dans un cadre urbain.

¹² www.frame-online.net

¹³ Système de Transport Intelligent

¹⁴ http://www.transportal.fi/Hankkeet/tetra/TETRA/H8/t8_05.pdf;

http://www.transportal.fi/Hankkeet/tetra/TETRA/H8/t8_16.pdf

¹⁵ <http://www.its-actif.org/spip.php?rubrique4>

¹⁶ Marit Natvig, Hans Westerheim, Geir Frode Skylstad: ARKTRANS - The Norwegian system framework architecture for multimodal transport systems supporting freight and passenger transport. SINTEF report STF90 A05008, 2004-10-02.

- THEMIS¹⁷ (2000-2004) (Thematic Network in Optimising the Management of Intermodal (Freight) Transport Services) a développé une architecture multimodale commune FFF (Freight Functional Framework), couvrant les aspects business et la gestion de la chaîne de transport, la gestion des terminaux et la gestion de la flotte. L'architecture FFF développe un système de référence concernant : les rôles des acteurs, les fonctionnalités et les flux d'information.
- Freightwise¹⁸(2006-2010), DiSCwise¹⁹, e-Freight (2010-2014) traitent les aspects du management du transport de marchandise et du cadre d'échange d'information avec une attention particulière pour les petites et moyennes entreprises. A la base de tous ces projets se trouve le cadre appelé FREIGHTWISE Framework (FWF) validé dans des nombreux études de cas. L'architecture FWF décrit 5 domaines fonctionnels (la demande de transport, gestion du transport et de la manutention, support et contrôle à bord, la gestion de l'infrastructure de transport, régulation et le support du transport). Les projets DiSCwise et e-Freight ont continué de développer le cadre FWF en améliorant les points faibles du cadre.

La Figure 14 résume la couverture thématique de chaque projet dans le cadre du transport de marchandises.

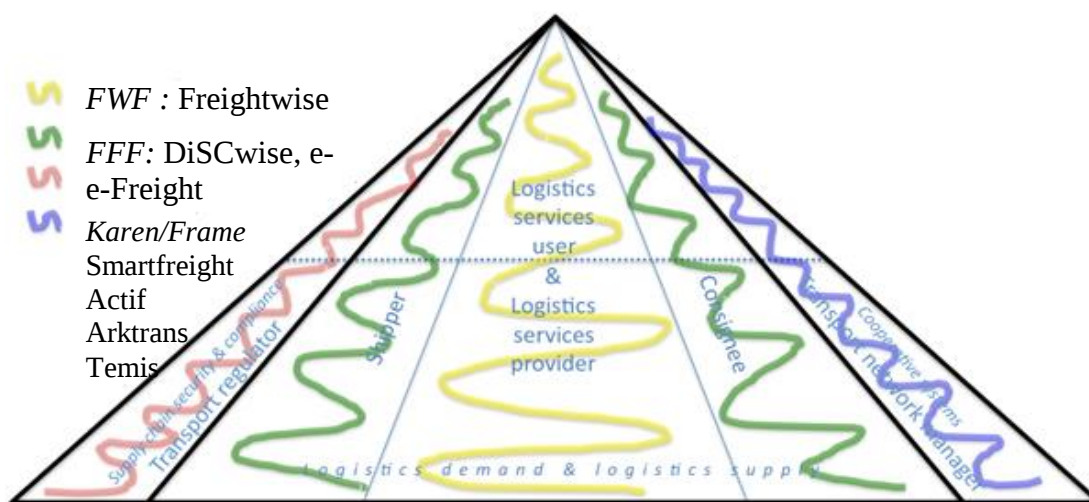


Figure 14 : Le domaine de couverture des projets (adapté du projet Discwise, 2011)

¹⁷ <http://hermes.civil.auth.gr/themis>

¹⁸ <http://freightwise.tec-hh.net/>

¹⁹ <http://www.discwise.eu/>

Les architectures développées dans ces projets permettent de représenter plusieurs aspects de la chaîne logistique:

1. Aspects conceptuels globaux : Modèle de référence, Rôles
2. Les aspects logiques: Vue fonctionnelle, Vue informationnelle, Vue processus
3. Aspects techniques : Vue physique, Vue communication.

Les éléments pris en compte dans les trois architectures concernent les rôles, les fonctions, flux d'information, processus et stock de données (Table 4).

Table 4: Les éléments pris en compte dans les trois architectures.

Eléments	FRAME/KAREN	FFF	FWF	Pertinence Noscifel
Rôles		✓	✓	✓
Fonctions	✓	✓	✓	✓
Flux d'informations	✓	✓	✓	✓
Processus		✓	✓	✓
Stock de données	✓		✓	✓

Cependant, toutes ces architectures ne recommandent aucun formalisme de modélisation précis.

5.2.1.2 Les concepts du niveau BSM du modèle MDSEA

Comme nous avons déjà évoqué, le modèle MDSEA permet une modélisation à trois niveaux d'abstraction :

- Le niveau BSM décrit les besoins et les spécificités de l'utilisateur final d'un service,
- Le niveau TIM décrit les spécificités détaillées d'un service en fonction de besoins évoqués au niveau BSM.
- Le niveau TSM est orienté vers l'implémentation et la réalisation d'un service.

Dans le cadre du projet NOSCIFEL, la modélisation permettra de formaliser les niveaux BSM et TIM d'un service de transport de marchandises.

Une liste d'éléments fondamentaux du niveau BSM a été dressée dans le modèle MDSEA, Figure 15: Service, Produit, Les clients, Partie prenante, Fonctions, Ressources, Processus, Business, Organisation, Décision, Variable de décision, Objectifs, Indicateur de performance.

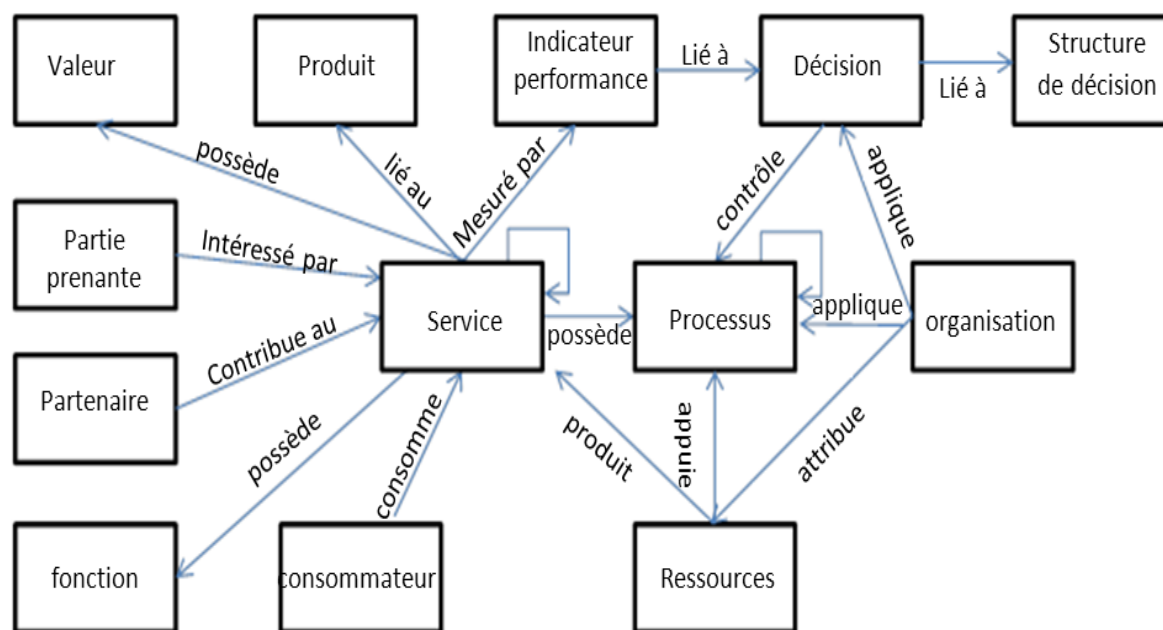


Figure 15: Les concepts des systèmes de transport

Les listes des concepts proposés dans le cadre des projets de transport et dans la représentation du système de service avec MDSEA seront développées et adaptées dans le projet NOSCIFEL.

5.2.2 La méthode de modélisation NOSCIFEL

Pour modéliser le service transport, nous devons définir:

- Les concepts associés au système de transport
- Les étapes de la méthode de modélisation
- Un exemple de modèle de système de transport, en utilisant la SLM TOOL BOX développé dans le projet MSEE

La proposition que nous faisons devra être validée à travers les applications qui seront réalisées avec les cas transports.

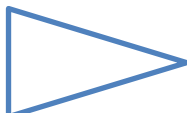
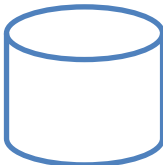
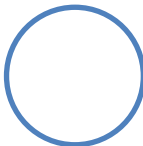
5.2.2.1 Les concepts

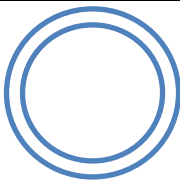
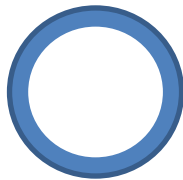
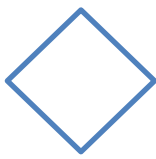
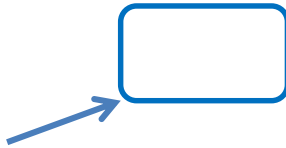
Cette liste de concepts est issue des considérations précédentes concernant les systèmes de transport et des langages de modélisation que nous avons choisi de sélectionner au niveau BSM.

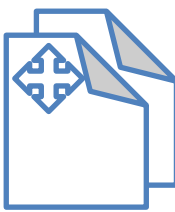
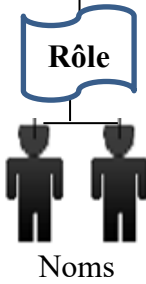
Ainsi, nous insistons sur le fait que **l'objectif ici est bien d'enrichir les méthodes actigrammes étendu star et la grille GRAI pour les systèmes de transport.**

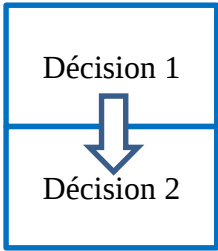
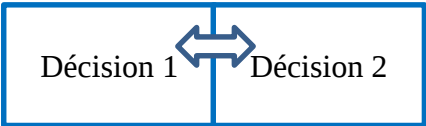
Ainsi, certains concepts (Table 5) sont déjà pris en compte dans ces méthodes et d'autres sont spécifiques aux systèmes de transport et au projet NOSCIFEL en particulier, comme le fait de devoir différencier les données cryptées et non cryptées.

Table 5 : Concepts pour la modélisation des systèmes de transport

Concepts	Description	Notation
Activité d'un processus	Un processus est un déroulement d'activités chronologiquement reliées, provoqué par un (ou des) événement (s) initiateur (s) et délivrant in fine un (ou des) résultat (s). Au cours de son déroulement, un processus peut activer d'autres processus ou sous-processus. Un processus fonctionne pour et avec des acteurs externes et des acteurs internes à l'entreprise. Les activités peuvent être internes à une organisation ou être communes (collaboratives) entre plusieurs entités. On souhaite représenter différemment les activités de transformation (forme) des activités de transport ou de stockage dans le processus.	Transformation Interne à l'entreprise 
		Transformation Collaborative 
		Transport 
		De stockage 
Base de données (propre à l'entreprise, collaborative)	Les bases de données regroupent les informations archivées ou enregistrées sur une plateforme d'échange collaborative ou interne à une entreprise.	
		
Événement	Un événement est une situation qui s'est produite dans le déroulement d'un processus. Cet événement influence le flux du processus et peut constituer une	

	cause ou une conséquence. On peut distinguer trois types d'événement : début, intermédiaire, fin.	
		
Décision dans un processus	La décision est le résultat du choix parmi plusieurs alternatives (variables de décision) avec plusieurs contraintes pour atteindre un objectif donné.	
Document	Le document représente l'objet ou support d'échange d'information entre deux activités ou deux entités.	
Message	Le message constitue l'information échangée d'une façon automatique ou manuelle entre deux ou plusieurs entités (humaine ou technique).	
Type de Flux	Les flux regroupent les échanges qui existent dans la production d'un service. Trois types de flux peuvent être identifiés dans un processus de transport : information, marchandises et financier.	Information () 
		Marchandise-produit () 
		Financier () 
Origine des flux	L'origine des flux permet d'identifier leur point de départ, la destination leur point d'arrivée d'un flux et le déclencheur un flux qui par son arrivée va déclencher l'exécution d'une activité. Les flux bilatéraux représentent un échange aller/retour entre deux activités.	D'origine 
		Déclencheur 

		D'arrivée 
		Bilatérale 
Type information	Les acteurs peuvent échanger différents types d'informations : confidentielles ou ouvertes. La transmission de ces documents peut être automatique à l'aide de messages EDI ou manuelle.	confidentielle (cryptée) 
		ouverte 
Ressources Humaines et rôles	Le concept de rôle regroupe les responsabilités des parties prenantes (une personne ou une organisation). La même responsabilité peut être attribuée à différentes parties prenantes.	Personne 
		Ressources collaboratives 

Cadre de décision	La cadre de décision représente le contexte dans lequel la décision est prise et transmise vers un autre centre de décision. Deux types de décisions ont été identifiés entre deux centres: unilatérale et bilatéral. Dans le projet Noscifel, un intérêt particulier va être porté à la représentation de la décision bilatérale ou collaborative.	Unilatéral
		 Bilatéral (décision collaborative) 

5.2.2.2 Exemple de modèles de processus et de grille GRAI

Les modèles ci-dessous décrivent un exemple de processus Figure 16 et une grille GRAI d'un système de transport, Table 6.

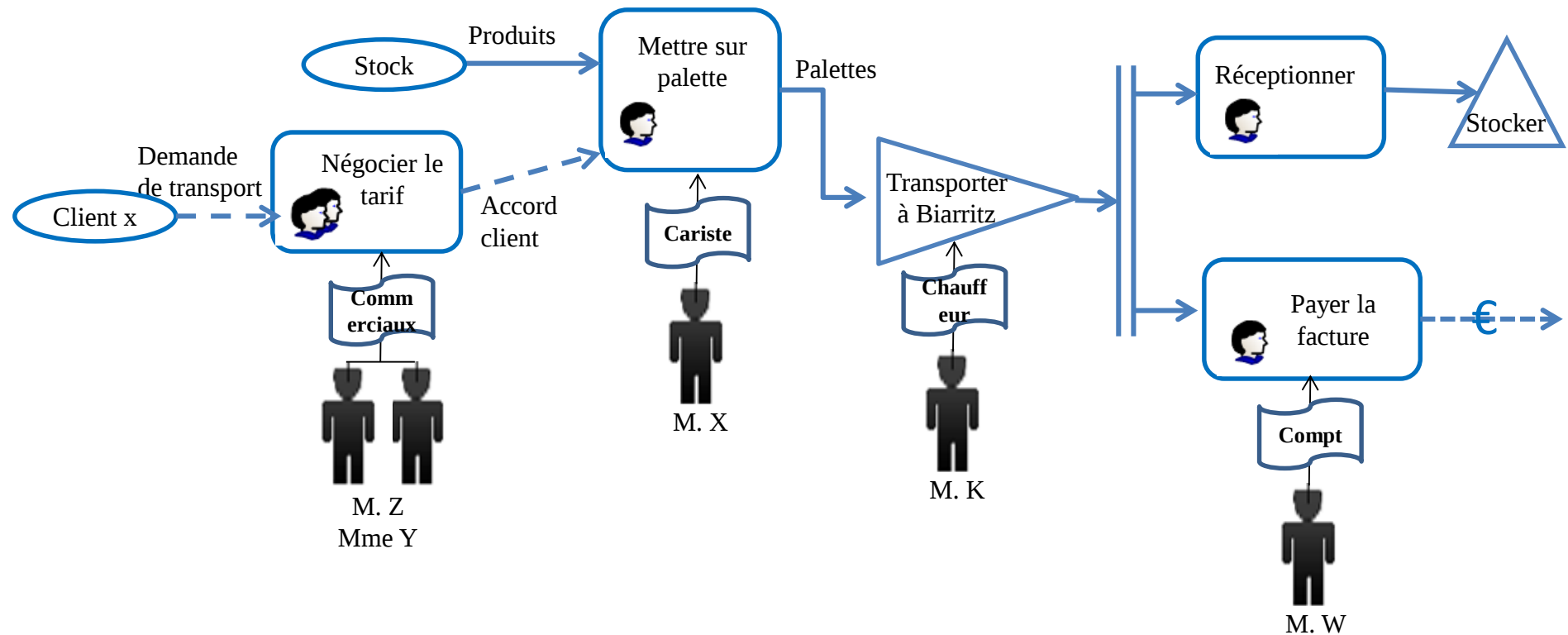


Figure 16: Exemple de processus de transport

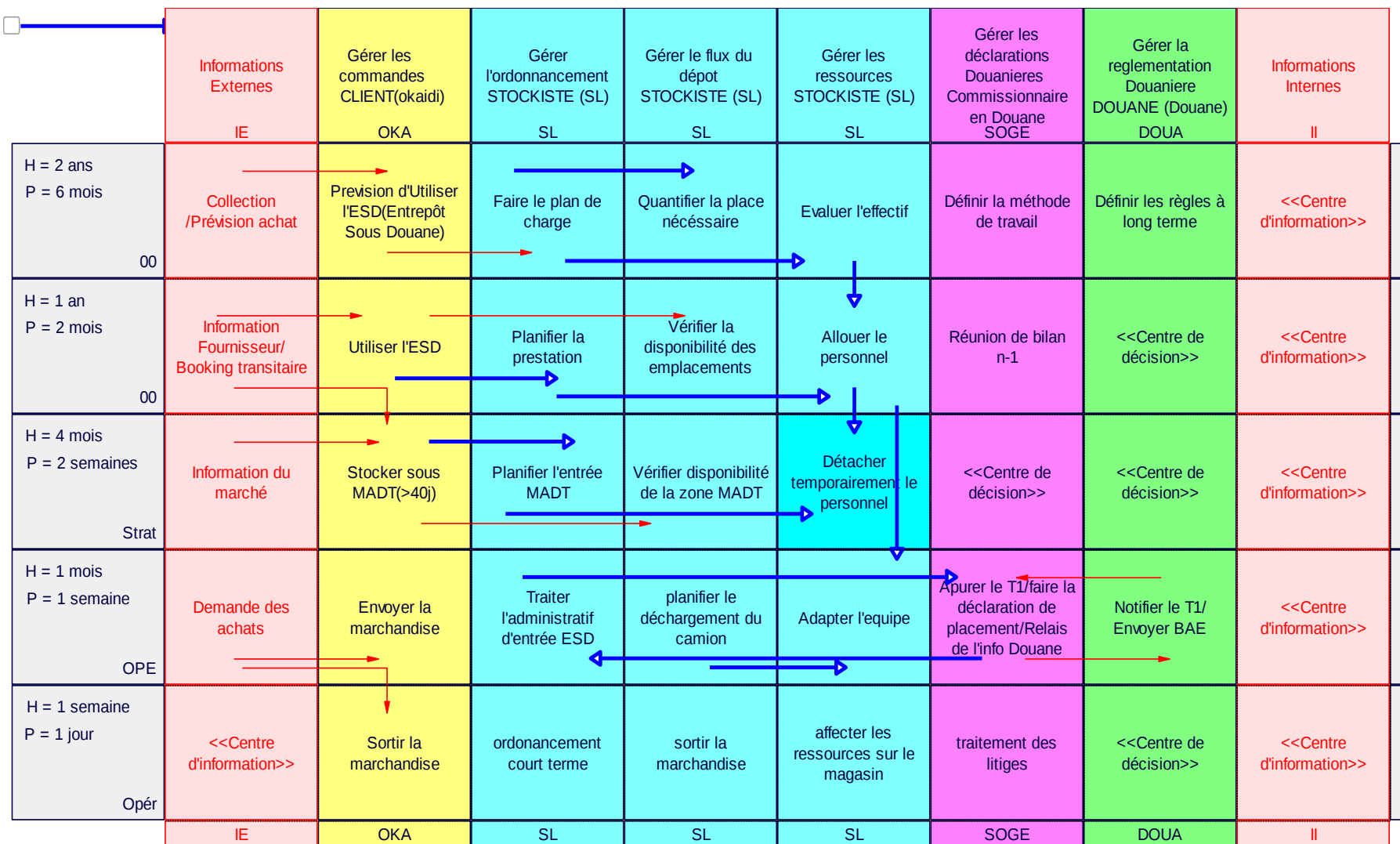


Table 6: Exemple de grille GRAI de transport

5.2.2.3 Démarche de modélisation

La démarche d'utilisation des méthodes de modélisation et de l'architecture MDSEA est présentée dans la Figure 17 ci-dessous :

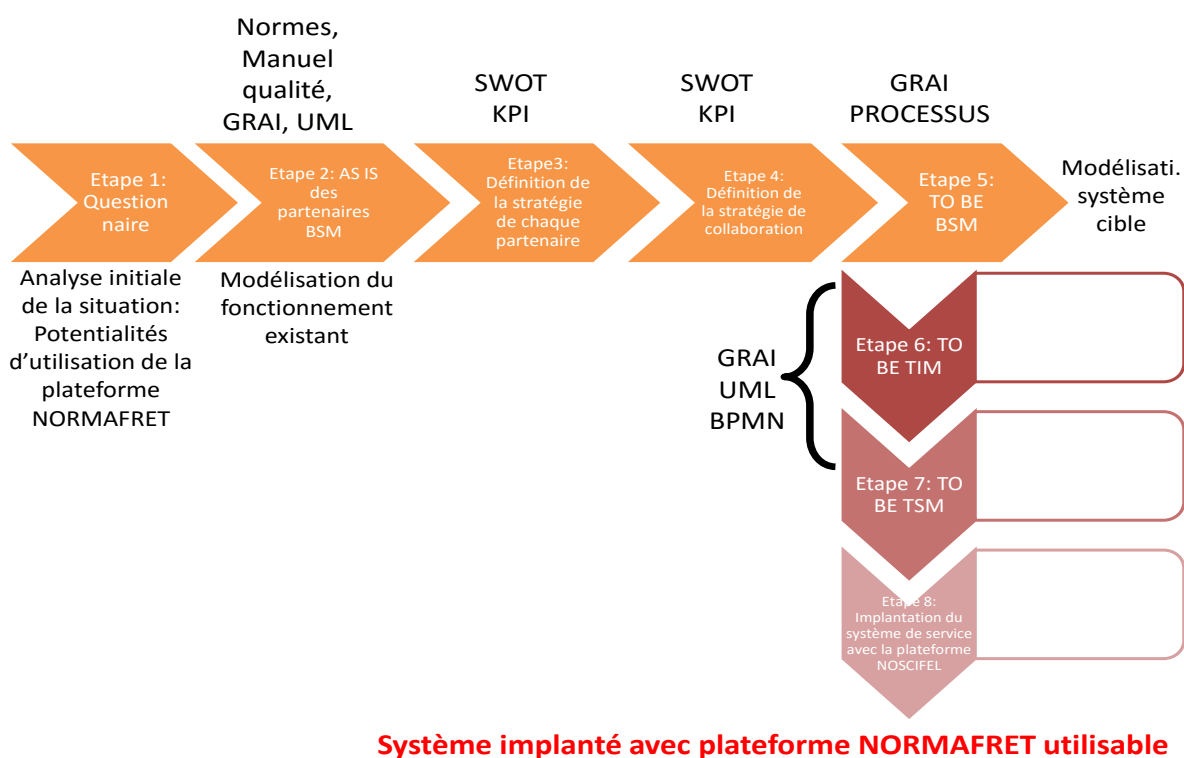


Figure 17 : La démarche de modélisation et d'implantation du système de transport

L'étape 1 sert, à l'aide d'un questionnaire, à identifier le potentiel d'un partenaire de la chaîne de transport, à utiliser la plateforme NORMAFRET développée dans le projet NOSCIFEL. Ce questionnaire pose des questions pour évaluer la performance du partenaire en termes d'interopérabilité et de maturité dans ses processus et son système d'information.

L'étape 2 a pour objectif de modéliser le fonctionnement existant dans la production du service de transport entre les partenaires identifiés. On utilise pour cela les langages présentés précédemment.

Dans **la troisième étape**, on identifie la stratégie de chaque partenaire quant à la collaboration et l'utilisation de la plateforme NOSCIFEL.

Puis, dans **la quatrième étape**, la stratégie de collaboration de l'ensemble de la chaîne des partenaires dans la production du service, est élaborée.

La cinquième étape réside dans la construction du futur modèle de collaboration entre les acteurs du système de service à travers l'utilisation de la plateforme NOSCIFEL.

La sixième étape est la transformation des modèles de niveau BSM au niveau technique TIM. La transformation des activigrammes étendus en BPMN 2.0 permet d'obtenir des modèles plus détaillés.

Ensuite, ces modèles peuvent être enrichis par des modèles UML au niveau TIM.

Enfin, **à l'étape 7**, le niveau TSM est concerné et les modèles très détaillés.

6 Conclusion

Ce livrable a présenté une méthodologie de modélisation d'un système de transport basée sur le modèle GRAI et l'architecture MSDEA dédié aux services.

Cette méthodologie a ensuite été adaptée pour permettre d'être cohérente avec les résultats du lot 1 du projet et les différentes contributions sur les systèmes de transport.

La méthode met aussi en avant les concepts nécessaires à modéliser pour permettre à chaque partenaire d'utiliser la plateforme NOSCIFEL.

Cette méthodologie doit maintenant être testée sur les trois cas réels du projet.

L'adaptation de la TOOL BOX développée par le projet NOSCIFEL sera également entreprise.

7 Bibliographie

Gadrey, J. (1994). Les relations de service dans le secteur marchand. In J. de Bandt, & J. Gadrey (Eds.), *Relations de service, marchés de services* (pp. 23-41). Paris: CNRS Éditions.

Monfort, V., et S. Goudeau (2004). *Web services et interopérabilité des SI*, collection InfoPro, Dunod.

Eiglier, P., et E. Langeard (1987). *Servuction, le marketing des services*, Mc Graw Hill.

Simon, H., A. (1960). *The new science of management decision*, Harper and Row publisher - New York et Evanston

Le Moigne, J., L (1977). *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*, Presses universitaires de France, Paris

Doumeingts, G., Vallespir, B., and Chen, D (1998). Decisional modelling GRAI grid. – in International handbook on information systems, Bernus P., Mertins K. and Schmidt G. ed., Berlin: Springer.

Spohrer et al. (2008). “The Service System is the Basic Abstraction of Service Science “, 41st Annual HICSS Conference Proceedings

Savy, M. (2007). Le transport de marchandises. Paris : Eyrolles.