

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN  
REPUBLIC OF CAMEROON  
*Peace – Work - Fatherland*

UNIVERSITÉ DE DSCHANG  
UNIVERSITY OF DSCHANG  
*Scholae Thesaurus Dschangensis Ibi Cordum*

BP 96, Dschang (Cameroun) – Tél./Fax (237) 233 45 13 81 Website  
: <http://www.univ-dschang.org>.  
E-mail : [udsrektorat@univ-dschang.org](mailto:udsrektorat@univ-dschang.org)



INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE  
FOTSO VICTOR DE BANDJOUN  
FOTSO VICTOR UNIVERSITY  
INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Département de Génie Informatique  
*Department of Computer Engineering*

BP 134, Bandjoun – Tél./Fax (237) 99 31 61 30 / 70 64 23 92  
Website : <http://www.univ-dschang.org/iutfv/>  
E-mail : [iufv-bandjoun@univ-dschang.org](mailto:iufv-bandjoun@univ-dschang.org)

# Support de Cours, TD et TP

## SYSTÈME D'INFORMATION 2

*Année académique 2019-2020*

# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE 1 LE SYSTEME D'INFORMATION DANS L'ENTREPRISE.....</b>	<b>5</b>
1- INTRODUCTION.....	5
2- CONTRIBUTION DE LA SCIENCE DES SYSTEMES .....	5
3- MODELISATION SYSTEMIQUE DE L'ENTREPRISE .....	5
4- LES FONCTIONS DU SYSTEME D'INFORMATION DANS L'ENTREPRISE .....	6
5- INFORMATISATION D'UN SYSTEME D'INFORMATION .....	7
6- STATIQUE ET DYNAMIQUE DU SYSTEME D'INFORMATION .....	7
7- LES TROIS COMPOSANTES DE MERISE .....	8
8- DIFFERENTS TYPES DE SYSTEMES D'INFORMATION ET LA METHODE MERISE.....	11
<b>CHAPITRE 2 : DECOUPAGE EN DOMAINES ET ANALYSE DES FLUX.....</b>	<b>12</b>
1- DECOUPAGE EN DOMAINES .....	12
2- ANALYSE DES FLUX .....	12
3- UTILISATION DE L'ANALYSE DES FLUX POUR LE DECOUPAGE EN DOMAINES .....	14
<b>CHAPITRE 3 : MODELISATION CONCEPTUELLE DES TRAITEMENTS ET MOT.....</b>	<b>17</b>
1. INTRODUCTION : NOTIONS DE TRAITEMENT DANS MERISE .....	17
2. FORMALISME DE MODELISATION DES TRAITEMENTS .....	17
3. MODELISATION ORGANISATIONNELLE DES TRAITEMENTS.....	21
<b>CHAPITRE 4 : MODELISATION CONCEPTUELLE DES DONNEES.....</b>	<b>24</b>
1. INTRODUCTION.....	24
1. ». FORMALISME DE DESCRIPTION DES DONNEES AU NIVEAU CONCEPTUEL.....	24
2. TYPES ET SOUS-TYPES D'ENTITES : SPECIALISATION/GENERALISATION .....	25
3. LES CONTRAINTES ENSEMBLISTES.....	26
4. HISTORISATION.....	30
5. CYCLE DE VIE DES OBJETS .....	31
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>32</b>

# 1. INTRODUCTION

La conception d'un système d'information n'est pas évidente car il faut réfléchir à l'ensemble de l'organisation que l'on doit mettre en place. La phase de conception nécessite des méthodes permettant de mettre en place un modèle sur lequel on va s'appuyer. La modélisation consiste à créer une représentation virtuelle d'une réalité de telle façon à faire ressortir les points auxquels on s'intéresse. Ce type de méthode est appelé *analyse*. Il existe plusieurs méthodes d'analyse, la méthode la plus utilisée étant la méthode MERISE.

La méthode Merise, méthode de conception et de développement de systèmes d'information informatisés, a maintenant plus de vingt ans. Indiscutablement, elle constitue une étape importante en ingénierie des systèmes d'information.

A l'heure où l'information n'est plus seulement considérée comme une ressource opérationnelle mais aussi comme une ressource stratégique pour l'entreprise, son système d'information devient un facteur de différenciation par rapport à ses concurrents. C'est par sa culture et son système d'information performant que l'entreprise pourra s'adapter à son environnement concurrentiel. C'est dire toute l'importance des méthodes de conception et de développement de systèmes d'information mises en œuvre dans l'entreprise.

Concevoir un système d'information, réaliser les applications informatiques supportant ce système d'information, constituent un ensemble, une suite de tâches complexes. A l'instar d'un produit industriel, un système d'information et son logiciel associé s'inscrivent dans la durée. D'une approche artisanale s'appuyant essentiellement sur un savoir-faire individuel, l'informatique a progressivement été confrontée aux contraintes d'industrialisation afin d'assurer la qualité et la pérennité de ses productions logicielles.

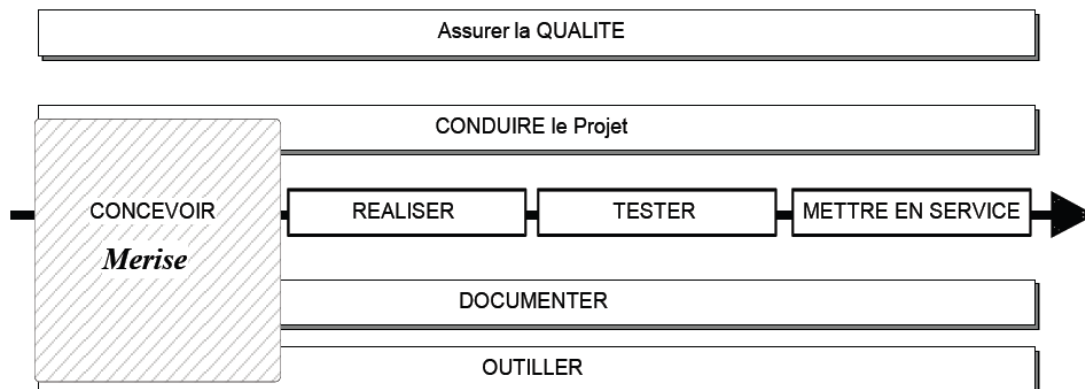
Pour assurer ce développement de systèmes d'information, différents "métiers" (utilisateurs, experts, organisateurs, informaticiens, ...) interviennent ensemble dans un processus de production, constitué de différentes activités exercées dans un environnement organisationnel et technique. Coordonner, ordonnancer ces différentes activités dans un souci de professionnalisme (c'est-à-dire être capable de maîtriser et reproduire le processus de production) relève de l'ingénierie informatique.

Aujourd'hui, sous le terme d'ingénierie informatique, on réunit en général l'ingénierie de systèmes d'information et le génie logiciel (figure 0.1).

Le terme **Génie Logiciel** (Software Engineering) regroupe l'ensemble des méthodes, techniques et outils de développement de logiciel. Le génie logiciel est d'abord une discipline centrée sur la maîtrise de la technique informatique, et concerne essentiellement un public d'informaticiens.

Le terme d'**Ingénierie de Systèmes d'Information** (Requirement Engineering ou User Engineering) est bien plus récent, il n'est apparu qu'au début de la décennie 90. L'ingénierie de systèmes d'information vise à transformer les besoins et attentes des utilisateurs en spécifications formalisées d'une future application informatique.

L'ensemble des activités de l'ingénierie informatique peut être présenté selon le schéma illustré dans la figure ci-dessous.



La contribution de la méthode Merise se situe principalement en support à une activité de conception.

L'élaboration et l'usage de méthodes pour la réalisation d'objets artificiels (conçus et réalisés par l'homme) se retrouve dans de nombreux domaines tels que le génie civil, le génie chimique, le génie mécanique, la gestion et l'informatique. Dans la mise en oeuvre de techniques, face aux tâtonnements d'une démarche intuitive, tirant les enseignements des succès et échecs antérieurs, les concepteurs ont progressivement synthétisé leurs expériences. Sous certaines conditions, ce savoir-faire devient une méthode.

Mais qu'est-ce qu'une méthode ? Plusieurs définitions peuvent en être données comme l'indique le petit Robert. ***Une méthode peut être*** "une marche, un ensemble de démarches que suit l'esprit pour découvrir et démontrer la vérité (dans les sciences)",

***ce peut être aussi*** "un ordre suivi pour exécuter quelque ouvrage de l'esprit et l'arrangement qui en résulte".

***C'est encore*** "un ensemble de démarches raisonnées, suivies pour parvenir à un but".

***On peut définir une méthode comme*** "un ensemble des règles, des principes normatifs sur lesquels reposent l'enseignement, la pratique d'un art".

***Enfin ce peut être*** "le livre, l'ouvrage exposant de façon graduelle ces règles, ces principes".

La nature spécifique du système d'information, à la fois objet "naturel" et objet "artificiel" comme nous le verrons plus loin, nous conduit à définir une méthode pour leur conception comme avant tout un schéma de réflexion fournissant au concepteur un guide continu indiquant la manière d'aborder les problèmes. C'est ce que nous appelons les principes généraux de la méthode.

La façon de mettre en oeuvre ces principes généraux au cours du processus de conception se concrétise par une démarche, proposant une succession progressive d'étapes. Cette démarche est fréquemment appuyée sur des raisonnements qui permettent de mettre en oeuvre plus aisément la démarche.

Ces raisonnements sont soit l'émanation directe des principes généraux et constituent ainsi l'originalité de la démarche, soit plus généraux et adaptés aux principes de la méthode.

Pour conduire ces raisonnements, et pour assurer la communication entre les intervenants dans le processus de conception, la méthode doit proposer des modèles : "Nous ne raisonnons que sur des modèles" et "Nous ne communiquons que par des modèles". Les modèles seront exprimés et validés en utilisant des formalismes, langages permettant de désigner et décrire tous les concepts nécessaires à la spécification des systèmes étudiés.

Ainsi une méthode est, à notre sens :

- une démarche,
- reflétant des principes généraux définis,
- proposant des raisonnements spécifiques et généraux pour manipuler des concepts aptes à donner une représentation fidèle des systèmes étudiés,
- permettant une utilisation efficace grâce à une structure d'équipe, une répartition des rôles et des outils logiciels adaptés.

Le cours s'articule autour de 5 grands chapitres :

- ✓ Le chapitre I présente les principes généraux et les fondements théoriques de la méthode Merise.
- ✓ Le chapitre II porte sur l'étude des systèmes d'information avec Mérisé. Nous présentons ici le découpage d'un SI en domaine, l'analyse des flux afin de recenser les besoins.
- ✓ Le chapitre III traite du modèle conceptuel de traitement et du modèle organisationnel de traitement, raisonnements mis en œuvre au niveau traitement de données..
- ✓ Le chapitre IV porte sur le modèle conceptuel de données. Ici nous nous intéressons aux concepts objets issus de Mérisé 2. Nous abordons aussi la notion de cycle de vis objet (CVO)
- ✓ Le chapitre V se focalise sur les modèles organisationnels de données et le modèle logique de traitement.
- ✓ Nous terminerons cette étude par une étude de cas qui montre comment mettre en œuvre la démarche Mérisé.

# Chapitre 1 Le système d'information dans l'entreprise.

## 1- Introduction

L'entreprise est un système complexe dans lequel transitent de très nombreux flux d'informations. Sans un dispositif de maîtrise de ces flux, l'entreprise peut très vite être dépassée et ne plus fonctionner avec une qualité de service satisfaisante. L'enjeu de toute entreprise qu'elle soit de négoce, industrielle ou de services consiste donc à mettre en place un système destiné à collecter, mémoriser, traiter et distribuer l'information (avec un temps de réponse suffisamment bref). Ce système d'information assurera le lien entre deux autres systèmes de l'entreprise : le système opérant et le système de pilotage.

## 2- Contribution de la science des systèmes

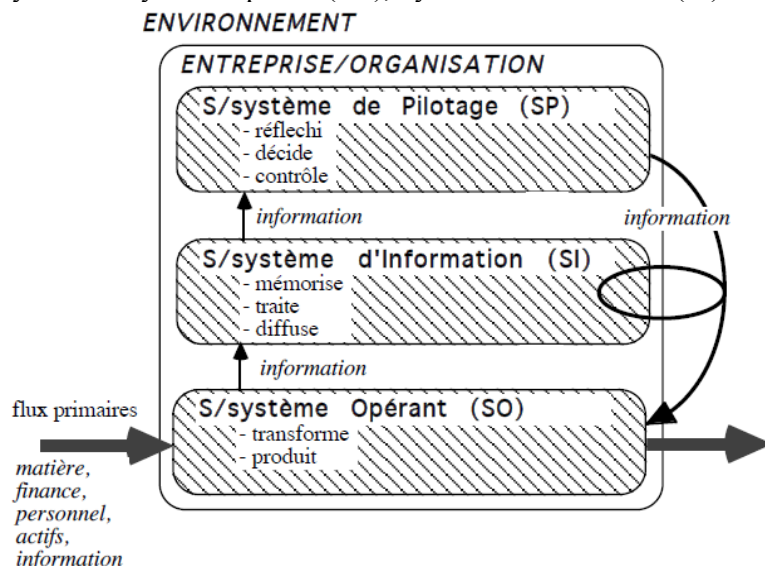
La science des systèmes, appelée aussi systémique, est une discipline scientifique autonome récente. Elle prend ses racines principalement dans la théorie des systèmes, la théorie de la commande, la théorie du contrôle, la cybernétique. La systémique a pour projet "*la modélisation des phénomènes perçus ou conçus complexes : modélisation, à fin d'anticipation, d'éventuelles interventions intentionnelles et de leurs conséquences enchevêtrées* "

La science des systèmes a pour finalité de proposer des modèles pour l'action ou la compréhension d'objets ou de phénomènes complexes, dans des domaines les plus variés (biologie, sciences sociales, gestion...).

Sa contribution aux sciences de l'organisation, au management et plus particulièrement à la définition du concept de système d'information est indéniable

## 3- Modélisation systémique de l'entreprise

En nous proposant une modélisation progressive des objets, la systémique facilite la compréhension de l'entreprise, objet complexe actif et organisé. Tout corps social organisé, en particulier les entreprises ou les administrations, pourra être modélisé comme un système. La figure ci-dessous illustre la modélisation systémique de l'entreprise (ou organisation), avec ses trois sous-systèmes : système opérant (SO), Système d'information (SI) et système de pilotage (SP).



Décrivons de façon succincte le rôle de chacun de ces systèmes composant l'entreprise-système.

**Le système opérant** est le siège de l'activité productive de l'entreprise. Cette activité consiste en une transformation de ressources ou flux primaires. Ces flux primaires peuvent être des flux de matière, des flux financiers, des flux de personnel, des flux d'actifs ou enfin des flux d'information.

**Le système de pilotage** est le siège de l'activité décisionnelle de l'entreprise. Cette activité décisionnelle est très large et est assurée par tous les acteurs de l'entreprise, à des niveaux divers,

depuis les acteurs agissant plutôt dans l'activité productrice de l'entreprise, à ceux dirigeant cette dernière. Elle permet la régulation, le pilotage mais aussi l'adaptation de l'entreprise à son environnement. C'est cette activité qui conduira l'évolution, décidera notamment de l'organisation et de l'évolution des systèmes opérants et d'information.

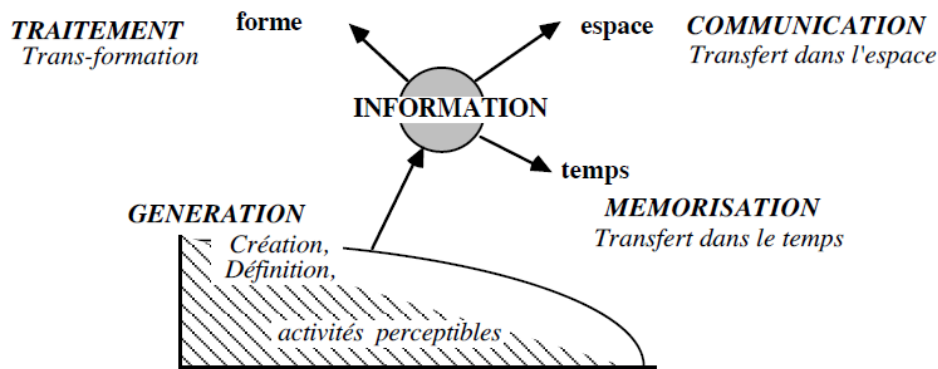
Le **système d'information** que nous considérons, pour l'instant, comme un système de mémorisation dont le rôle est de permettre au système de pilotage d'assurer ses fonctions, notamment en assurant son couplage avec le système opérant. Le paragraphe suivant traite en détail des fonctions de ce système.

#### 4- Les fonctions du système d'information dans l'entreprise

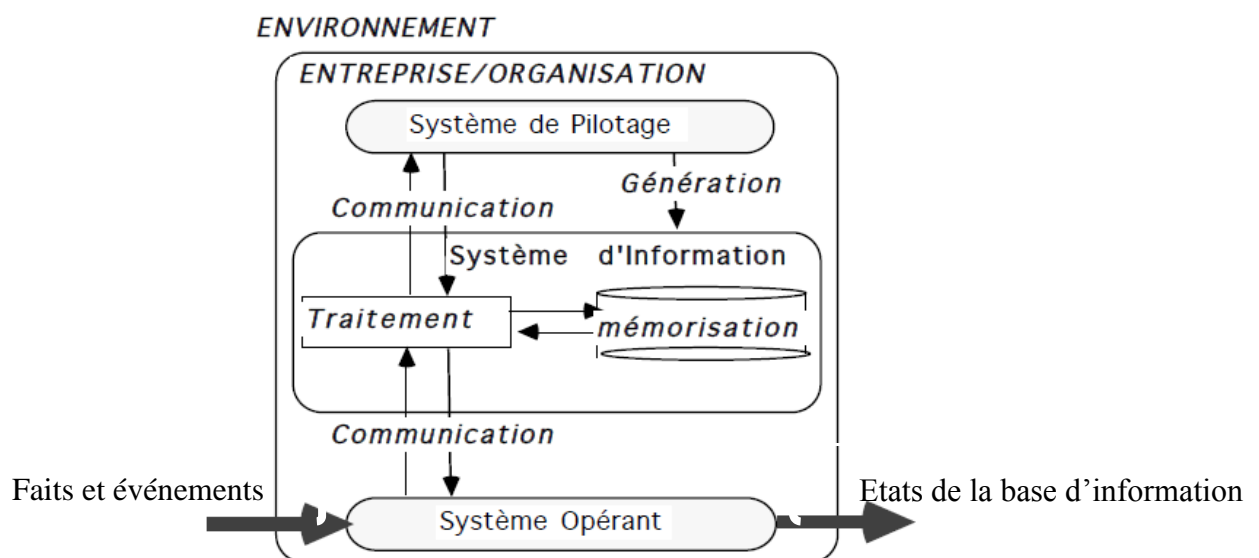
L'analyse systémique nous a permis de faire émerger la notion de système d'information comme une *représentation de l'activité du système opérant et/ou du système de pilotage*, et de ses échanges avec l'environnement, *conçue à l'initiative du système de pilotage* en fonction des objectifs à atteindre et de l'organisation choisie. Ce système d'information est destiné :

- au système de pilotage pour pouvoir connaître et maîtriser le fonctionnement du système opérant,
- au système opérant lorsque les flux transformés sont de nature "information".

Le système d'information (SI) assure dans l'entreprise, vue en tant que système, les fonctions primaires présentées dans la figure ci-dessous.



Le système d'information doit décrire (on dit encore représenter) le plus fidèlement possible le fonctionnement du système opérant. Pour ce faire, il doit intégrer une base d'information dans laquelle seront mémorisés la description des objets, des règles et des contraintes du système opérant. Cette base étant sujette à des évolutions, le système d'information doit être doté d'un mécanisme de traitement (appelé processeur d'information) destiné à piloter et à contrôler ces changements. Le schéma suivant synthétise l'architecture d'un système d'information.



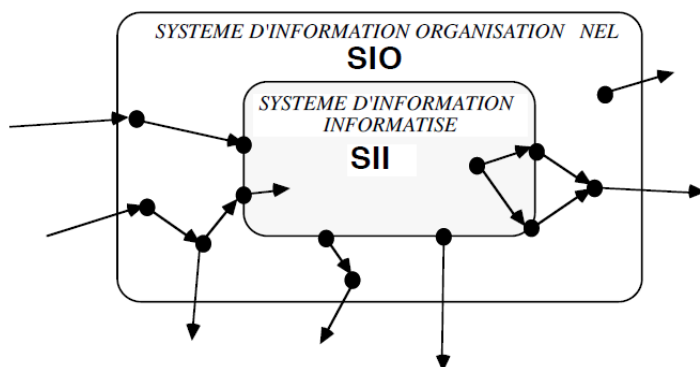
Ainsi, défini le système d'information ne fait aucune hypothèse sur les moyens le supportant; le système d'information existe indépendamment (et bien avant l'apparition) des techniques informatiques. Toutefois, ces techniques informatiques vont permettre d'amplifier les fonctions de mémorisation, de communication et de traitement des informations.

L'informatisation du système d'information comporte ainsi deux préoccupations majeures ; d'une part la compréhension et l'explicitation du système d'information (activité, information, organisation), et d'autre part la construction de logiciels (fichiers, programmes), support du système d'information.

Le processeur d'information produit des changements dans la base d'information à la réception d'un message. Un message contient des informations et exprime une commande décrivant l'action à entreprendre dans la base d'information. Le processeur d'information interprète la commande et effectue le changement en respectant les contraintes et les règles. Si le message exprime une recherche sur le contenu de la base d'information, le processeur interprète la commande et émet un message rendant compte du contenu actuel de la base d'information. Dans tous les cas, l'environnement a besoin de connaître si la commande a été acceptée ou refusée. Le processeur émet, à cet effet, un message vers l'environnement.

## 5- Informatisation d'un système d'information

Dans ce qui précède, nous avons vu que les fonctions de mémorisation, communication et traitement du système d'information pouvaient être amplifiées par les techniques informatiques. L'informatisation du système d'information conduit à distinguer dans la conception d'un système d'information deux niveaux d'étude différents.



- le niveau du *système d'information organisationnel* (SIO) qui exprime l'activité organisée associée au fonctionnement du système d'information (signification des informations, tâches humaines/informatisées),
- le niveau du *système d'information informatisé* (SII) qui ne concerne que le contenu informatisé (logiciel, fichiers ou bases).

## 6- Statique et dynamique du système d'information

Avec l'introduction des bases de données, l'idée de séparation données/traitements s'est diffusée ; elle a été adoptée par les méthodes de la deuxième génération. Notons toutefois que cette séparation est essentiellement artificielle ; les données n'ont d'usage qu'à travers les traitements, les traitements ne peuvent fonctionner sans données.

Dans la méthode Merise, nous retrouvons cette distinction entre données et traitements.

- Les données représentent *l'aspect statique du système d'information : ce qui est*.

Les données présentent, dans leur signification, une certaine stabilité et une invariance dans le temps. Cette signification (sémantique) est essentiellement déterminée par le type d'activité de l'entreprise.

- Les traitements représentent *l'aspect cinématique du système d'information : ce qui se fait*. Les traitements, et en particulier leur organisation, présentent une plus grande variabilité, en fonction essentiellement de l'évolution des besoins. Par abus de langage, on parlera de dynamique plutôt que de cinématique.

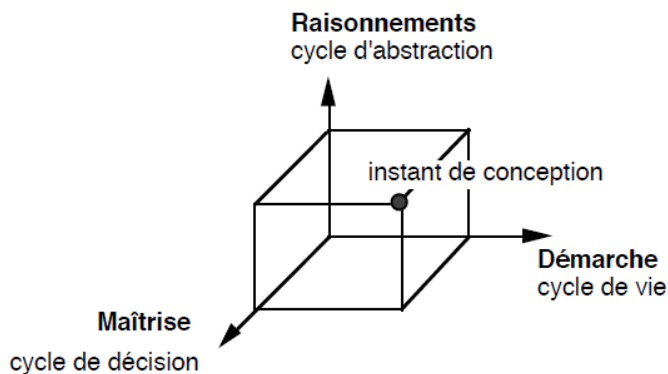


## 7- Les trois composantes de Merise

Comme nous l'avons présenté en introduction, une méthode de conception de système d'information s'inscrit dans trois dimensions exprimant :

- la démarche ou cycle de vie,
- le raisonnement ou cycle d'abstraction,
- la maîtrise ou cycle de décision.

La mise en oeuvre de la méthode Merise doit toujours se repérer par rapport à ces trois dimensions. Tout instant de la conception doit pouvoir se situer dans ce référentiel.



### 7.1 La démarche ou cycle de vie

La période de conception se découpe en trois étapes : le schéma directeur, l'étude préalable et l'étude détaillée. La période de réalisation se décompose elle aussi, en trois étapes : l'étude technique et la réalisation logicielle, la mise en service.

Nous allons décrire succinctement ces différentes étapes définies par la méthode Merise, ces étapes seront étudiées en détail dans la quatrième partie.

- **le schéma directeur** : dont le rôle est de définir, de manière globale, la politique d'organisation et d'automatisation du système d'information. Pour ce faire, il est nécessaire de répertorier l'ensemble des applications informatiques existantes à modifier et à développer. Pour rendre contrôlable et modulable ce développement, il est nécessaire de découper le système d'information en sous-ensembles homogènes et relativement indépendant. Ces sousensembles sont appelés domaines. *Par exemple, on peut trouver le domaine « Approvisionnement », le domaine « Personnel ».* Les résultats attendus à la fin de cette étape sont une définition précise des domaines, une planification du développement de chaque domaine et un plan détaillé, année par année, des applications qui doivent être réalisées.

- **l'étude préalable par domaine** : qui doit aboutir à une présentation générale du futur système de gestion (modèles des données et des traitements) en indiquant les principales novations par rapport au système actuel, les moyens matériels à mettre en oeuvre, les bilans coût – avantage. Cette étude est réalisée en 4 phases :

□ une **phase de recueil** qui a pour objectif d'analyser l'existant afin de cerner les dysfonctionnements et les obsolescences les plus frappantes du système actuel.

□ une **phase de conception** qui a pour objectif de formaliser et hiérarchiser les orientations nouvelles en fonction des critiques formulées sur le système actuel et d'autre part des politiques et des objectifs de la direction générale. Cela revient à modéliser le futur système avec une vue pertinente de l'ensemble.

□ une **phase d'organisation** dont l'objectif est de définir le système futur au niveau organisationnel : qui fait quoi ?

□ une **phase d'appréciation** dont le rôle est d'établir les coûts et les délais des solutions définies ainsi que d'organiser la mise en oeuvre de la réalisation. A cet effet un découpage en projets est effectué.

- **l'étude détaillée par projet** qui consiste d'une part à affiner les solutions conçues lors de l'étude préalable et d'autre part à rédiger, pour chaque procédure à mettre en oeuvre, un dossier de



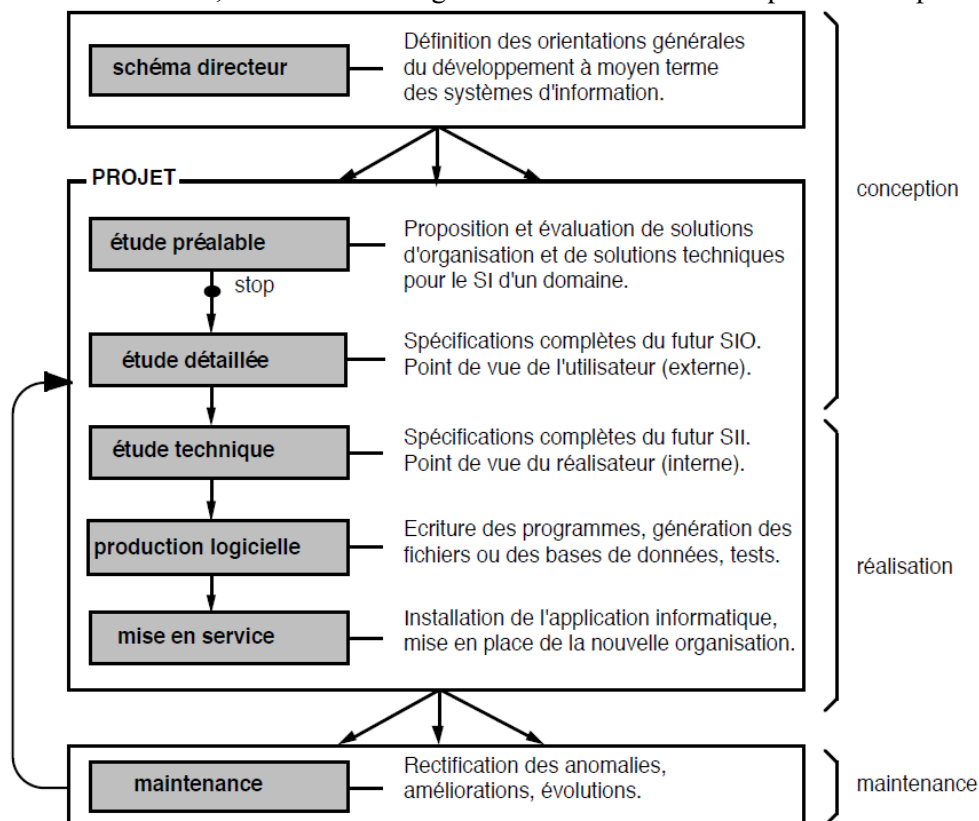
spécifications détaillé décrivant les supports (maquettes d'états ou d'écran) ainsi que les algorithmes associés aux règles de gestion... A l'issue de cette étude, il est possible de définir le cahier des charges utilisateurs qui constitue la base de l'engagement que prend le concepteur vis à vis des utilisateurs. Le fonctionnement détaillé du futur système, du point de vue de l'utilisateur, y est entièrement spécifié.

- **la réalisation** dont l'objectif est l'obtention des programmes fonctionnant sur un jeu d'essais approuvés par les utilisateurs.

- **la mise en oeuvre** qui se traduit par un changement de responsabilité : l'équipe de réalisation va en effet transférer la responsabilité du produit à l'utilisateur. Cette étape intègre en particulier la formation des utilisateurs. Après une période d'exploitation de quelques mois, la recette définitive de l'application est prononcée.

- **la maintenance** qui consiste à faire évoluer les applications en fonction des besoins des utilisateurs, de l'environnement et des progrès technologiques.

Le schéma suivant, extrait de l'ouvrage « *La méthode Merise* » reprend les étapes décrites ci-dessus.



## 7.2 Les raisonnements ou cycle d'abstraction

Lors de la conception d'un système d'information, différents problèmes peuvent se présenter, par exemple :

- la description du fonctionnement de l'activité,
- la définition de règles de gestion,
- la définition des informations,
- la répartition des traitements entre l'homme et la machine,
- l'organisation physique des fichiers,
- le découpage en transactions,
- le choix du matériel,
- la répartition des responsabilités au sein de la structure.

Ces problèmes conduisent à faire des choix de natures différentes (gestion, organisation, techniques, matériels, etc.). Aussi est-il nécessaire d'effectuer une hiérarchisation, de rassembler des préoccupations en niveaux d'intérêts homogènes.

Cette nécessité d'aborder successivement les différents types de préoccupations a conduit à proposer différents niveaux d'abstraction, ou de hiérarchisation des préoccupations.

Nous retiendrons pour Merise quatre niveaux d'abstraction:

- niveau conceptuel,
- niveau organisationnel,
- niveau logique,
- niveau physique.

Les deux premiers niveaux sont adaptés à la conception du système d'information organisationnel (SIO), les deux derniers à la conception du système d'information informatisé (SII).

	Données	Traitements	
<b>Niveau conceptuel</b>	<b>MCD</b> <i>Modèle Conceptuel de Données</i>	<b>MCT</b> <i>Modèle Conceptuel de Traitements</i>	<b>SIO</b> <i>Système d'Information Organisationnel</i>
<b>Niveau organisationnel</b>	<b>MOD</b> <i>Modèle Organisationnel de Données</i>	<b>MOT</b> <i>Modèle Organisationnel de Traitements</i>	
<b>Niveau logique</b>	<b>MLD</b> <i>Modèle Logique de Données</i>	<b>MLT</b> <i>Modèle Logique de Traitements</i>	<b>SII</b> <i>Système d'Information Informatisé</i>
<b>Niveau physique</b>	<b>MPD</b> <i>Modèle Physique de Données</i>	<b>MPT</b> <i>Modèle Physique de Traitements</i>	

A chaque niveau d'abstraction (conceptuel, organisationnel, logique, physique), pour chaque volet (données, traitements), le système d'information est représenté par un modèle (voir figure ci-dessous). Chaque modèle est exprimé dans un formalisme utilisant des concepts adaptés.

		Données	Traitements
<b>SIO</b>	<b>SYSTEME D'INFORMATION ORGANISATIONNEL</b>	<b>Niveau conceptuel</b> Modèle Conceptuel des Données <b>MCD</b> <i>Signification des informations sans contrainte technique ou économique</i>	Modèle Conceptuel des Traitements <b>MCT</b> <i>Activité du domaine sans préciser les ressources ou leur organisation</i>
	<b>Niveau organisationnel</b>	Modèle Organisationnel des Données <b>MOD</b> <i>Signification des informations avec contrainte organisationnelles et économique</i>	Modèles Organisationnels des Traitements <b>MOT</b> <i>Fonctionnement du domaine avec les ressources utilisées et leur organisation</i>
<b>SII</b>	<b>SYSTEME D'INFORMATION INFORMATISE</b>	<b>Niveau logique</b> Modèle Logique des Données <b>MLD</b> <i>Description des données tenant compte de leurs conditions d'utilisation par les traitements</i>	Modèles Logique des Traitements <b>MLT</b> <i>Fonctionnement du domaine avec les ressources et leur organisation informatiques</i>
	<b>Niveau physique</b>	Modèle Physique des Données <b>MPD</b> <i>Description de la ou des bases de données dans la syntaxe du logiciel SGF ou SGBD</i>	Modèle Physique des Traitements <b>MPT</b> <i>Architecture technique des programmes</i>

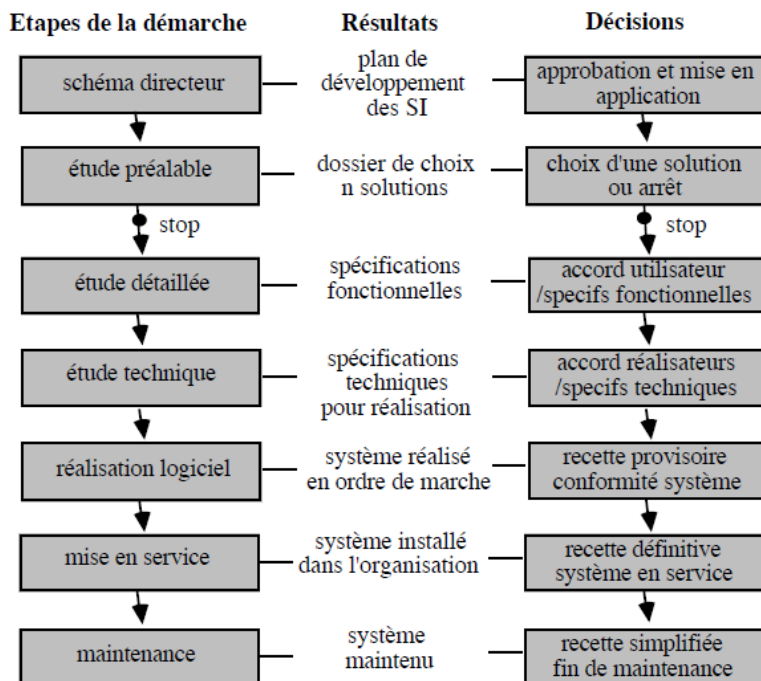
■ préoccupations du gestionnaire-utilisateur

□ préoccupations de l'informaticien

### 7.3 La maîtrise du projet ou cycle de décision

La répartition des rôles entre ces différents partenaires, les diverses décisions à prendre au fur et à mesure de l'avancement du projet, la hiérarchisation des choix et les résultats à produire constituent les principaux éléments de cette maîtrise du projet.

Dans la pratique, le cycle de décision est intégré dans le cycle de vie. Cela se traduit par des résultats types à l'issue de chaque étape et par des décisions attendues, comme le montre la figure suivante :



### 8- Différents types de systèmes d'information et la méthode Merise

Dans certaines organisations, on peut trouver des formes plus intégrées du système d'information. Cette intégration peut se faire soit au niveau du système opérant, soit au niveau du système de pilotage.

- Un système d'information intégré au système opérant ne décrit plus le fonctionnement du système opérant mais il est intégré à ce fonctionnement. Par exemple dans un système de GPAO (Gestion de Production assistée par Ordinateur),

- les décisions de pilotage sont directement traduites en des décisions d'exécution de règles incluses dans une gamme opératoire.

- Un système d'information intégré au système de pilotage doit permettre d'enregistrer les décisions prises lors de diverses situations afin de rendre le pilotage plus intelligent. Ces Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (S.I.A.D) ont une architecture proche de celle des systèmes experts et font donc largement appel pour leur conception aux techniques de l'intelligence artificielle.

## Chapitre 2 : Découpage en domaines et analyse des flux

### 1- Découpage en domaines

L'analyse systémique nous a fourni une modélisation de l'entreprise échangeant et transformant des flux. L'approche par les niveaux de complexité nous a montré que l'entreprise-système résultait d'une fédération de processeurs actifs élémentaires coordonnés: le système opérant. Le système d'information est la représentation de l'activité de ce système opérant. Cette vision unitaire d'un système d'information général, même si elle traduit justement la complexité et les interdépendances internes d'un tel système, est difficilement exploitable; il faudrait aborder l'informatisation du système d'information d'une entreprise d'un seul tenant...

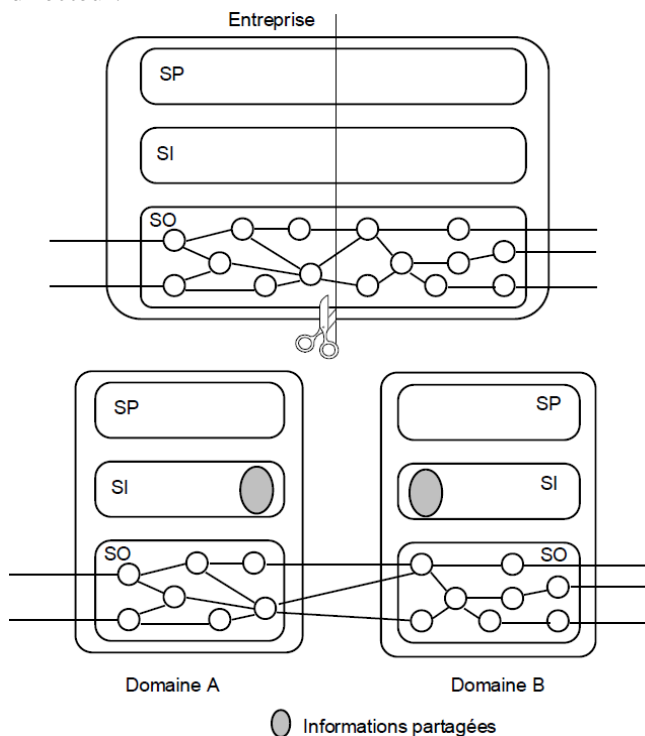
Pour tenter de réduire la complexité de modélisation d'une entreprise, et surtout pour obtenir des tailles de projet maîtrisables, on cherche à découper l'entreprise *en domaines d'activité*. Ce découpage s'effectue généralement sur la base des grandes fonctions ou activités de cet organisme : vendre, stocker, acheter, gérer du personnel, etc.

Chaque domaine est considéré comme « quasi autonome » avec son propre système opérant, son propre système de pilotage et son propre système d'information. Le système d'information général de l'entreprise n'est alors défini que comme la réunion des systèmes d'information de chaque domaine.

Ce découpage s'opère généralement au regard des activités du système opérant et/ou des finalités du système de pilotage. Cependant, les systèmes d'information résultant du découpage en domaines ne sont pas disjoints.

Comme ils entretiennent entre eux des flux, et qu'ils partagent des perceptions sur l'environnement, certaines représentations figurent dans plusieurs systèmes d'information. Il faudra alors être vigilant à la cohérence interdomaine.

Ce délicat problème de découpage en domaines, apparaissant comme prérequis à l'informatisation d'un système d'information, est normalement abordé, dans la démarche de la méthode, lors du schéma directeur.



### 2- Analyse des flux

L'approche systémique évoquée précédemment nous suggère d'analyser le système opérant de l'entreprise comme un ensemble coordonné d'« unités actives » échangeant des flux entre elles, avec le

système de pilotage et l'environnement. L'analyse des flux permet d'appréhender simplement le fonctionnement global de l'entreprise, en se focalisant éventuellement sur un ensemble d'activités concernées par l'étude, sans chercher à identifier l'origine et la stabilité de ce découpage en unités actives; la prise en compte des niveaux d'abstraction (conceptuel, organisationnel, logique, physique) s'effectuera dans les autres modèles.

## 2.1- Acteurs et flux

L'analyse des flux s'exprime avec deux concepts : l'acteur et le flux.

### ***L'acteur***

L'*acteur* représente une unité active intervenant dans le fonctionnement du système opérant. Stimulé par des flux, il les transforme, les renvoie ; un acteur «fait quelque chose », il est actif.

Dans la pratique, un acteur peut modéliser :

- un partenaire extérieur à l'entreprise (client, fournisseur...);
- un domaine d'activité de l'entreprise précédemment identifié (la comptabilité, la gestion du personnel...);
- un ensemble d'activités ou processus (liquidation, contrôle...);
- un élément structurel de l'entreprise (service, unité géographique, unité fonctionnelle...);
- le système de pilotage, ou pilote, dans ses interactions avec le système opérant ou le système d'information.

### ***Le flux***

Le flux représente un échange entre deux acteurs. Les flux peuvent être classés en cinq catégories :

- Matière (qui est transformée ou consommée)
- Finance
- Personnel
- Actif (matériel ou savoir-faire nécessaire pour exercer l'activité)
- Information

Un flux est émis par un acteur à destination d'un autre acteur.

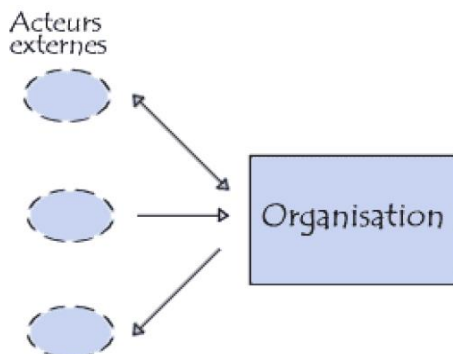
### ***Diagramme des flux***

C'est une représentation graphique (une « cartographie ») des acteurs et des flux échangés.

En l'absence de norme d'usage de symbolisation, les acteurs peuvent parfois être représentés par différents symboles selon leur nature: partenaire extérieur, domaine, processus, unité organisationnelle, ...

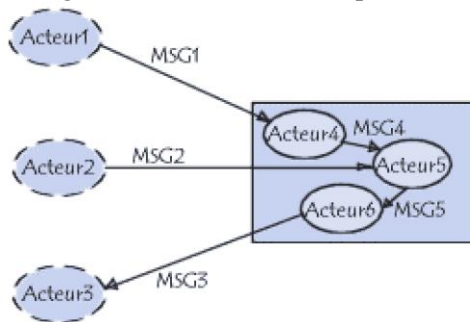
Le diagramme de contexte a pour but de représenter les flux d'informations entre l'organisation et les acteurs externes selon une représentation standard dans laquelle chaque objet porte un nom:

- l'organisation est représentée par un rectangle
- les acteurs externes sont représentés par des ellipses en pointillés
- les flux d'information sont représentés par des flèches dont l'orientation désigne le sens du flux d'information



Le flux est représenté par un lien orienté (fléché); le nom du flux étant porté par ce lien. Un diagramme des flux, s'inspirant d'un thème sur l'assurance automobile et que nous retrouverons tout au long des différentes modélisations, est présenté à la figure ci-dessous.

L'aspect visuel et la simplicité du symbolisme font du diagramme des flux un support efficace pour le dialogue avec l'utilisateur, en particulier lors des premiers entretiens.



Ce diagramme (appelé aussi **modèle conceptuel de la communication**) permet de compléter le diagramme de contexte en décomposant l'organisation en une série d'acteurs internes. Dans ce diagramme la représentation standard est la suivante:

- Les acteurs internes sont représentés par des ellipses,
- Les messages internes sont représentés par des flèches

### Matrice des flux

C'est une représentation matricielle des acteurs et des flux échangés. Les acteurs forment les lignes et colonnes du tableau. Situé en ligne, l'acteur a un rôle d'émetteur de flux ; situé en colonne, il a un rôle de destinataire de flux.

Les flux sont indiqués dans les « cases » du tableau de la figure ci-dessous, à l'intersection de la ligne de l'acteur-émetteur et de la colonne de l'acteurdestinataire.

La matrice des flux est plutôt destinée à l'usage du concepteur pour recenser les flux d'une manière systématique, en s'interrogeant à chaque case.

de	vers	assuré	cie adverse	Quittancement	encaissement	rédacteur	secrétaire	inspecteur	expert	siège
assuré					règlement prime	souscription modification	déclaration			
cie adverse										
quittancement		quittance avis								
encaissement						situation				
rédacteur				échéance						
secrétaire								dossier		
inspecteur			négociation						mission	dossier grave
expert								rapport		
siège										

## 3- Utilisation de l'analyse des flux pour le découpage en domaines

### 3.1 Diagramme brut des flux

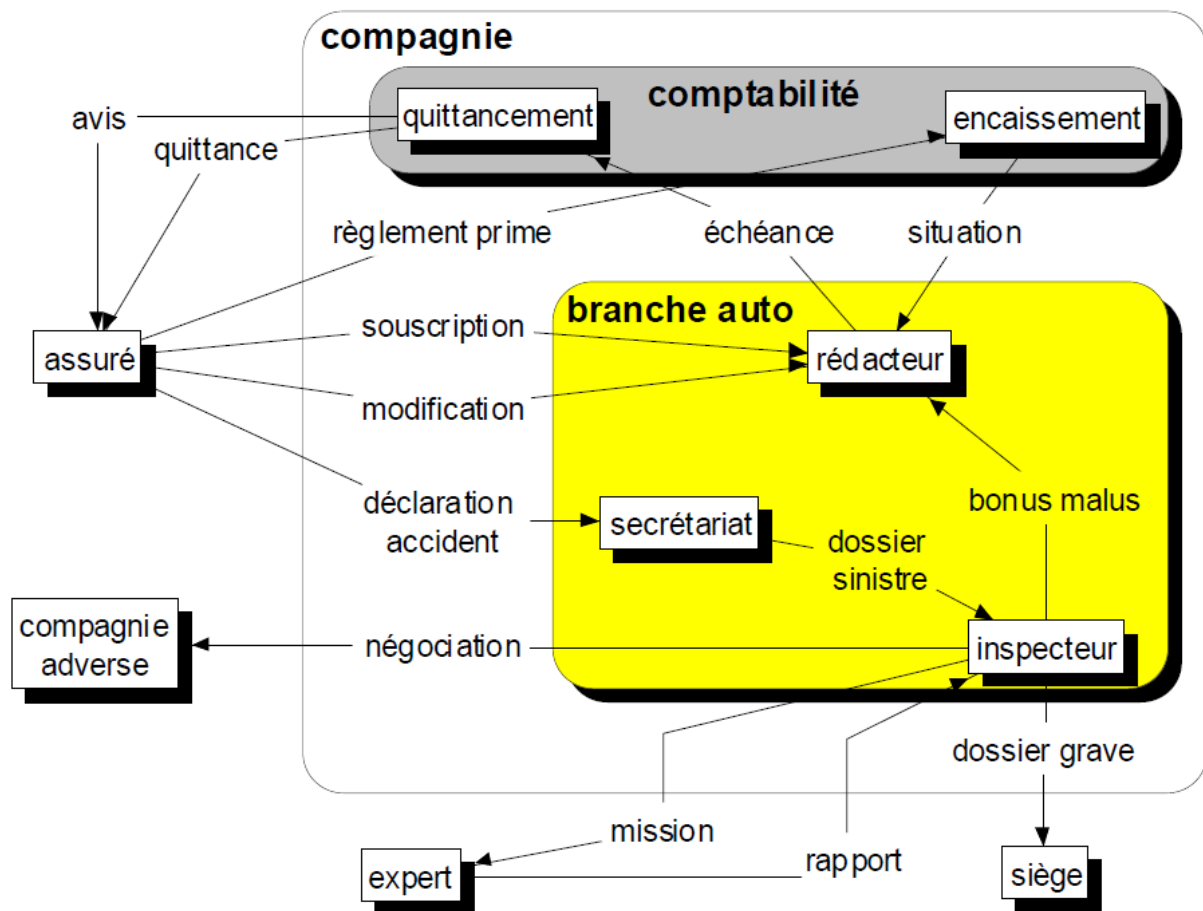
Ce diagramme est élaboré lors des premières interviews; le concepteur découvre le champ de l'étude et va utiliser l'analyse des flux pour débroussailler le domaine. La notion d'acteur s'applique à toute unité active.

La visualisation des acteurs et des flux permet alors au concepteur de regrouper les différentes unités actives qui constitueront le domaine d'activité étudié. On met ainsi en évidence deux frontières qui permettent de répartir les acteurs :

- l'entreprise,
- le domaine étudié.

On peut également percevoir certains acteurs comme l'expression d'autres domaines par ailleurs définis, ou regrouper des acteurs extérieurs au domaine étudié qui peuvent être considérés comme des domaines potentiels.

On peut faire figurer ces frontières et regroupements sur un diagramme des flux; on s'efforcera alors de mettre en évidence le domaine étudié.



L'établissement de la frontière du domaine induit une distinction entre les acteurs internes et les acteurs externes au domaine étudié.

Les **acteurs internes** traduisent fréquemment une répartition des activités, au sein du domaine, selon des choix d'organisation. Ultérieurement, nous verrons que l'abstraction nécessaire à la modélisation conceptuelle des traitements nous conduira à ne plus prendre en compte ces acteurs internes. Ils réapparaîtront éventuellement lors de la modélisation organisationnelle des traitements sous la forme de postes. En résumé, les acteurs internes n'ont qu'une existence éphémère et limitée à l'analyse des flux.

Les **acteurs externes** conservent une importance capitale dans l'étude et la modélisation du système d'information. Le domaine (vu comme système ouvert) ne « vivra » qu'avec ses échanges avec les acteurs externes. Les flux qu'ils émettent vont être des stimuli déclenchant l'activité du domaine; les flux qu'ils reçoivent sont les réponses des activités du domaine. Ces flux entre les acteurs externes et le domaine sont un des éléments stables que nous recherchons pour la conception d'un système d'information.



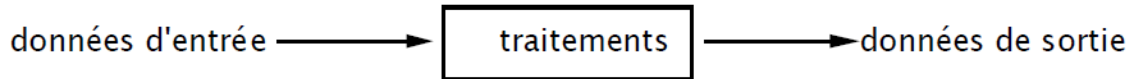
Certains de ces acteurs externes représentent souvent d'autres domaines de l'entreprise, l'étude engagée étant rarement la première pour l'informatisation des systèmes d'information. Si ces domaines sont explicitement déterminés, il est préférable de les identifier et de les représenter en tant que tels sur le diagramme des flux. En effet, les flux inter-domaines mis ainsi en évidence contribuent très tôt au maintien de la cohérence inter-domaine et à la détermination des futures interfaces.

# Chapitre 3 : Modélisation conceptuelle des traitements et MOT

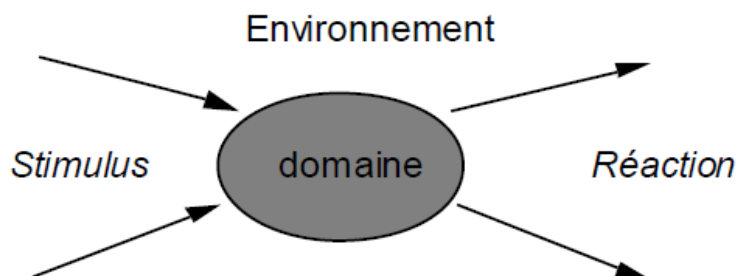
## 1. Introduction : Notions de traitement dans Merise

Il importe d'abord de lever une ambiguïté sur la compréhension du terme traitement. Qu'il provienne des premières approches de l'informatique ou de l'informatique scientifique et technique, le terme *traitement* a été souvent limité à la seule transformation de données.

Décrire le traitement revient alors à décrire l'algorithme (organigramme, arbre programmatique...)



Dans Merise, le terme traitement est plus général; il s'assimile au fonctionnement du système d'information perçu à travers ses couplages avec le système opérant et le système de pilotage. Décrire les traitements, c'est décrire les processus mis en oeuvre dans le domaine (vu comme un système) en interaction avec son environnement.



La modélisation conceptuelle des traitements a pour objectif de représenter formellement les activités exercées par le domaine, activités dont la connaissance est la base du système d'information. Elle est tournée vers la prise en compte des échanges du domaine avec son environnement (autres domaines, extérieur de l'entreprise, système de pilotage). C'est avant tout l'identification de ces échanges et des activités induites qui va contraindre et structurer le fonctionnement du domaine.

Un modèle conceptuel de traitements (MCT) exprime ce que fait le domaine, et non par qui, quand, où et comment ces activités sont réalisées.

## 2. Formalisme de modélisation des traitements

Pour décrire le niveau conceptuel, le formalisme des traitements comporte les concepts suivants :

- L'acteur
- L'événement/résultat-message
- L'état
- L'opération

### L'acteur

Comme nous l'avons déjà vu plus haut, le modèle conceptuel de traitements (MCT) formalise d'abord les activités du domaine consécutives aux échanges avec l'environnement. Les acteurs pris en compte dans un MCT sont donc uniquement les acteurs externes au domaine

L'acteur est formalisé graphiquement de la façon suivante :



### L'événement/résultat-message

Les flux reçus (stimuli) et émis (réactions) par le domaine sont respectivement modélisés en événements et résultats. Un événement est la formalisation d'un stimulus par lequel le domaine, puis

son système d'information, prend connaissance de comportements de son environnement (interne ou externe à l'entreprise). Un événement est donc émis par un acteur à destination du domaine. Un résultat est la formalisation d'une réaction du domaine et de son système d'information. Un résultat est donc émis par une activité du domaine à destination d'un acteur.

On distingue plusieurs catégories d'événements/résultats :

- *Externes*, modélisant des flux avec un acteur.
- *Décisionnel*, représentant les échanges avec le système de pilotage.
- *Temporel*, représentant des échéances.

Dans un MCT, on ne représente que des types d'événements et de résultats. A un événement ou résultat est éventuellement associé un ensemble d'informations appelé *message*. Un message est un ensemble structuré d'informations décrivant un événement/résultat type (figure 6.4). Une occurrence d'événement/résultat doit être distinguable des autres par le contenu de son message associé, ainsi que par l'instant et l'endroit où il se produit.

### **L'état**

Cette notion a été introduite dans la modélisation des traitements avec la deuxième génération. L'état modélise une situation du système d'information. Dans la description du fonctionnement des activités d'un domaine, le concepteur peut constater que l'exécution de certaines activités d'une part dépend d'une situation préalable du système d'information (un dossier doit être ouvert avant d'instruire le sinistre), d'autre part peut produire des changements d'état (après le règlement du sinistre, le dossier est clos).

L'état peut s'exprimer par:

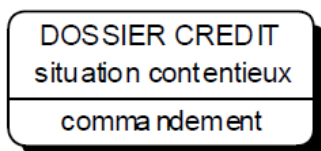
- une valeur prise par une information (statut dossier = en cours),
- le fait qu'une activité a été réalisée (calcul des pénalités effectué),
- une règle de traitement (délai de règlement dépassé de 15 j.)

Ces situations ou états du système d'information qui conditionnent le fonctionnement des activités doivent être mémorisés.

Pour la description d'un état d'un objet de données, on précisera:

- le nom de l'objet,
- le nom de l'information décrivant le type d'état,
- la valeur de l'état,
- éventuellement la règle permettant de déterminer l'état.

L'état est formalisé graphiquement de la façon suivante :



Dans la modélisation conceptuelle des traitements, les états ont un rôle vis-à-vis des activités assez proche de celui des événements et résultats. Comme un événement, un état est une condition préalable à l'exécution d'une opération; comme un résultat, un état est la conséquence conditionnelle d'une opération.

### **L'opération**

L'opération est la description du comportement du domaine et de son système d'information par rapport aux événements types. Elle est déclenchée par la survenance d'un (ou plusieurs) événement(s) et/ou d'un (ou plusieurs) états synchronisés. L'opération comprend l'ensemble des activités que le domaine peut effectuer à partir des informations fournies par l'événement, et de celles déjà connues dans la mémoire du système d'information.

La segmentation en plusieurs opérations ne se justifie que par l'attente d'informations complémentaires en provenance d'événements nécessaires à la poursuite des activités.

### **Synchronisation**

La synchronisation représente une condition de présence d'événements et/ou d'états préalables au démarrage de l'opération..

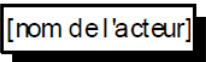
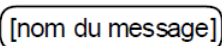
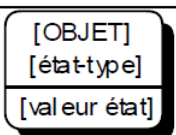
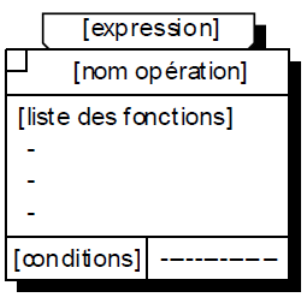
Elle se traduit par une expression logique s'appliquant sur la présence (ou l'absence) des occurrences des événements et/ou des états. L'expression logique de la synchronisation utilise les opérateurs classiques ET, OU, NON, ou toute combinaison admise par la logique.

Si la condition est vérifiée, l'opération peut démarrer et les occurrences déclencheuses (ainsi que les messages associés) sont considérées comme consommées par l'opération. Si la condition n'est pas vérifiée, la synchronisation et les occurrences d'événements présents restent en attente jusqu'à ce qu'elle soit vérifiée.

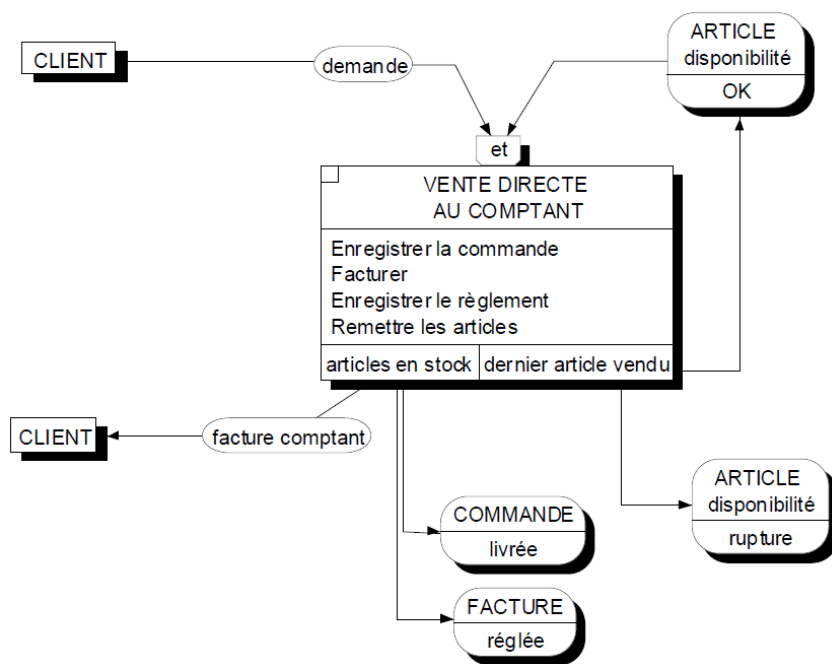
### **Description d'une opération**

L'opération est décrite par un ensemble d'activités ou fonctions élémentaires à assurer et peuvent comporter :

- des décisions,
- des règles de gestion,
- des actions sur les données mémorisées,
- des traitements sur les données,
- des actions quelconques.

Acteur	
Événement/Résultat	
Etat	
Opération	

Exemple de MCT modélisant un processus de vente aux comptants.



### Conditions d'émission

L'opération produit des résultats et/ou des états. L'émission de ces résultats et/ou états est soumise à des conditions traduites par des expressions logiques. Bien que représentée graphiquement dans la partie inférieure de l'opération, une condition peut être vérifiée à partir de toute fonction de l'opération. La présence d'une condition (un test) dans le déroulement d'activités consécutives à un ou plusieurs événements ne justifie pas, au niveau conceptuel, la segmentation en différentes opérations. Plusieurs résultats de nature et destination différentes, ainsi que plusieurs états d'objets ou d'états-types différents peuvent être émis par une même condition.

### Le processus

Le processus est un ensemble structuré d'événements, opérations et résultats consécutifs qui concourent à un même but. Il représente généralement un sous-ensemble d'activités de l'entreprise dont les événements initiaux et les résultats finaux délimitent un état stable du domaine.

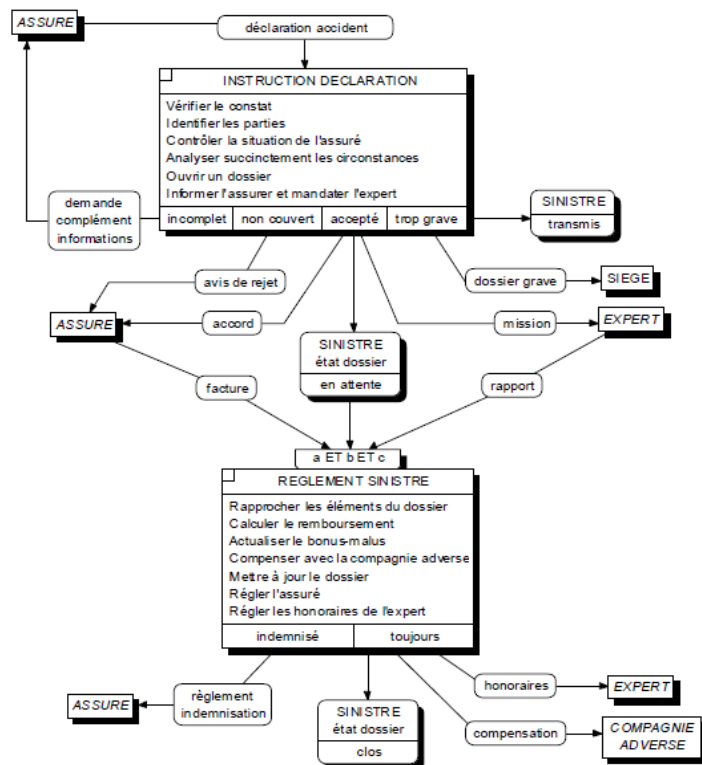
Par exemple, dans le domaine assurance auto, on pourrait distinguer 3 processus :

- La prospection
- La gestion des contrats
- La gestion des sinistres

L'analyse en termes de processus est une vision macroscopique des activités du domaine que l'on pourra modéliser spécifiquement, comme nous le verrons plus loin (voir « Modularité des modèles conceptuels de traitement »).

### Un exemple

La figure 6.6 montre un exemple de modélisation conceptuelle de traitements représentant le processus de gestion d'une déclaration amiable d'accident.



### 3. Modélisation organisationnelle des traitements

#### Introduction

Il s'agit dans ce chapitre de spécifier avec plus de détails le contenu de chaque opération conceptuelle dont l'expression des tâches était jusqu'ici très sommaire et de construire une ou plusieurs solutions d'organisation.

A la différence des modèles conceptuels (données ou traitements), l'élaboration d'un modèle organisationnel ne présente pas de difficulté théorique, liée à l'effort d'abstraction. Par contre l'extrême diversité des solutions d'organisation envisageables ou le niveau de détail nécessaire rendent cette phase parfois délicate.

Le modèle organisationnel des traitements permet de décrire les propriétés des traitements non traitées par le modèle conceptuel des traitements, c'est-à-dire: le temps, les ressources, le lieu. Le modèle organisationnel des traitements consiste donc à représenter le modèle conceptuel des traitements dans un tableau dont les colonnes sont la durée, le lieu, les responsables et ressources nécessaires à une action.

#### Formalisme de modélisation des traitements au niveau organisationnel

Malgré son importance en matière de conception de système d'information organisationnel, le MOT ne nécessite pas de formalisme spécifique; il reprend très largement les concepts du MCT, parfois réadaptés et enrichis, auxquels sont ajoutés de nouveaux concepts, dont celui de poste de travail.

La première étape du modèle organisationnel des traitements consiste à découper les opérations en **procédures fonctionnelles**, une succession de traitements déclenchée par un événement. Il s'agit donc d'associer dans un tableau: les procédures fonctionnelles, l'heure de début et de fin, le lieu du poste de travail, le responsable du poste de travail, les ressources du poste de travail.

Procédure	temps		poste de travail		
	début	durée	lieu	responsable	ressources

## Le poste de travail

Le poste de travail type, ou poste type, constitue l'une des principales dimensions du modèle organisationnel. Un poste type est un centre d'activité élémentaire du domaine comprenant tout ce qui est nécessaire à l'exécution de traitements. Pour spécifier un poste type, on décrit :

- Les compétences et aptitudes requises par les personnes intervenant dans ce poste type.
- Les caractéristiques techniques des matériels associés à ce poste
- L'aménagement général du poste et sa localisation dans l'espace

## Le Temps

On trouvera aussi plus fréquemment dans le MOT des événements *temporels* liés au rythme de l'entreprise et qui représentent des échéances. Ces événements échéances n'ont pas d'acteur émetteur explicite (il s'agit en théorie de programmation effectuée par le système de pilotage) :

- • Début / fin de mois.
- Début / fin de journée.
- Chaque jour à 11h30.
- Le 25 du mois.

A ces événements périodiques peuvent s'ajouter des événements *décisionnels* qui représentent le déclenchement de tâches à l'initiative explicite des représentants du système de pilotage (fréquemment l'exécutant de la tâche)

- Décision de relancer.
- Sur demande.

A la différence du MCT, dans un MOT, la présence d'un événement formalisant le déclenchement d'une tâche n'est pas obligatoirement représenté sur le schéma; en particulier lorsque deux tâches s'enchaînent dans le même poste, la fin de la première tâche déclenchant immédiatement la seconde. Par contre, tout changement de poste ou de phase doit faire apparaître un message ( ou un état) qui assure la transmission de l'activité.

Dans le modèle organisationnel, on accordera plus d'importance au contenu des messages en décrivant la liste et la structure des informations (surtout lors de l'étude détaillée).

## L'état

La modélisation des états reste la même qu'au niveau conceptuel; toutefois, les états sont plus fréquemment formalisés au niveau MOT.

Ils expriment des situations du système d'information, plus particulièrement au niveau des données mémorisées, et constituent :

- soit des conditions préalables à une tâche,
- soit des situations résultantes conditionnelles d'une tâche.

Ils permettent entre autre de répartir dans des procédures organisationnelles différentes des activités qui sont en fait dépendantes l'une de l'autre; l'état résultant d'une tâche étant l'état préalable d'une autre.

## La tâche

La tâche type modélise un ensemble nommé d'activités élémentaires, perçues comme homogènes, concourant à un même but.

La symbolisation graphique de la tâche reprend celle de l'opération et des concepts secondaires associés définis au niveau conceptuel : synchronisation, description et conditions d'émission.

La tâche peut également être perçue comme la décomposition d'une opération conceptuelle.

## Le degré d'automatisation de la tâche.

Le poste disposant de deux types de ressources, humaine et informatique, le degré d'automatisation traduit l'utilisation de ces ressources pour l'exécution de la tâche. On distingue ainsi trois degrés d'automatisation :

- Une tâche peut être *manuelle* (M); durant son déroulement, seule la ressource humaine est mobilisée. Par exemple, le contrôle de la déclaration d'accident, la recherche des articles dans les rayons, etc.



- Une tâche peut être **interactive** (I) ou conversationnelle (C) ; durant son déroulement, les ressources humaine et informatique sont mobilisées.

Par exemple, la saisie d'un sinistre, l'enregistrement d'une commande.

- Une tâche peut être **automatique** (A); durant son déroulement, seule la ressource informatique est mobilisée. L'intervention humaine pour le lancement ou la récupération des résultats de la tâche ne remet pas en cause le caractère automatique, car la ressource humaine n'est pas impliquée dans l'activité même de la tâche.

## Le délai de réponse de la tâche.

Ce délai exprime la rapidité de prise en compte d'une nouvelle occurrence d'événement, à condition que l'ensemble des ressources nécessaires à l'exécution de la tâche soient disponibles. On distingue deux valeurs :

- **Réponse immédiate** (I); dès la survenance de l'événement et si les ressources sont disponibles, la tâche traite l'événement.

- **Réponse différée** (D); le déclenchement de la tâche n'est pas uniquement lié à la survenance de l'événement, mais attend une condition.

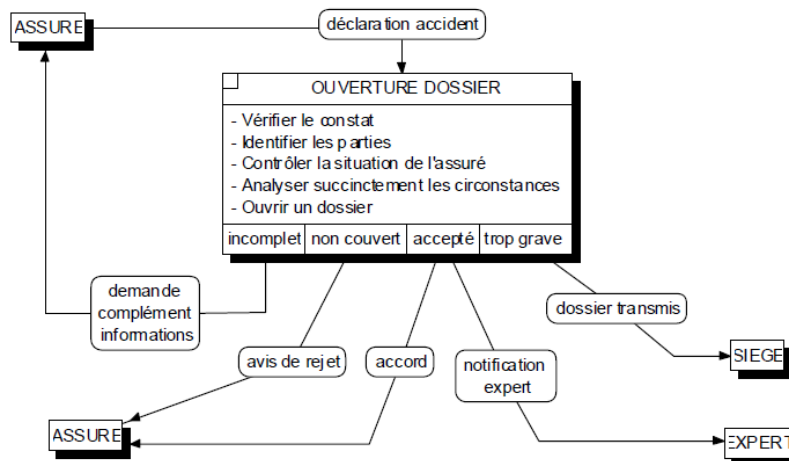
## Le mode de fonctionnement de la tâche.

Comment prend-elle en compte les différentes occurrences d'événement présentes ? Ce mode de fonctionnement peut prendre deux valeurs :

- **Unitaire** (U); la tâche et les ressources associées traitent les occurrences d'événement une par une. A la fin de la tâche, les ressources libérées redeviennent disponibles soit pour prendre une nouvelle occurrence en attente sur la même tâche, soit pour permettre à une autre tâche de démarrer.

- **Par lot** (L); la tâche et les ressources associées prennent en charge un lot (dont la taille est à préciser) et restent mobilisées jusqu'à la fin du traitement du lot.

**Exemple : Construire le MOT correspondant au MCT ci-dessous**



# Chapitre 4 : Modélisation conceptuelle des données

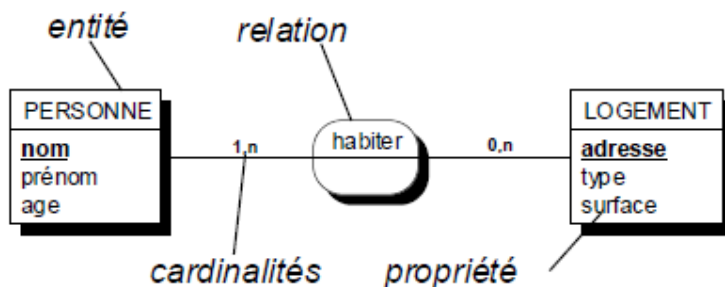
## 1. Introduction

Le modèle conceptuel des données est une représentation statique du système d'information de l'entreprise qui met en évidence sa sémantique. Il a pour but d'écrire de façon formelle les données qui seront utilisées par le système d'information. Il s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible. Cet aspect recouvre les mots qui décrivent le système ainsi que les liens existants entre ces mots. Le formalisme adopté par la méthode Merise pour réaliser cette description est basé sur les concepts « entité/association »

## 1. ».Formalisme de description des données au niveau conceptuel

Le formalisme utilisé dans Merise est désigné par entité-relation.

Ce formalisme comporte quatre concepts types de base. Deux concepts sont structuraux, l'*entité* et la *relation*; le troisième concept est descriptif, c'est la *propriété*; le quatrième qualifie la liaison entre entité et relation, c'est la *cardinalité*. Ce formalisme possède une représentation graphique présentée à la figure ci-dessous.



Une classe de relation peut lier plus de deux classes d'entité. Voici les dénominations des classes de relation selon le nombre d'intervenants:

- une classe de relation **récursive** (ou *réflexive*) relie la même classe d'entité
- une classe de relation **binaire** relie deux classes d'entité
- une classe de relation **ternaire** relie trois classes d'entité

Une classe de relation **n-aire** relie n classes d'entité. Les classes de relations sont représentées par des hexagones (parfois des ellipses) dont l'intitulé décrit le type de relation qui relie les classes d'entité (généralement un verbe). On définit pour chaque classe de relation un identificateur de la forme Ri permettant de désigner de façon unique la classe de relation à laquelle il est associé. On peut éventuellement ajouter des propriétés aux classes de relation.

### Exemple

#### GESTION DES LOGEMENTS DANS UNE AGENCE IMMOBILIERE

Une agence de location de maisons et d'appartements désire gérer sa liste de logements. Elle voudrait en effet connaître l'implantation de chaque logement (nom de la commune et du quartier) ainsi que les personnes qui les occupent (les signataires uniquement).

Le loyer dépend d'un logement, mais en fonction de son type (maison, studio, T1, T2...) l'agence facturera toujours en plus du loyer la même somme forfaitaire à ses clients. Par exemple, le prix d'un studio sera toujours égal au prix du loyer + 5000 Fcfa de charges forfaitaires par mois.

Pour chaque logement, on veut disposer également de l'adresse, de la superficie ainsi que du loyer.

Quant aux individus qui occupent les logements (les signataires du contrat uniquement), on se contentera de leurs noms, prénoms, date de naissance et numéro de téléphone.

Pour chaque commune, on désire connaître le nombre d'habitants ainsi que la distance séparant la commune de l'agence.

NB : On devra gérer l'historique de l'occupation des logements par les individus. On considèrera de plus qu'un individu ne peut être signataire que d'un seul contrat.

**TAF Proposez un MCD pour ce domaine.**

## 2. Types et sous-types d'entités : spécialisation/généralisation

Ces notions de types et de sous-types ont été intégrées au formalisme entité -relation Merise, suite aux travaux de normalisation du groupe «Conception des systèmes d'information ». Nous nous inspirerons fortement des travaux de ce groupe pour présenter ces extensions.

### Spécialisation / Généralisation

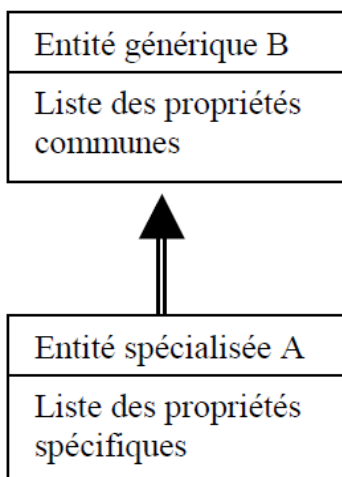
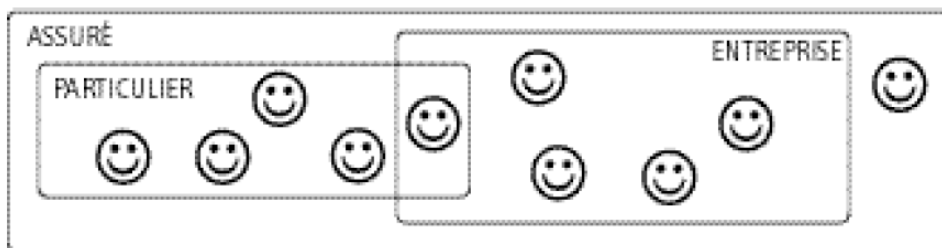
La spécialisation permet de modéliser dans une population (l'ensemble des occurrences) d'une entité, des sous-populations (sous-ensembles d'occurrences) présentant des spécificités. Ces spécificités peuvent porter sur :

- des propriétés,
- des relations,
- des appellations.

Ces sous-populations sont explicitement modélisées par des entités dites *entités sous-types* par rapport à l'*entité sur-type*.

Soit le cas d'un cabinet d'assurance gérant des assurés. Parmi ces assurés, le concepteur souhaite distinguer deux sous-populations : les particuliers et les entreprises. En tant qu'assurés, particuliers et entreprises ont des caractéristiques communes. Ils ont en outre des caractéristiques spécifiques, par exemple, la date de naissance et la profession pour les particuliers, le SIRET et la forme juridique pour les entreprises.

La spécialisation consiste tout d'abord à modéliser une entité Assuré, qualifiée de *sur-type* et comportant les propriétés communes aux assurés. Ensuite de considérer les deux entités Particulier et Entreprise comme deux spécialisations de cette entité Assuré. Particulier et Entreprise sont alors appelés *entités sous-types de l'entité sur-type* Assuré.



On dit qu'il y a **héritage simple** quand un sous-type n'a qu'un seul sur-type. Dans ce cas, toutes les occurrences du sous-type sont en même temps des occurrences de son sur-type.

### Exercice n° (Acquis : concepts de base + sous-typage)

On souhaite représenter le système d'information relatif à la composition du personnel intervenant dans un lycée. Cette description devra fournir pour chaque personnel du lycée : administratif, professeur, surveillant, etc. un numéro qui permet de l'identifier (NUMEN ?) sans ambiguïté ainsi que les données signalétiques suivantes :

- civilité,
- nom,
- prénom,
- date d'affectation dans le lycée,
- fonction : professeur, proviseur, surveillant, CPE, ...

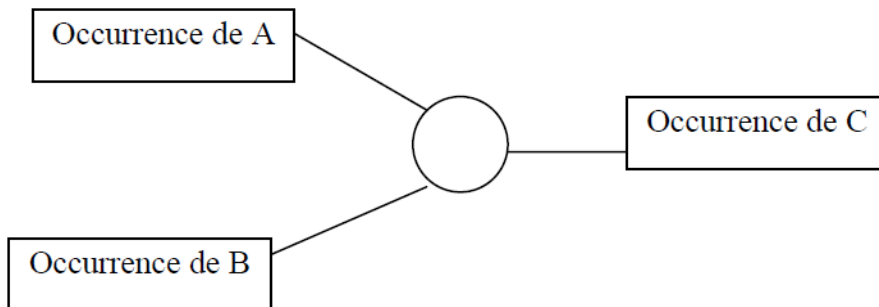
Parmi ces personnels, la représentation devra donner des renseignements supplémentaires sur les professeurs notamment la ou les discipline(s) qu'ils sont capables d'enseigner ainsi que les classes qu'il ont en charge. La notion de professeur principal devra être aussi modélisée.

Compléter le modèle conceptuel des données suivant et mentionner sous forme de commentaires les contraintes qui sont non exprimables par les concepts de base.

### 3. Les contraintes ensemblistes

Ces formalismes vont permettre d'exprimer des contraintes sur des ensembles d'occurrences d'entités ou d'associations. On peut considérer que c'est le plus grand apport de Merise 2. Si la notion d'ensemble d'occurrences d'une entité ne pose aucun problème, il convient d'apporter certaines précisions sur l'ensemble des occurrences d'une association.

Considérons pour cela une association ternaire reliant trois entités A, B et C. Une occurrence de cette association est un lien « tri-pattes » qui relie une occurrence de l'entité A, une occurrence de l'entité B et une occurrence de l'entité C



En désignant par a1, b1 et c1 les valeurs des rubriques identifiantes de ces 3 occurrences d'entités, on peut matérialiser l'occurrence de l'association par le triplet : (a1, b1, c1).

L'ensemble des occurrences d'une association peut donc être représenté par l'ensemble des triplets issus de la présence de liens entre les occurrences des entités A, B et C. *Le tableau cidessous présente des exemples d'occurrences des associations « Travailler » et « Habiter ».*

Modèle conceptuel des données	Occurrences de l'association TRAVAILLER	Occurrences de l'association HABITER
<p><i>Remarque : on suppose qu'il n'y a pas deux professeurs qui portent le même nom</i></p>	(« Dupont »,16) (« Dubois »,16) (« Durand »,17) (« Laforet »,17)	(« Dupont »,16) (« Dubois »,17) (« Durand »,16) (« Laforet »,86)

A partir de l'ensemble des occurrences d'une association, il est possible de construire d'autres ensembles en supprimant, dans chaque nuplet, la participation d'une ou plusieurs entités. *Dans l'exemple ci-dessus, si l'on considère uniquement l'entité DEPT (et donc on ne se préoccupe plus de l'entité PROF), l'ensemble des occurrences de l'association Travailler, limité à l'entité DPT, devient composé des éléments 16 et 17.*

(« Dupont »,16)

(« Dubois »,16)  
 (« Durand »,17)  
 (« Laforet »,17)

...

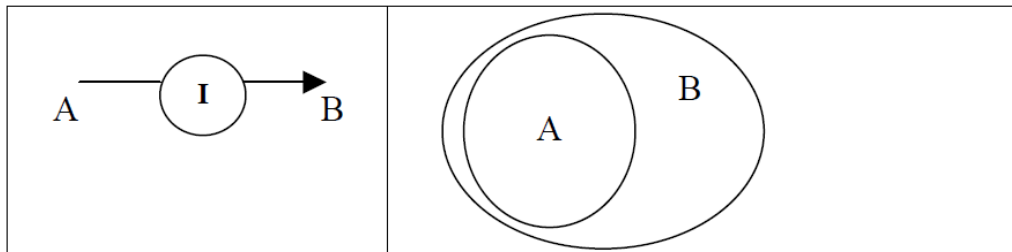
On appelle pivot la (ou les) entité(s) que l'on retient pour former ces nouveaux ensembles. Pour simplifier les futures définitions, l'ensemble des occurrences d'un pivot participant à une association sera désormais référencé **Ens(Pivot,Association)**. En gardant la même logique, la référence **Ens(Entité)** désignera l'ensemble des occurrences de l'entité citée et la référence **Ens(Association)** l'ensemble des occurrences de l'association.

Pour les associations réflexives, il est possible de définir, à partir de l'ensemble des occurrences, deux nouveaux ensembles, notés **Ens(Rôle, Association)** issus chacun des rôles portés par les deux segments.

Quelque soit leur origine, les ensembles sur lesquels portent une contrainte ensembliste doivent être compatibles c'est-à-dire que leurs éléments doivent avoir des structures (en terme de rubriques) identiques.

Les contraintes ensemblistes qu'il est possible d'exprimer au moyen des concepts étendus sont présentées de façon générale ci-dessous :

- **La contrainte d'inclusion** (notée **I**) entre deux ensembles A et B impose que l'ensemble A soit inclus dans l'ensemble B. L'inclusion n'étant pas symétrique, le formalisme associé à cette contrainte met en valeur, parmi les deux ensembles, celui qui doit être inclus dans l'autre.

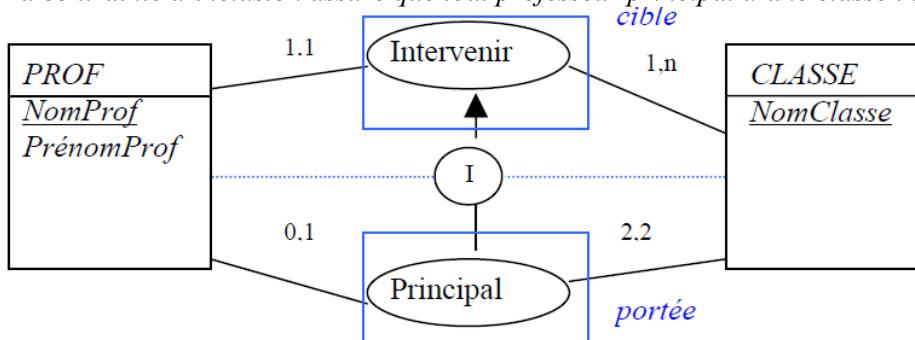


La contrainte d'inclusion s'exprime entre une ou plusieurs associations sources appelées **portée** et une seule association destination appelée **cible**. Si le pivot n'est pas précisé graphiquement (au moyen de traits en pointillés), il est nécessaire de le déterminer en appliquant la règle suivante : il est constitué des entités communes aux associations de la portée et de la cible. La contrainte d'inclusion garantit alors que  $\text{Ens(Pivot,Portée)}$  est inclus dans  $\text{Ens(Pivot,Cible)}$ . Dans l'exemple suivant le pivot est implicite et correspond aux entités **ELEVE** et **CLASSE**. On a donc les deux égalités suivantes :

$\text{Ens(Pivot,Portée)} = \text{Ens(Principal)}$

$\text{Ens(Pivot,Cible)} = \text{Ens(Intervenir)}$

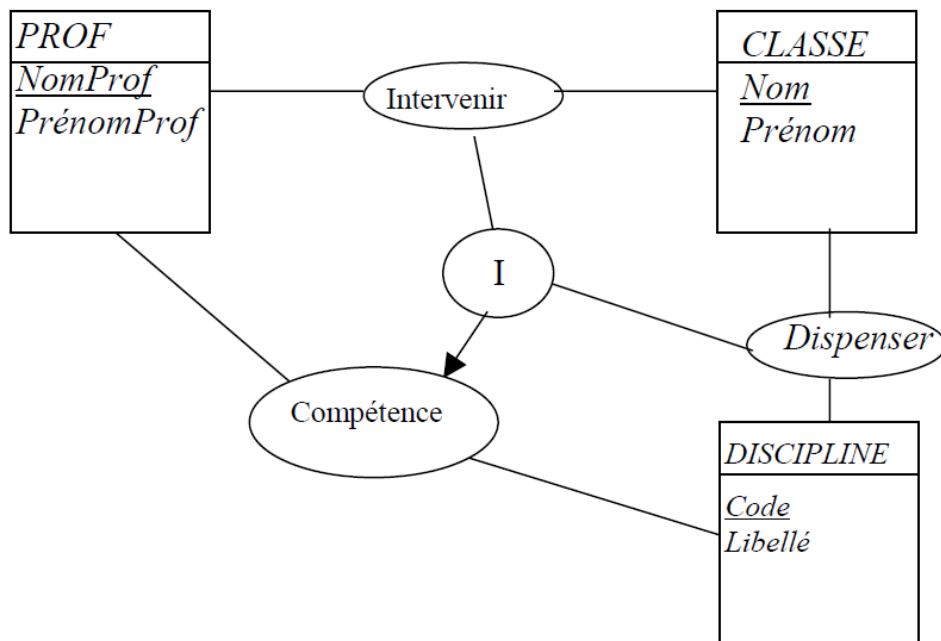
La contrainte d'inclusion assure que tout professeur principal d'une classe intervient dans la classe.



On note le pivot explicite par des pointillés, alors que le pivot implicite est formé par les entités communes à la portée et à la cible).

$\text{Ens(Portée, Pivot)} \subset \text{Ens(Cible, Pivot)}$

La cible est toujours simple, mais la portée peut être composée. Dans le cas où la portée est composée (c'est-à-dire formée de plusieurs associations), la détermination de  $\text{Ens(Pivot,Portée)}$  impose des opérations de jointure comme le montre les exemples suivants :



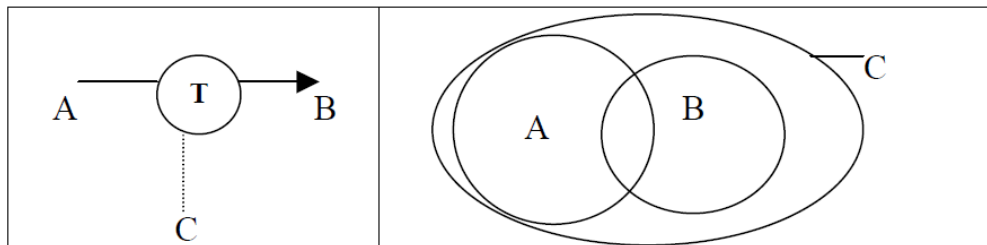
Le pivot implicite est formé par les entités : SALARIE et COMPETENCE.

La portée est formée par les deux associations : Occuper et Requierir.

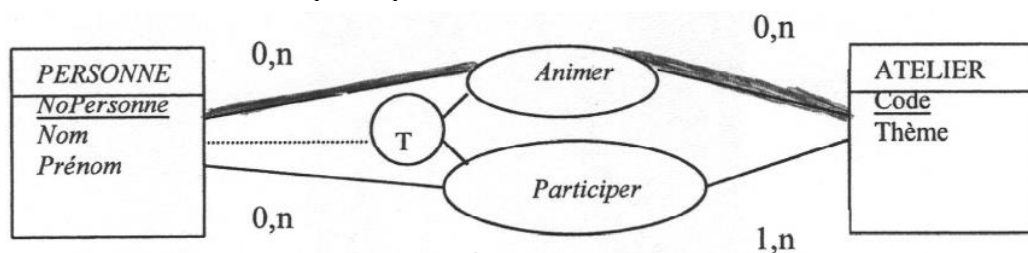
Pour trouver l'ensemble  $Ens(Pivot, Portée)$ , il faut pour chaque Salarié, récupérer les compétences qu'il requiert.

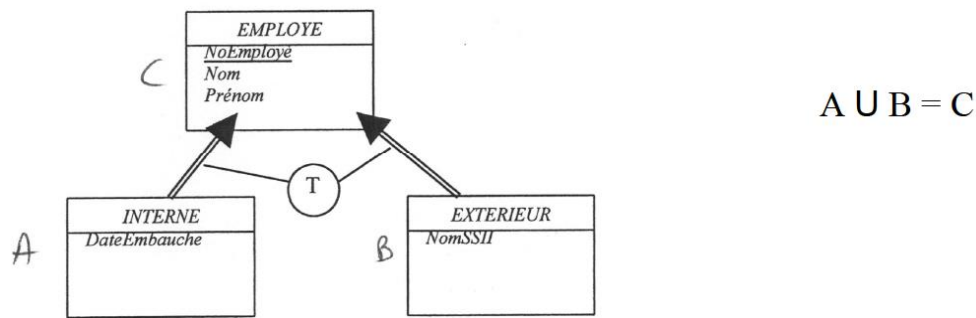
Tous les couples (Salarié, Compétence) trouvés en empruntant ce chemin forment l'ensemble  $Ens(Pivot, Portée)$  qui doit être inclus dans l'ensemble  $Ens(Posséder)$ .

- **La contrainte de totalité** (notée **T**) porte sur trois ensembles A, B et C et impose que l'union de A et de B soit égale à C. Les trois ensembles ne jouant pas le même rôle, le formalisme prévoit un moyen de discerner les ensembles sur lesquels l'union sera réalisée et l'ensemble qui doit être égal à cette union.

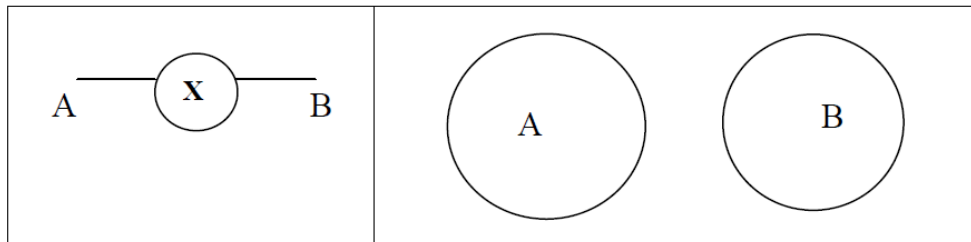


Cette contrainte s'exprime entre n associations ou n types ( $n \geq 2$ ) et impose que le pivot implicite ou explicite soit composé d'une seule entité. La contrainte garantit que l'union de tous les ensembles  $Ens(Pivot, Association_i)$  ou  $Ens(SousType_i)$  (avec i compris entre 1 et n) soit égal à  $Ens(Pivot)$  ou  $Ens(SurType)$ . Dans l'exemple qui suit la contrainte de totalité impose que toute personne est soit animateur d'un atelier, soit participant soit les deux.



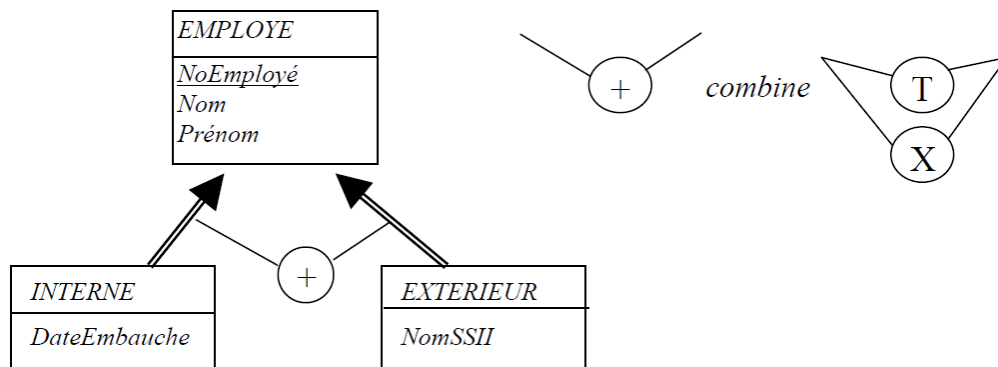


- La **contrainte d'exclusion** (notée **X**) entre deux ensembles A et B impose que l'intersection entre A et B soit vide.

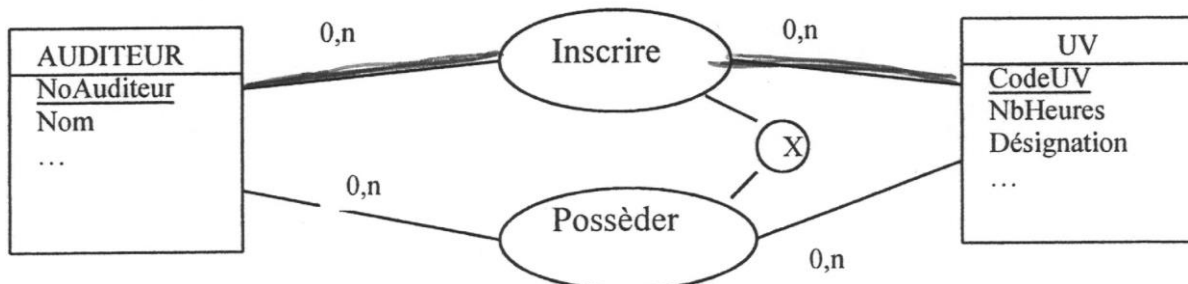


La contrainte d'exclusion peut s'exprimer sur relation ou entre n sous-types.

Cette contrainte s'exprime entre n sous-types ( $n \geq 2$ ) et traduit le fait que l'intersection des  $\text{Ens}(\text{SousTypes}_i)$  (avec i compris entre 1 et n) est vide ce qui revient à dire que toute occurrence de l'entité sur-type ne peut participer qu'à l'un ou l'autre (ou aucun) des sous-types de la contrainte. *Dans l'exemple relatif à la modélisation du personnel du service informatique, un employé est soit un extérieur soit un salarié interne mais il ne peut pas être les deux à la fois.*

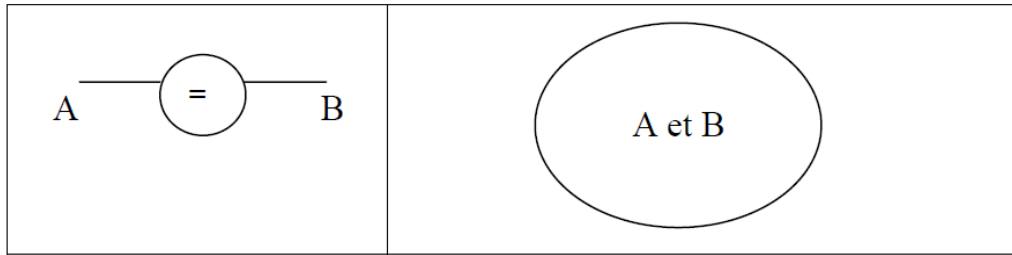


Cette contrainte s'exprime entre n associations ( $n \geq 2$ ). Si le pivot n'est pas précisé graphiquement le pivot implicite est composé des entités communes aux différentes associations en jeu. La contrainte d'exclusion garantit que l'intersection des  $\text{Ens}(\text{Pivot}, \text{Association}_i)$  (avec i compris entre 1 et n) est vide. *Dans le modèle suivant, la contrainte d'exclusion permet d'exprimer qu'un auditeur ne peut, à la fois, être inscrit à une UV et la posséder. Le pivot implicite est composé des entités AUDITEUR et UV.*

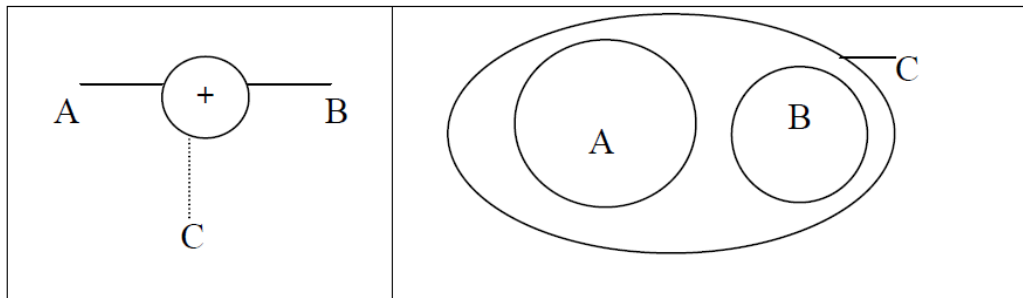


- La **contrainte d'égalité** (notée  $=$ ) entre deux ensembles A et B impose que l'ensemble A soit égal à l'ensemble B. Elle traduit en fait les deux inclusions suivantes : A inclus dans B et B inclus dans A.





- **La contrainte du ou exclusif** (notée +) porte sur trois ensembles et est la combinaison d'une exclusion et d'une totalité. Elle traduit le fait que l'intersection entre A et B est vide et que l'union de A et B est égale à l'ensemble C.



#### 4. Historisation

Pour certaines propriétés, ou pour l'ensemble des propriétés d'une entité ou d'une relation le concepteur désire parfois conserver, en cas de modification, les valeurs antérieures prises par ces propriétés, pour la même occurrence de l'entité ou de la relation de rattachement; c'est à dire « historiser » les valeurs des propriétés.

Les évolutions du formalisme proposent donc d'indiquer explicitement le caractère **historisable** au niveau d'une propriété, d'une entité ou d'une relation.

##### Datation et profondeur

L'historisation de valeurs antérieures est précisée par deux caractéristiques :

- **La datation** indique l'instant auquel chaque valeur antérieure a été historisée; elle s'assimile à un compostage des valeurs historisées. La précision de la datation peut s'exprimer dans différentes unités de temps : jour-heure, jour, semaine, mois, année. Si deux changements de valeurs interviennent dans la même unité de datation, alors il n'y pas d'historisation mais simple modification de la valeur courante.

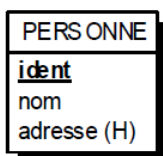
**Exemple :** On choisit d'historiser les valeurs de la propriété adresse d'une personne avec une datation du mois. Une seconde modification de l'adresse dans le même mois ne provoque pas d'historisation de la première mais est considérée comme une correction de la valeur précédente.

- **La profondeur** d'un historique indique le nombre de valeurs antérieures que l'on souhaite conserver; cette profondeur peut être illimitée.

L'indication du caractère historisable peut rester facultative en étude préalable mais devient impérative en étude détaillée. Datation et profondeur ne sont généralement précisées qu'au niveau de la modélisation organisationnelle des données.

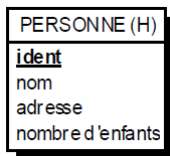
##### Propriété historisée

La conservation des valeurs antérieures (historisation) ne s'applique qu'à certaines propriétés d'une entité ou d'une relation. Graphiquement, on indique alors le caractère historisable par un (H) au niveau de la propriété.



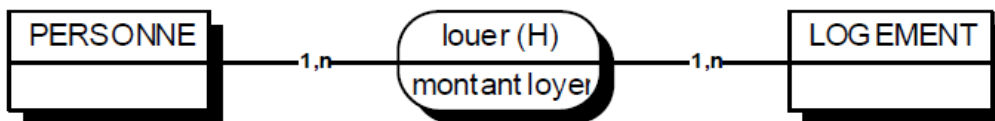
### Entité historisée

Pour toute modification de valeur de l'une des propriétés d'une entité, on historise l'ensemble des valeurs des propriétés de l'entité. Graphiquement, on indique alors le caractère historisable par un (H) au niveau de l'entité



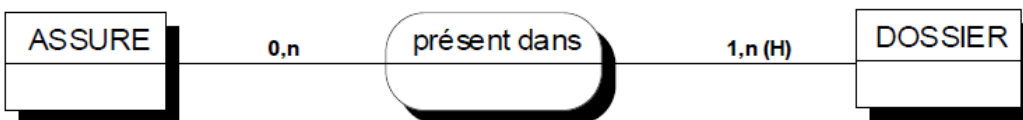
### Relation historisée

Pour toute modification de valeur de l'une des propriétés d'une relation, on historise l'ensemble des valeurs des propriétés de la relation. Graphiquement, on indique alors le caractère historisable par un (H) au niveau de la relation



### Patte de relation historisée

Pour tout changement d'occurrence de l'entité constituant la patte d'une relation, on historise la valeur antérieure de l'identifiant de l'entité concernée. Graphiquement, on indique le caractère historisable par un (H) au niveau de la patte de la relation



## 5. Cycle de vie des objets

Depuis le début des travaux sur la méthode Merise, deux approches se sont présentées voire opposées pour la description des activités (les traitements) et de leur dynamique:

- une approche « fonctionnelle et événementielle » dans laquelle les activités (processus assurant des fonctions) sont déclenchées par l'apparition d'événements (approche fonctionnelle orientée événement activité)
- une approche centrée sur la spécification de l'évolution des données dans le temps, leur changement de valeur ou d'état prescrit ou proscrit suite à leur transformation par des activités (approche orientée état-transition) et que nous qualifieront aussi, par abus de langage, d'approche « dynamique ».

L'approche retenue dans Merise est une approche fonctionnelle événementielle en partie inspirée des réseaux de Pétri (domaine de l'automatique) que l'on retrouve dans les modèles conceptuels, organisationnels et logiques de traitements.

Dans les domaines de l'informatique technique et scientifique, sous l'influence des modélisations des automatismes (automates à états finis), l'approche état -transition s'est progressivement développée. L'approche objet trouvant en grande partie ses origines dans ces domaines, il était naturel de voir la modélisation dynamique réapparaître et cohabiter avec une modélisation fonctionnelle.

### Modélisation dynamique

Cette modélisation des activités se situe dans le contexte d'une approche centrée sur les données. La vision statique des données est représentée par des objets et des associations, modélisés par des entités et des relations d'un MCD ou un MOD dans Merise.

L'évolution de ces objets et associations dans le temps (création, modification des valeurs, suppression) est appelée dynamique des données. L'expression de cette dynamique repose essentiellement sur la modélisation des états successifs pris par ces objets, le passage d'un état à un autre et les traitements associés consécutifs à un événement (le règlement du sinistre à l'assuré fait passer le dossier de "en cours" à "réglié"). La modélisation dynamique correspondant ainsi à une vision des traitements à partir des objets de données.

Cette modélisation dynamique des activités est largement utilisée dans les méthodes objets. La deuxième génération de la méthode Merise propose de modéliser cette dynamique sous la forme de cycles de vie d'objets (CVO).

## Formalisme de modélisation du cycle de vie des objets

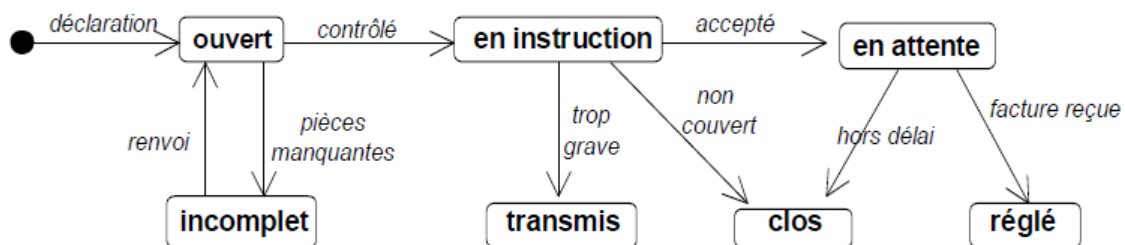
La plupart des formalismes utilisés à cet usage, et en particulier ceux retenus dans les méthodes ou notations objets (OMT ou UML par exemple), reposent sur les concepts suivants:

- *Etat* (abstraction des valeurs des attributs et des associations d'un objet)
- *Événement* (stimulus accompagné éventuellement d'information)
- *Transition* (modification d'état provoquée par un événement)

Ces formalismes s'expriment par des diagrammes d'états – transitions, communément appelés diagramme d'états, graphes dont les noeuds sont des états et les arcs orientés des transitions, transitions généralement désignées par des noms d'événements, événements à l'origine du changement d'états.

La figure 9.2 illustre le diagramme d'état du dossier de sinistre reprenant l'exemple utilisé dans les chapitres de l'ouvrage relatifs au MCT et au MOT.

Exemple :



## 6- Modélisation organisationnelle des données

La modélisation conceptuelle des données vise à représenter la signification des informations utilisées dans un domaine d'activité de l'entreprise sans tenir compte de contraintes organisationnelles, économiques ou techniques. Elle exprime des objets concrets ou abstraits, des associations entre ces objets et des informations descriptives, formalisées en termes d'entités, de relations et de propriétés.

La modélisation organisationnelle des données va permettre de prendre en compte des éléments relevant de l'utilisation des ressources de mémorisation :

- Le choix des informations à mémoriser informatiquement.
- La quantification (ou volume) et la durée de vie des informations à mémoriser.
- La répartition des données informatisées entre unités organisationnelles.
- L'accès aux données informatisées pour chaque unité organisationnelle

Ces différentes préoccupations nous conduiront à définir deux niveaux de modélisation organisationnelle des données : le MOD *global*, directement dérivé du MCD, et les MOD *locaux*, spécifiques chacun à une unité organisationnelle.

Les MOD locaux seront dérivés du MOD global en prenant en compte des choix d'organisation, en particulier de répartition.

Les modèles organisationnels de données s'expriment avec le même formalisme que le modèle conceptuel de données (entité - relation) auquel on ajoutera quelques notions complémentaires.

## 7- Confrontation données / traitements

Bien que visant le même objectif global, assurer la cohérence et la qualité du futur système d'information, il convient au préalable de distinguer confrontation données / traitements et validation, et ceci d'autant plus que, par le passé, ces deux notions furent souvent confondues.

La **confrontation** cherche à vérifier la cohérence entre les modélisations des données et des traitements; c'est une technique spécifique aux concepteurs et propre à la méthode Merise

La **validation** cherche à vérifier que les solutions proposées sont conformes aux besoins; c'est un travail entre l'équipe de projet et la maîtrise d'ouvrage (décideur ou futurs utilisateurs) représentée par le groupe de validation (voir « Groupe de validation » dans Structures et intervenants).

Dans le déroulement du cycle d'abstraction, le concepteur a alternativement élaboré les modèles de données et de traitements. On a alors constaté la relative indépendance entre données et traitements évoquée dans la première partie.

Le modèle conceptuel de données a été élaboré sans approfondir les conditions d'utilisation des informations modélisées. Les modèles conceptuel et organisationnel de traitements ont pu être élaborés sans insister sur les informations utilisées.

Or, chaque opération ou tâche exprimée dans le modèle conceptuel ou organisationnel de traitements interagit avec les données mémorisées. Si, dans le processus d'élaboration d'un modèle conceptuel de données, la méthode Merise préconise une structuration des informations en fonction de leur signification, il est indispensable de s'assurer régulièrement que leur utilisation est compatible avec leur signification modélisée.

La confrontation Données/Traitement consiste schématiquement à :

- Vérifier si les traitements disposent bien des données nécessaires.
- Contrôler si les données sont utilisées dans les traitements.

Dans les deux cas, on s'assurera que la signification de la structuration des données est cohérente avec leurs utilisations dans les traitements.

## Bibliographie

- [1] Aho, A., Ullman, J. (1993). *Concepts fondamentaux de l'informatique*. Paris Dunod.
- 2] Acsiome (1990). *Modélisation dans la conception des systèmes d'information*. Paris, Masson.
- [3] Akoka, J. (2001). *Conception des bases de données relationnelles en pratique : concepts, méthodes et cas corrigés*, I. Comyn-Wattiau. Paris Vuibert.
- [4] Benett, S., Mcrobb, S., Farmer, R. (2001). *Object-Oriented Systems Analysis and Design using UML*. McGrawwHill. Date, C. (1998). *Introduction aux bases de données*, 6e édition, Thomson international publishing.
- [5] Gabay, J. (1993). *Apprendre et pratiquer Merise*. Paris, Masson.
- [6] Galacsi (1989). *Conception de bases de données : du schéma conceptuel au schéma physique*. Paris, Dunod.
- [7] Gardarin, G. (2000). *Maîtriser les bases de données*. Paris, Eyrolles.
- [8] Guedj, G. (1996). *AMC\*Designor, mise en oeuvre de MERISE*. Eyrolles.
- [9] Hainaut, J. (1994). *Bases de données et modèles de calcul – Outils et Méthodes pour l'Utilisateur*. Paris, InterEditions.
- [10] Matheron, J. (1994). *Exercices et cas pour comprendre MERISE*. Paris, Eyrolles.