

La Méthode MERISE

1- Introduction aux systèmes d'Information.

2- Le Modèle Conceptuel de la Communication.

3- Le Modèle Conceptuel des Données.

4- Le Modèle Logique des Données.

5- Le Modèle Conceptuel des Traitements.

6- Le Modèle Organisationnel des Traitements.

1- Introduction aux Systèmes d'Information :

1-1 Introduction et définitions :

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 consiste donc à mettre en place un système destiné à collecter, mémoriser, traiter et distribuer l'information (avec un temps de réponse tolérable).

Ce système appelé système d'information assurera le lien entre deux autres systèmes de l'entreprise : le système opérant et le système de pilotage.

- **Le système de pilotage** décide des actions à conduire sur le système opérant en fonction des objectifs et des politiques de l'entreprise,
- **Le système opérant** englobe toutes les fonctions liées à l'activité propre de l'entreprise : facturer les clients, régler les salariés, gérer les stocks, ...

La conception d'un tel système doit reposer sur des méthodes formelles d'analyse, dont la méthode MERISE.

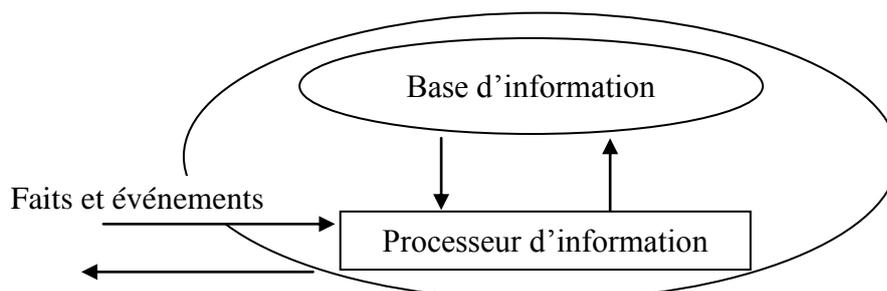
Apparue en 1978, MERISE est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques. La séparation des données et des traitements assure une longévité au modèle. En effet, l'agencement des données n'a pas à être souvent remanié, tandis que les traitements le sont plus fréquemment.

1-2 Conception d'un système d'information :

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 sera mémorisée 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 (appelé processeur d'information) destiné à piloter et à contrôler ces changements.

Relativement à la conception d'un système d'information, l'architecture présentée ci-dessus induit une double conception :

- celle de la base d'information (aspect statique)
- celle du processeur de traitement (aspect dynamique)



Pour aider le concepteur dans ces deux tâches, la méthode Merise propose un ensemble de formalismes et de règles destinées à modéliser de manière indépendante les données et les traitements du système d'information. Ces modèles ne sont qu'une base de réflexion pour le concepteur et une image des moyens de communication entre les divers acteurs du système d'information dans l'entreprise.

1-3 Système d'information et système informatique :

Parmi les informations qui appartiennent au système d'information, certaines doivent ou peuvent faire l'objet d'un traitement automatisé grâce aux outils informatiques. Pour assurer la cohérence du système d'information, la méthode Merise propose une démarche d'informatisation comportant les étapes suivantes :

- **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 sous-ensembles 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 œuvre, 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 œuvre 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 œuvre, 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

K.El Maftouhi

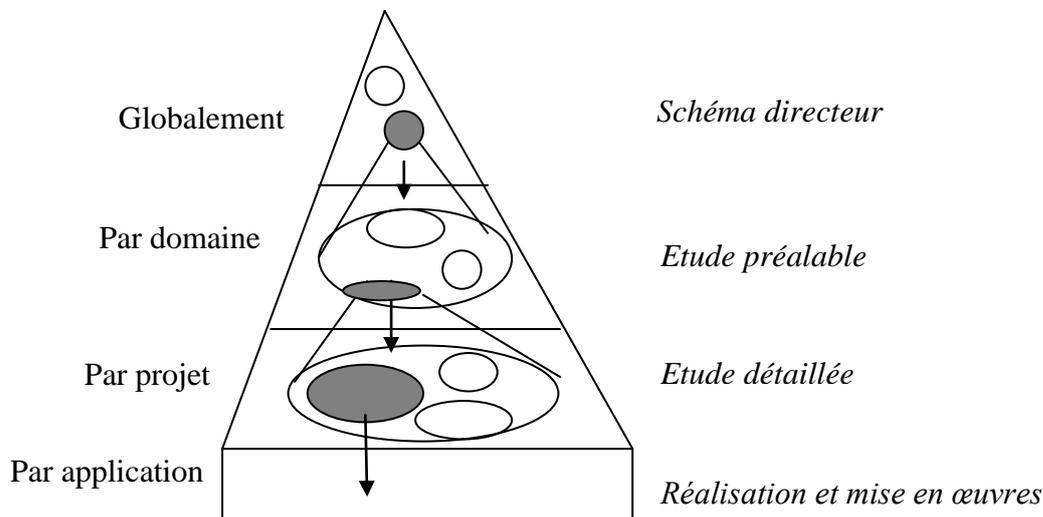
Systèmes d'information

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 œuvre** 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.



1-4 Objectif du cours :

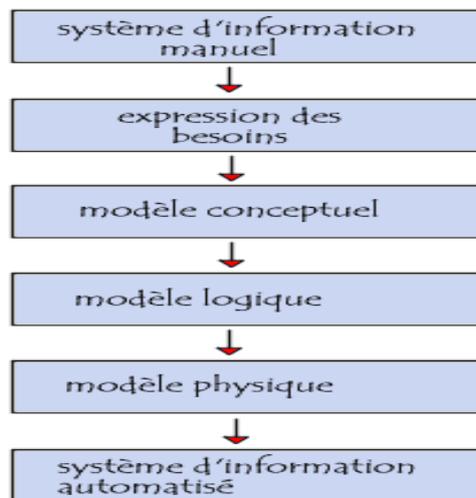
Ce cours ne détaillera donc pas les étapes de la méthode Merise dans le processus d'informatisation, mais sera axé sur les formalismes et concepts de Merise utiles aux descriptions statique et dynamique du système d'information à automatiser. Relativement à ces descriptions (encore appelées modèles) la méthode Merise préconise 3 niveaux d'abstraction :

- le **niveau conceptuel** qui décrit la statique et la dynamique du système d'information en se préoccupant uniquement du point de vue du gestionnaire.
- le **niveau organisationnel** décrit la nature des ressources qui sont utilisées pour supporter la description statique et dynamique du système d'information. Ces ressources peuvent être humaines et/ou matérielles et logicielles.
- le **niveau opérationnel** dans lequel on choisit les techniques d'implantation du système d'information (données et traitements)

K.El Maftouhi

Systemes d'information

Du fait de ce découpage (qui a été introduit pour faciliter l'analyse d'un problème) seul le premier niveau est réellement indépendant de toute considération technologique : logicielle ou matérielle. *Par exemple, si les données du futur système d'information doivent être gérées par un SGBD, c'est au niveau organisationnel que le choix du type du SGBD (relationnel, réseau ou objets) devra être effectué.* La description statique du système d'information à ce niveau sera donc basée sur l'organisation des bases relationnelles, ou réseau, ou objets. Le troisième niveau est encore plus dépendant de l'aspect technologique puisqu'il cherchera à optimiser l'implantation. Il suppose donc une connaissance très pointue de l'architecture et des fonctions du SGBD qui gèrera le système d'information.



La conception du système d'information se fait par étapes, afin d'aboutir à un système d'information fonctionnel reflétant une réalité physique. Il s'agit donc de valider une à une chacune des étapes en prenant en compte les résultats de la phase précédente. D'autre part, les données étant séparées des traitements, il faut vérifier la concordance entre données et traitement afin de vérifier que toutes les données nécessaires aux traitements sont présentes et qu'il n'y a pas de données superflues.

Cette succession d'étapes est appelée *cycle d'abstraction pour la conception des systèmes d'information* :

L'expression des besoins aboutit au **MCC** (Modèle conceptuel de la communication) qui définit les flux d'informations à prendre compte.

L'étape suivante consiste à mettre au point le **MCD** (Modèle conceptuel des données) et le **MCT** (Modèle conceptuel des traitements) décrivant les règles et les contraintes à prendre en compte.

Le modèle organisationnel consiste à définir le **MLD** (Modèle logique des données) qui représente un choix logiciel pour le système d'information et le **MOT** (Modèle organisationnel des traitements) décrivant les contraintes dues à l'environnement (organisationnel, spatial et temporel).

Enfin, le modèle physique reflète un choix matériel pour le système d'information.

Niveau	Statique (données)	Dynamique (traitements)	
--------	--------------------	-------------------------	--

Conceptuel	MCD	MCT	Indépendant du système : <i>QUOI ?</i>
Organisationnel ou logique	MLD (<i>OU ?</i>)	MOT (<i>QUI ? QUAND ?</i>)	Choix du SGBD : <i>QUI ? QUAND ? OU ?</i>
Opérationnel ou physique	MPD	MOPT	Haute connaissance du SGBD : <i>COMMENT ?</i>

2- Le modèle conceptuel de la communication :

2-1 Définition de l'organisation :

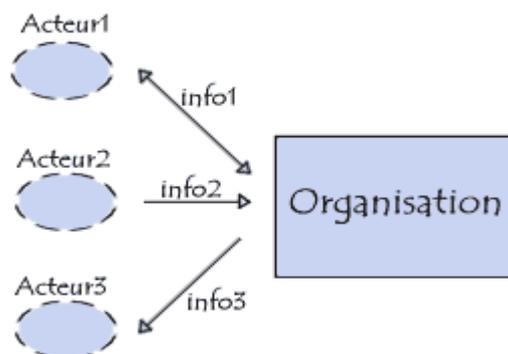
La première étape de ce modèle est d'arriver à isoler le système en le délimitant. Il s'agit donc de définir le système et les éléments externes avec lesquels il échange des flux d'information. Ces éléments extérieurs sont appelés **acteurs externes** (ou partenaires).

La seconde étape consiste à découper l'organisation en entités appelées *acteurs internes* (ou domaines). Lorsque les domaines d'une organisation sont trop importants, ils peuvent être décomposés eux-mêmes en *sous-domaines*.

2-2 Diagramme de contexte :

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:

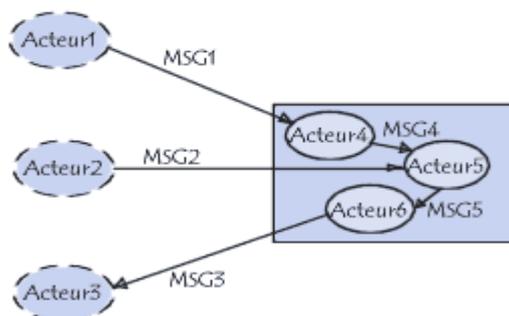
- l'organisation est représentée par un rectangle.
- les acteurs externes sont représentés par des ellipses en pointillés.
- les flux d'information sont représentés par des flèches dont l'orientation désigne le sens du flux d'information.



2-3 Modèle conceptuel de la communication (appelé aussi Diagramme conceptuel de flux) :

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.



3- Le Modèle conceptuel des données :

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.

Il s'agit donc de définir 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 ».

3.1 - Le dictionnaire des données :

3.1.1 Définition :

Partant des documents, la phase d'analyse consiste à en extraire les informations élémentaires (non décomposables) qui vont constituer la future base de données.

La réunion de l'ensemble des données élémentaires, que l'on appelle des **attributs** ou des **champs**, constitue le dictionnaire des données.

Le dictionnaire des données est à la fois le support du travail et le résultat de la recherche et analyse des données. Il se présente sous la forme d'un tableau.

3.1.2 Présentation :

Dans ce tableau, chaque donnée est représentée par :

Propriété	Signification
Mnémorique	Abréviation du nom de l'attribut.
Libellé	Libellé contenant la signification précise et le rôle de l'attribut.
Type de donnée	Type de l'attribut : entier, réel, chaîne de caractères, date...
Contraintes d'intégrité	Liste des contraintes sur les valeurs possibles de l'attribut
Règle de calcul	Règle de calcul (d'obtention) de l'attribut correspondant.

3.2 – La propriété :

La propriété est une information élémentaire, c'est-à-dire non déductible d'autres informations, présentant un intérêt pour le domaine étudié.

Chaque valeur prise par une propriété est appelée **occurrence**.

Des occurrences de la rubrique « désignation_ville » sont par exemple : « Rabat », « Meknès », « Fès »..

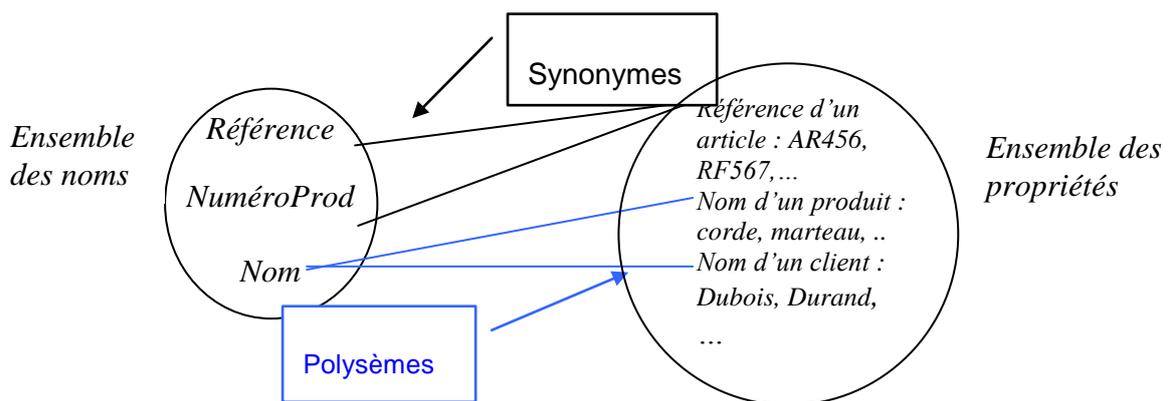
Une propriété est dite simple ou encore **atomique** si chacune des valeurs qu'elle regroupe n'est pas décomposable. La propriété « Adresse », dont des exemples d'occurrences sont donnés ci-dessous, n'est pas simple car elle peut être décomposée en trois propriétés : la rue, le code postal et la ville.

<i>Adresse</i>
<i>310, rue de la gare 11000 Salé</i>
<i>45, avenue de la Plage 17000 Casablanca</i>

La décomposition d'une propriété en propriétés plus simples ne doit pas être systématique et doit surtout tenir compte de son l'exploitation dans le système.

Une propriété **paramètre** est une propriété qui, à un instant donné, contient une seule valeur.

Dans le modèle conceptuel des données figurent toutes les propriétés, identifiées par un nom, qui présentent un intérêt pour le domaine à étudier. Ce nom doit être le plus explicite possible . aussi doit-on garantir une bijection entre l'ensemble des noms et l'ensemble des propriétés à gérer. On devra donc **exclure** les **synonymes** qui correspondent à deux noms différents pour identifier la même propriété et les **polysèmes** qui représentent deux propriétés différentes ayant le même nom.



Enfin, le principe de non-redondance impose que chaque propriété, correctement identifiée, n'apparaisse qu'une seule fois dans le modèle.

3.3- L'Entité :

3.3.1- Définition :

Est la représentation d'un élément matériel ou immatériel ayant un rôle dans le système que l'on désire décrire et repéré par le responsable de l'étude. Chaque entité est composée d'informations permettant de la décrire.

Le droit d'entrée d'une propriété dans une entité est soumis à d'autres facteurs que le bon sens, et ce sont ces facteurs que l'on va étudier.

3.3.2- La classe d'Entité :

Un ensemble composé par des entités ayant le même type, autrement dit il s agit de répertorier les entités structurellement similaires dans une classe.

Les classes d'entités sont représentées par un rectangle. Ce rectangle est divisé en deux champs:

- le champ du haut contient le libellé. Ce libellé est généralement une abréviation pour une raison de simplification de l'écriture.
- le champ du bas contient la liste des propriétés de la classe d'entité.

3.3.3- L'identifiant :

Un identifiant est un ensemble de propriétés (une ou plusieurs) permettant de désigner une et une seule entité. La définition originale est la suivante: **L'identifiant est une propriété particulière d'un objet telle qu'il n'existe pas deux occurrences de cet objet pour lesquelles cette propriété pourrait prendre une même valeur.**

Le modèle conceptuel des données propose de souligner les identifiants (parfois de les faire précéder d'un #).

3.3.4 Occurrence d'entité :

D'après la définition d'une entité, on sait que la connaissance d'une valeur de la rubrique identifiante détermine la connaissance des valeurs des autres rubriques de l'entité. L'ensemble de ces valeurs est appelé occurrence d'entité. *Le tableau suivant présente des exemples d'occurrences de l'entité ARTICLE.*

ARTICLE		
Référence	134ER Râteau 150 DH	354TY Bêche 68,5 DH
Désignation		
PrixUnitaireHT	452GT Scie 45 DH	

3.3-5 Notion de dépendance fonctionnelle directe :

Considérons l'entité suivante et quelques une de ses occurrences :

ARTICLE
<u>Référence</u>
Désignation
PrixUnitaireHT
NoCatégorie
LibelléCatégorie

134ER
Râteau
150 DH
A
Jardinage

354TY
Bêche
68,50 DH
A
Jardinage

452GT
Scie
45DH
B
Bricolage

Cette entité est juste mais elle implique une redondance d'information relative à la catégorie. L'association entre le numéro de la catégorie et son libellé est en effet répétée dans chaque occurrence de l'entité ARTICLE.

Pour supprimer de telles redondances, on devra veiller à ce que toute dépendance fonctionnelle entre la propriété identifiante de l'entité et une propriété non identifiante de l'entité soit directe. **Une dépendance fonctionnelle $x \rightarrow y$ est directe s'il n'existe pas de propriété z telle que : $x \rightarrow z$ et $z \rightarrow y$.**

Dans l'exemple précédent la dépendance fonctionnelle Référence \rightarrow LibelléCatégorie n'est pas directe car il existe la propriété NoCatégorie telle que :
Référence \rightarrow NoCatégorie et NoCatégorie \rightarrow LibelléCatégorie.

3.4- L'Association :

3.4-1 Définitions :

Une association (appelée aussi parfois *relation*) est un lien sémantique entre plusieurs entités. Une classe de relation contient donc toutes les relations de même type (qui relient donc des entités appartenant à des mêmes classes d'entité).

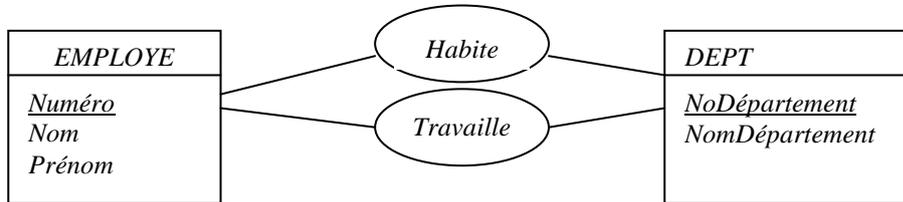
Une classe de relation peut lier plus de deux classes d'entité. Voici les dénominations des classes de relation selon le nombre d'intervenants:

- une classe de relation **récurive** (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

On définit pour chaque classe de relation un identificateur de la forme R_i 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.



Il peut y avoir, entre deux mêmes entités, plusieurs associations qui représentent chacune des réalités différentes.



3.4-2 Cardinalité :

Les cardinalités permettent de caractériser le lien qui existe entre une entité et la relation à laquelle elle est reliée. La cardinalité d'une relation est composé d'un couple comportant une borne maximale et une borne minimale.

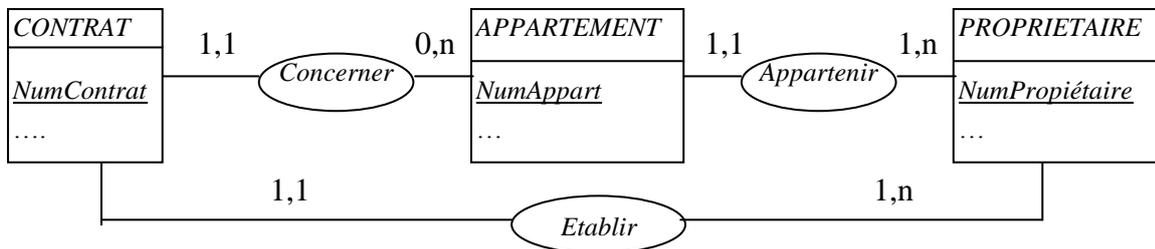
- la borne minimale (généralement 0 ou 1) décrit le nombre minimum de fois qu'une entité peut participer à une relation
- la borne maximale (généralement 1 ou n) décrit le nombre maximum de fois qu'une entité peut participer à une relation

	Pour chaque occurrence de E, le modèle admet : - soit l'absence de lien - soit la présence d'un seul lien
	Pour chaque occurrence de E le modèle admet la présence d'un et un seul lien
	Pour chaque occurrence de E le modèle admet la présence d'un seul ou de plusieurs liens
	Pour chaque occurrence de E le modèle admet : - soit l'absence de lien - soit la présence de plusieurs liens

Remarque : dans certaines situations, la lettre n peut être remplacée par une valeur.

3.4-3 Les associations transitives :

Considérons le modèle suivant :



L'association binaire qui relie l'entité « CONTRAT » et l'entité « PROPRIETAIRE » doit être ôtée du modèle car on peut retrouver le propriétaire à partir des associations « Concerner » et « Appartenir ». Il s'agit d'une association transitive. Seules les dépendances fonctionnelles directes entre identifiants d'entités devront donner lieu à des association binaires de type (1-n).

On veillera à supprimer les dépendances transitives pour ne pas surcharger le MCD car on risque de faire des incohérences.

3.4-5 Règles de construction d'un M.C.D :

Pour la construction du modèle conceptuel, beaucoup de méthodes ont été mises en place mais aucune ne donne réellement satisfaction. On peut cependant les répartir en deux catégories :

A) modélisation directe

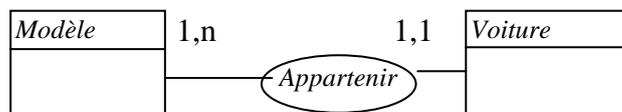
Elle consiste à identifier, à partir d'une description exprimée en langage naturel, les entités et les associations en appliquant les règles suivantes :

- les noms deviennent des entités
- les verbes deviennent des associations

L'exemple suivant qui illustre ce propos est bien trop simple pour que cette méthode conduise à des résultats satisfaisants sur un système d'information de taille plus importante.

Une voiture appartient à un modèle particulier. Les noms sont : « voiture », « modèle ». Le verbe est : « appartient à »

Ce qui donne la modélisation



Le modèle obtenu par cette méthode est très loin de la représentation optimale et il sera nécessaire d'appliquer une phase de validation et de normalisation (élimination des situations qui induisent des redondances) pour aboutir à une solution satisfaisante.

B) modélisation par analyse des dép. fonct^{lles}

Cette méthode consiste à identifier en premier lieu toutes les propriétés du système d'information à analyser. Cette étape aboutit au dictionnaire des données épuré qui devra comporter ni synonyme, ni polysème, ni donnée calculée. Pour faciliter la conception ultérieure des bases de données, il est recommandé de définir pour chaque donnée du dictionnaire son domaine. Le domaine d'une donnée est l'ensemble des valeurs que peut prendre cette donnée. Il peut être :

- étendu: il correspond alors au type d'une donnée : Numérique, alphabétique, etc.
- restreint: on l'exprime alors au moyen d'une liste ou d'un intervalle. Par exemple, pour la rubrique « Sexe », le domaine sera la liste de valeurs « F », « M ».

La seconde étape réside dans la recherche des dépendances fonctionnelles entre les propriétés recensées à la première étape. Pour mener de façon méthodique ce travail, on construit une matrice des dépendances fonctionnelles admettant une ligne et une colonne par propriétés du dictionnaire. Un « 1 » placé à l'intersection de la ligne i et de la colonne j indique la présence d'une dépendance fonctionnelle entre la propriété Pj et Pi ($P_j \rightarrow P_i$). *L'exemple suivant illustre cette technique sur l'exemple classique de gestion des commandes d'une entreprise.*

	1	2	3	4	5	6	7	8
1 NoCommande	1							
2 DateCommande	1	1						
3 NoClient	1		1					
4 NomClient	1		1	1				
5 RefProduit					1			
6 Designation					1	1		
7 PrixUnitaire					1		1	
8 QtéCommandée								1

NoClient → NomClient

Cette première phase met en évidence deux types de propriétés :

- les **propriétés identifiantes** repérées dans la matrice par des colonnes qui comportent au moins deux « 1 ». *Dans l'exemple ci-dessus les propriétés 1, 3 et 5 sont sources de dépendances fonctionnelles et joueront donc le rôle d'identifiant d'entités dans le modèle conceptuel.*
- les **propriétés** qui ne sont **destination d'aucune dépendance** fonctionnelle et qui ont donc, dans la matrice des dépendances fonctionnelles, leur ligne vide. *Dans l'exemple ci-dessus, les propriétés TauxTVA et QtéCommandée ont ces caractéristiques.* Parmi ces propriétés il convient alors de distinguer :
 - les **propriétés paramètres** telles que le *taux de TVA*
 - les **autres propriétés** pour lesquelles on doit rechercher les dépendances fonctionnelles ayant des sources multi-attributs qui permettent de les atteindre.

La source de ces dépendances sera constituée d'un sous-ensemble des rubriques identifiantes repérées à l'étape précédente. Ainsi, la propriété QtéCommandée, est déterminée à partir d'un numéro de commande et d'une référence produit ce qui revient à écrire la dépendance fonctionnelle suivante : **RefProduit, NoCommande → QtéCommandée**

Ces nouvelles dépendances fonctionnelles sont alors ajoutées à la matrice des dépendances fonctionnelles comme le montre la figure suivante.

	<u>1</u>	2	<u>3</u>	4	<u>5</u>	6	7	8	1,5
1 NoCommande	1								
2 DateCommande	1	1							
3 NoClient	1		1						
4 NomClient	1		1	1					
5 RefProduit					1				
6 Designation					1	1			

K.El Maftouhi

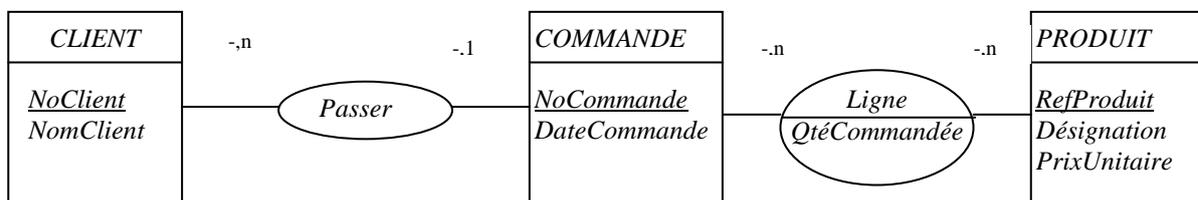
Systèmes d'information

7 PrixUnitaire						1		1		
8 QtéCommandée									1	1

Certaines des dépendances fonctionnelles mentionnées dans cette matrice sont « parasites » car elles peuvent être déduites d'autres dépendances fonctionnelles par application des propriétés remarquables telles que la réflexivité ou la transitivité. Il faut donc les éliminer pour obtenir l'ensemble minimal des dépendances fonctionnelles qui représente la même information. Si l'on désigne par F l'ensemble initial des dépendances fonctionnelles, l'ensemble obtenu, noté F[^], après élimination des dépendances parasites est appelé couverture minimale de F et peut être obtenu par application d'un algorithme.

C'est encore un procédé algorithmique qui permet d'aboutir, à partir de la matrice dépouillée de toute dépendance inutile, au modèle conceptuel des données. Ainsi toute propriété identifiante donne naissance à une entité dont le contenu sera formée des propriétés avec lesquelles elle est en dépendance. Les propriétés atteintes par des dépendances fonctionnelles multi-attributs seront intégrées à des associations porteuses (m-n) reliant les entités dont les identifiants sont spécifiées dans la source.

Enfin, les dépendances entre identifiants se matérialiseront par la présence d'une association (1-n). Le modèle ci-dessous résulte de l'application de ces différentes règles. Ce dernier devra alors être complété notamment au niveau des cardinalités minimales afin de prendre en compte toutes les règles de gestion. Les associations non porteuses de type m-n ...



Cette méthode est très lourde dans sa mise en œuvre dès que le nombre de propriétés devient important. De plus, tout lien sémantique devenant une dépendance fonctionnelle, elle est très réductrice d'un point de vue sémantique, et ne permet pas de mettre en évidence des situations telles que plusieurs associations portant des réalités différentes entre deux mêmes entités.

Il semble que la bonne approche de construction d'un modèle conceptuel des données soit un compromis entre la méthode directe, qui laisse une large part à l'intuition et la méthode basée sur l'étude des dépendances fonctionnelles. Quelle que soit la technique utilisée, le modèle doit être vérifié, normalisé et enrichi de toutes les concepts étendus pour représenter le plus fidèlement possible l'univers du discours.

4- Le modèle Logique des Données :

4-1 Présentation :

L'objectif du développement du **Modèle Conceptuel des Données (M.C.D.)** représenté par le **schéma Entités/Associations** est non seulement une étude exhaustive des données du système d'informations, et des relations entre elles; mais aussi une implantation informatique qui doit nous permettre d'obtenir un système d'informations automatisé.

Le **modèle logique des données** intègre donc comme contraintes techniques la prise en compte de l'outil logiciel d'implantation du modèle conceptuel de données.

Remarque : il existe plusieurs types de modèles logiques dont :

- le modèle fichier
- le modèle relationnel
- le modèle hiérarchique*
- le modèle réseaux (ou CODASYL)*

Chacun de ces modèles repose sur des techniques d'organisation des données particulières que des logiciels seront capables de gérer. *Par exemple, dans le modèle relationnel l'unique structure d'accueil des données est la relation qui peut être assimilée à un tableau de la forme suivante :*

<i>Propriété1</i>	<i>Propriété2</i>	...	<i>Propriété n</i>
<i>Valeur1</i>	<i>Valeur2</i>	...	
<i>Valeur1'</i>	<i>Valeur2'</i>	...	

Dans le modèle logique on parlera de Relations (au lieu d'Entité du niveau Conceptuel), on va évoquer les différentes techniques permettant de passer du MCD au MLD.

4-2 Règles de passage du MCD au MLD :

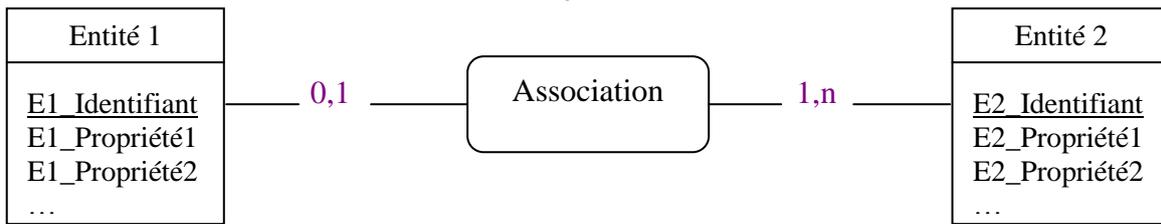
Règle 1 : Les entités qui ne sont pas porteuses d'autres données que leur identifiant peuvent disparaître du modèle logique.

Règle 2 : Les autres entités deviennent des relations dont la clé primaire est l'identifiant de l'entité.

Règle 3 : Transformation des associations binaires du type $(x, n) - (x, 1)$

K.El Maftouhi

Systèmes d'information



Afin de représenter le lien, on duplique la clé primaire de la relation basée sur l'entité à cardinalité (x , n) dans la relation basée sur l'entité à cardinalité (x,1). Cet attribut est appelé clé étrangère. Les deux relations sont liées par une flèche qui pointe de la relation à clé étrangère vers la relation qui contient la clé primaire correspondante.



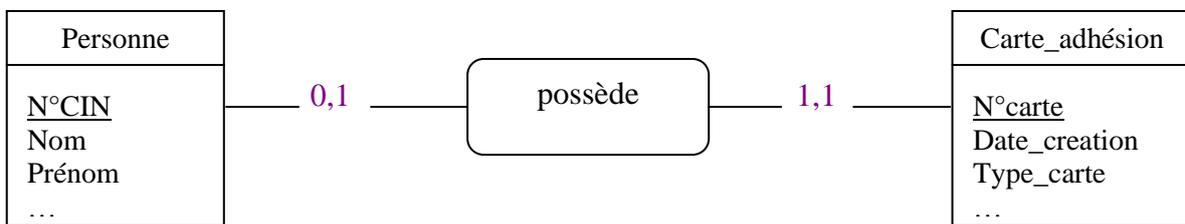
On peut aussi représenter le MRD sous son format textuel comme suit :

Entité 1 (E1_Identifiant, E1_Propriété1, E1_Propriété2,... E2_Identifiant #).
Entité 2 (E2_Identifiant, E2_Propriété1, E2_Propriété2, ...).

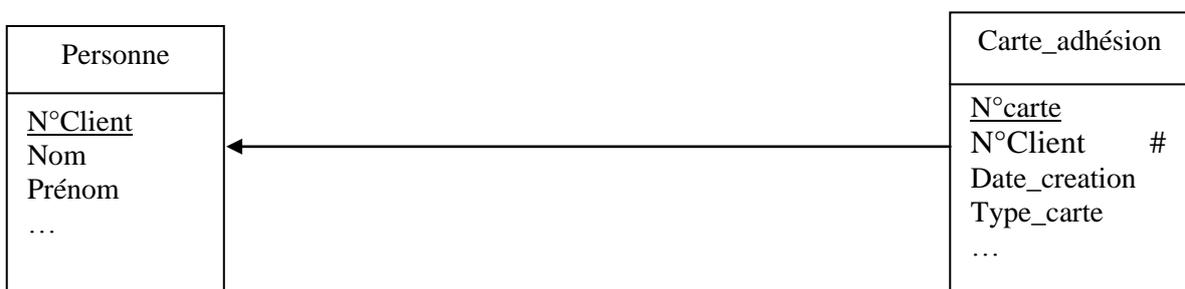
Règle 4 : Transformation des associations binaires du type (x , 1) – (x , 1).

Nous devons distinguer plusieurs cas. Sachant qu'une relation binaire du type (1 , 1) - (1 , 1) ne doit pas exister il nous reste les 2 cas suivants:

Relation binaire (0 , 1) - (1 , 1) :

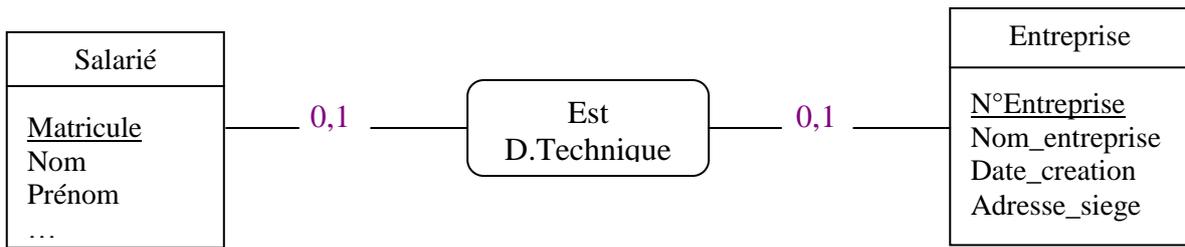


On duplique la clé de la relation basée sur l'entité à cardinalité (0,1) dans la relation basée sur l'entité à cardinalité (1,1).

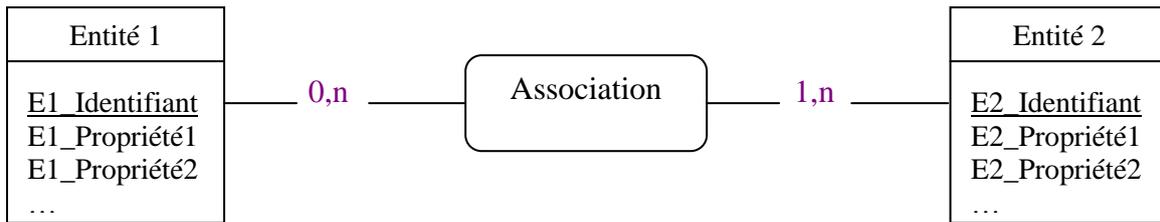


Relation binaire (0,1)-(0,1)

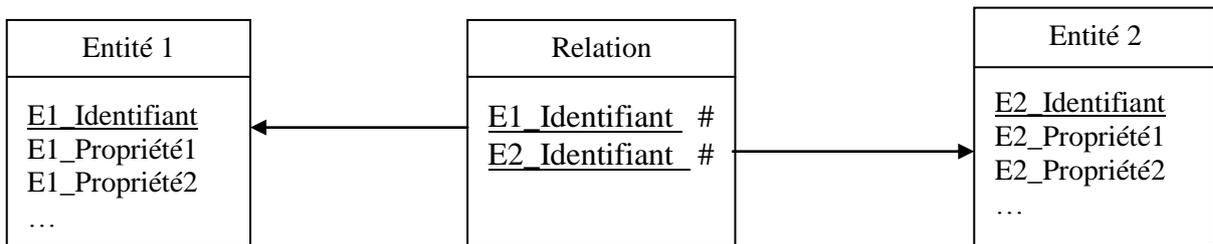
On duplique la clé d'une des relations dans l'autre. Lorsque l'association contient elle même des propriétés, celles-ci deviennent également attributs de la relation dans laquelle a été ajoutée la clé étrangère.



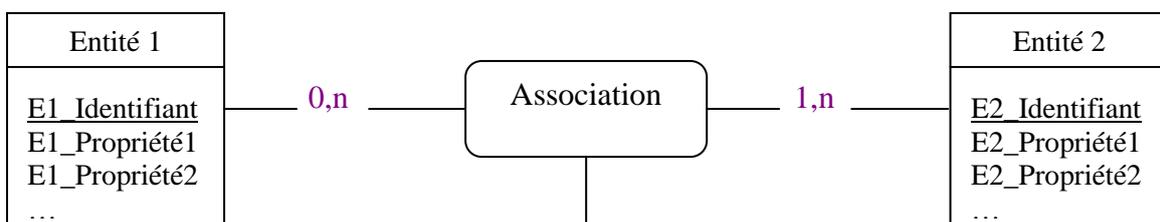
Règle 5 : Transformation des associations binaires du type $(x, n) - (x, n)$

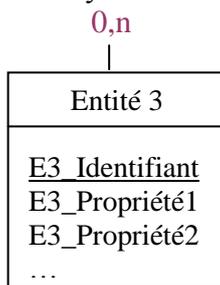


On crée une relation supplémentaire ayant comme clé primaire une clé composée des clés primaires des 2 relations. Lorsque l'association contient elle-même des propriétés, celles ci deviennent attributs de la relation supplémentaire. Une propriété de la relation qui est soulignée devra appartenir à la clé primaire composée de la relation supplémentaire.

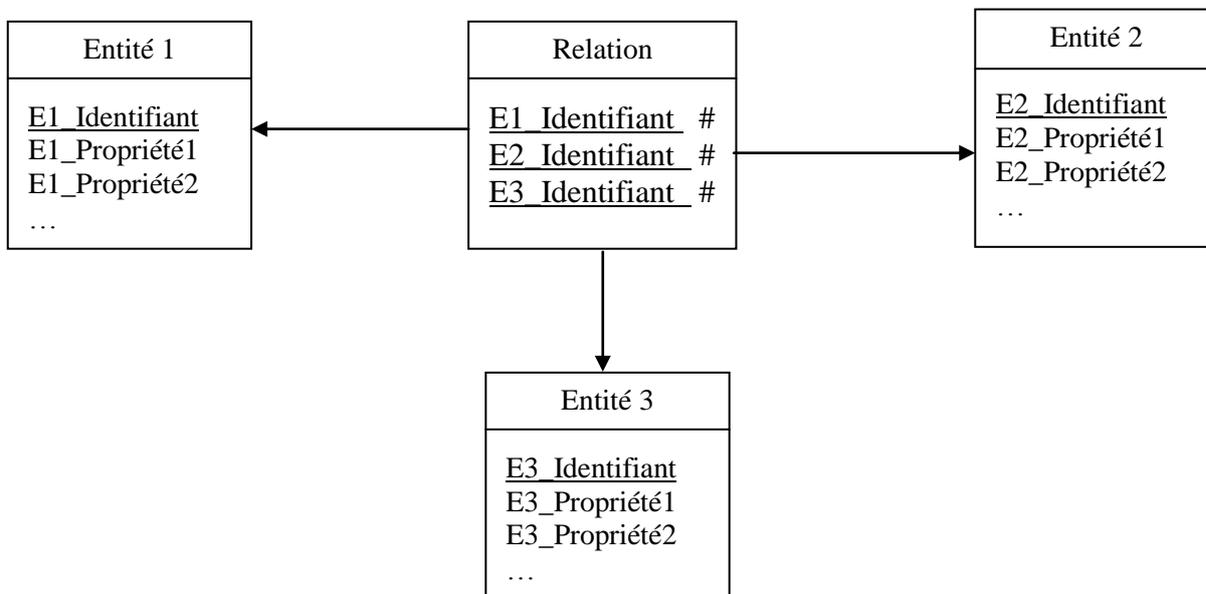


Règle 6 : Transformation des associations ternaires :



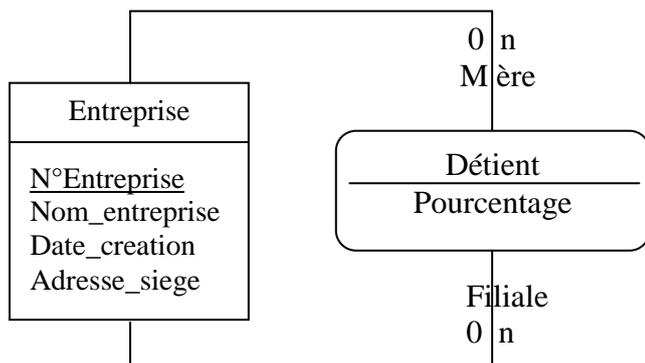


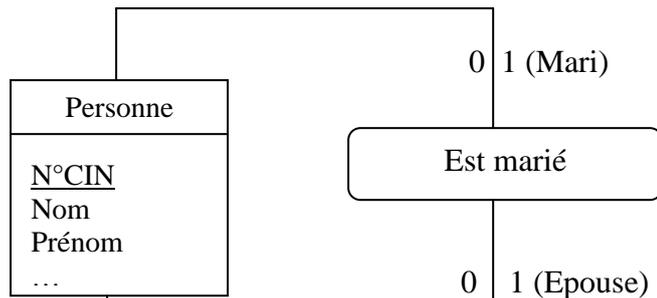
On crée une relation supplémentaire ayant comme clé primaire une clé composée des clés primaires de toutes les relations liées. Cette règle s'applique de façon indépendante des différentes cardinalités. Lorsque la relation contient elle-même des propriétés, celles-ci deviennent attributs de la table supplémentaire. Une propriété de la relation qui est soulignée devra appartenir à la clé primaire composée de la table supplémentaire.



Règle 7 : Transformation des associations réflexives :

Nous appliquons les règles générales avec la seule différence que l'association est 2 fois reliée à la même entité.





4-3 Les formes normales pour les relations:

- ✓ Une relation est en première forme normale si et seulement si tous ses attributs ont des valeurs simples (non multiples, non composées).
- ✓ Une relation est en deuxième forme normale si et seulement si elle est en première forme normale et qu'il ne peut y avoir une dépendance fonctionnelle d'une propriété par rapport à une sous collection de la clé de relation.

Ex : la relation commande (code client, code produit, lib_produit, qté_commandée...) n'est pas en 2^{ème} forme normale, en effet l'attribut lib_produit dépend d'une partie de la clé de la relation (code_produit).

- ✓ Une relation est en troisième forme normale si et seulement si elle est en deuxième forme normale et que tous ses attributs qui ne participent pas à la clé sont fonctionnellement indépendants.

Pour valider le modèle logique, toutes les relations devront être en troisième forme normale.

5- Le modèle conceptuel des Traitements :

Comme il a été dit dans le chapitre d'introduction, tout système d'information est composé d'une base d'information et d'un processeur d'information qui représentent respectivement sa statique et sa dynamique. A l'instar du Modèle Conceptuel des Données (MCD) qui schématise les données du système d'information, le Modèle Conceptuel des Traitements (MCT) décrit les traitements et plus précisément toutes les activités découlant des échanges entre le domaine étudié et le monde extérieur. Il exprime donc ce que fait le domaine sans se poser le problème de savoir qui le fait, quand et comment.

5-1 Les concepts de base :

5.1.1 L'acteur :

Un acteur est une personne morale ou physique capable d'émettre ou de recevoir des informations. *Par exemple, l'élève de terminale qui souhaite s'inscrire à un DEUG préparé par la faculté de Casablanca est un acteur du domaine « Gestion des inscriptions » de cette faculté.* On distingue deux types d'acteurs :

K.El Maftouhi

Systèmes d'information

- les acteurs internes qui appartiennent au système d'information étudié. *Pour le domaine cité ci-dessus, le service des inscriptions ou le service comptabilité de la faculté de Bordeaux sont des acteurs internes.*
- les acteurs externes qui n'appartiennent pas au système d'information mais qui sont l'origine ou la destination de flux d'informations reçus ou émanant du système d'information. L'élève de terminale qui effectue une demande de pré-inscription à la faculté de Bordeaux est un exemple d'acteur externe.

Dans le Modèle Conceptuel de Traitements, seuls les acteurs externes sont modélisés ; d'une part parce qu'on ne cherche qu'à formaliser les traitements découlant d'interactions avec l'environnement et que d'autre part, on ne cherche pas à connaître les acteurs internes qui réalisent les traitements en question.

Remarque : pour certains Ateliers de Génie Logiciel (AGL), la notion d'acteur est implicite : ils n'apparaissent donc pas graphiquement dans les différents modèles de traitements produits.

5.1.2 L'événement :

L'événement matérialise un fait, qui en se produisant, doit déclencher une réaction du système. Plus précisément cette notion recouvre deux aspects :

- le fait qui survient et sa perception. *La décision d'un élève de terminale de s'inscrire à la faculté de Casablanca illustre cet aspect.*
- le compte rendu de cette perception faite auprès du système d'information. *Ainsi, dans le cas de la pré-inscription, c'est le remplissage du dossier qui constitue le compte rendu du souhait de l'élève.*

Seul le second aspect est pris en compte dans la dynamique du système d'information et correspond à la définition d'événement. Du fait de cette restriction l'événement (au sens du modèle conceptuel des traitements) est porteur d'informations qui doivent être obligatoirement digérées par le système d'information sans quoi il ne répondrait pas à ses objectifs.

Parmi les événements, on distingue les événements externes et les événements internes :

- les événements déclencheurs externes sont des événements émis par un acteur externe. *Par exemple le dépôt d'un dossier de pré-inscription est un événement externe déclenché par un futur bachelier souhaitant intégrer un DEUG à la faculté de Bordeaux.*
- les événements internes sont des événements qui surviennent lorsqu'une opération se termine. *Ce peut être par exemple l'acceptation de la pré-inscription après vérification du contenu du dossier.* Un événement interne n'a lieu d'être que si le compte rendu de la fin d'une opération doit être soit suivi d'une nouvelle réaction du système d'information, soit de l'émission d'un message vers l'environnement.

Notons enfin que l'intitulé générique étant parfois long, on lui associe, sur le MCT un alias afin de le référencer plus facilement. Les alias seront codés ainsi : « ext » ou « int » pour indiquer le type de l'événement suivi d'un numéro séquentiel. *Par exemple « ext1 » désignera l'événement « Dépôt d'un dossier de pré-inscription ».*

a) Occurrences d'événements :

K.El Maftouhi

Systèmes d'information

L'occurrence d'un événement correspond à la réalisation effective d'un événement. *Par exemple, le dépôt du dossier de pré-inscription de M. X de terminale ES pour le DEUG MASS, constitue une occurrence de l'événement déclencheur « Dépôt du dossier de pré-inscription ».*

La notion d'occurrence d'événements n'est, en général, pas modélisée, par contre la capacité d'un événement, qui est le nombre maximum d'occurrences acceptées par le processeur d'information, et la fréquence d'apparition des occurrences le sont. *Ainsi, on peut fixer à 3000 le nombre maximum d'occurrences acceptées par le processeur pour l'événement « Dépôt du dossier de pré-inscription ».*

b) Participation et cardinalité d'un événement :

La participation d'un événement définit le nombre d'occurrences différentes nécessaires au lancement de l'opération. *Dans le processus de gestion des inscriptions, le traitement du dossier déposé doit être déclenché à chaque apparition d'une occurrence de l'événement « Dépôt d'un dossier de pré-inscription ».* La participation de l'événement au traitement est donc égal à 1.

La cardinalité d'un événement est le nombre d'occurrences identiques d'un événement résultat. Si l'on associe à l'événement interne « Carte étudiant éditée » la cardinalité 2, cela impliquera une émission en deux exemplaires de la carte d'étudiant. Si ces deux caractéristiques ne sont pas précisées sur le MCT, elles prennent la valeur 1 par défaut.

5.1.3 L'opération :

La réponse à l'arrivée d'un événement est le déclenchement d'un ensemble de traitements appelé opération. *Le traitement d'enregistrement d'une pré-inscription est une opération déclenchée lors du dépôt de dossier de pré-inscription*

Lors de son exécution une opération ne peut pas être interrompue par l'attente d'un événement externe. L'exécution d'une opération se ramène à l'exécution d'actions élémentaires effectuées sur la base d'informations à partir des données portées par le ou les événement(s) déclencheur(s). Ces actions élémentaires portent sur des occurrences d'entités ou d'associations du modèle conceptuel des données et peuvent appartenir à l'un des quatre types suivants :

- insertion
- la modification
- l'effacement
- recherche

La logique d'enchaînement des actions élémentaires n'est pas toujours séquentielle et peut faire intervenir des structures alternatives (Si .. Alors ... Sinon) ou itératives (Tant que ..., Répéter ..., Pour ...).

5.1.4 La règle d'émission :

La production effective d'une ou de plusieurs occurrences d'un événement interne est soumise à une règle d'émission, c'est-à-dire à une proposition logique qui s'applique au contenu de la base d'information après exécution de l'opération. L'événement est produit si la proposition logique est vraie. A l'issue de l'enregistrement d'un dossier de pré-inscription deux cas peuvent se présenter :

- soit le dossier est complet et une occurrence de l'événement « Pré-inscription de l'élève E à la formation F réalisée le JJ/MM/AAAA » est émise

K.El Maftouhi

Systemes d'information

- soit le dossier est incomplet (certaines propriétés du MCD n'ont pas été renseignées) et une occurrence de l'événement « Dossier D Mis en attente le JJ/MM/AAAA » est produite.

Si la plupart des règles d'émission sont basées sur une structure alternative et donne donc lieu à une seule occurrence d'événement interne, certaines peuvent intégrer une structure itérative de type « Pour – Tout » afin de produire n occurrences d'un événement interne. *Par exemple pour envoyer en début d'année des lettres de renouvellement d'adhésion, on introduira la règle d'émission suivante :*

*Pour tout adhérent A enregistré dans la base d'informations
créer une occurrence de int1 (Renouvellement d'adhésion envoyé à A le JJ/MM/AAAA)
Fin pour*

5.1.5 La synchronisation :

La synchronisation d'une opération est composée de deux éléments :

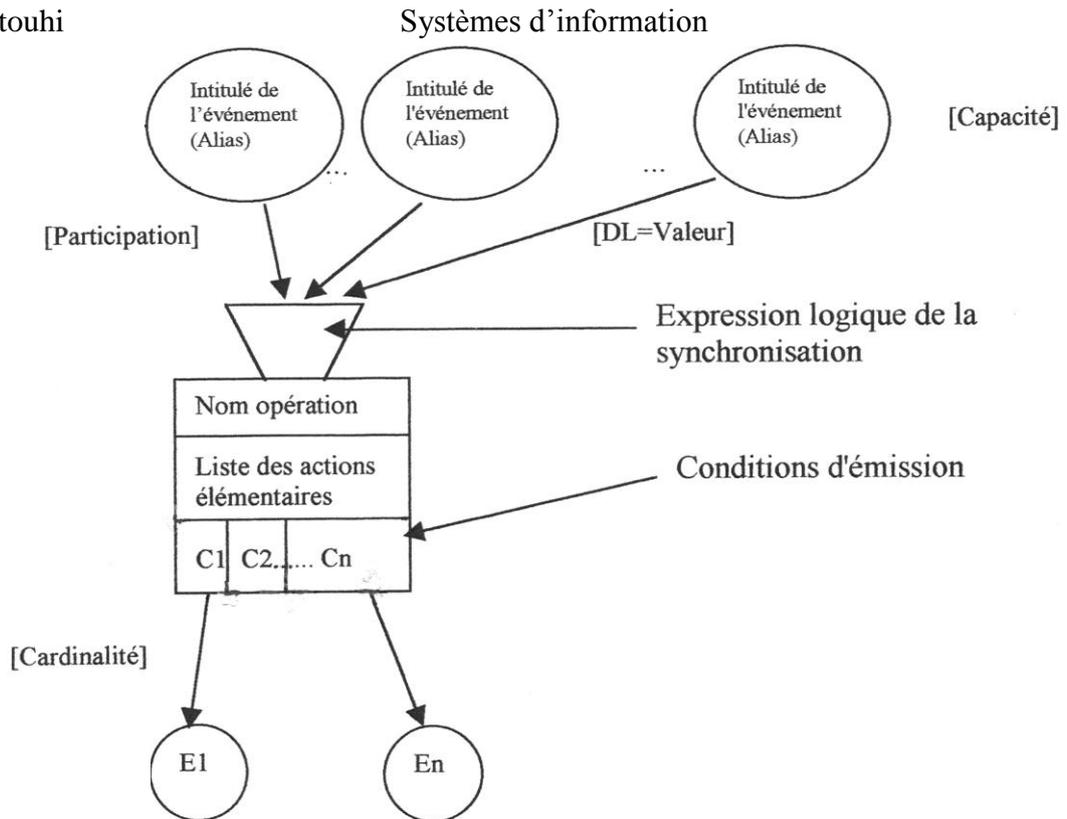
- d'une part la liste des événements (internes ou externes) qui doivent être arrivés avant de déclencher l'opération.
- et d'autre part la règle sous forme d'une proposition logique qui précise de quelle manière les événements participent au déclenchement de l'opération.

Pour des raisons de lisibilité ce sont les alias des événements participant à la synchronisation qui sont mentionnés, sur le MCT, dans l'expression logique de la synchronisation. *Par exemple la condition ext1 et ext2 signifie que la synchronisation sera activable lorsque :*

- *le nombre d'occurrences de l'événement ext1 sera égal à la participation de ext1*
- *et le nombre d'occurrences de l'événement ext2 sera égal à la participation de ext2*

A cette proposition logique sont associées des conditions locales qui permettent de préciser, lorsque plusieurs occurrences d'un événement sont présentes comment choisir celles qui participera effectivement à la synchronisation. Les conditions locales portent obligatoirement sur les valeurs des propriétés ou des entités associées aux messages des événements à synchroniser. Une synchronisation ne peut pas consulter la base d'informations.

5.1.6 Représentation graphique :



Remarque: Le MCT conditionne complètement l'interface graphique du S.I.

5.2 Fonctionnement d'un modèle dynamique :

5.2.1) Fonctionnement d'un modèle dynamique :

L'arrivée d'un événement externe dans le système d'information provoque l'apparition d'une occurrence nouvelle pour cet événement. On appelle jeton cette occurrence d'événement. Une synchronisation, lorsqu'elle est en attente, devient activable, lorsque la proposition logique associée et les conditions locales deviennent vraies par l'arrivée d'un nouveau jeton. Lorsque la synchronisation est activée, il y a consommation d'un ou de plusieurs jetons par événement qui a contribué à rendre vrai le prédicat et les conditions locales de synchronisation.

La synchronisation déclenche le démarrage de l'opération qui s'exécute et qui provoque l'apparition d'un ou de plusieurs jetons supplémentaires dans tous les événements en sortie de l'opération pour lesquels la règle d'émission est vérifiée.

5.2.2) Règles de vérification du fonctionnement :

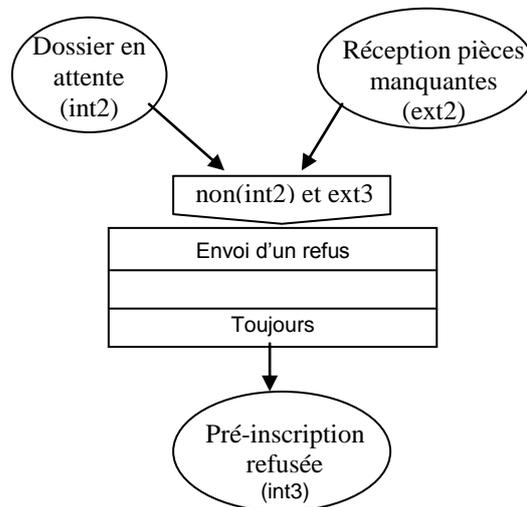
Compte tenu du principe de fonctionnement exposé précédemment, un modèle dynamique admet un ensemble d'états qui se matérialisent au moyen de jetons répartis dans ses différents événements. Pour que le modèle fonctionne correctement, différentes règles relatives à la consommation de ces jetons devront être vérifiées. On devra par exemple s'assurer que des jetons ne s'accumulent pas dans un événement. Une telle situation signifierait que le système ne remplit pas sa fonction de consommation ou de traitement.

Dans le processus de pré-inscription, il peut y avoir accumulation de jetons dans l'événement « Réception de pièces manquantes » dès lors que le dossier mis en attente a été supprimé du fait

K.El Maftouhi

Systemes d'information

du délai de 8 jours dépassé. C'est un choix du gestionnaire d'ignorer ou de traiter ces jetons. Si on décide, par exemple, d'envoyer un avis à l'élève afin de l'informer que ses pièces sont arrivées trop tardivement, on devra enrichir le MCT précédent par le diagramme suivant : (ce traitement suppose que l'événement « pièces manquantes » soit porteur de suffisamment d'informations pour effectuer l'envoi).



5-3 Méthode d'établissement d'un MCT

1. Réaliser le MCC (représentation des acteurs, événements et résultats externes).
2. Pour chaque événement, recenser les opérations déclenchées, et/ou les événements internes produits.
3. Regrouper dans une même opération tous les traitements qui ont les mêmes déclencheurs dans une unité de temps, avec la même synchronisation.

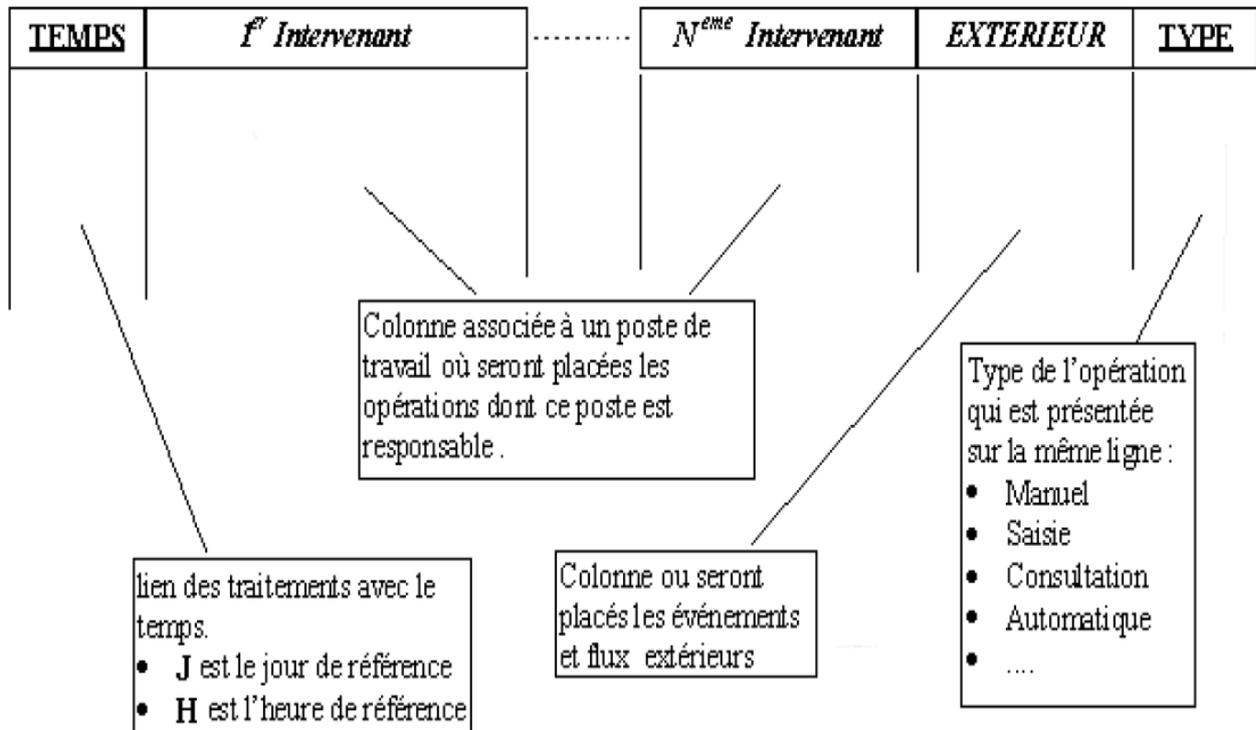
6- Le modèle organisationnel des Traitements :

6-1 pourquoi le MOT ?

Parce qu'on doit compléter le MCT en introduisant les facteurs suivants:

- La notion de temps.
- Les acteurs.
- Les types d'opération.

Le format général du MOT est donné par le schéma suivant :



6-2 Exemple d'illustration :

C'est un exemple relatif au traitement des commandes client par une entreprise commerciale :

K.El Maftouhi

Systèmes d'information

- Lieu** : qui exécute ? Acteurs.
- Moment** : Quand exécute t-on l'opération ? Agencement temporel.
- Nature** : Manuelle, Automatique, consultation.