

MERISE/2 : nouvelle génération de MERISE, autour de six axes directeurs

Conservation des points forts de MERISE (garantissant une compatibilité ascendante)

Amélioration des points clés

Affinement d'un système en sous-systèmes, diagramme de flots de données, modèle entité-association étendu, représentation systématique de l'action des traitements sur les données, distinction entre les niveaux organisationnel et logique, démarche par étapes, etc.

Extension vers des aspects plus techniques

Technologie actuelle : poste/station de travail intelligent/puissant/multi-tâches/graphique/multi-fenêtres, traitement coopératif, SGBD relationnel, réseaux locaux fiables et performants, réseaux distants en progrès

Technologie à venir : SGBD réparti, SGBD orienté-objet, architecture d'application à composants hétérogènes, travail en coopération de personnes géographiquement distantes

Adaptation aux standards (typologie de projets et de démarches)

Obtention d'un système modulaire, adaptable et intégrable

Adoption de modèles et techniques reconnus internationalement

Outillage (logiciels d'aide à la conception et au développement)

Historique

Fin 1989, lancement à l'initiative de la Direction Technique Recherche et Développement de SEMA Group, avec R. COLLETTI, R. LETOUCHE, G. PANET et H. TARDIEU

Premier semestre 1991 : dépôt légal

Entre 1991 et 1993 : projets pilotes

Bibliographie

G. PANET et R. LETOUCHE, MERISE/2 : modèles et techniques MERISE avancés, Les Éditions d'Organisation, 1994

## L'architecture de MERISE/2

S'organise autour des activités de pilotage, de développement (cycles de vie, modèles et techniques, livrables) et de qualité

Propose une typologie des projets

- Identifier les besoins du projet

- Analyser les enjeux et les risques liés au projet

- Classifier le projet dans une typologie de projets

- Utiliser la démarche de développement correspondante (cycle de vie, modèles et techniques, livrables)

Offre une démarche

- Décrivant, suivant l'étape du cycle de vie, un niveau d'abstraction plus ou moins détaillé sur une couverture du domaine d'étude plus ou moins large

- Privilégiant le point de vue de l'utilisateur (ergonomie, convivialité, etc.) notamment par des techniques de maquettage

- Rendant l'interface utilisateur indépendante du noyau de l'application

- etc.

MERISE/2 couvre toutes les phases du cycle de développement du logiciel en plusieurs étapes

- Schéma directeur - Étude d'opportunité

- Étude préalable

- Conception d'ensemble

- Conception fonctionnelle détaillée

- Conception technique détaillée

- Réalisation

- Mise en œuvre

MERISE/2 propose quatre niveaux d'abstraction

Conceptuel (Quoi?)

- Description des données et des traitements pour prendre en compte les règles de gestion (indépendamment de l'organisation interne et des choix ou contraintes techniques)

Organisationnel (D'où? Qui? Quand?)

- Intégration des préoccupations et des choix d'organisation (pour une organisation cible) en précisant l'utilisation des données et des traitements ainsi que la localisation des acteurs et des sites

Logique (Quand? Où? Comment?)

- Conception du logiciel correspondant aux parties à automatiser du système prenant en compte de l'état de la technologie (description d'une application développée dans le contexte des interfaces graphiques et des architectures d'applications modernes)

Physique (Comment?)

- Intégration des préoccupations et des choix techniques déterminant l'implantation des données et la mise en place des traitements

MERISE/2 modélise trois axes du système d'information

- Statique (ce qu'est le système) : description des données

- Cinématique ou dynamique (comment le système se comporte) : description des traitements (et de la succession de transformation sur les données)

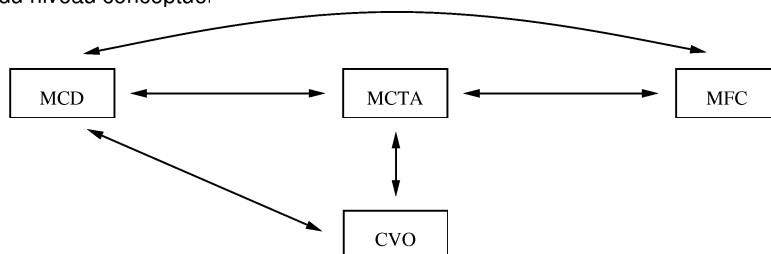
- Architecture (ce que fait le système) : description des activités

| Interfaces    | Application |             |                  |                       |
|---------------|-------------|-------------|------------------|-----------------------|
|               | Statique    | Cinématique | Architecture     |                       |
| MC            | MCD         | CVO , MCTA  | MFC              | Règles de gestion     |
| MOT           | MOD , vues  | CVO , MOTA  | MFO              | Règles d'organisation |
| maquettes IHM | MLD-MLDR    | MLT-MLTR    | SALMI , SAL-SALR | Primitives            |
|               | MPD         | MPT         |                  |                       |

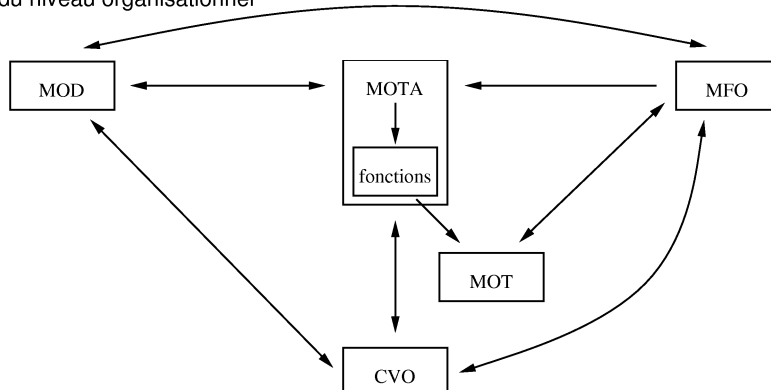
- MC : modèle de contexte
- MCD : modèle conceptuel des données
- CVO : cycle de vie des objets
- MCTA : modèle conceptuel des traitements analytique
- MFC : modèle de flux conceptuel
- MOT : modèle organisationnel des traitements
- MOD : modèle organisationnel des données
- MOTA : modèle organisationnel des traitements analytique
- MFO : modèle de flux organisationnel
- MLD : modèle logique des données
- MLDR : modèle logique des données réparties
- MLT : modèle logique des traitements
- MLTR : modèle logique des traitements répartis
- SALMI : schéma d'architecture logique des moyens informatiques
- SAL : schéma d'architecture logique
- SALR : schéma d'architecture logique répartie
- MPD : modèle physique des données
- MPT : modèle physique des traitements

## Enchaînements des modèles aux niveaux conceptuel et organisationnel

Modèles du niveau conceptuel



Modèles du niveau organisationnel



## Deux exemples de choix des modèles selon la typologie des projets

Grand projet d'architecture classique *DataBase/DataCommunication* : MC, MCD, CVO, MCTA, MFC, règles de gestion ; MOD, CVO, MOTA, MFO, règles d'organisation ; MLD, MLT, primitives

Petit projet à architecture répartie : MC, MCD, CVO, règles de gestion ; MOD, CVO, MOTA, MFO, règles d'organisation ; MLD, MLDR, MLT, MLTR, primitives

# EXEMPLE « JOUET »

| <p>Numéro INE de l'étudiant : 2<br/>         Nom : LEROI<br/>         Département de naissance : 40</p> <p>Diplômes obtenus par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Intitulé abrégé</th> <th style="width: 65%;">Intitulé complet</th> <th style="width: 20%;">Année</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BAC</td> <td>Baccalauréat</td> <td>1980</td> </tr> <tr> <td>DEUG</td> <td>Diplôme d'Études Universitaires Générales</td> <td>1982</td> </tr> </tbody> </table> | Intitulé abrégé                           | Intitulé complet | Année | BAC | Baccalauréat | 1980 | DEUG | Diplôme d'Études Universitaires Générales | 1982 | <p>Voitures possédées par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Numéro d'immatriculation</th> <th style="width: 40%;">Couleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Numéro d'immatriculation | Couleur |  |  |
|---|---|------------------|-------|-----|--------------|------|------|---|------|---|--------------------------|---------|--|--|
| Intitulé abrégé   | Intitulé complet                          | Année            |       |     |              |      |      |   |      |   |                          |         |  |  |
| BAC   | Baccalauréat                              | 1980             |       |     |              |      |      |   |      |   |                          |         |  |  |
| DEUG  | Diplôme d'Études Universitaires Générales | 1982             |       |     |              |      |      |   |      |   |                          |         |  |  |
| Numéro d'immatriculation  | Couleur                                   |                  |       |     |              |      |      |   |      |   |                          |         |  |  |
|   |   |                  |       |     |              |      |      |   |      |   |                          |         |  |  |

| <p>Numéro INE de l'étudiant : 3<br/>         Nom : DUPOND<br/>         Département de naissance : 17</p> <p>Diplômes obtenus par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Intitulé abrégé</th> <th style="width: 65%;">Intitulé complet</th> <th style="width: 20%;">Année</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BAC</td> <td>Baccalauréat</td> <td>1981</td> </tr> <tr> <td>DUT</td> <td>Diplôme Universitaire de Technologie</td> <td>1983</td> </tr> <tr> <td>MIAGe</td> <td>Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises</td> <td>1985</td> </tr> </tbody> </table> | Intitulé abrégé   | Intitulé complet | Année | BAC | Baccalauréat | 1981 | DUT | Diplôme Universitaire de Technologie | 1983 | MIAGe | Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises | 1985 | <p>Voitures possédées par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Numéro d'immatriculation</th> <th style="width: 40%;">Couleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Numéro d'immatriculation | Couleur |  |  |
|---|---|------------------|-------|-----|--------------|------|-----|--------------------------------------|------|-------|---|------|---|--------------------------|---------|--|--|
| Intitulé abrégé   | Intitulé complet  | Année            |       |     |              |      |     |                                      |      |       |   |      |   |                          |         |  |  |
| BAC   | Baccalauréat  | 1981             |       |     |              |      |     |                                      |      |       |   |      |   |                          |         |  |  |
| DUT   | Diplôme Universitaire de Technologie  | 1983             |       |     |              |      |     |                                      |      |       |   |      |   |                          |         |  |  |
| MIAGe   | Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises | 1985             |       |     |              |      |     |                                      |      |       |   |      |   |                          |         |  |  |
| Numéro d'immatriculation  | Couleur   |                  |       |     |              |      |     |                                      |      |       |   |      |   |                          |         |  |  |
|   |   |                  |       |     |              |      |     |                                      |      |       |   |      |   |                          |         |  |  |

| <p>Numéro INE de l'étudiant : 4<br/>         Nom : MARTIN<br/>         Département de naissance : 47</p> <p>Diplômes obtenus par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Intitulé abrégé</th> <th style="width: 65%;">Intitulé complet</th> <th style="width: 20%;">Année</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BAC</td> <td>Baccalauréat</td> <td>1977</td> </tr> <tr> <td>DEUG</td> <td>Diplôme d'Études Universitaires Générales</td> <td>1980</td> </tr> <tr> <td>MIAGe</td> <td>Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises</td> <td>1982</td> </tr> </tbody> </table> | Intitulé abrégé   | Intitulé complet | Année | BAC | Baccalauréat | 1977 | DEUG | Diplôme d'Études Universitaires Générales | 1980 | MIAGe | Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises | 1982 | <p>Voitures possédées par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Numéro d'immatriculation</th> <th style="width: 40%;">Couleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">4747 LA 47</td> <td style="text-align: center;">rouge</td> </tr> </tbody> </table> | Numéro d'immatriculation | Couleur | 4747 LA 47 | rouge |
|---|---|------------------|-------|-----|--------------|------|------|---|------|-------|---|------|--|--------------------------|---------|------------|-------|
| Intitulé abrégé   | Intitulé complet  | Année            |       |     |              |      |      |   |      |       |   |      |  |                          |         |            |       |
| BAC   | Baccalauréat  | 1977             |       |     |              |      |      |   |      |       |   |      |  |                          |         |            |       |
| DEUG  | Diplôme d'Études Universitaires Générales                                   | 1980             |       |     |              |      |      |   |      |       |   |      |  |                          |         |            |       |
| MIAGe   | Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises | 1982             |       |     |              |      |      |   |      |       |   |      |  |                          |         |            |       |
| Numéro d'immatriculation  | Couleur   |                  |       |     |              |      |      |   |      |       |   |      |  |                          |         |            |       |
| 4747 LA 47  | rouge   |                  |       |     |              |      |      |   |      |       |   |      |  |                          |         |            |       |

| <p>Numéro INE de l'étudiant : 5<br/>         Nom : DURAND<br/>         Département de naissance : 33</p> <p>Diplômes obtenus par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Intitulé abrégé</th> <th style="width: 65%;">Intitulé complet</th> <th style="width: 20%;">Année</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BAC</td> <td>Baccalauréat</td> <td>1981</td> </tr> <tr> <td>DUT</td> <td>Diplôme Universitaire de Technologie</td> <td>1983</td> </tr> </tbody> </table> | Intitulé abrégé                      | Intitulé complet | Année | BAC | Baccalauréat | 1981 | DUT | Diplôme Universitaire de Technologie | 1983 | <p>Voitures possédées par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Numéro d'immatriculation</th> <th style="width: 40%;">Couleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3333 BX 33</td> <td style="text-align: center;">rouge</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4040 NT 40</td> <td style="text-align: center;">jaune</td> </tr> </tbody> </table> | Numéro d'immatriculation | Couleur | 3333 BX 33 | rouge | 4040 NT 40 | jaune |
|--|--------------------------------------|------------------|-------|-----|--------------|------|-----|--------------------------------------|------|--|--------------------------|---------|------------|-------|------------|-------|
| Intitulé abrégé  | Intitulé complet                     | Année            |       |     |              |      |     |                                      |      |  |                          |         |            |       |            |       |
| BAC  | Baccalauréat                         | 1981             |       |     |              |      |     |                                      |      |  |                          |         |            |       |            |       |
| DUT  | Diplôme Universitaire de Technologie | 1983             |       |     |              |      |     |                                      |      |  |                          |         |            |       |            |       |
| Numéro d'immatriculation   | Couleur                              |                  |       |     |              |      |     |                                      |      |  |                          |         |            |       |            |       |
| 3333 BX 33   | rouge                                |                  |       |     |              |      |     |                                      |      |  |                          |         |            |       |            |       |
| 4040 NT 40   | jaune                                |                  |       |     |              |      |     |                                      |      |  |                          |         |            |       |            |       |

| <p>Numéro INE de l'étudiant : 7<br/>         Nom : LEROI<br/>         Département de naissance : 33</p> <p>Diplômes obtenus par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Intitulé abrégé</th> <th style="width: 65%;">Intitulé complet</th> <th style="width: 20%;">Année</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Intitulé abrégé  | Intitulé complet | Année |  |  |  | <p>Voitures possédées par l'étudiant :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Numéro d'immatriculation</th> <th style="width: 40%;">Couleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Numéro d'immatriculation | Couleur |  |  |
|--|------------------|------------------|-------|--|--|--|---|--------------------------|---------|--|--|
| Intitulé abrégé  | Intitulé complet | Année            |       |  |  |  |   |                          |         |  |  |
|  |                  |                  |       |  |  |  |   |                          |         |  |  |
| Numéro d'immatriculation   | Couleur          |                  |       |  |  |  |   |                          |         |  |  |
|  |                  |                  |       |  |  |  |   |                          |         |  |  |

Le jour de la rentrée, le secrétariat de l'établissement avise les étudiants qu'ils ont jusqu'à la fin de la semaine pour amener les originaux des diplômes qu'ils ont obtenus, ceci permettant de compléter les fiches des étudiants.



## Autres dénominations

Diagramme des flux

Modèle conceptuel de communication d'AMC\*Designor

## Modèles voisins

Modèle de flux

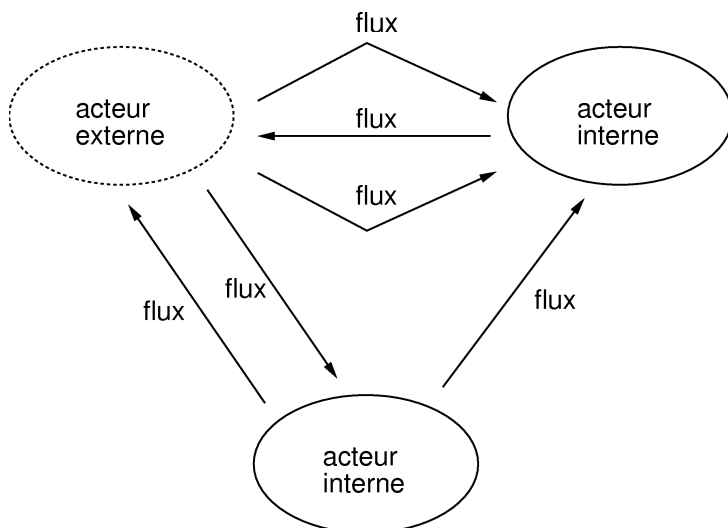
## Objectif

Modélisation de la communication entre les acteurs intervenant pour le système d'information étudié

## Remarque

Modèle de l'étape d'analyse de l'existant dans certaines variantes de la méthode MERISE

## Graphe acteurs-flux



Graphe orienté où les sommets correspondent aux acteurs et où les arcs correspondent aux flux

## Acteur (de gestion)

Entité (personne physique ou morale, service, poste de travail, etc.) qui joue un rôle dans le transit d'information et est censé produire un flux; il s'agit donc d'un lieu de gestion

Exemples : un étudiant, le secrétariat

Interne (appartient au système d'information étudié) ou externe

## Flux

Échange entre un acteur émetteur et un autre acteur récepteur, vérifiant qu'au moins un des deux acteurs est interne

Exemple : livraison de marchandises, paiement de l'inscription à l'université, justificatif d'absence

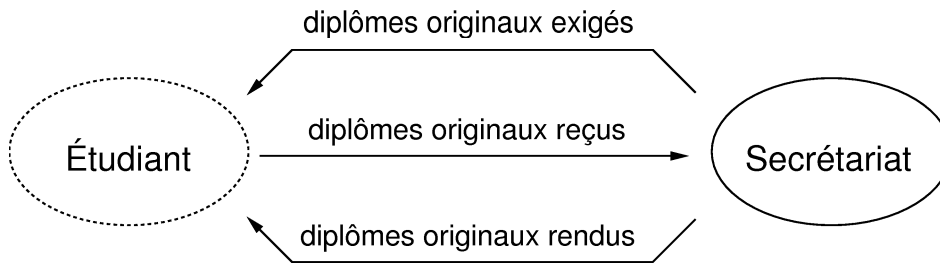
Les flux peuvent être physiques (biens, marchandises, etc.), monétaires (espèces, chèque, traite, etc.) ou d'information

Remarque : un flux physique ou monétaire s'accompagne toujours d'un flux informationnel

Le support de l'information peut être la voix (information orale), le papier (information documentaire) ou magnétique (information informatique)

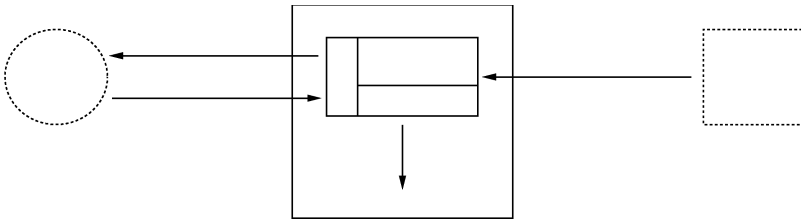
# EXEMPLE

La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants



La matrice des flux correspondante

| <i>De</i> \ <i>Vers</i> | Secrétariat              | Étudiant   |
|-------------------------|--------------------------|--|
| Secrétariat             |                          | diplômes originaux exigés<br>diplômes originaux rendus |
| Étudiant                | diplômes originaux reçus |  |



Modèles voisins

Graphe acteurs-flux

Objectif

Détermination du domaine d'étude et de ses échanges avec l'environnement puis, par affinages successifs, les activités et la composition du domaine d'étude sans en décrire le comportement

Remarque

Modèle très prisé par les anglo-saxons

Modèle de MERISE/2



## Type d'acteur

Regroupement d'acteurs exerçant des activités identiques

## Type de site

Regroupement géographique et/ou fonctionnel de types d'acteurs

## Type de poste

Rapprochement entre un type d'acteur et un type de site

## Modèle de contexte

Description des interactions entre le domaine étudié et son environnement ou avec les domaines connexes

Il correspond au modèle de flux de niveau 0

## Modèle de flux conceptuel

Description de la composition du domaine étudié, par affinages successifs des activités

Il est constitué des diagrammes de flux de niveau 1, 2, ...

## Modèle de flux organisationnel

Description des échanges d'information entre différents types de sites et/ou types de postes, ou avec les acteurs externes et les domaines connexes

Le flux organisationnel précise son support (papier, disquette, téléphone, transfert informatique), son volume et sa périodicité

## Modèle de flux

Représenté par un modèle de contexte ou par un modèle de flux conceptuel ou par un modèle de flux organisationnel

## Domaine d'étude

Sous-ensemble cohérent du système étudié, bien délimité, formant le contenu du sujet à étudier

## Activité (*function, process*)

Ensemble de traitements homogènes qui transforment ou manipulent des données

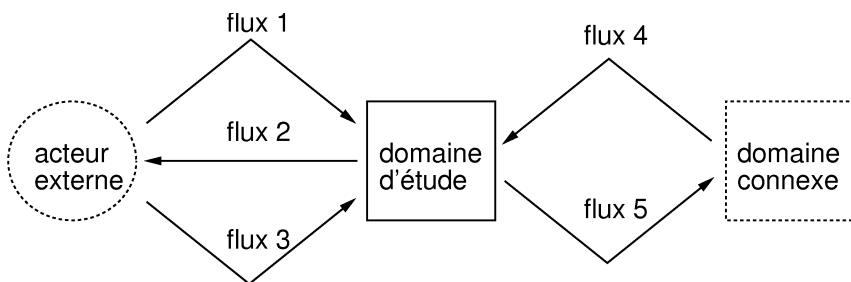
## Flots de données (*data flow*)

Échange d'informations entre deux composants du système ou entre un composant du système et un système extérieur

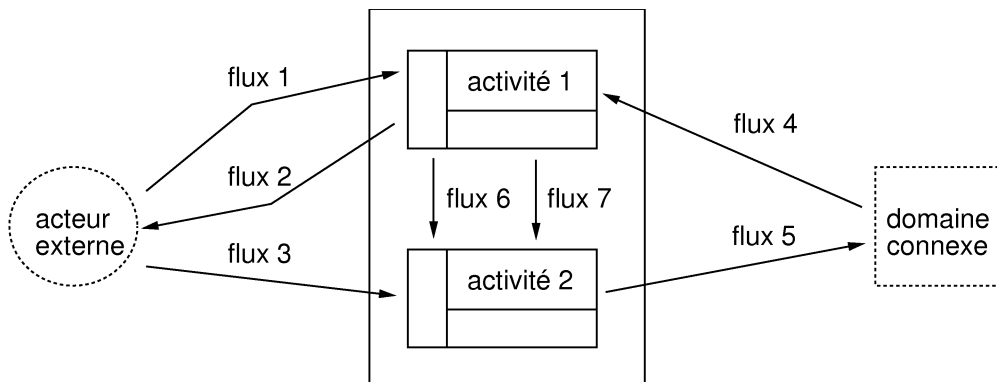
## Système extérieur

Acteur externe (source ou destination des données située en dehors du système étudié) ou domaine connexe (composant de l'organisation étudiée interagissant avec le domaine étudié)

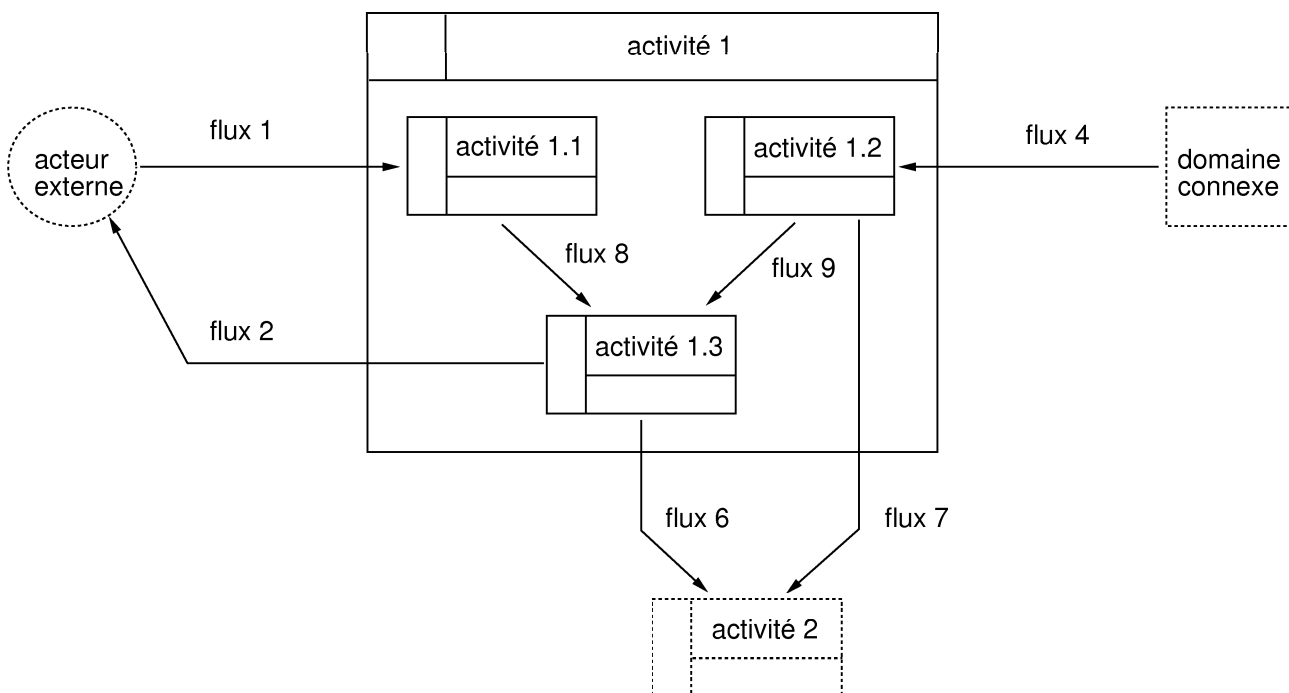
Modèle de contexte



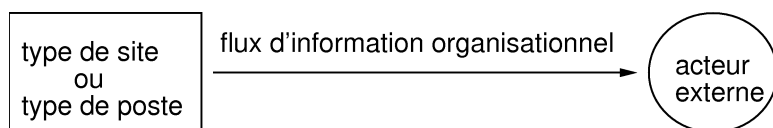
Modèle de flux conceptuel (diagramme de flux de niveau 1)



Modèle de flux conceptuel (diagramme de flux de niveau 2)

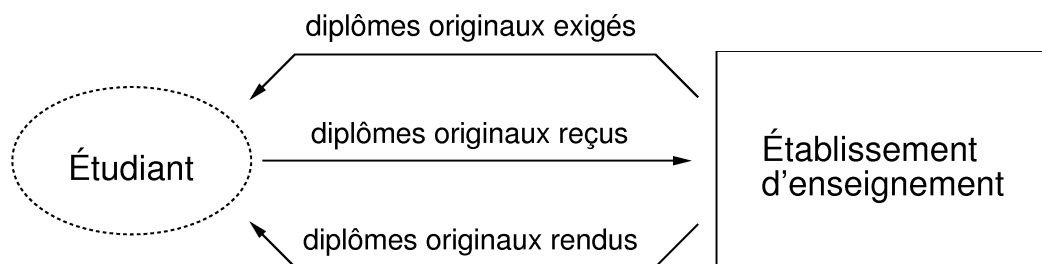


Modèle de flux organisationnel

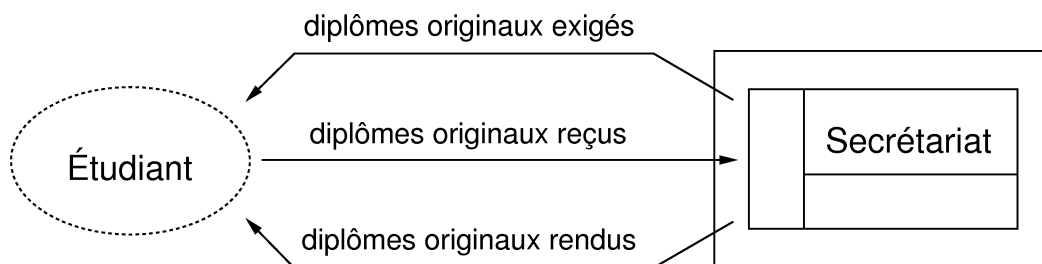


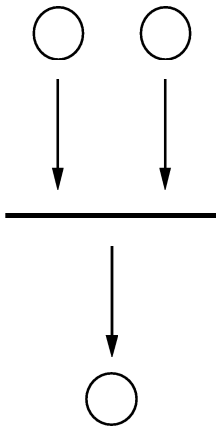
La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants

Le modèle de contexte



Le diagramme de flux de niveau 1





Origine

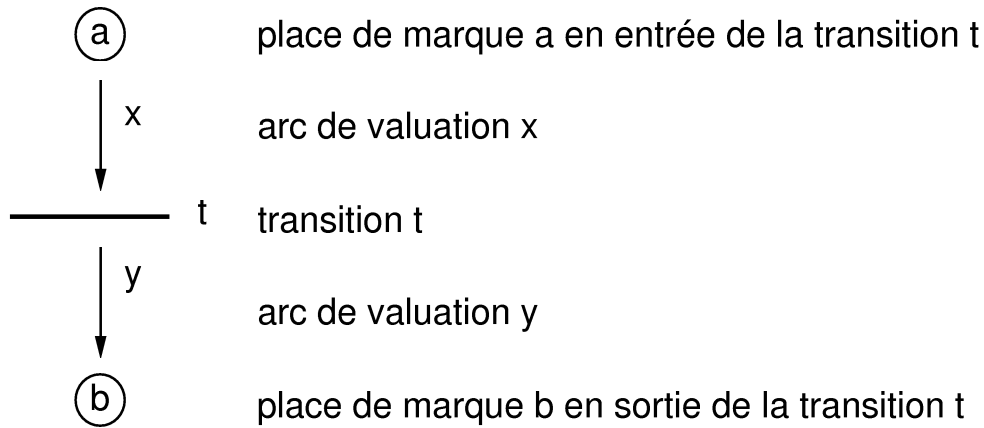
1983 : BRAMS

Remarques

Modélisation de la synchronisation (notamment à la base des modèles de traitements de MERISE)

Modèle dynamique des traitements (fonctionnement exprimé à partir de conditions d'activation et d'enchaînement de séquences élémentaires de traitements)

## Définitions



On appelle place en entrée (respectivement en sortie) d'une transition s'il existe un arc valué allant de cette place (respectivement transition) vers cette transition (respectivement place)

La marque d'une place désigne le nombre de jetons de la place

## Principe de fonctionnement

Transition franchissable (ou déclenchable) :

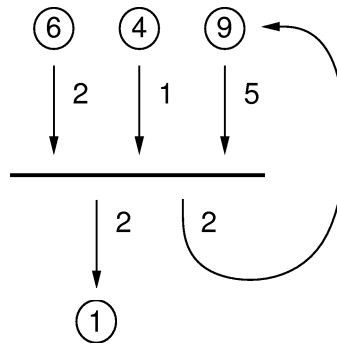
la marque de chaque place en entrée est supérieure ou égale à la valuation de l'arc correspondant

Le franchissement d'une transition induit :

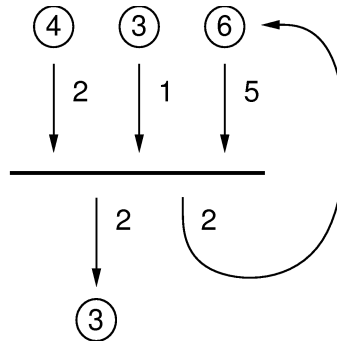
la consommation de jetons de chaque place en entrée (du nombre donné par l'arc valué correspondant)

l'apport de jetons à chaque place en sortie (du nombre donné par l'arc valué correspondant)

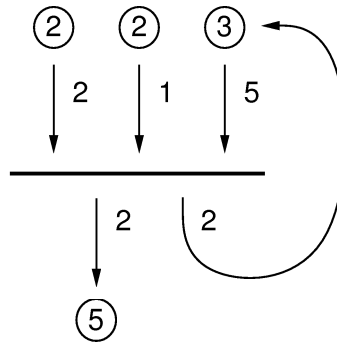
État initial



Après un premier franchissement

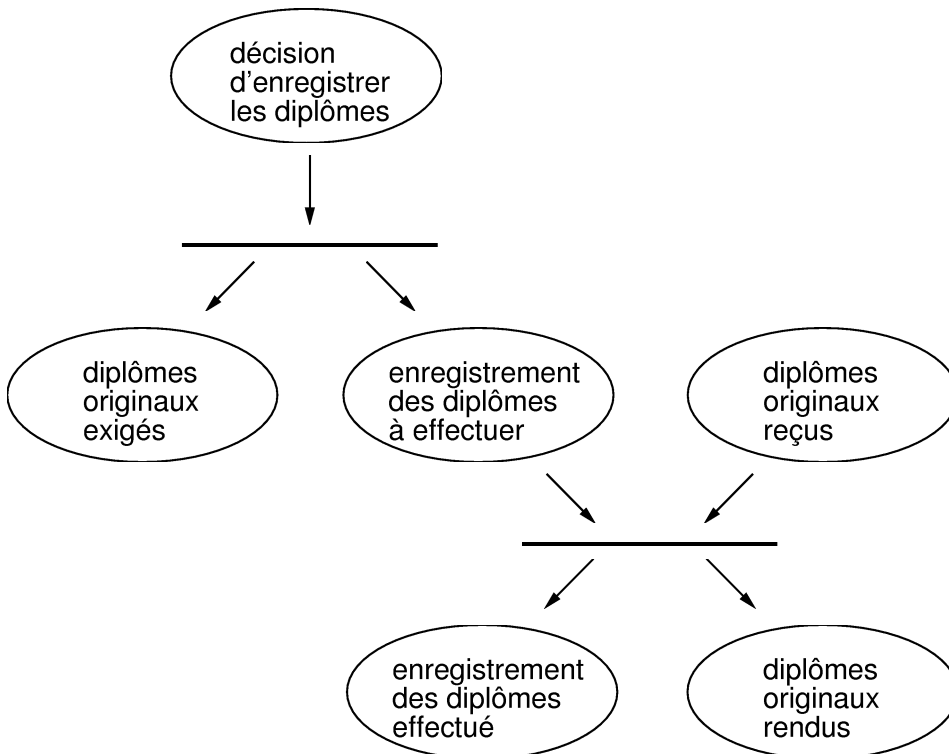


Après un second franchissement



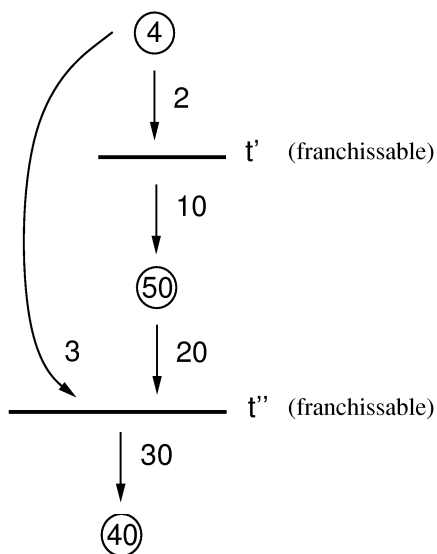
La transition est maintenant infranchissable ( $3 < 5$ )

La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants

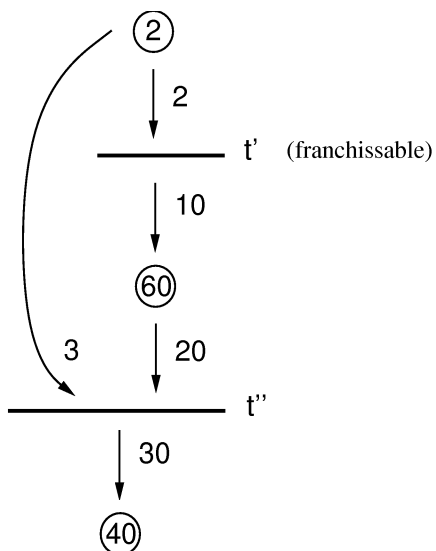


Remarque : l'ordre dans lequel se franchissent les transitions a des conséquences sur les marques des places du réseau de Pétri et sur les possibilités de franchissement des transitions à chaque étape

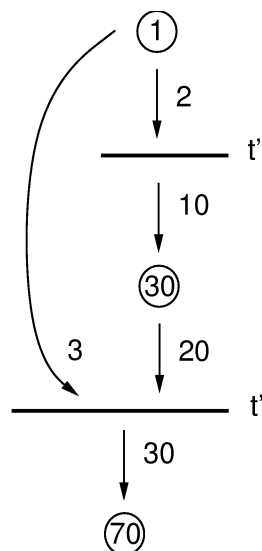
État initial



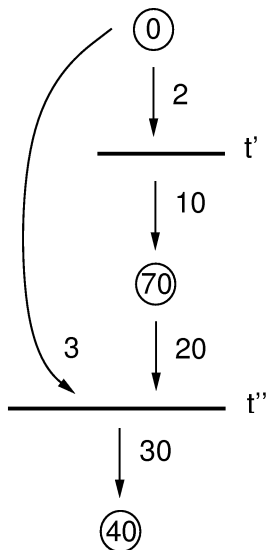
Après un premier franchissement de  $t'$

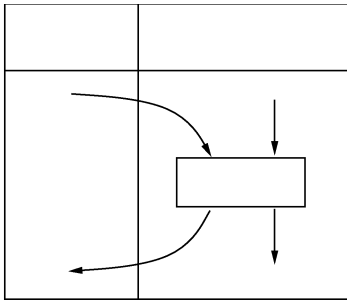


Après le franchissement de  $t''$



Après un second franchissement de  $t'$





Autre dénomination

Graphe de fonctionnement

Modèles voisins

Diagramme de circulation des documents (dans l'espace)

Modèle organisationnel des traitements de MERISE

Objectif

Prise en compte des traitements et de la chronologie des flux en plus de la communication entre les acteurs intervenant pour le système d'information étudié

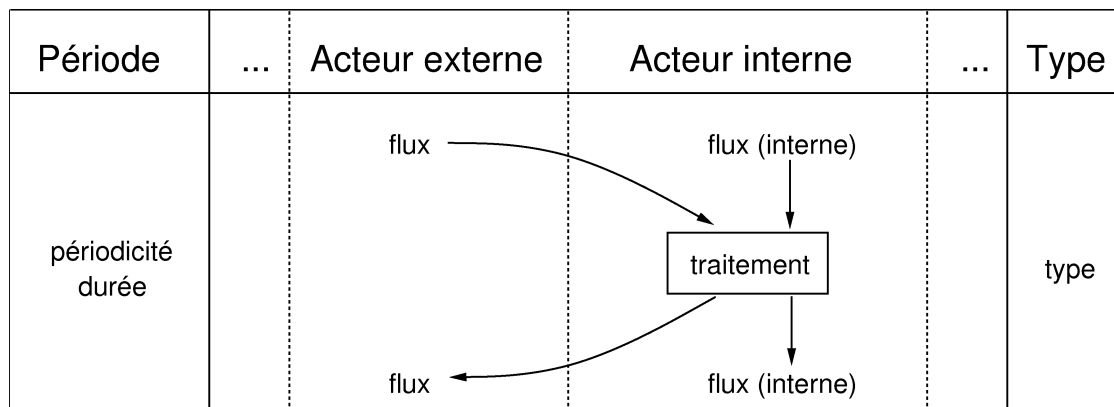
Par contre, ce modèle ne permet pas de représenter la synchronisation des flux en entrée et les conditions d'émission des flux en sortie pour les traitements; de même, les données ne sont pas représentées

Remarque

Modèle de l'étape d'analyse de l'existant dans certaines variantes de la méthode MERISE



Diagramme de circulation de l'information : représentation graphique



## Acteur

Entité (personne physique ou morale, service, poste de travail, etc.) qui joue un rôle dans le transit d'information et est censé produire un flux

Interne (appartient au système d'information étudié) ou externe

## Flux [d'information]

Échange entre deux acteurs (ou un seul pour un flux interne)

Primaire (apparaît en premier dans le système d'information étudié) ou secondaire (son émission est subordonnée à la préexistence d'autres flux)

Le support de l'information peut être la voix (information orale), le papier (information documentaire) ou magnétique (information informatique)

## Traitement

Production de flux en sortie en réaction à des flux en entrée

Exemple : l'enregistrement des diplômes (d'un étudiant)

## Période

Périodicité et durée du traitement

Exemple : entre 9 et 10 heures durant la semaine de la rentrée, et d'une durée de 20 minutes en moyenne

## Type (de traitement)

Précision sur le degré d'automatisation

Manuel (aucune automatisation) , interactif (partiellement automatisé), différé (entièrement automatisé)

Exemple : le traitement de l'enregistrement des diplômes est manuel

## Remarques

Tout traitement doit avoir au moins un flux en entrée et au moins un flux en sortie

Seuls les traitements des acteurs internes sont représentés

Tous les acteurs (en colonne) et tous les flux (passant d'une colonne à une autre) du graphe acteurs-flux sont représentés

De nouveaux flux (flux internes) mettant en jeu un seul acteur apparaissent en plus de ceux provenant du graphe acteurs-flux

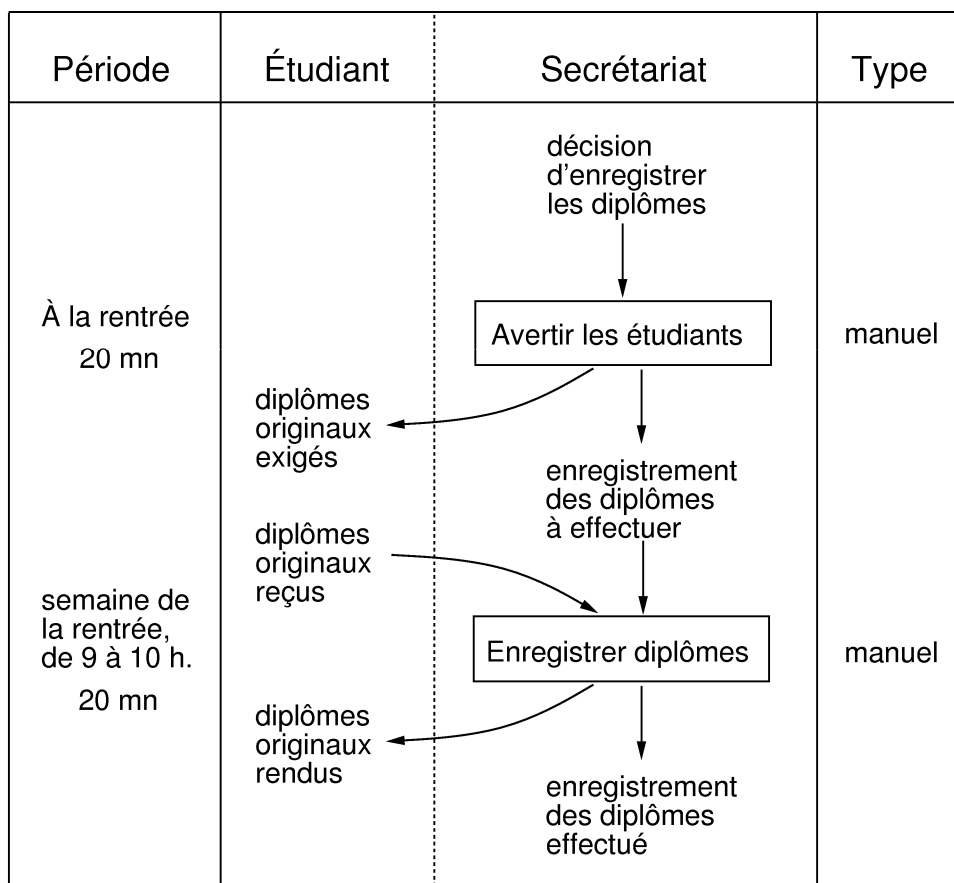
Le temps est implicitement représenté

La chronologie des traitements est représentée par leur enchaînement (ainsi que par la période)

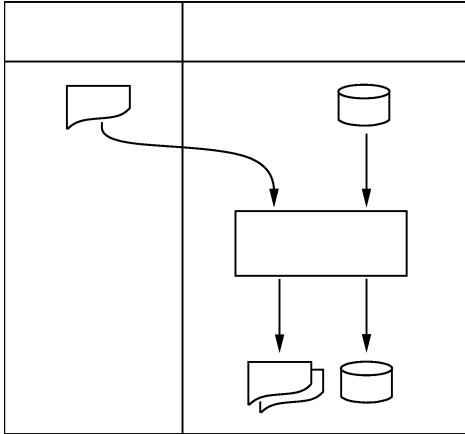
Le plus souvent, un traitement engendre un flux pour l'acteur qui l'a réalisé; ainsi, l'acteur conserve une trace de ce qu'il a effectué

## Exemple

La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants



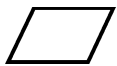
## Diagramme de circulation des documents dans l'espace



Autre dénomination

Graphe de fonctionnement

Modèle quasiment identique au diagramme de circulation de l'information excepté le fait que ce sont les documents qui y sont représentés (et non l'information) et que des symboles précisent le support de l'information manipulée (la liste ci-dessous représente ceux qui sont les plus couramment utilisés)



document



clavier



écran



imprimé



carte perforée



bande magnétique



disque dur magnétique



disque souple magnétique



traitement



fusion



séparation

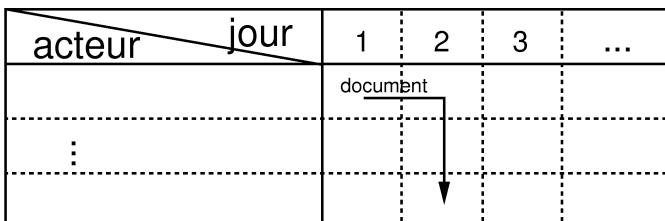


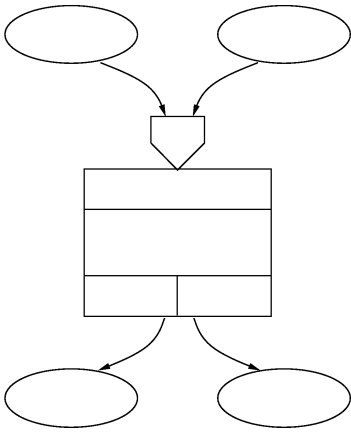
tri



interclassement

## Diagramme de circulation des documents dans le temps





Modèle voisin

Actigramme

Modèle étendu

Modèle conceptuel des traitements analytique

Origine

1986 : H. TARDIEU et alter

Objectif

Modélisation des traitements (dynamiques)

Remarque

Modèle de MERISE

Domaine (de gestion)

Sous-ensemble cohérent du projet à traiter

Processus

Sous-ensemble cohérent d'un domaine

Règle de gestion

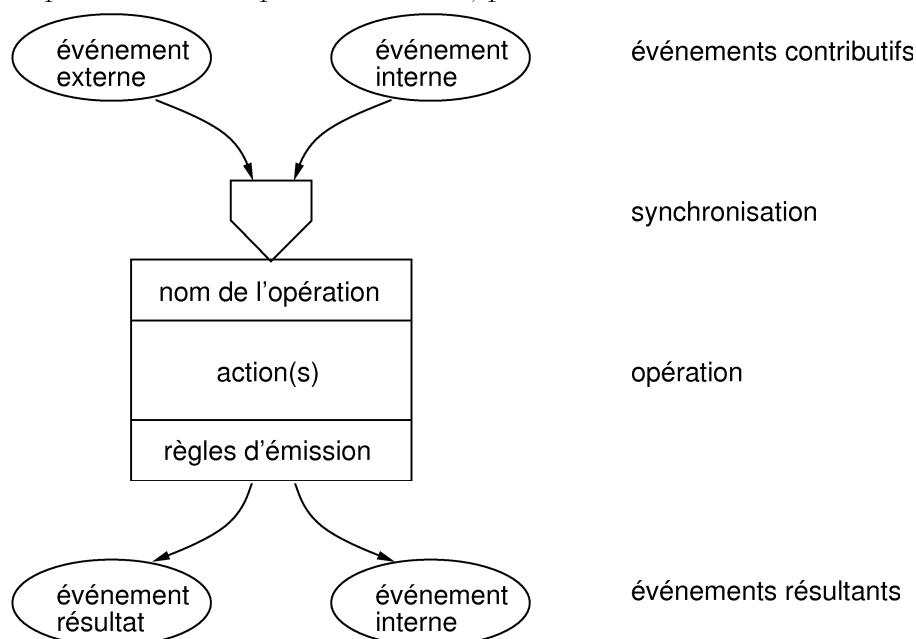
Loi générale à toute l'organisation s'appliquant à une ou plusieurs opérations

Traitement

Ensemble d'opérations déclenchées par des événements

Opération

Séquence ininterrompue d'actions, productive d'événements



Ses paramètres sont la durée, les actions, les événements contributifs et leur synchronisation, les événements émis et leurs règles d'émission

Action

Fonction élémentaire telles que la mise à jour (création, modification, suppression) ou l'interrogation

Événement

Circonstance portée à la connaissance du système et à laquelle celui-ci doit réagir, c'est à dire flux ou fait contribuant à déclencher une opération ou résultant d'une opération

Externe (provenant de l'extérieur), interne (généralisé par le système pour poursuivre son activité), résultat (généralisé par le système et émis vers l'extérieur)

Ses paramètres sont la capacité (nombre maximal d'occurrences), la fréquence (loi d'arrivée des occurrences)

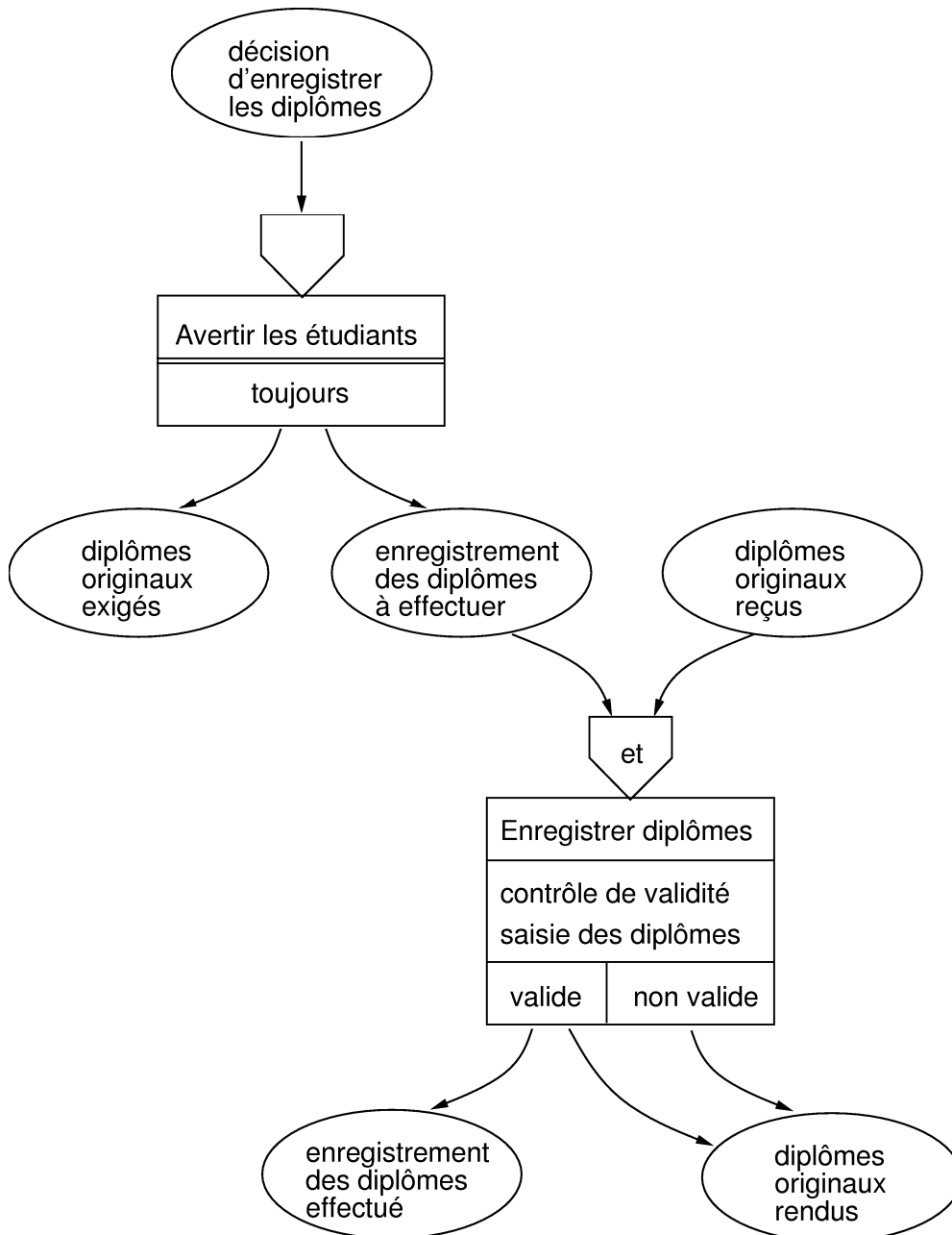
Synchronisation

Ensemble de conditions sur les événements contributifs déterminant la situation de déclenchement de l'opération

Règle d'émission

Condition pour laquelle des événements résultants seront produits par l'opération

La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants



## Remarques

Le modèle conceptuel des traitements ne doit exprimer que ce qui doit être fait (correspond au *quoi* mais pas aux *qui*, *quand*, *où*, *comment*)

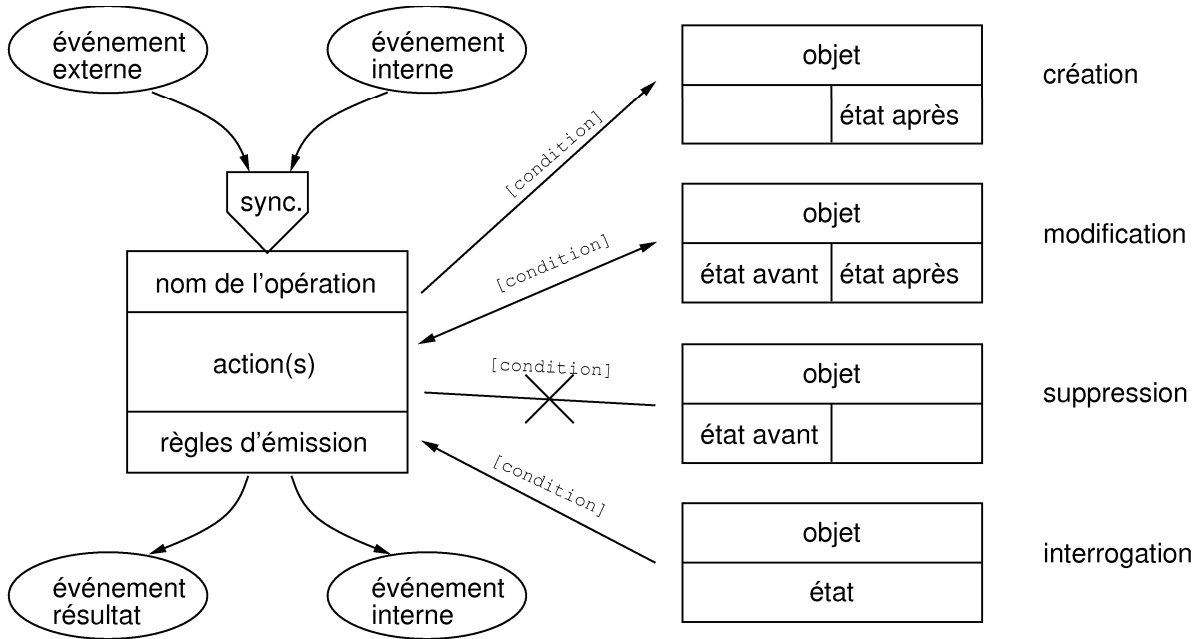
Regrouper/Éclater les traitements en opérations ininterrompibles

Toute opération doit avoir au moins un événement contributif, une règle de synchronisation s'il y a plusieurs événements contributifs et qui doit pouvoir prendre la valeur vraie, au moins un événement résultant pour chaque règle d'émission, être ininterrompible tout comme les actions la composant

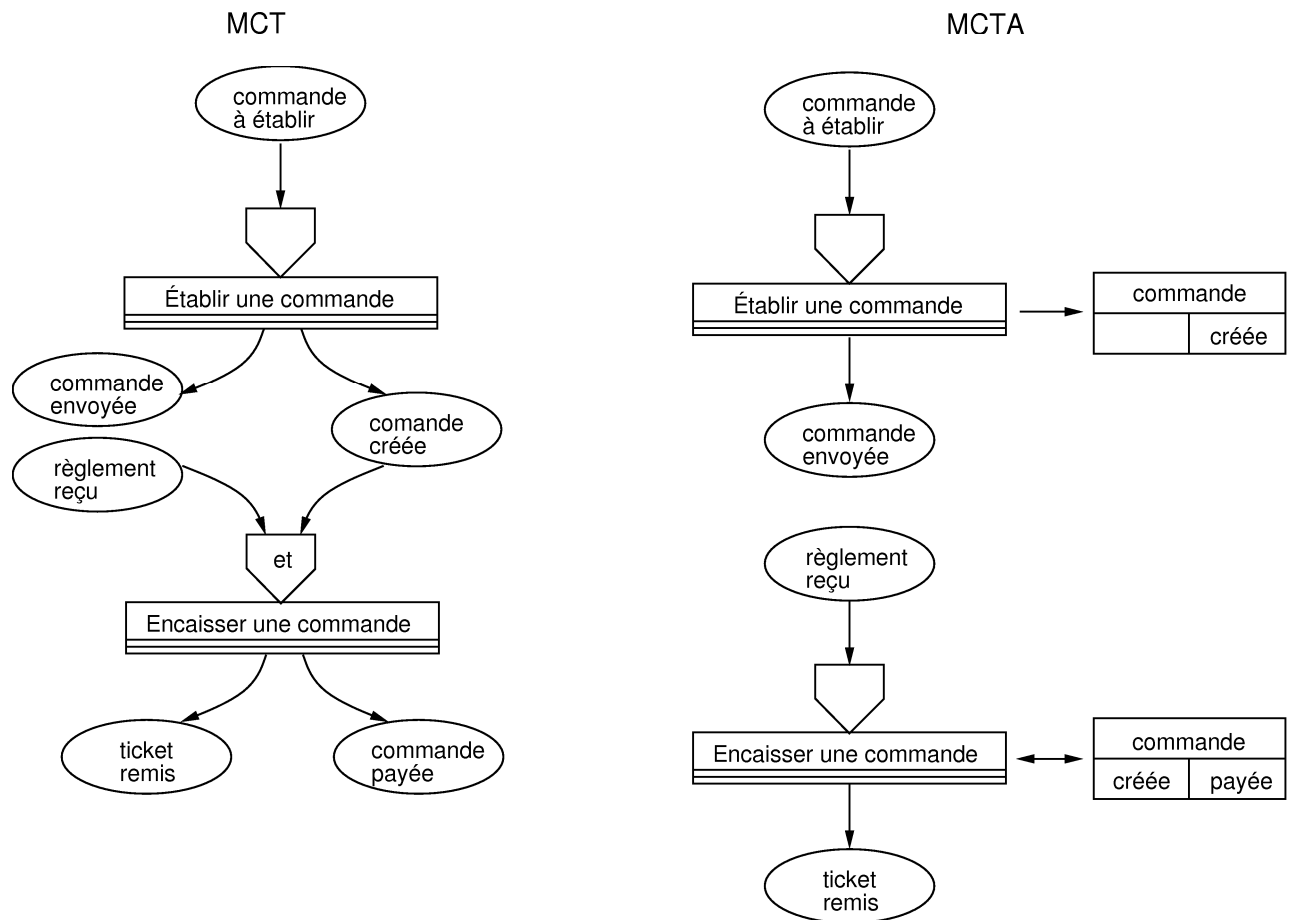
Une et une seule des règles d'émission de chaque opération doit être vérifiée

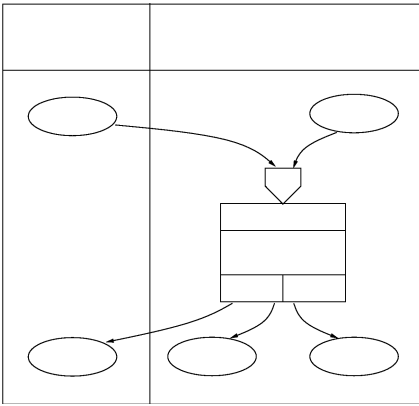
Introduit par MERISE/2 pour intégrer le cycle de vie des objets au modèle conceptuel des traitements

Nouvelle représentation graphique d'une opération (conceptuelle)



Comparaison entre deux schémas conceptuel des traitements (analytique ou non) décrivant la même réalité





Modèle voisin

Diagramme de circulation de l'information

Origine

1986 : H. TARDIEU et alter

Objectif

Modélisation dynamique des traitements (niveau organisationnel)

Remarque

Modèle de MERISE



## Procédure

Succession de phases appartenant à un même processus et exécutée par un ensemble d'acteurs; c'est un sous-ensemble d'un processus du modèle conceptuel des traitements déclenché par un ou plusieurs événements

## Règle d'organisation

Choix d'organisation s'appliquant à une ou plusieurs phases

## Acteur

Entité organisationnelle chargée d'exécuter un certain nombre de phases

Interne (appartient au domaine d'étude) ou externe

## Poste de travail

Concept d'acteur muni de caractéristiques organisationnelles

## Phase

Suite ininterrompue de tâches exécutées par un acteur interne

Ses paramètres sont la période, le type, les tâches, les événements contributifs et leur synchronisation, les événements émis et leurs règles d'émission

## Période

Description de caractéristiques organisationnelles telles que la périodicité (aléatoire, journalière, etc.), la durée (de début, moyenne ou maximale), le responsable et les ressources (moyens permettant la réalisation de certaines actions tels que des logiciels, du matériel, des objets divers, etc.)

## Type (d'une phase)

Précision sur le degré d'automatisation

Manuel (aucune automatisation) , interactif (partiellement automatisé), différé (entièrement automatisé)

## Tâche

Fonction élémentaire

## Événement

Circonstance portée à la connaissance du système et à laquelle celui-ci doit réagir, c'est à dire flux ou fait contribuant à déclencher une phase ou résultant d'une phase

Externe (provenant de l'extérieur), interne (généralisé par le système pour poursuivre son activité), résultat (généralisé par le système et émis vers l'extérieur)

Ses paramètres sont la capacité (nombre maximal d'occurrences), la fréquence (loi d'arrivée des occurrences)

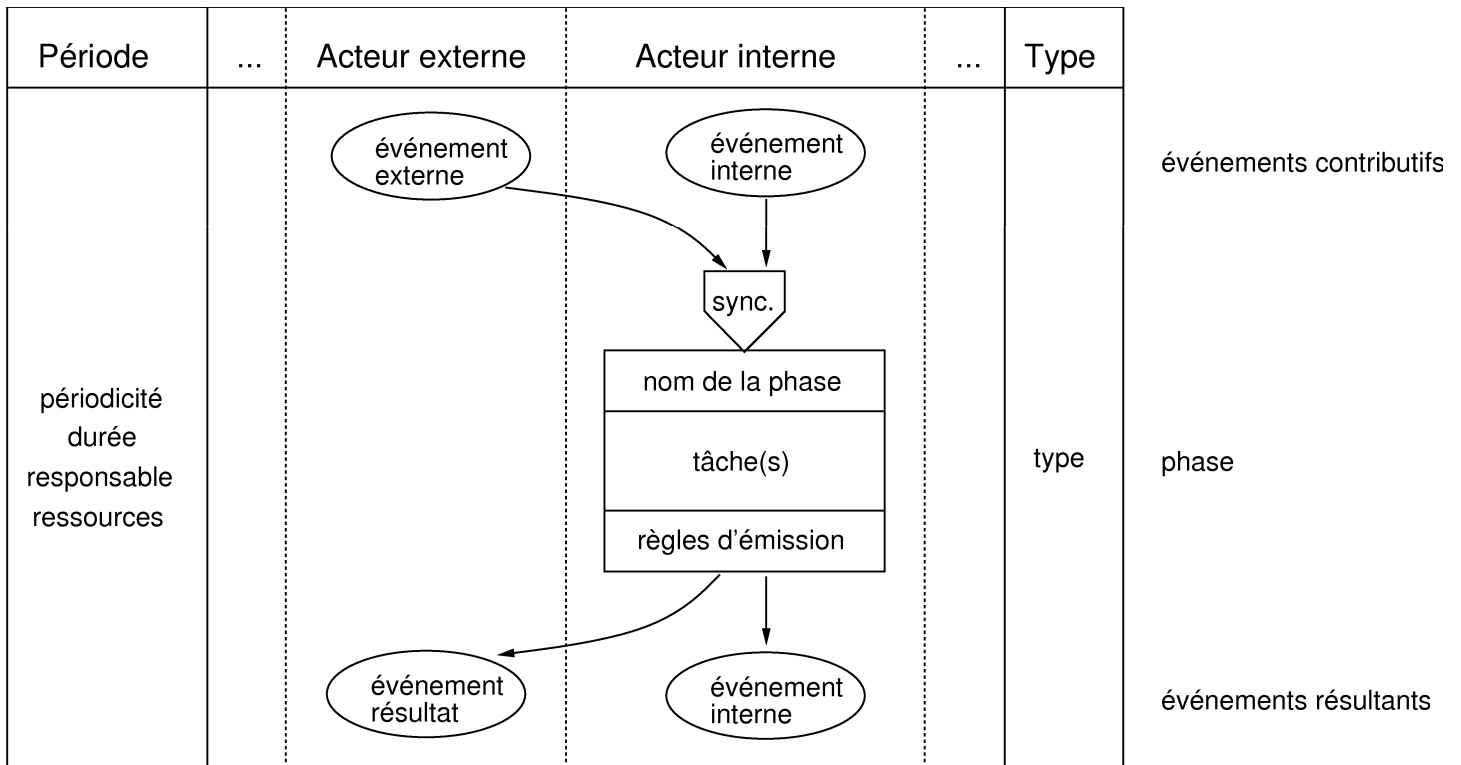
Remarque : comparativement au modèle conceptuel des traitements, des événements organisationnels peuvent apparaître

## Synchronisation

Ensemble de conditions sur les événements contributifs déterminant la situation de déclenchement de la phase

## Règle d'émission

Condition pour laquelle des événements résultants seront produits par la phase

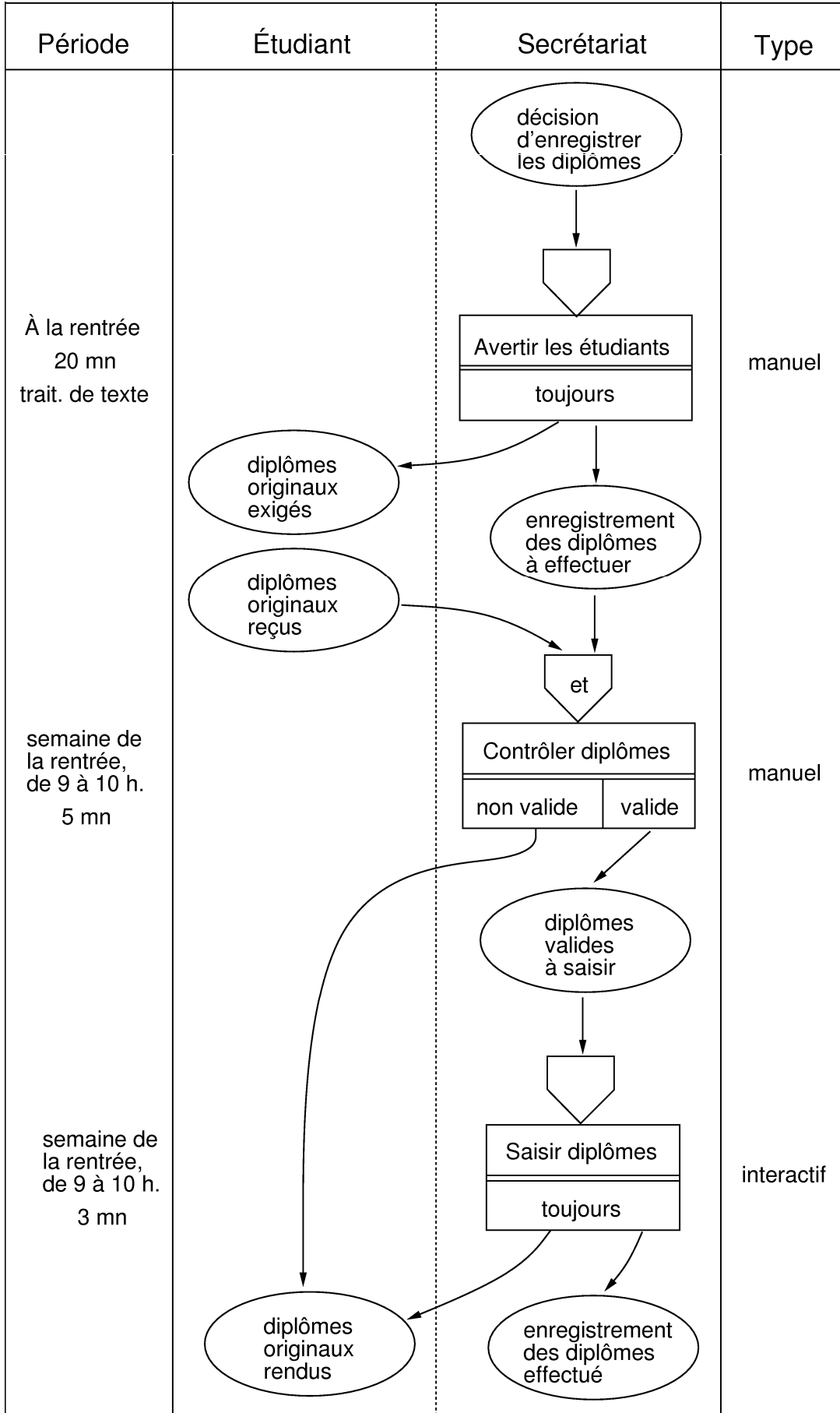


## Remarques

Le modèle organisationnel des traitements exprime que ce qui doit être fait mais également qui fait, quand et où cela doit être fait ; par contre, il ne doit pas exprimer comment cela doit être fait

Toute phase doit avoir au moins un événement contributif, une règle de synchronisation s'il y a plusieurs événements contributifs et qui doit pouvoir prendre la valeur vraie, au moins un événement résultant pour chaque règle d'émission, être ininterrompible tout comme les tâches la composant

La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants



## Définitions

### Type d'acteur

Regroupement d'acteurs exerçant des activités identiques

### Type de site

Regroupement géographique et/ou fonctionnel de types d'acteurs

### Type de poste

Rapprochement entre un type d'acteur et un type de site

### Nature

Précision sur le degré d'automatisation

Manuel (**M**), conversationnel (**C**), automatique (**A**)

### Périodicité

Journalier (**J**), hebdomadaire (**H**), mensuel (**M**), trimestriel (**T**), semestriel (**S**), annuel (**A**)

### Événement

Flux ou fait contribuant à déclencher une procédure fonctionnelle ou résultant d'une procédure fonctionnelle

### Composant d'événement

Élément(s) affinant un événement (caractéristiques)

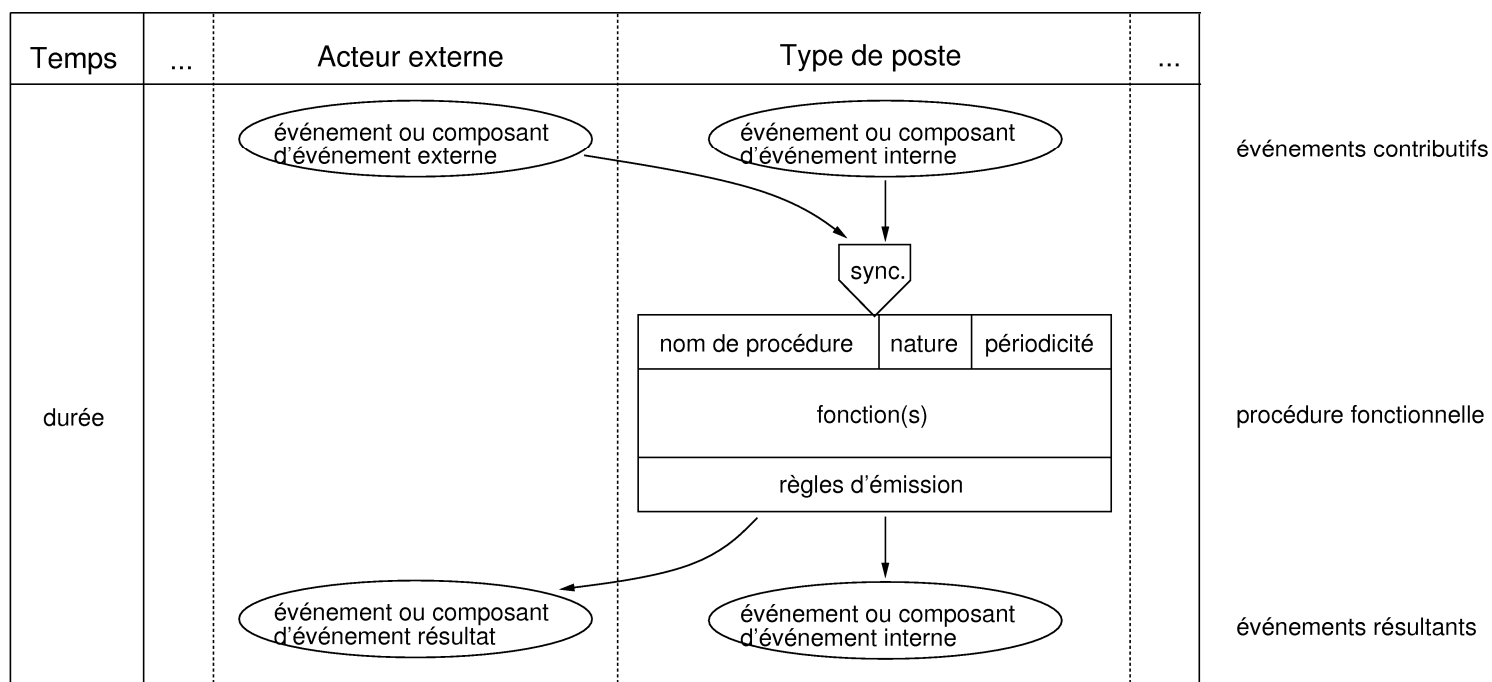
### Fonction

Traitement élémentaire (de même nature) réutilisable

### Procédure fonctionnelle

Ensemble de fonctions concourant au même objectif, exécutées par un type de poste à partir d'un même type d'interface, déclenchées par au moins un événement et fournissant au moins un résultat, selon une nature de traitement et un délai de réponse (immédiat ou différé) définis

## Représentation graphique

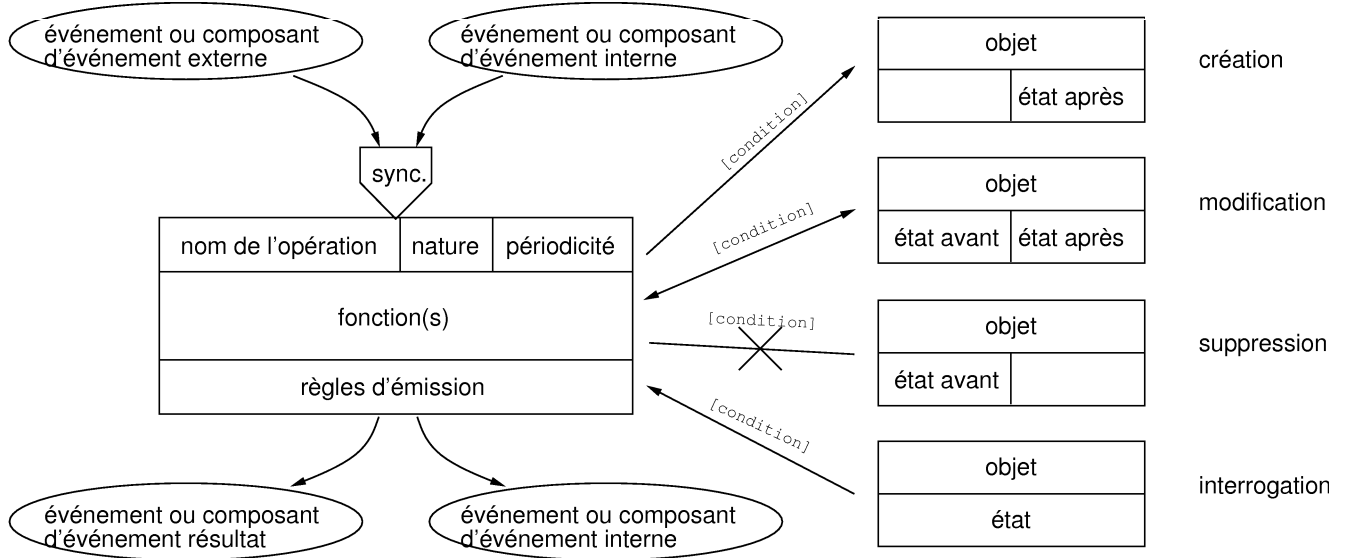


Introduit par MERISE/2

Définition d'une opération (organisationnelle)

Traitement (d'une seule nature) exécuté entièrement à partir d'un seul type de poste

Nouvelle représentation graphique d'une opération (organisationnelle)



## Objectif

Modélisation des traitements d'une application dans le contexte technologique actuel

## Remarque

Modèle de MERISE/2

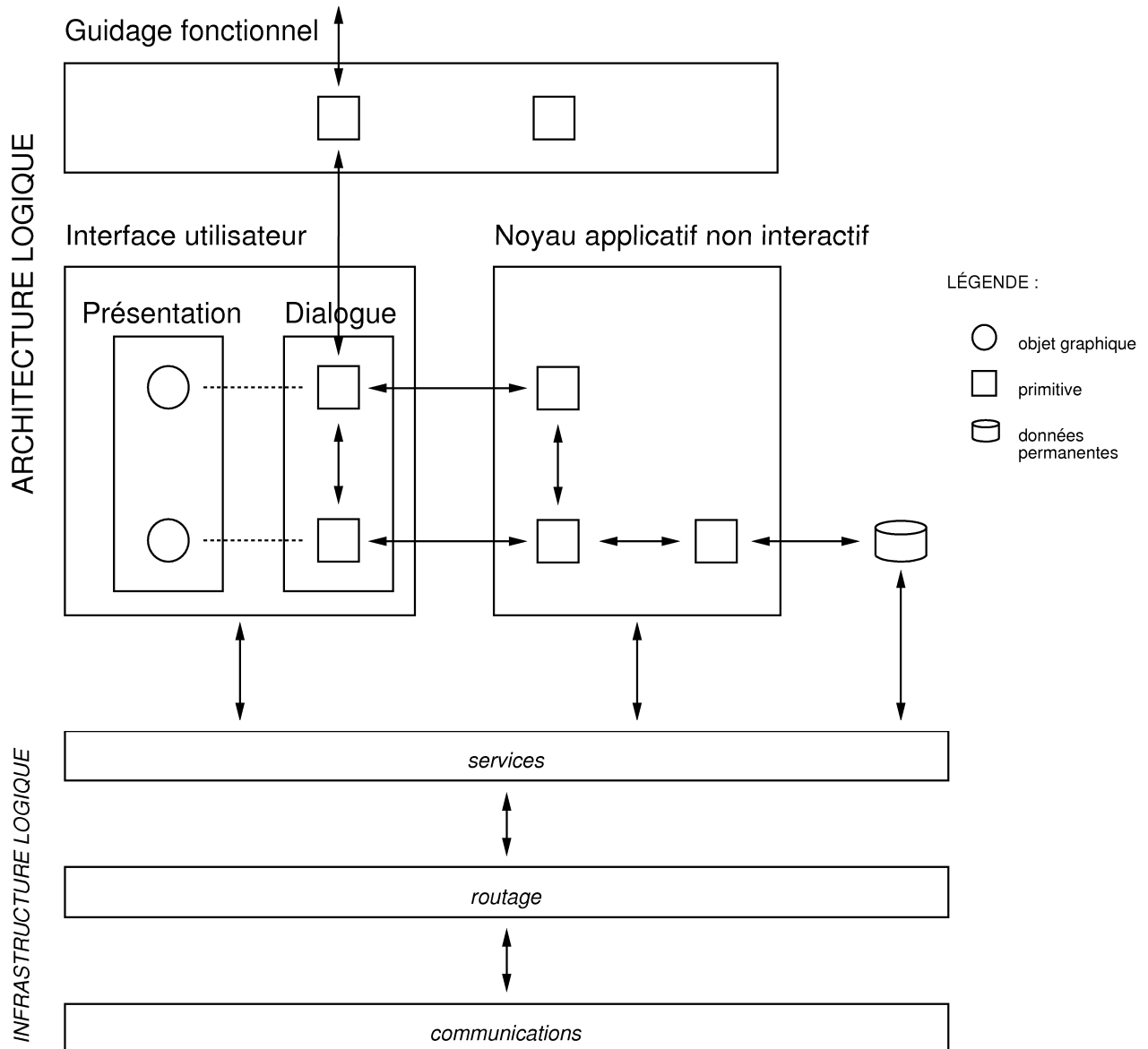
## Interface utilisateur (IHM) graphique

Partie de l'application permettant les échanges avec l'utilisateur (en mode conversationnel ou même automatique)

Niveaux de réaction (modèle langage) : lexical, syntaxique, sémantique

Indépendance entre les couches présentation (fenêtre, objets réactifs), dialogue (animation, contrôles syntaxiques, fonctions standards) et noyau applicatif non interactif (traitements et données)

## Architecture moderne d'application



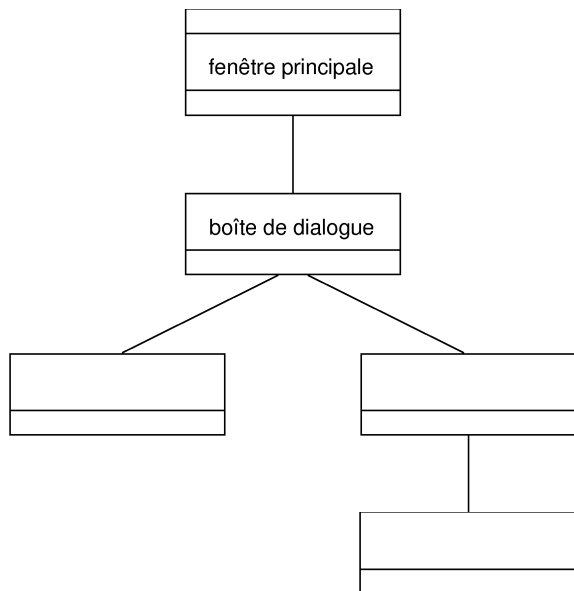
Approche procédurale ou événementielle

## Rôle

Objets et actions affectés à l'utilisateur, c'est à dire la partie visible et audible de l'interface utilisateur  
Assure un retour lexical (implicite) aux (profils) d'utilisateurs

## Modèles

Arborescence représentant la hiérarchie statique des fenêtres et boîtes de dialogue



## Description statique de fenêtre

| Composition statique de fenêtre : |      |                          |                         |                            |                   |                            |
|-----------------------------------|------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
| Type :                            |      | Code :                   |                         | Mode :                     |                   |                            |
| Commentaires :                    |      |                          |                         |                            |                   |                            |
| Numéro                            | Type | Identificateur objet IHM | Contenu et observations | Attributs / Format externe | Valeur par défaut | Identificateur données MLD |
|                                   |      |                          |                         |                            |                   |                            |

Copies des écrans (fenêtres et boîtes de dialogue) et des imprimés

## Normes

Normes générales (AFNOR Z 67-110 : AFNOR, Recueil de normes informatiques françaises, 1993)

Guide de style de l'entreprise

Guide de style de l'interface utilisateur concernée

APPLE human interface guidelines : the Apple desktop interface, Addison Wesley, 1986

IBM SAA : common user access advanced design guide, IBM, 1988

OSF/MOTIF style guide, rev. # 1.1, OSF, 1991

etc.

Guide de style du projet

## Rôle

Assurer les échanges d'informations avec l'utilisateur, par l'intermédiaire de la couche présentation, en activant le noyau applicatif non interactif

Réalise le traitement de l'affichage, les contrôles de surface, les enchaînements des écrans, etc.

Assure un retour syntaxique et/ou sémantique aux (profils) d'utilisateurs

Prend en compte les actions des utilisateurs, assure un retour de premier niveau, réalise les contrôles de syntaxe ne nécessitant pas un accès à la base de données, fait exécuter au noyau applicatif non interactif les autres traitements, communique (par messages logiques) avec le guidage fonctionnel

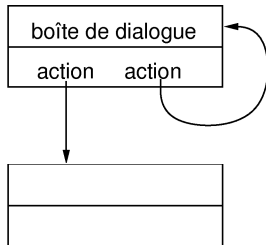
## Définition

### Primitive de dialogue

Événement portant sur un ou plusieurs objets graphiques de la présentation

## Modèles

### Diagrammes d'enchaînement de boîtes de dialogue



### Description dynamique de fenêtre

| Comportement dynamique d'une fenêtre : |      |                          |              |                    |                     |  |
|--|------|--------------------------|--------------|--------------------|---------------------|--|
| Type :                                 |      | Code :                   |              | Mode :             |                     |  |
| Commentaires :                         |      |                          |              |                    |                     |  |
| Numéro                                 | Type | Identificateur objet IHM | État initial | Action utilisateur | Traitement dialogue | Traitement noyau applicatif non interactif |
|  |      |                          |              |                    |                     |  |

### Matrice objets/actions

| Objets \ Actions |   |   | ... |   |
|------------------|---|---|-----|---|
|                  |   |   | ... |   |
|                  |   |   | ... |   |
| ⋮                | ⋮ | ⋮ | ⋮   | ⋮ |
|                  |   |   | ... |   |

Autres formalismes : graphique, texte, langage



## Rôle

Composant de l'application indépendant du degré d'automatisation de l'application et du type de l'interface utilisateur

Prend en compte la requête issue du dialogue, effectue les contrôles de fond et les calculs, accède aux données permanentes, assure à son niveau les cohérence/sécurité/intégrité, et restitue les résultats et les codes de retour

## Définitions

### Primitive applicative non interactive

Service ou ensemble de services, déclenché(s) par le dialogue ou une autre primitive applicative non interactive, appelé(s) par un requête (avec une liste de paramètres), restituant les valeurs des résultats et les codes de retour

Interroger ou mettre à jour des données, calculer

Garantir la cohérence, la sécurité, l'intégrité

### Vue logique (d'une fonction logique)

Ensemble des data-items (plus petit élément logique d'information), segments logiques (ensemble de données élémentaires) et liens logiques (reliant les segments logiques) nécessaires à l'exécution de la fonction logique correspondante

Formalisme : modèle logique des données, en précisant les types d'accès

### Procédure fonctionnelle (du niveau organisationnel [traitements])

Ensemble de fonctions concourant au même objectif, exécutées par un type de poste à partir d'un même type d'interface, déclenchées par au moins un événement et fournissant au moins un résultat, selon une nature de traitement et un délai de réponse définis

### Fonction logique

Ensemble de composants applicatifs ayant un même degré d'automatisation (conversationnel ou automatique), utilisé par une ou plusieurs procédures fonctionnelles, doté d'une ou plusieurs interfaces utilisateurs de même nature (alphanumérique ou graphique), de niveaux de guidance (école, expert, etc.) quelconque

### Transaction logique

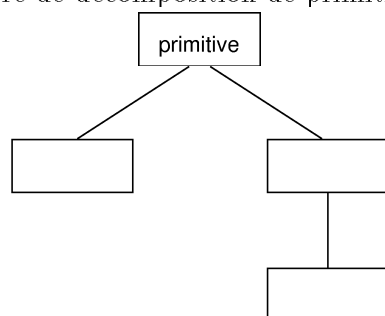
Ensemble unitaire (soit entièrement réalisé, soit entièrement annulé) de traitements algorithmiques et d'accès aux données

### Message logique

Ensemble structuré de données échangées entre plusieurs composants de l'application

## Modèles

### Arbre de décomposition de primitives



### Description d'une primitive

|                               |                   |            |             |             |            |
|-------------------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|------------|
| Description d'une primitive : |                   |            |             | Type :      | Code :     |
| Commentaires :                |                   |            |             |             |            |
| Messages logiques             | Contenu (données) | Conditions | Traitements | Actions MLD | Objets MLD |
|                               |                   |            |             |             |            |

## Rôle

Assurer le bon fonctionnement de l'ensemble du système, notamment en assurant les liaisons entre fonctions logiques au sein d'une procédure fonctionnelle, ou entre procédures fonctionnelles au sein d'une application

Autorise le paramétrage de l'applicatif pour une organisation donnée

Effectue l'enchaînement, l'automatisation, la synchronisation des tâches utilisateurs, le contrôle des habilitations des utilisateurs

## Modèles

Diagrammes d'enchaînement

Matrices de transition

## Niveaux de complétude

Pilotage du routage logique

Gestion du contexte de travail (permettant d'assurer la synchronisation des interfaces utilisateurs sur le poste de travail)

Gestion des tâches, rôles, expertises d'un utilisateur (permettant d'assurer l'adaptation de la gestion du contexte à l'utilisateur)

Formalisme : modèle organisationnel des traitements

Gestion des tâches multi-utilisateurs (permettant d'assurer la gestion des flux de travail et du système de pilotage)

Formalisme : logique temporelle

## Objectif

Adapter les modèles logiques des traitements dans le cadre d'une architecture technique à plusieurs niveaux, en affectant les ressources nécessaires (machines logiques types retenues dans le cadre du scénario de répartition) aux composants des fonctions logiques

## Exemples

Affectation des composants de présentation et de dialogue sur la machine logique type de l'utilisateur (poste de travail) et des composants du noyau applicatif non interactif sur une machine serveur

Architecture client/serveur : le serveur supporte uniquement le SGBD et la base de données, tous les autres composants de l'application sont portés sur le poste de travail de l'utilisateur

## Objectif

Description des infrastructures matérielles et logicielles en terme de machines logiques types (avec leurs flux) et de leurs regroupements sur des types de sites informatiques

## Remarque

Modèle d'architecture logique de MERISE/2

## Composants

Les schémas intermédiaires du schéma d'architecture logique des moyens informatiques sont les schémas d'architecture logique et les schémas d'architecture logique répartie

## Définitions

### Type d'acteur

Regroupement d'acteurs exerçant des activités identiques

### Type de site

Regroupement géographique et/ou fonctionnel de types d'acteurs

### Machine logique type

Ensemble de ressources matérielles et logicielles non séparables permettant d'effectuer des traitements et de stocker des données persistantes

### Type de site informatique

Type de site doté de machine(s) logique(s) type(s)

### Serveur logique

Regroupement de traitements et de données homogènes (d'un point de vue technico-organisationnel)

### Serveur logique réparti

Serveur logique affecté à un type de site informatique ou à une machine logique type

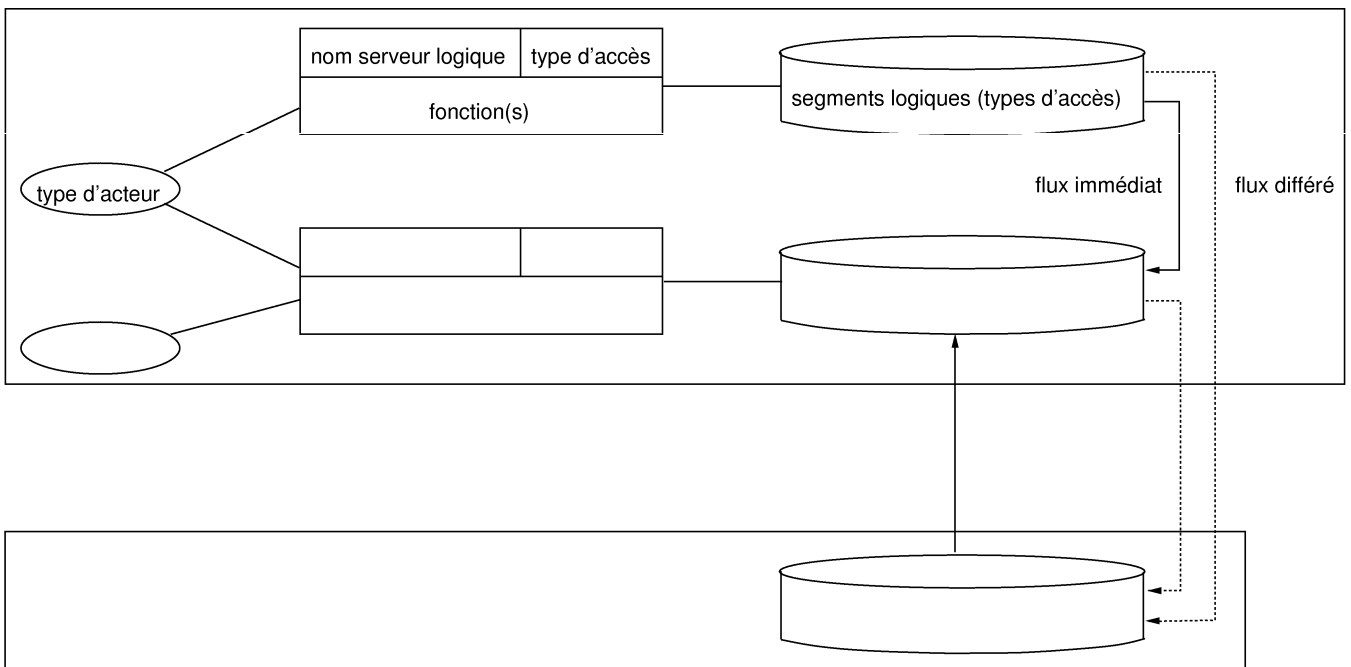
### Type d'accès

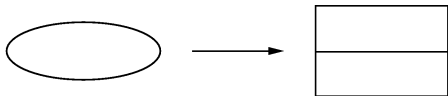
Restriction sur un type d'entités, un type d'associations ou un type de propriétés

Création (C), interrogation (I), modification (M), suppression (S)

## Représentation graphique d'un schéma d'architecture logique répartie

### Type de site informatique





Modèle voisin

Diagramme d'états

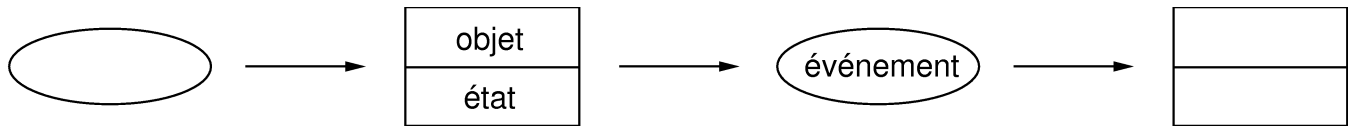
Objectif

Mise en évidence de l'ensemble des états que peut prendre un objet au cours de son cycle de vie ainsi que des événements qui font passer l'objet d'un état à un autre

Remarque

Modèle de MERISE/2

Cycle de vie d'un objet



Graphe orienté où les sommets correspondent aux états et aux événements (les sommets sont de deux types différents) et où les arcs correspondent aux transitions d'un état à un événement ou l'inverse

État

Stade transitoire par lequel passe un objet au cours de son cycle de vie

Exemples : à livrer, en attente, livrée, facturée sont des états de l'objet commande

Événement

Déclenche la transition d'un état à un autre état

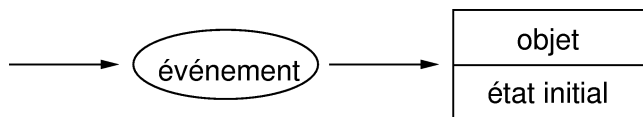
Exemple : la livraison d'une commande

Transition

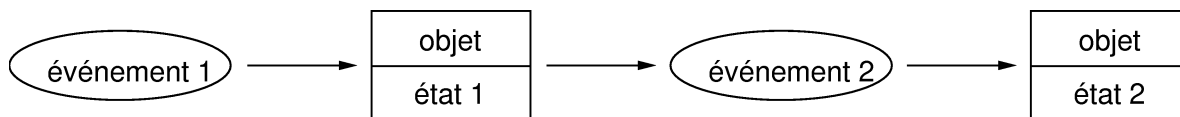
Passage de l'objet d'un état à un autre état

Exemple : suite à la livraison, la commande est livrée

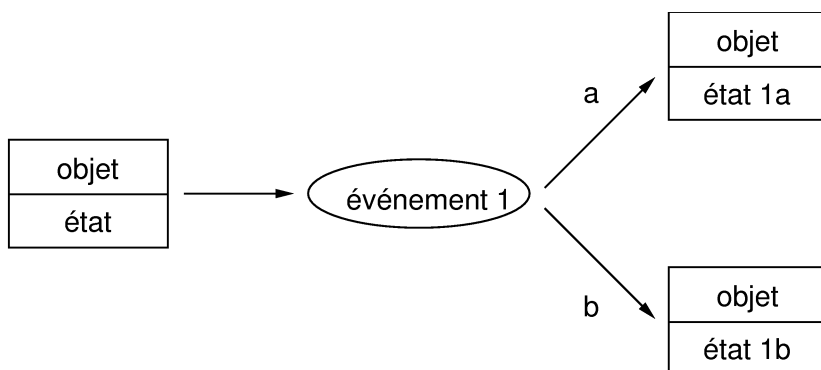
## Création



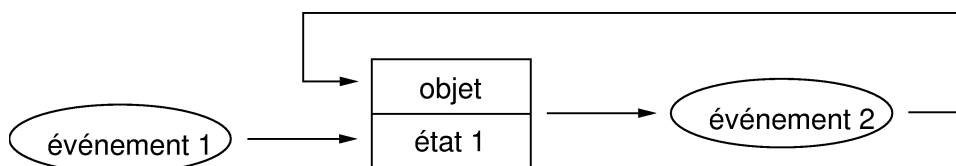
## Séquence



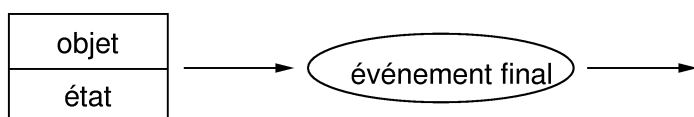
## Alternative



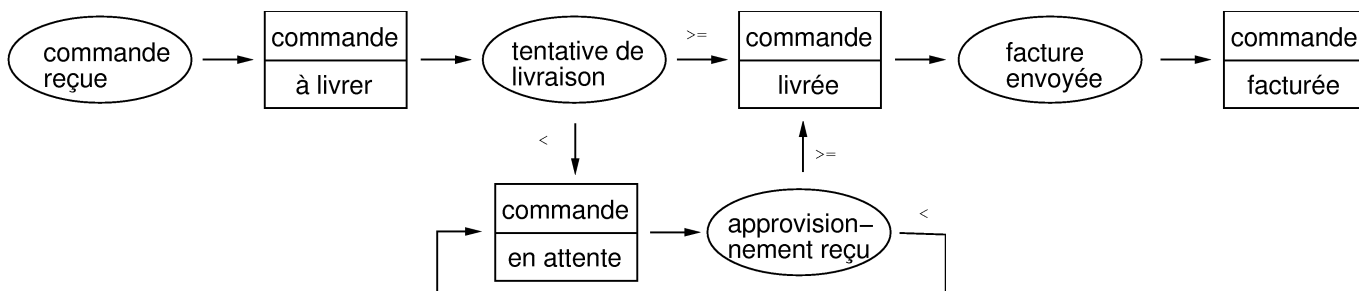
## Itération



## Suppression



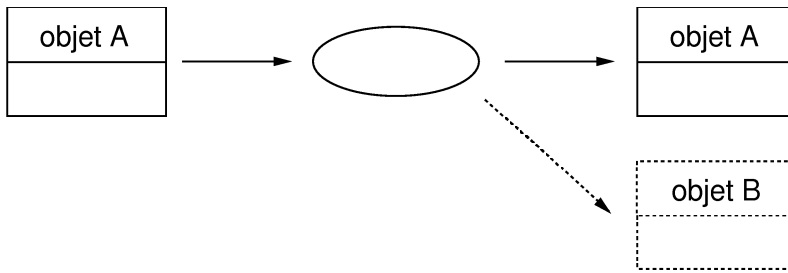
## Exemple : une commande



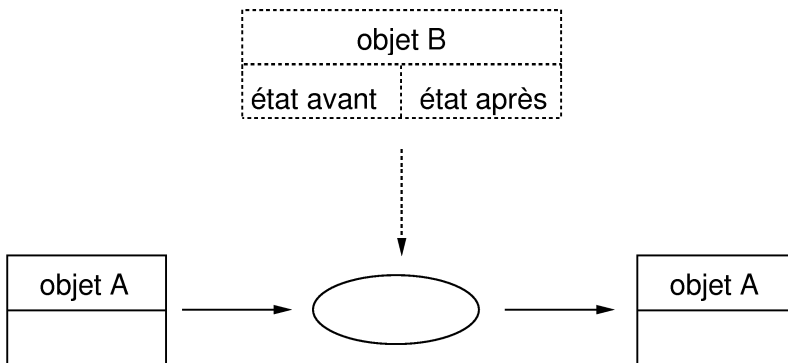
< Quantité en stock < Quantité commandée  
 >= Quantité en stock >= Quantité commandée

## Connexion entre cycles de vie d'objets

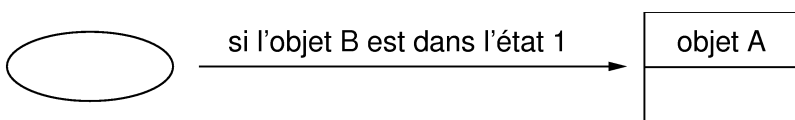
Un même événement déclenche des transitions sur plusieurs objets



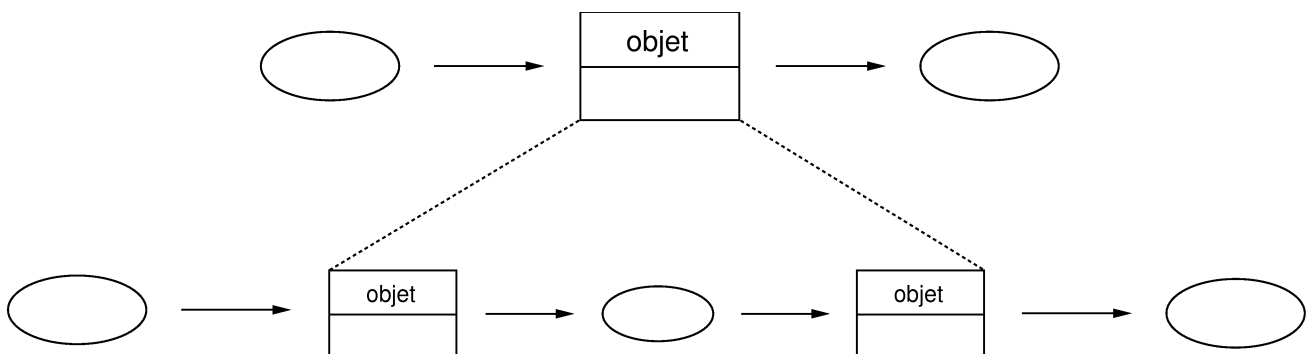
Une transition d'état à état dans un cycle de vie d'un objet constitue un événement interne qui déclenche une transition dans le cycle de vie d'un autre objet



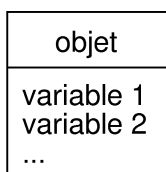
Consultation de l'état d'un autre objet



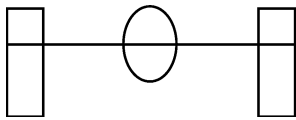
Utilisation à différents niveaux de détail



L'état d'un objet peut être constitué de plusieurs variables







## Autres dénominations

Modèle entité-liaison

Modèle objet-relation

Modèle individuel

*(Entity-Relationship model)*

## Modèles voisins

Modèle organisationnel des données

Modèle logique des données

Modèle relationnel

Modèle navigationnel

Modèle objet

## Origine

1976 : CHEN (américain)

1976 : MOULIN, RANDON, SAVOYSKY, SPACCAPIETRA, TARDIEU, TEBOUL (français)

## Normalisation

Modèle retenu par l'*International Standard Organization* pour décrire les aspects conceptuels statiques des données dans la conception des systèmes d'information

## Remarques

Modèle conceptuel des données de MERISE et d'AXIAL

Outil de dialogue entre informaticiens et utilisateurs

Approche descendante

**Entité** : individu ou objet concret ou abstrait qui possède une existence intrinsèque et une certaine stabilité permettant de le repérer au cours du temps

Exemples : l'étudiant DURAND, la voiture immatriculée 4040 NT 40, le diplôme DEUG

**Association** : regroupement d'entités dans lequel chaque entité joue un rôle précis

Exemples : l'étudiant MARTIN possède la voiture immatriculée 4747 LA 47, les étudiants MARTIN et DUPOND ont tous deux obtenu une MIAGe (respectivement en 1982 et 1985)

**Propriété** : caractéristique d'une entité ou d'une association

Exemples : le département de naissance de l'étudiant DURAND est 33, la couleur de la voiture immatriculée 4747 LA 47 est rouge, l'intitulé complet du diplôme DUT est Diplôme Universitaire de Technologie

Remarque : une propriété est désignée par un **nom** et une **valeur**

Son type peut être simple, structuré ou répétitif

**Type de propriétés (ou propriété-type)** : nom d'une propriété

Exemples : le département de naissance des étudiants, la couleur des voitures, l'intitulé complet des diplômes, l'année d'obtention des diplômes par les étudiants

Remarque : contraintes d'**unicité** sur les valeurs des propriétés (toute propriété prend une valeur et une seule) et d'**élémentarité** sur les types de propriétés (entier, réel, booléen, caractère, texte, date, ... mais pas tableau, structure, ...)

**Type d'entités (ou entité-type)** : ensemble d'entités définies par un même ensemble de types de propriétés jouant un rôle identique et représentant une classe naturelle d'objets

Exemples : les types d'entités Etudiants, Voitures et Diplômes

**Type d'associations (ou association-type)** : ensemble d'associations ayant la même sémantique

Exemples : Posséder entre les types d'entités Etudiants et Voitures, AvoirObtenu entre les types d'entités Etudiants et Diplômes

Remarque : types d'associations binaire ou  $n$ -aire (i.e. mettant en jeu deux ou plusieurs types d'entités, de **dimension 2** ou  $n$ ), réflexive (i.e. mettant en jeu au moins deux fois le même type d'entités)

**Lien** : couple type d'entités et type d'associations, dont la signification est donnée par le rôle

**Cardinalités** : pour un lien donné, nombre minimum (**cardinalité minimale**) et maximum (**cardinalité maximale**) d'occurrences du type d'associations pouvant exister pour une seule occurrence du type d'entités

(i.e. les nombres minimum —au moins— et maximum —au plus— des cardinaux des images de l'application qui fait correspondre à un élément du type d'entités les éléments des autres types d'entités qui lui sont reliés par le type d'associations)

La cardinalité minimale prend pour valeur 0 ou 1 tandis que la cardinalité maximale prend pour valeur 1 ou  $n$  ( $n$  pour plusieurs)

Exemple : Les cardinalités minimale et maximale du lien entre le type d'entités Etudiants et le type d'associations Posséder sont respectivement 0 et  $n$ . En effet, il suffit de choisir les bonnes affirmations parmi les suivantes.

Un étudiant peut ne pas posséder de voiture (cardinalité minimale = 0) ou bien tout étudiant possède au moins une voiture (cardinalité minimale = 1)

Tout étudiant possède au plus une voiture (cardinalité maximale = 1) ou bien un étudiant peut posséder plusieurs voitures (cardinalité maximale =  $n$ )

## Classification des liens d'un type d'associations binaire

Liens 1 : 1 (un à un) : les deux cardinalités maximales ont pour valeur 1

(i.e. qu'à une occurrence de l'un des deux types d'entités peut correspondre par le type d'associations au plus une occurrence de l'autre type d'entités, et réciproquement)

Liens 1 :  $n$  (un à plusieurs) : l'une des deux cardinalités maximales a pour valeur 1 tandis que l'autre a pour valeur  $n$

(i.e. qu'à une occurrence de l'un des deux types d'entités peut correspondre par le type d'associations au plus une occurrence de l'autre type d'entités, mais qu'à une occurrence de celui-ci correspond plusieurs occurrences du premier type d'entités cité)

Liens  $n$  :  $n$  (plusieurs à plusieurs) : les deux cardinalités maximales ont pour valeur  $n$

(i.e. qu'à une occurrence de l'un des deux types d'entités peut correspondre par le type d'associations plusieurs occurrences de l'autre type d'entités, et réciproquement)

**Identifiant** : type(s) de propriété dont les valeurs permettent de distinguer toutes les occurrences du type d'entités correspondant

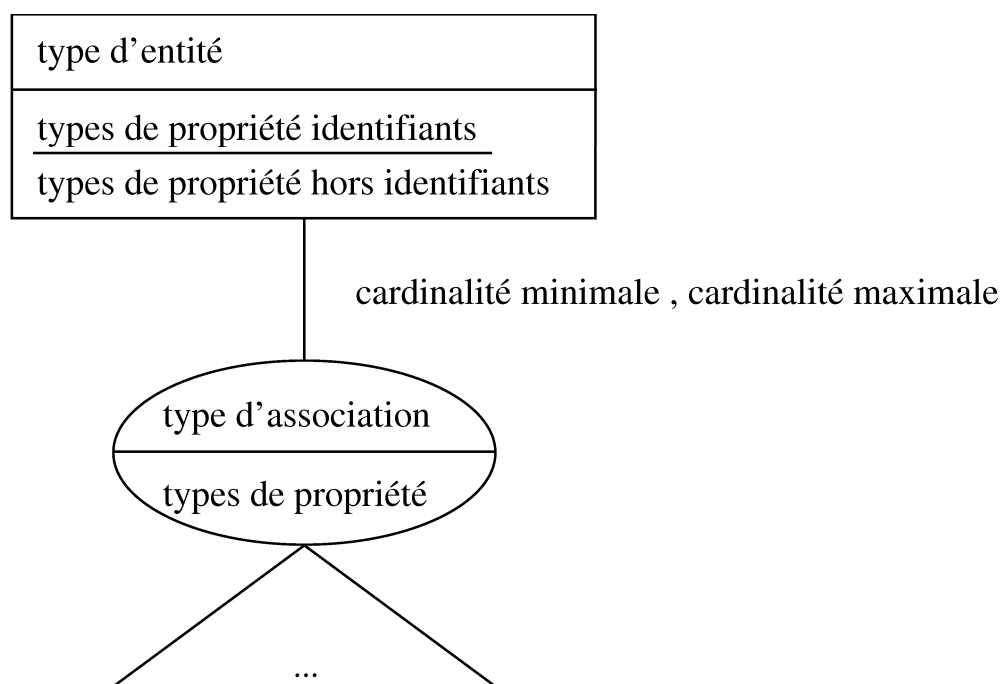
Exemples : numéro INE des étudiants, numéro d'immatriculation complet (chiffres, lettres et département) des voitures

Contre-exemple : nom des étudiants (homonymies)

Remarque : l'identifiant d'un type d'associations s'obtient implicitement par composition de tous les identifiants des types d'entités reliés

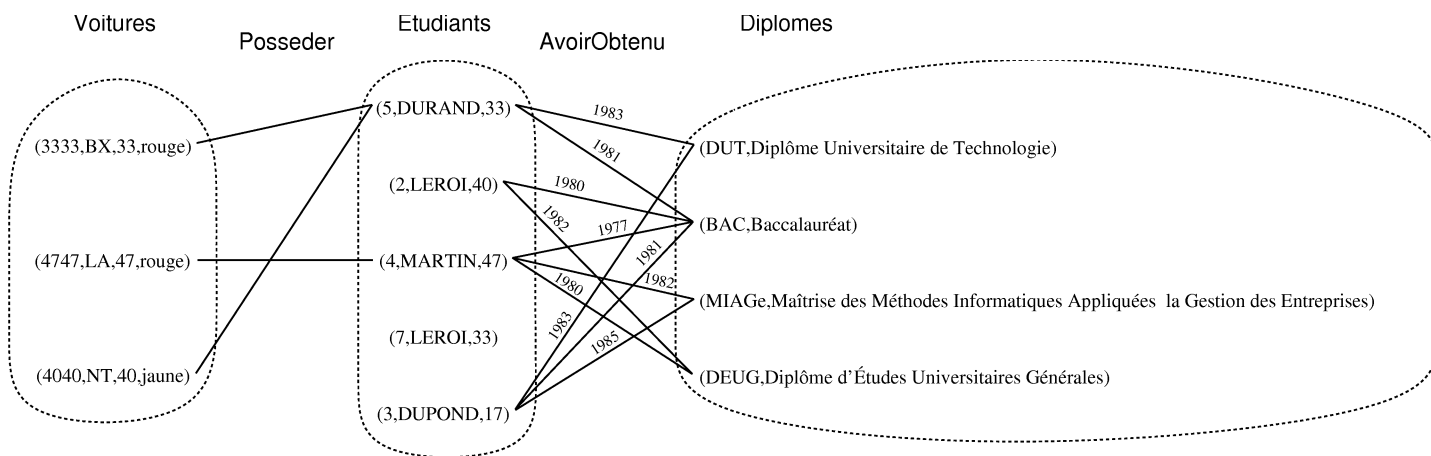
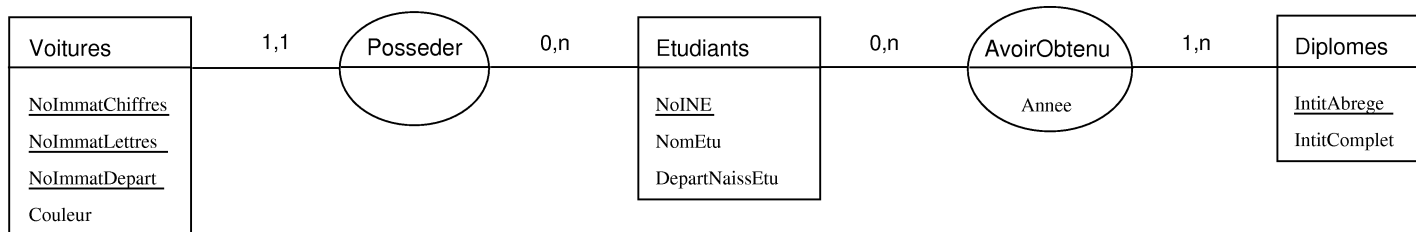
Le **dictionnaire des données** est une représentation textuelle de toutes les informations d'un système d'information; il se subdivise en trois sous-dictionnaires pour les types d'entités, les types d'associations et les types de propriétés

Le **schéma entité-association** est une représentation graphique du résultat de la modélisation du système d'information



Remarque : par commodité de langage, les termes entité, association, propriété désignent respectivement les termes type d'entités, type d'associations, type de propriétés

# EXEMPLE « JOUET »



Partir de l'univers du discours

Reconnaître les types d'entités et les types d'associations

Un objet est reconnu soit en tant que type d'entités, soit en tant que type d'associations

Chaque type d'associations relie deux ou plusieurs types d'entités

Plusieurs types d'associations différents peuvent relier les mêmes types d'entités, à condition d'avoir des significations différentes

Le schéma est connexe

Les types d'entités et types d'associations sont des classes d'objets de sorte qu'ils possèdent tous plusieurs occurrences

Problème : perception de la réalité!

Les livres suivants sont disposés sur une étagère :



Le bibliothécaire voit trois volumes tandis que le libraire voit deux œuvres

Reconnaître les types de propriétés, les attribuer aux types d'entités ou types d'associations, choisir les identifiants

Ne relever que les types de propriétés pertinents pour l'organisation :

pas de synonyme, polysème, paramètre

pas d'information calculable (ou sinon munie d'une contrainte d'intégrité)

Un type de propriétés est attribué une fois et une seule, soit à un type d'entités, soit à un type d'associations

Pour chaque occurrence de type d'entités et de type d'associations, une et une seule valeur doit être affectée (à terme) à chaque type de propriétés

Chaque type de propriétés d'un type d'associations doit décrire exactement (en nombre et en nature) les types d'entités reliés

Chaque type d'entités doit posséder un identifiant (éventuellement composé de plusieurs types de propriétés) et au moins un autre type de propriétés (hors identifiant)

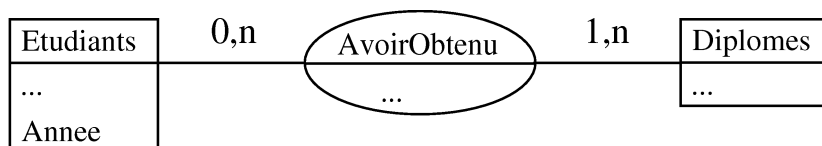
Aucun type d'associations ne doit posséder d'identifiant (il est implicitement donné par la composition des identifiants des types d'entités reliés) mais peut éventuellement posséder des types de propriétés

Pour chaque type d'entités, choix d'un identifiant (minimal) parmi les types de propriétés candidats de préférence celui couramment utilisé dans l'organisation ou à défaut création d'un type de propriétés identifiant

Tous les types de propriétés hors identifiant doivent dépendre pleinement de l'identifiant

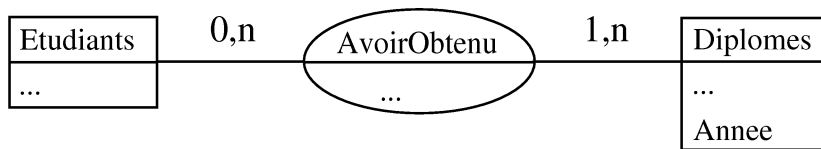
Chaque type de propriétés hors identifiant doit dépendre directement de l'identifiant

Problème : où attribuer un type de propriétés?



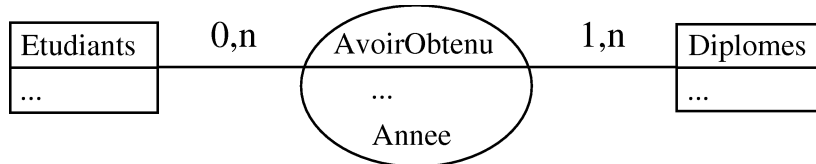
Un étudiant peut avoir obtenu plusieurs diplômes différents deux à deux, et de même un diplôme peut avoir été obtenu par plusieurs étudiants différents deux à deux (liens  $n : n$ )

Chaque étudiant n'a qu'une année possible pour l'obtention de tous ses diplômes (le type de propriétés *Annee* appartient au type d'entités *Etudiants*)



Un étudiant peut avoir obtenu plusieurs diplômes différents deux à deux, et de même un diplôme peut avoir été obtenu par plusieurs étudiants différents deux à deux (liens  $n : n$ )

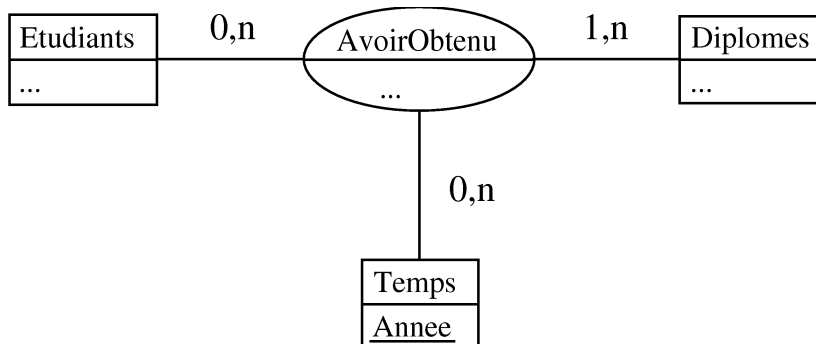
Chaque diplôme n'a qu'une année possible pour avoir été obtenu par tous les étudiants concernés (le type de propriétés Année appartient au type d'entités Diplomes)



Un étudiant peut avoir obtenu plusieurs diplômes différents deux à deux, et de même un diplôme peut avoir été obtenu par plusieurs étudiants différents deux à deux (liens  $n : n$ )

L'année d'obtention peut varier pour un diplôme donné ou encore pour un étudiant donné (le type de propriétés Année appartient au type d'associations AvoirObtenu)

*On parle de représentation synchronique (vision instantanée)*



Un étudiant donné peut avoir obtenu un même diplôme à des années différentes

*On parle de représentation diachronique (vision historique)*

Conclusion : ces quatre solutions sont toutes valables (même si dans ce contexte les deux premières semblent peu réalistes) mais ont des significations différentes; le choix dépendra donc toujours de la réalité à modéliser

## Déterminer les cardinalités

Pour chaque lien, se demander si une occurrence du type d'entités est forcément liée par le type d'associations, et combien de liens au maximum sont associés à une occurrence du type d'entités

## Valider le schéma (ou quelques règles supplémentaires à vérifier)

Supprimer un type d'associations redondant, c'est à dire ayant la même sémantique que plusieurs autres types d'associations reliant transitivement par des liens 1,1 les mêmes types d'entités

Selon certains concepteurs, décomposer les types d'associations de dimension supérieure ou égale à trois en autant de types d'associations binaires que nécessaire

## Compléter le schéma par des contraintes d'intégrité

Ne pas confondre les types d'entités et les acteurs du système d'information

Ne pas confondre les types d'associations et les traitements

Représentation graphique simple et standard

Assure une communication efficace entre :

- les participants à la conception (utilisateurs et concepteurs)

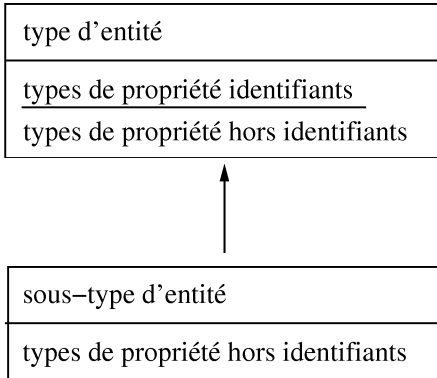
- les participants à la mise en œuvre de la solution informatisée (informaticiens)

Conception facile (il est rapide de définir une solution possible)

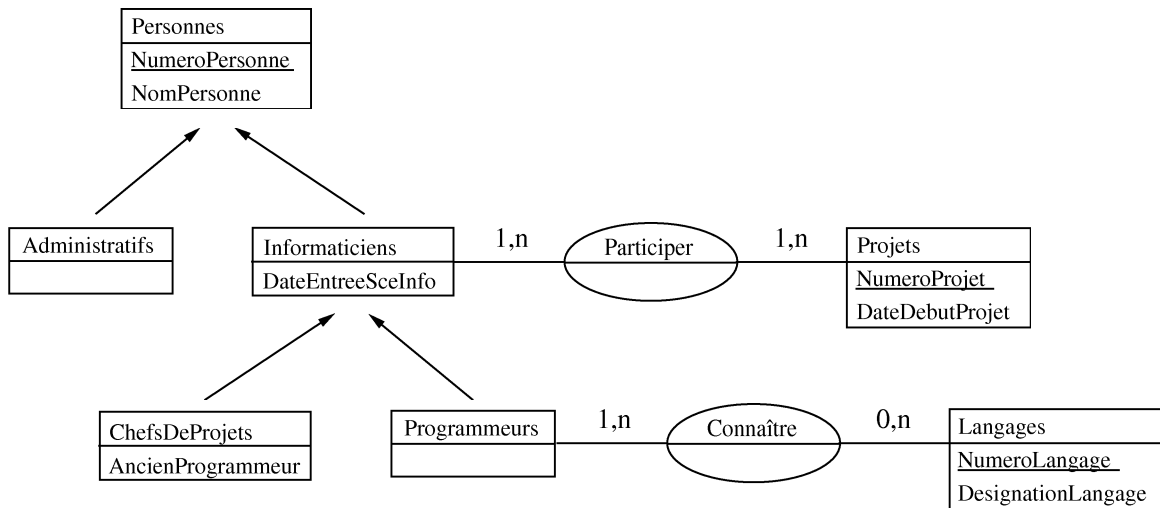
mais délicate (choix difficiles pour exprimer correctement la réalité)

## Sous-type d'entités

Sous-ensemble d'occurrences d'un type d'entités qui sont dotées de types d'associations et/ou de types de propriétés spécifiques (en plus des types de propriétés héritées du type d'entités concerné)  
 On parle de type d'entités générique ou sur-type (d'entité) pour le type d'entités et de type d'entités spécialisé ou sous-type (d'entité) pour le sous-type d'entités



Exemple :

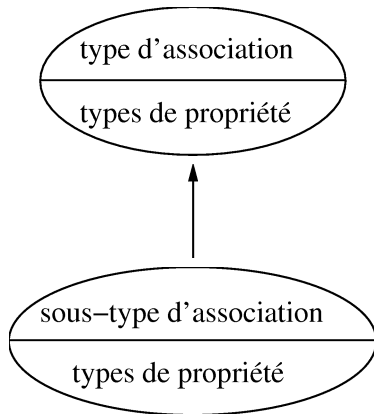




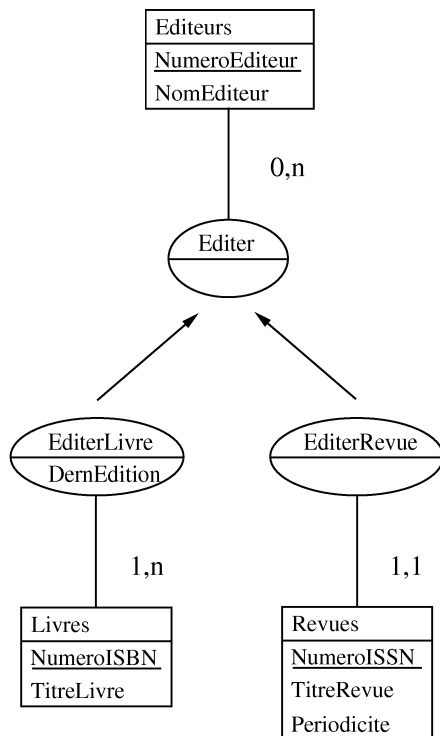
## Sous-type d'associations

Sous-ensemble d'occurrences d'un type d'associations qui sont dotées de types de propriétés et/ou de cardinalités spécifiques (en plus des types de propriétés héritées du type d'associations concerné)

On parle de type d'associations générique pour le type d'associations et de type d'associations spécialisée pour le sous-type d'associations



Exemple :



Un livre peut être édité par plusieurs éditeurs tandis qu'une revue n'est éditée que par un et un seul éditeur

## Contraintes s'appliquant aux sous-types d'entités

Partition 

Toute occurrence du type d'entités appartient à une et une seule occurrence du sous-type d'entités

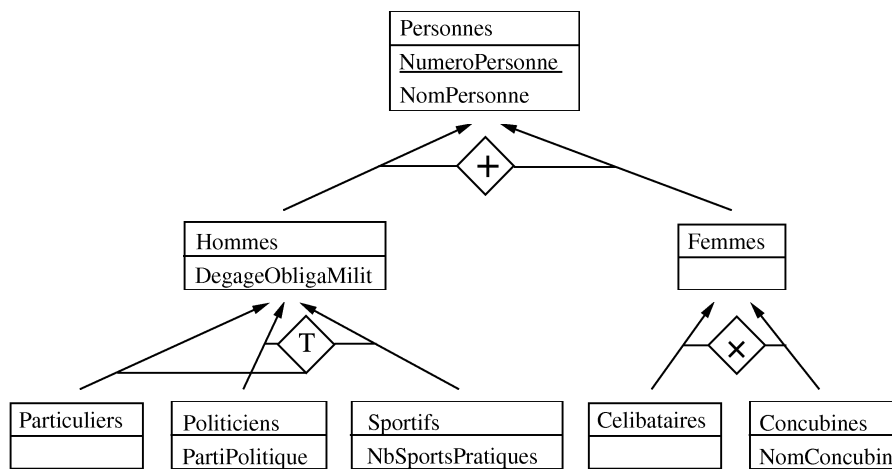

Totalité 


Toute occurrence du type d'entités appartient à au moins une occurrence du sous-type d'entités


Exclusion 

Toute occurrence du type d'entités appartient à au plus une occurrence du sous-type d'entités

Exemple :


 : une personne est soit un homme, soit une femme

 : une homme peut être à la fois un particulier, un politicien et un sportif, ou encore appartenir à deux des trois catégories; de plus, une personne appartient à au moins l'une des trois catégories

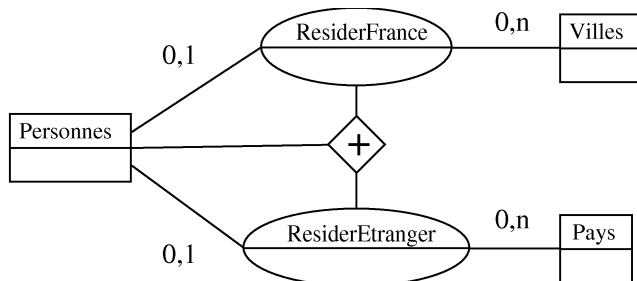
 : une femme ne peut pas être à la fois célibataire et concubine, mais peut n'être ni l'une ni l'autre (mariée par exemple)

## Contraintes s'appliquant aux types d'associations

Partition 

Toute occurrence du(des) type(s) d'entité correspond à une et une seule des occurrences des types d'associations

Exemple :

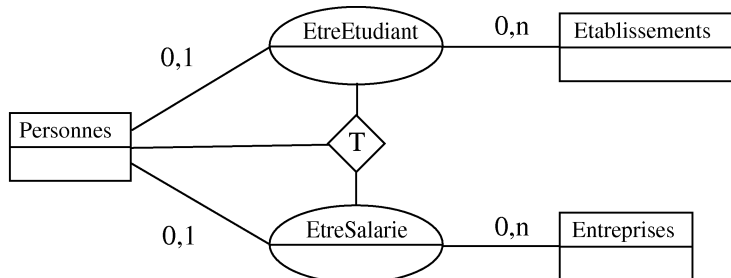


Chaque personne réside soit en France, soit à l'étranger

Totalité 

Toute occurrence du(des) type(s) d'entité correspond à au moins une des occurrences des types d'associations

Exemple :

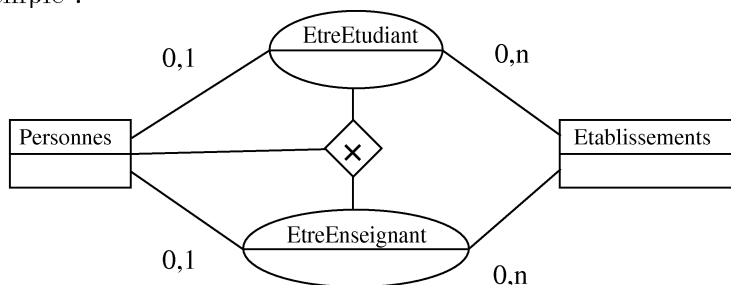


Chaque personne est soit étudiant dans un établissement, soit salarié dans une entreprise, ou les deux à la fois

Exclusion 

Toute occurrence du(des) type(s) d'entité correspond à au plus une des occurrences des types d'associations

Exemple :



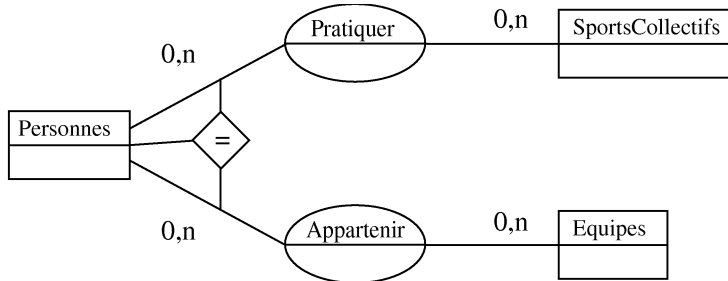
Une personne ne peut pas être à la fois étudiant et enseignant

## Contraintes s'appliquant aux types d'associations (suite)

### Égalité

Les occurrences des types d'associations sont exactement les mêmes relativement au(x) type(s) d'entité impliqué(s)

Exemple :

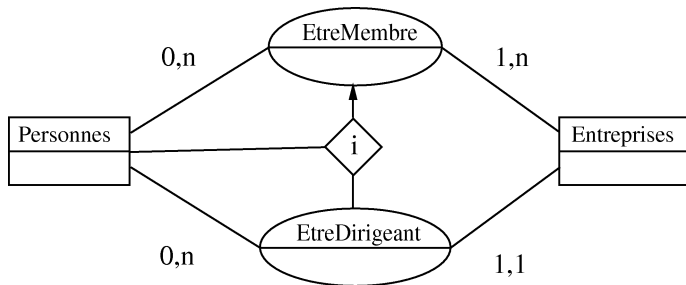


Une personne pratique un sport collectif si et seulement si elle appartient à une équipe

### Inclusion

Les occurrences du type d'associations pointé font toutes parties des occurrences du(des) autre(s) type(s) d'association relativement au(x) type(s) d'entité impliqué(s)

Exemple :

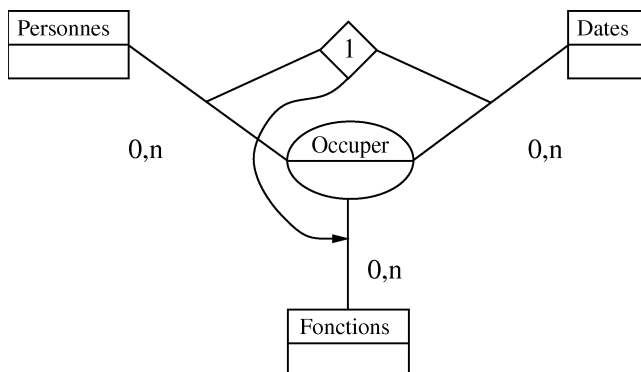


Le dirigeant d'une entreprise fait partie des membres de cette entreprise

### Unicité

Les occurrences du type d'associations pointé sont uniques relativement au(x) type(s) d'entité reliés par l(es) autre(s) lien(s)

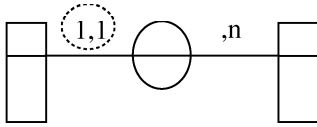
Exemple :



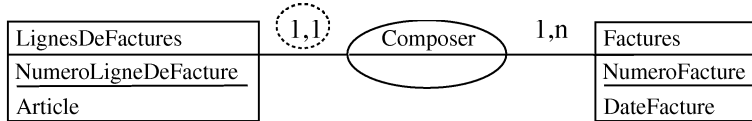
Une personne à une date donnée ne peut occuper qu'une et une seule fonction

## Héritage d'identifiant

Un type d'entités a pour identifiant son propre identifiant composé avec ceux hérités des autres types d'entités reliés par un lien identifiant



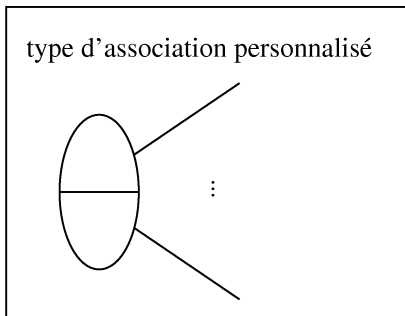
Exemple :



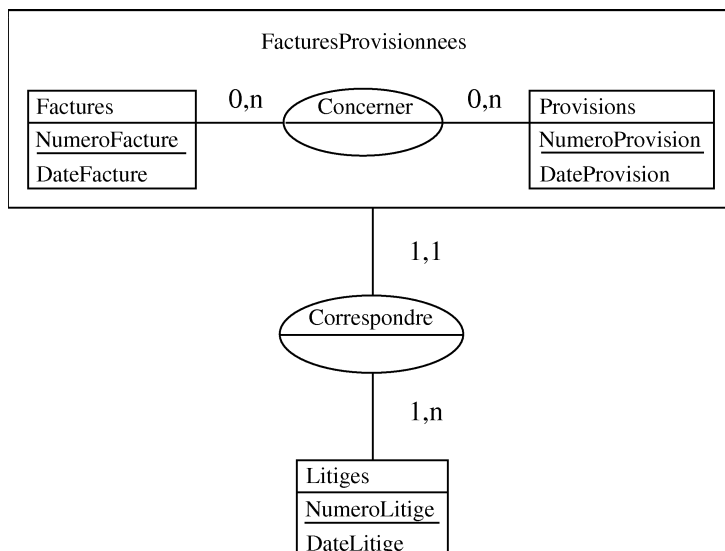
Ainsi, l'identifiant du type d'entités LignesDeFactures est le couple d'attributs ( NumeroFacture , NumeroLigne-DeFacture )

## Type d'associations personnalisé

Regroupement d'un sous-schéma (de types d'entités et de types d'associations reliés) en l'équivalent d'un type d'entités



Exemple :



Un litige correspond à des factures provisionnées

## Contraintes s'appliquant aux types de propriétés

Intervalle de valeurs d'un type de propriétés

Exemple : plus de 1901

Énumération des valeurs d'un type de propriétés

Exemple : roi, reine, tour, cavalier, fou, pion

Contraintes entre valeurs de plusieurs types de propriétés

Exemple : date de retour d'un questionnaire postérieure ou égale à sa date d'envoi

Format d'un type de propriétés

Exemple : le code produit est composé de quatre caractères, les trois premiers sont des lettres mnémoniques et le dernier est un chiffre séquentiel

...

## Type de propriétés agrégée

Un type de propriétés est composé à partir d'autres types de propriétés

Exemple : le type de propriétés Adresse est en fait une agrégation des types de propriétés Numéro, Voie, CodePostal, Ville

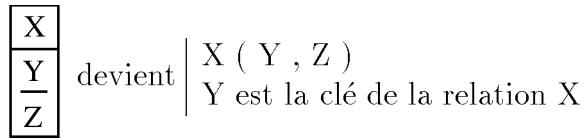
## Type de propriétés multi-valuée

Pour une occurrence du type d'entités ou du type d'associations, la valeur du type de propriétés est une liste de valeurs appartenant chacune au même domaine

Exemple : les prénoms de chaque étudiant

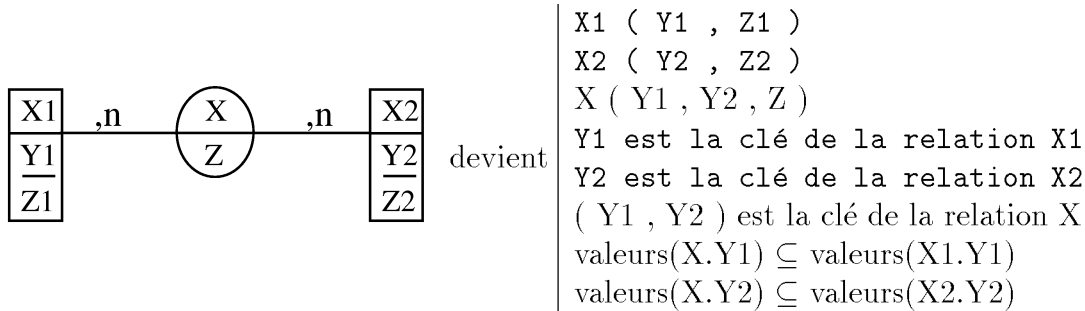
(passage d'un schéma entité-association à un schéma relationnel en troisième forme normale)

## Transformation de tous les types d'entités en relations



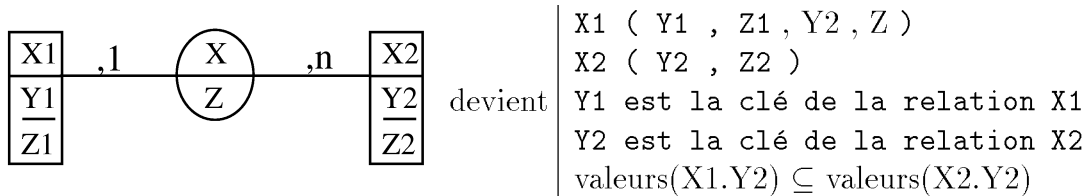
Le type d'entités devient la relation, les types de propriétés identifiants deviennent les attributs de la clé, les types de propriétés hors identifiants deviennent les attributs hors clé

## Transformation de tous les types d'associations de liens $n : n$ en relations



Le type d'associations devient la nouvelle relation dont la clé est composée des types de propriétés identifiants des types d'entités associés et qui récupère comme attributs hors clé les types de propriétés du type d'associations; de plus, des contraintes d'intégrité référentielles sont à considérer pour chaque attribut composant la clé de la nouvelle relation relativement aux clés des relations issues des types d'entités

## Transformation de tous les types d'associations de liens $1 : n$ en attributs supplémentaires



Les types de propriétés identifiants du type d'entités impliqué dans le lien ,n constituent une clé étrangère pour la relation issue du type d'entités impliqué dans le lien ,1 (et engendre donc une contrainte d'intégrité référentielle); les types de propriétés du type d'associations suivent le même mouvement

Cet algorithme procède en deux passes, l'une pour les types d'entités et l'autre pour les types d'associations; pour les transformations des types d'associations, le résultat obtenu par la première passe est ainsi écrit : **transformations des types d'entités**

$\text{valeurs}(A.B) \subseteq \text{valeurs}(C.D)$  signifie que l'ensemble des valeurs que peut prendre l'attribut B de la relation A est inclu ou égal à l'ensemble des valeurs que prend l'attribut D de la relation C, et ceci à tout moment : il s'agit d'une contrainte d'intégrité référentielle à respecter

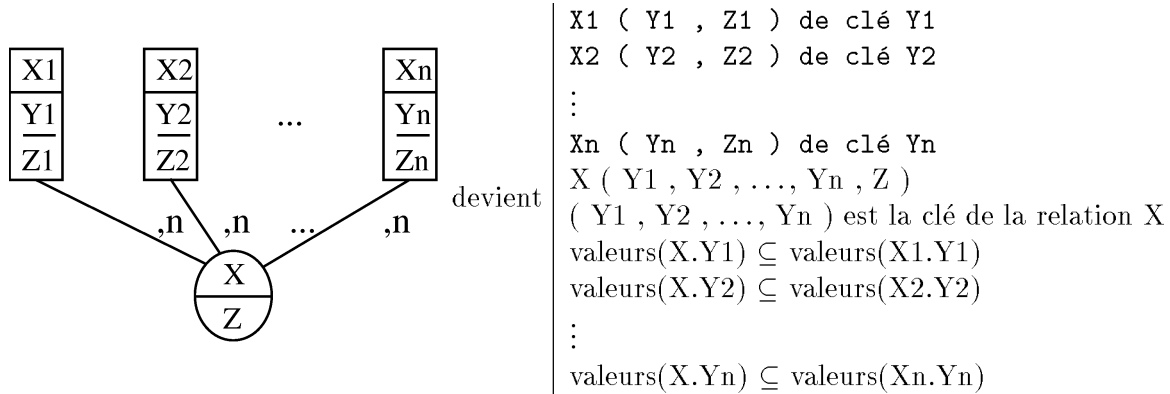
Les contraintes d'intégrité suivantes s'appliquent :

unicité de chaque clé (primaire)

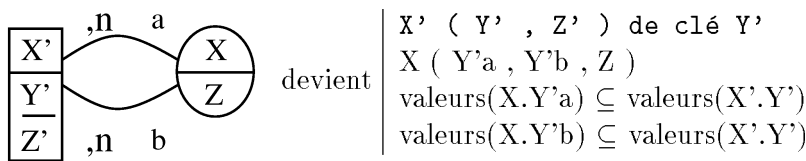
pas d'indétermination pour chaque attribut composant la clé (primaire)

pas d'indétermination pour chaque attribut composant la clé étrangère si le lien correspondant admet la valeur 1 pour sa cardinalité minimale

Type d'associations  $n$ -aire (avec  $n > 2$ ) de liens  $n : n : \dots : n$

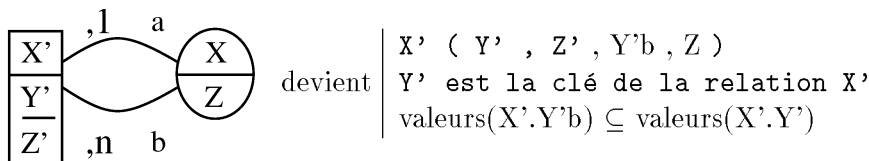


Type d'associations binaire réflexive de liens  $n : n$



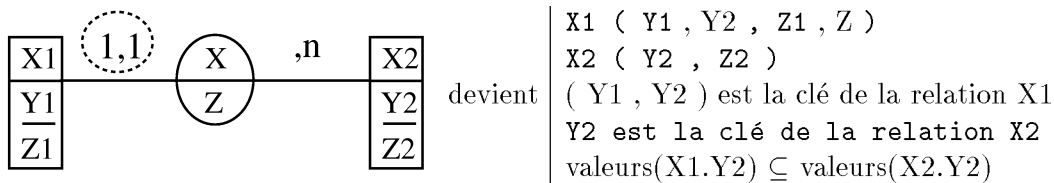
où  $a$  et  $b$  sont des rôles

Type d'associations binaire réflexive de liens  $1 : n$

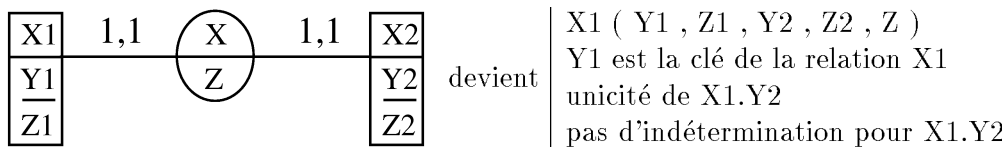


où  $a$  et  $b$  sont des rôles

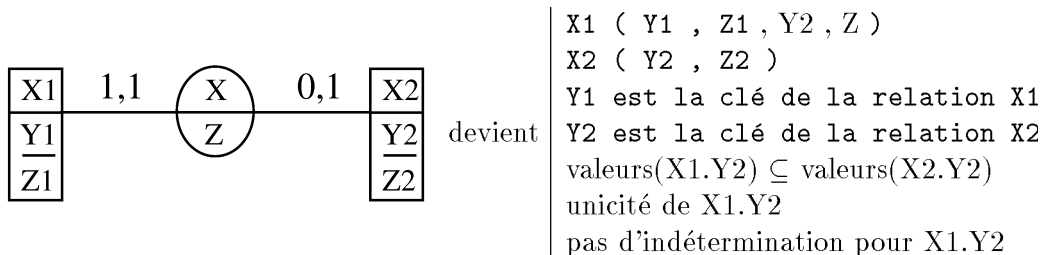
Type d'associations binaire avec un lien identifiant



Type d'associations binaire de liens  $1,1 : 1,1$

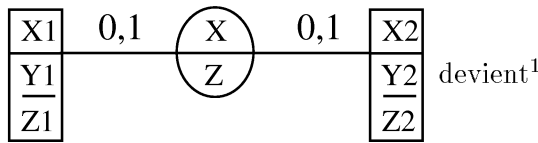


Type d'associations binaire de liens  $1,1 : 0,1$





Type d'associations binaire de liens 0,1 : 0,1



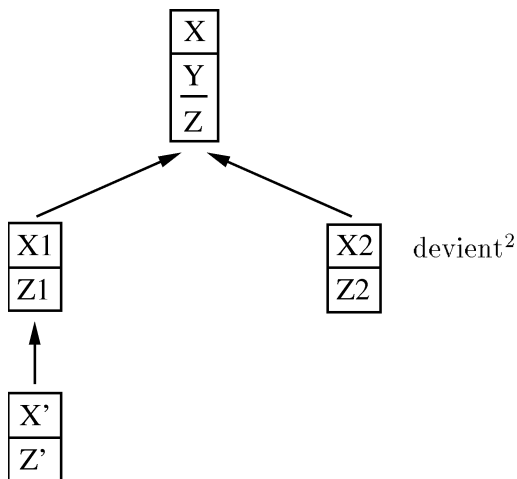
devient<sup>1</sup>

- X1 ( Y1 , Z1 )
- X2 ( Y2 , Z2 )
- X ( Y1 , Y2 , Z )
- Y1 est la clé de la relation X1
- Y2 est la clé de la relation X2
- Y1 est la clé de la relation X
- valeurs(X.Y1)  $\subseteq$  valeurs(X1.Y1)
- valeurs(X.Y2)  $\subseteq$  valeurs(X2.Y2)
- unicité de X.Y2
- pas d'indétermination pour X.Y2

ou

- X1 ( Y1 , Z1 , Y2 , Z )
- X2 ( Y2 , Z2 )
- Y1 est la clé de la relation X1
- Y2 est la clé de la relation X2
- valeurs(X1.Y2)  $\subseteq$  valeurs(X2.Y2)
- unicité de X1.Y2
- indétermination pour X1.Y2 si et seulement si indétermination pour X1.Z

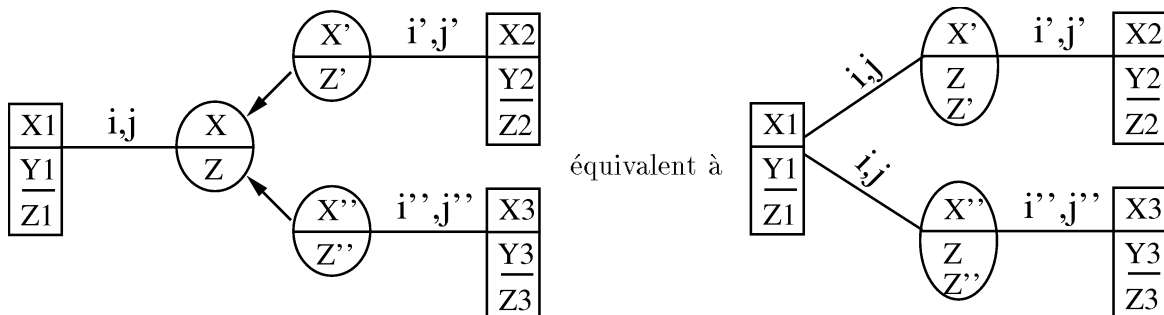
Sous-type d'entités



devient<sup>2</sup>

- X ( Y , Z )
- X1 ( Y , Z1 )
- X2 ( Y , Z2 )
- X' ( Y , Z' )
- Y est la clé de la relation X
- Y est la clé de la relation X1
- Y est la clé de la relation X2
- Y est la clé de la relation X'
- valeurs(X1.Y)  $\subseteq$  valeurs(X.Y)
- valeurs(X2.Y)  $\subseteq$  valeurs(X.Y)
- valeurs(X'.Y)  $\subseteq$  valeurs(X1.Y)

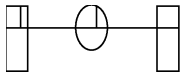
Sous-type d'associations



<sup>1</sup> : la seconde solution n'est à retenir que si le nombre d'entités de X1 non liées à des entités de X2 par l'association X est très faible

<sup>2</sup> discutable! (à confronter avec AMC\*Designor par exemple)

Exercice : trouver l'algorithme inverse



## Modèles voisins

Modèle entité-association

Modèle logique des données

Modèle relationnel

Modèle navigationnel

Modèle objet

## Objectif

Représentation des données conceptuelles et organisationnelles

## Remarque

Modèle organisationnel des données de la méthode MERISE/2

## Composants

1 modèle organisationnel des données global

Différentes vues du modèle organisationnel des données pour un type de site ou un type de poste

## Formalisme

Reprend celui du modèle entité-association étendu, complété de contraintes organisationnelles

Entité - Type d'entités - Association - Type d'associations - Lien - Cardinalités - Propriété - Type de propriétés - Identifiant

(cf. le modèle entité-association)

Type d'acteur

Regroupement d'acteurs exerçant des activités identiques

Type de site

Regroupement géographique et/ou fonctionnel de types d'acteurs

Type de poste

Rapprochement entre un type d'acteur et un type de site

Nature

Précisions sur la répartition homme/machine et sur le support d'historisation

Informatisé (**I**), manuel (**M**), historisation sur support informatique (**H**), historisation sur support manuel (**HM**)

Type d'accès

Restriction sur un type d'entités, un type d'associations ou un type de propriétés

Création (**C**), interrogation (**I**), modification (**M**), suppression (**S**)

Restriction d'accès

Un type de site/poste n'a accès qu'à un sous-ensemble de types de propriétés (de type d'entités ou de type d'associations)

Un type de site/poste n'a accès qu'à un sous-ensemble d'occurrences (de type d'entités ou de type d'associations)

Un type de site/poste n'est autorisé à effectuer que certains types d'accès (sur un type d'entités, un type d'associations ou un type de propriétés)

Système d'autorisation d'utilisation des données

Représente la vue sur les données de chaque type de site et de chaque type de poste

Vue de type d'entités ou de type d'associations

Représentation de l'ensemble des données du type d'entités ou du type d'associations qu'un type de site ou qu'un type de poste peut manipuler, suivant un type d'accès

Il se restreint à un sous-ensemble de types de propriétés ou d'occurrences

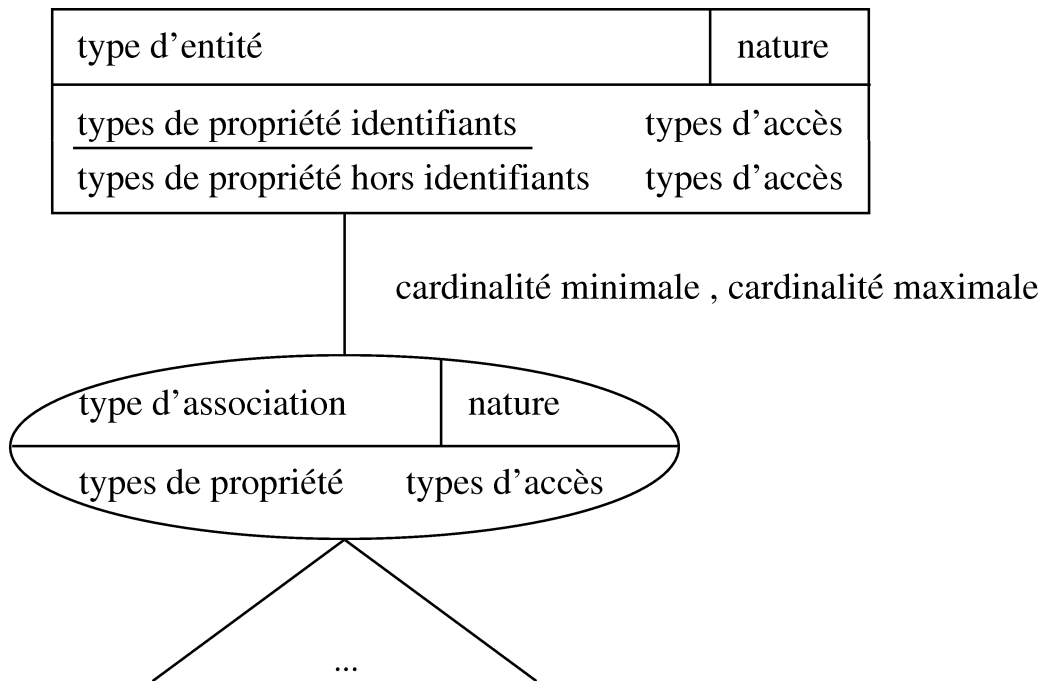
Groupe de données

Partition homogène de la visibilité d'un type de site ou d'un type de poste sur un ensemble de données

Données privées (mises à jour par le type de site et inaccessibles aux autres types de sites), protégées (mises à jour par le type de site et consultables par d'autres types de sites), partagées (mises à jour par plusieurs types de sites et consultables par plusieurs types de sites), consultables (pour le type de site)

Les données privées d'un type de site peuvent être privées ou protégées ou partagées pour ses types d'acteurs, les données protégées d'un type de site peuvent être protégées ou partagées pour ses types d'acteurs, et les données partagées d'un type de site sont partagées pour ses types d'acteurs

Représentation graphique du schéma organisationnel des données (global)



Représentation tabulaire d'une vue de type d'entités ou de type d'associations par un type de site ou un type de poste

| Vue du type de site/poste :             |               |                       |                    |                  |
|---|---------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| type d'entités /<br>type d'associations | Vues          |                       |                    | types<br>d'accès |
|   | nom de la vue | prédicat de sélection | type de propriétés |                  |
|   |               |                       |                    |                  |

## Modèles voisins

- Modèle entité-association
- Modèle organisationnel des données
- Modèle relationnel
- Modèle navigationnel
- Modèle objet

## Objectif

Représentation des données à mémoriser sur des supports informatiques permanents

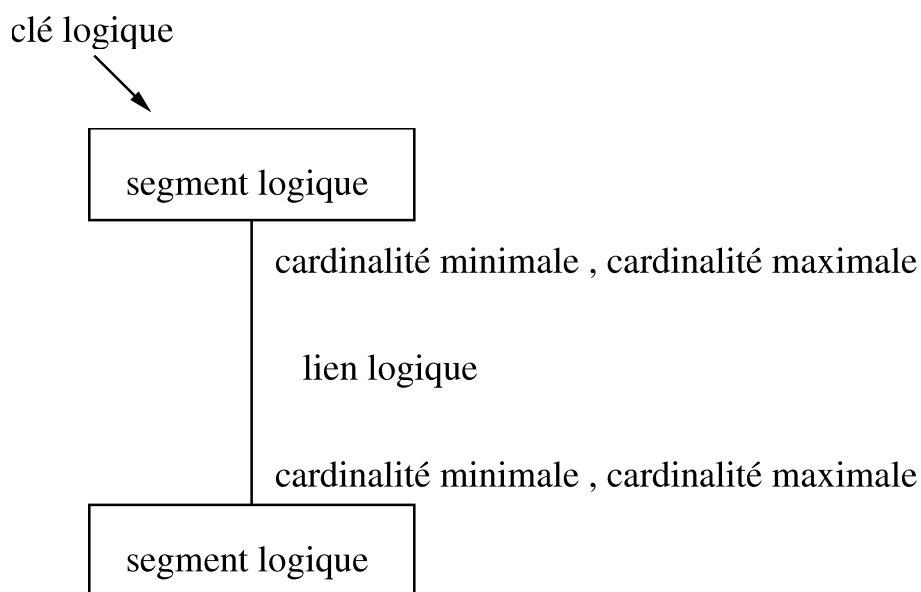
## Remarque

Modèle logique des données de la méthode MERISE/2

## Formalismes

- Formalisme générique dans un contexte hétérogène
- Formalisme spécifique au SGBD cible (modèle relationnel pour un SGBD relationnel, etc.)

## Représentation graphique (formalisme générique) - Définitions



### Segment logique

Ensemble de données élémentaires

### Lien logique

Permet de retrouver les segments logiques qu'il relie

### Data-item

Plus petit élément logique d'information

### Data-type

Caractéristiques d'un data-item (format, nature, etc.)

### Structure de données

Structure complexe de data-items

### Clé logique

Data-item ou ensemble de data-items permettant de retrouver une occurrence de segment logique

Modèle logique des données de la méthode MERISE/2 précisant l'implantation logique des données permanentes sur chacune des machines logiques types du système

Formalisme générique (du MLD global), puis dans ceux spécifiques aux SGBD cibles

Composé de plusieurs MLD locaux (c'est à dire MLD propres à chacune des machines logiques types)

## Définitions

### Machine logique type

Ensemble de ressources matérielles et logicielles non séparables permettant d'effectuer des traitements et de stocker des données persistantes

### Segment logique réparti

Segment logique (du MLD global) utilisé par des machines logiques types et stocké en tant que segment de référence ou cliché

Segment logique de type référence : les mises à jour ne se font que sur la machine logique type de référence le gérant

Segment logique de type cliché : les mises à jour se font soit périodiquement sur les machines logiques types qui l'utilisent (sous contrôle de la machine logique type le gérant), soit à la demande des machines logiques types

Segment logique de type dossier : segment logique de type référence sur l'une des machines logiques types et de type cliché sur d'autres, à un instant donné

### Lien logique réparti

Lien logique reliant deux segments logiques répartis

## Représentation graphique (formalisme générique)

### Segment logique stocké sur la machine logique type considérée (segment logique réel)

Segment logique de référence sur la machine logique considérée



Segment logique cliché rafraîchi périodiquement sur la machine logique considérée depuis la machine logique de référence



Segment logique dossier sur plusieurs machines logiques

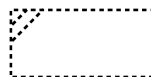


### Segment logique utilisé mais non stocké sur la machine logique type considérée (segment logique virtuel)

Segment logique utilisé mais non stocké sur la machine logique considérée, disponible en mise à jour sur la machine logique de référence



Segment logique utilisé mais non stocké sur la machine logique considérée, disponible en consultation seule depuis la machine logique de référence



### Lien logique

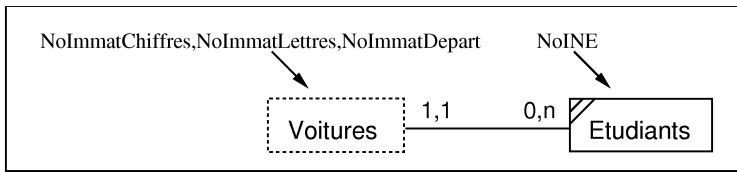
Lien logique reliant un segment réel à un segment réel ou virtuel



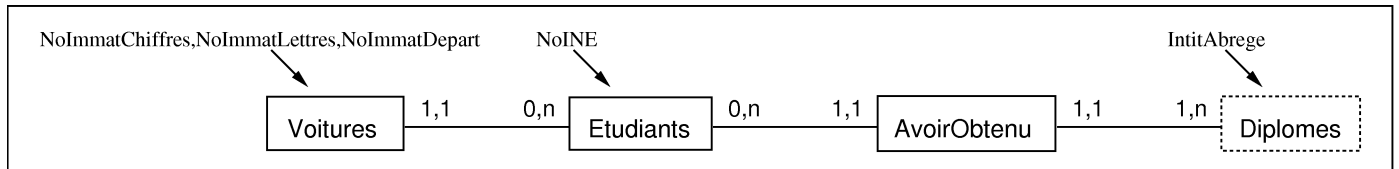
Lien logique reliant deux segments virtuels



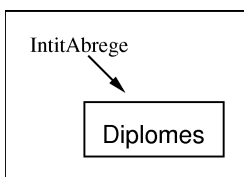
Machine logique type «Étudiants»



Machine logique type «Secrétariat»



Machine logique type «Rectorat»



Le segment logique **Diplomes** est tenu à jour (référence) par la machine logique type « Rectorat », lu par la machine logique type « Secrétariat » à chaque utilisation, ignoré de la machine logique type « Étudiants »

Le segment logique **Etudiants** est rafraîchi périodiquement par la machine logique type « Secrétariat » sur la machine logique type « Étudiants », ignoré de la machine logique type « Rectorat »

Autre dénomination

Modèle réseau

Modèles voisins

Modèle entité-association

Modèle organisationnel des données

Modèle logique des données

Modèle relationnel

Modèle objet

Origines

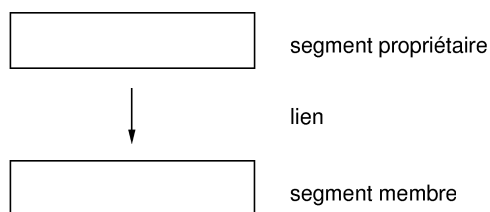
BACHMAN

CODASYL DBTG (*conference on data system languages database task group*)

Remarque

Un des modèles logiques des données de MERISE

Représentation graphique - Définitions



Segment ou article (*record*)

Collection nommée de plusieurs propriétés

Lien (set)

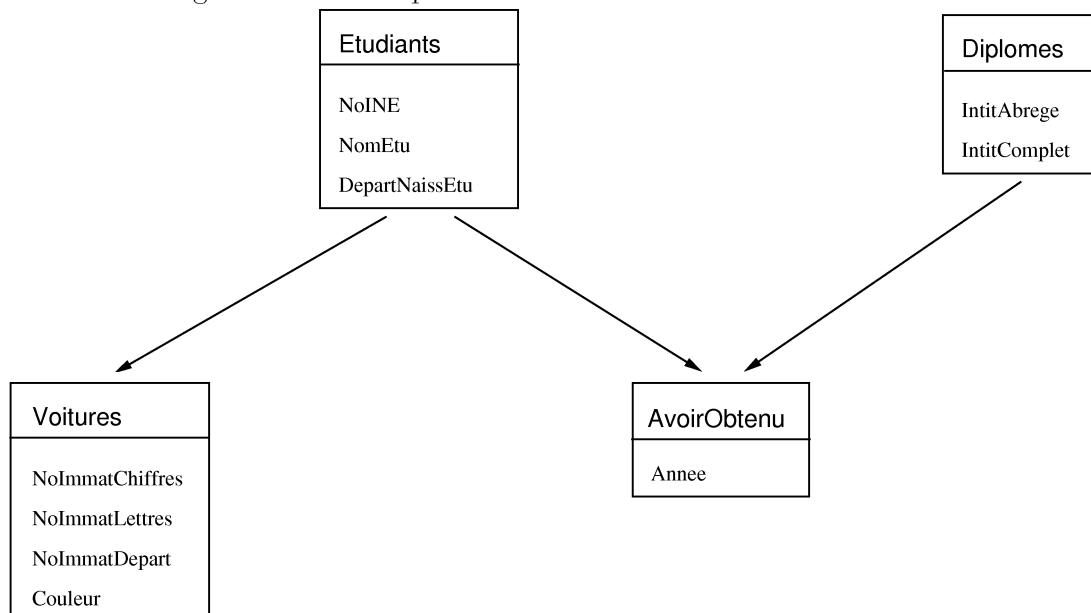
Relie un segment propriétaire (*owner*) et un segment membre (*member*)

Signification : une occurrence du segment propriétaire peut « posséder » plusieurs occurrences du segment membre

Remarque : tout segment peut être propriétaire de plusieurs segments et réciproquement tout segment peut être membre de plusieurs segments

Exemple

La gestion de l'enregistrement des diplômes de tous les étudiants





|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |

## Modèles voisins

Modèle entité-association

Modèle organisationnel des données

Modèle logique des données

Modèle navigationnel

Modèle objet

## Origine

1970 : E. F. CODD

## Remarques

Un des modèles logiques des données de MERISE

Modèle très formalisé (mathématique)

Fait suite à deux courants

Modèle hiérarchique

Modèle navigationnel (ou réseau)

Une application moyenne compte entre 30 et 50 relations

Ensemble : collection d'éléments (sans répétition ni ordre)

Exemple : les chiffres

Définition en extension

Exemple : *Chiffres* =  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

Définition en compréhension

Exemple : *Chiffres* =  $\{x \in \mathbb{N} : x < 10\}$

Produit cartésien de deux ensembles

Exemple :

Soit  $A = \{a, b\}$

Soit  $B = \{1, 2, 3\}$

Alors,  $A \times B = \{(a, 1), (a, 2), (a, 3), (b, 1), (b, 2), (b, 3)\}$

Partie d'un ensemble

Exemple :

Soit  $A = \{a, b\}$

Soit  $B = \{1, 2, 3\}$

Alors, une des parties peut être  $\mathcal{P}(A \times B) = \{(a, 2), (b, 2), (b, 3)\}$

Union de deux ensembles

Exemple :

Soit  $A = \{a, b\}$

Soit  $B = \{b, c\}$

Alors,  $A \cup B = \{a, b, c\}$

Intersection de deux ensembles

Exemple :

Soit  $A = \{a, b\}$

Soit  $B = \{b, c\}$

Alors,  $A \cap B = \{b\}$

Différence de deux ensembles

Exemple :

Soit  $A = \{a, b\}$

Soit  $B = \{b, c\}$

Alors,  $A \setminus B = \{a\}$

**Domaine  $D$**  : ensemble de valeurs

Exemples : chaînes de caractères de longueur 25, entiers

**Attribut  $A$  (ou colonne)** : nom de constituant (ou variable) prenant ses valeurs dans un domaine

Exemples : département de naissance d'un étudiant, N°INE d'un étudiant, couleur d'une voiture

**Relation  $R$  (ou table)** (définition en extension)

Partie (ou sous-ensemble) du produit cartésien  $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$  sur les attributs  $A_1, A_2, \dots, A_n$  dont chaque élément  $(d_1, d_2, \dots, d_n)$  est un **tuple** (ou  **$n$ -uplet**) avec  $d_i \in D_i$  le domaine de l'attribut  $A_i$  pour tout  $1 \leq i \leq n$

$$R$$

| $A_1$    | $A_2$    | $\dots$  | $A_n$    |
|----------|----------|----------|----------|
| $d_1$    | $d_2$    | $\dots$  | $d_n$    |
| $d'_1$   | $d'_2$   | $\dots$  | $d'_n$   |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\ddots$ | $\vdots$ |
| $d''_1$  | $d''_2$  | $\dots$  | $d''_n$  |

avec  $\{d_i, d'_i, \dots, d''_i\} \subseteq D_i$   
pour tout  $1 \leq i \leq n$

Chaque cellule (intersection d'une ligne et d'une colonne) admet une et une seule valeur

**Degré** d'une relation : nombre d'attributs (ou de colonnes)

**Cardinal** d'une relation : nombre de tuples (ou de lignes)

Exemple :

| Etudiants |        |                |
|-----------|--------|----------------|
| N°INE     | NomEtu | DepartNaissEtu |
| 5         | DURAND | 33             |
| 2         | LEROI  | 40             |
| 4         | MARTIN | 47             |
| 7         | LEROI  | 33             |
| 3         | DUPOND | 17             |

**Schéma de Relation  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$**  (définition en compréhension)

Liste des attributs d'une relation

Exemple : Etudiants ( N°INE , NomEtu , DepartNaissEtu )

Remarque : la définition d'une relation (en terme ensembliste) implique que tous les tuples sont différents deux à deux; cependant, les SGBDR ne vérifient pas cette propriété (doublons autorisés) et cela conduit à choisir systématiquement une clé (parmi les clés candidates) pour chaque relation

**Clé (primaire ou principale)**

Attribut ou groupe d'attributs minimal qui identifie de façon unique chaque tuple d'une relation

Exemples : numéro INE de la relation Etudiants, numéro d'immatriculation complet (chiffres, lettres et département) de la relation Voitures

Contre-exemple : nom des étudiants (homonymies)

**Clé étrangère**

Attribut(s) d'une relation qui correspond à la clé (primaire) d'une autre (ou de la même) relation

Exemple : le N°INE de la relation Voitures (indiquant quel étudiant possède cette voiture)

Remarque : la clé étrangère ne fait pas partie de la clé primaire de la même relation

**Schéma [de la base de données] relationnel[le]**

Collection de schémas de relations et de contraintes d'intégrité, qui représentent l'univers réel du système d'information

::= conditions à vérifier par toutes les relations : dépendance entre attributs, prédicat sur les valeurs d'un ou plusieurs attributs des tuples d'une relation, ...

Remarque : on distingue des contraintes statiques/dynamiques, sur les tuples/attributs/rerelations/inter-rerelations

**Contrainte de clé (primaire) :** une relation possède une clé primaire

Exemple : l'attribut N°INE pour la relation Etudiants

**Contrainte de clé étrangère :** l(es) attribut(s) d'une relation ont la même sémantique que la clé primaire correspondante d'une autre (ou de la même) relation

Exemple : le N°INE des relations Voitures et Etudiants

**Contrainte d'intégrité référentielle :** l'ensemble des valeurs d'une clé étrangère est inclus ou égal à l'ensemble des valeurs de la clé primaire correspondante

Exemple :  $\text{valeurs}(\text{Voitures.N}^\circ\text{INE}) = \{5, 4\} \subseteq \text{valeurs}(\text{Etudiants.N}^\circ\text{INE}) = \{5, 2, 4, 7, 3\}$

**Contrainte existentielle :** les valeurs d'un attribut sont définies pour tous les tuples de la relation

Exemple : valeur d'indétermination (NULL) interdite pour le nom de l'étudiant

**Contrainte de domaine :** précision sur le domaine des valeurs d'un attribut (liste ou intervalle de valeurs, formats, ...)

Exemples : la couleur d'une voiture doit être jaune ou orange ou rouge, un département (de naissance d'un étudiant ou d'immatriculation de voiture) doit être compris entre 1 et 97

**Contrainte de valeur par défaut :** valeur à affecter à un attribut lors de l'insertion d'un tuple (si l'instruction correspondante n'affecte pas de valeur!)

Exemples : année courante pour l'année d'obtention d'un diplôme, 33 pour le département

**Contrainte sur un tuple :** prédicat (ou formule) mettant en jeu plusieurs attributs

Exemple : le prix de vente d'un produit doit être supérieur à son prix d'achat

**Contrainte de dépendance fonctionnelle :** vérification des dépendances fonctionnelles entre groupes d'attributs

**Contrainte de normalité :** vérification du respect d'une forme normale

**Contrainte de cardinalité :** borne pour le nombre de tuples d'une relation

Exemple : un étudiant ne peut pas avoir obtenu plus de cinq diplômes

**Contrainte de type pré-post condition :** condition vérifiée par la BD lors de son évolution, sous forme d'une condition explicite avant, pendant ou après une opération de mise à jour

Exemples : ne supprimer un diplôme (les intitulés) que si aucun étudiant ne l'a obtenu, n'insérer une voiture que si l'étudiant qui la possède est déjà enregistré

**Règle active :** action(s) à exécuter suite à un changement d'état de la BD

Exemple : dès qu'un étudiant est supprimé, supprimer les voitures qu'il possède et les diplômes qu'il a obtenus

... et toute autre contrainte spécifique

## Dépendances fonctionnelles

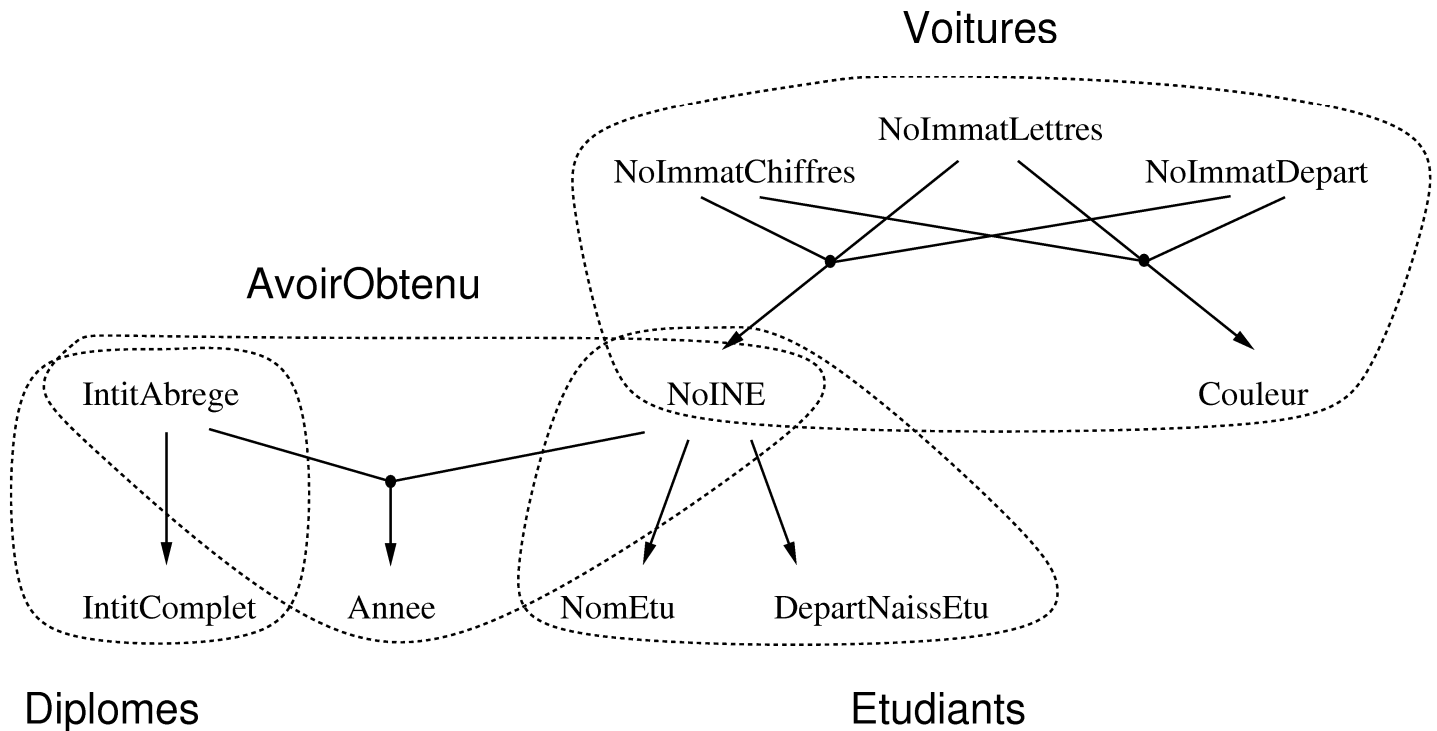
IntitAbrege  $\rightarrow$  IntitCompleet

N°INE  $\rightarrow$  NomEtu , DepartNaissEtu

N°INE , IntitAbrege  $\rightarrow$  Annee

N°ImmatChiffres , N°ImmatLettres , N°ImmatDepart  $\rightarrow$  Couleur , N°INE

## Hyper-graphe des dépendances fonctionnelles



## Schémas des relations

Etudiants ( N°INE , NomEtu , DepartNaissEtu )

Voitures ( N°ImmatChiffres , N°ImmatLettres , N°ImmatDepart , Couleur , N°INE )

Diplomes ( IntitAbrege , IntitCompleet )

AvoirObtenu ( N°INE , IntitAbrege , Annee )

## Contraintes d'intégrité

Contraintes de clé (primaire)

N°INE est la clé de la relation Etudiants

( N°ImmatChiffres , N°ImmatLettres , N°ImmatDepart ) est la clé de la relation Voitures

IntitAbrege est la clé de la relation Diplomes

( N°INE , IntitAbrege ) est la clé de la relation AvoirObtenu

Contraintes d'intégrité référentielle

valeurs(Voitures.N°INE)  $\subseteq$  valeurs(Etudiants.N°INE)

valeurs(AvoirObtenu.N°INE)  $\subseteq$  valeurs(Etudiants.N°INE)

valeurs(AvoirObtenu.IntitAbrege)  $\subseteq$  valeurs(Diplomes.IntitAbrege)

# EXEMPLE « JOUET » (SUITE)

## Etudiants

| N°INE | NomEtu | DepartNaissEtu |
|-------|--------|----------------|
| 5     | DURAND | 33             |
| 2     | LEROI  | 40             |
| 4     | MARTIN | 47             |
| 7     | LEROI  | 33             |
| 3     | DUPOND | 17             |

## Voitures

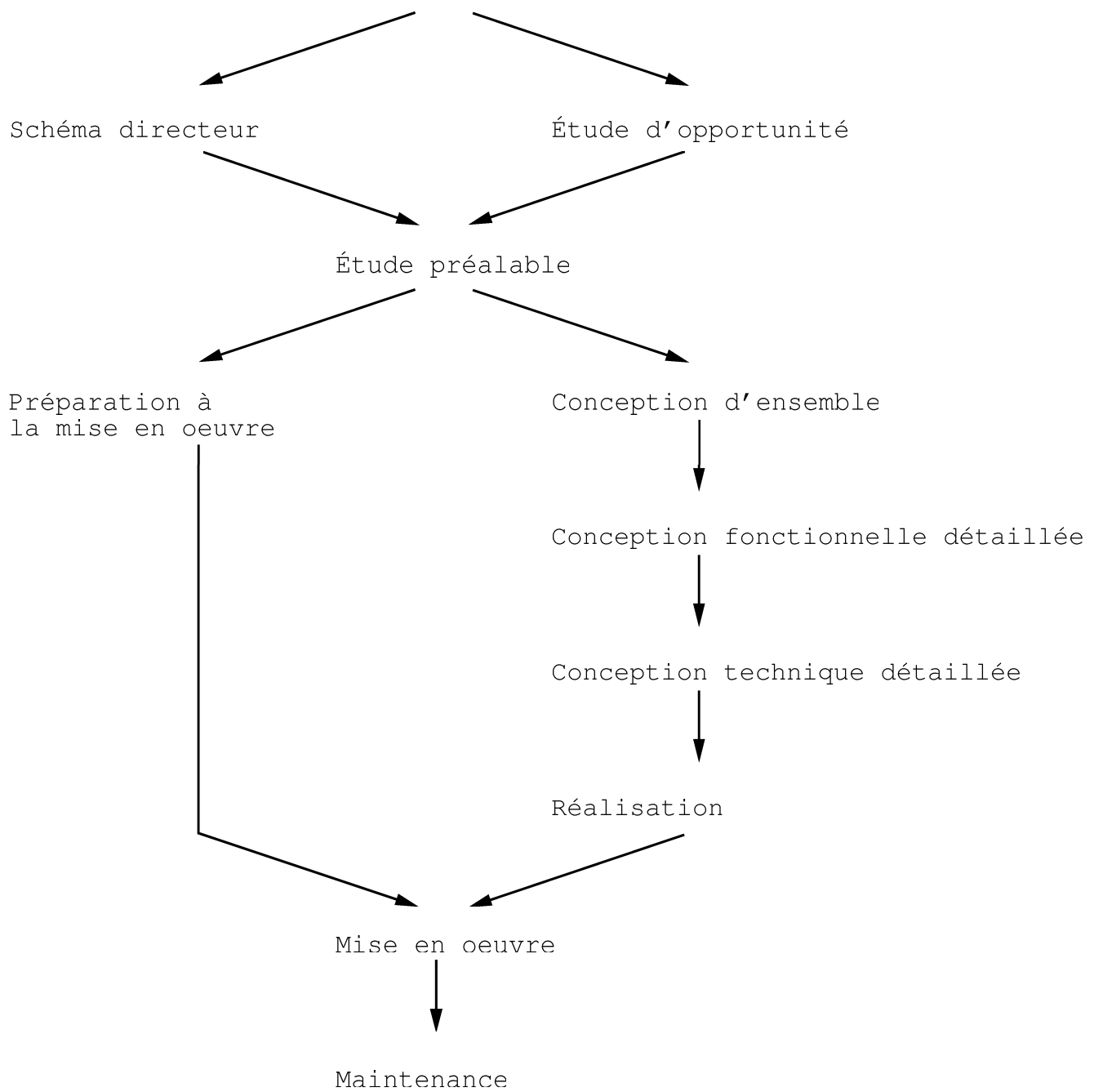
| N°ImmatChiffres | N°ImmatLettres | N°ImmatDepart | Couleur | N°INE |
|-----------------|----------------|---------------|---------|-------|
| 3333            | BX             | 33            | rouge   | 5     |
| 4747            | LA             | 47            | rouge   | 4     |
| 4040            | NT             | 40            | jaune   | 5     |

## Diplomes

| IntitAbrege | IntitComple   |
|-------------|---|
| DUT         | Diplôme Universitaire de Technologie  |
| BAC         | Baccalauréat  |
| MIAGe       | Maîtrise des Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises |
| DEUG        | Diplôme d'Études Universitaires Générales                                   |

## AvoirObtenu

| N°INE | IntitAbrege | Annee |
|-------|-------------|-------|
| 4     | DEUG        | 1980  |
| 2     | DEUG        | 1982  |
| 5     | DUT         | 1983  |
| 4     | MIAGe       | 1982  |
| 3     | DUT         | 1983  |
| 2     | BAC         | 1980  |
| 4     | BAC         | 1977  |
| 3     | MIAGe       | 1985  |
| 5     | BAC         | 1981  |
| 3     | BAC         | 1981  |



## Étude d'opportunité

- Identifier le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre
- Procéder à une première analyse
- Procéder à une première évaluation des enjeux
- Classer le projet dans une typologie de projet
- Inscrire le projet dans un plan annuel

## Étude préalable

- Évaluer les enjeux (avantages stratégiques, rentabilité, contraintes réglementaires, risques)
- Vérifier sa faisabilité organisationnelle et sa faisabilité technique
- Proposer des solutions fonctionnelles et techniques (globalement et sur un sous-ensemble), et des trajectoires de migration possibles
- Estimer les coûts et délais du développement et de la mise en œuvre
- Permettre la prise de décision sur la suite à donner

## Conception d'ensemble (ou conception générale)

- Obtenir une description fonctionnelle (conceptuelle et organisationnelle) et technique complète du futur système
- Arrêter les principes majeurs concernant les contraintes à respecter
- Définir les solutions de secours et dégradées éventuelles
- Définir complètement la trajectoire de migration
- Faire approuver l'ensemble par le maître d'ouvrage

## Conception fonctionnelle détaillée

- Spécifier dans le détail et de façon exhaustive l'ensemble des données et traitements informatiques visibles par l'utilisateur
- Vérifier les faisabilités organisationnelle et technique
- Actualiser le dossier économique
- Faire approuver l'ensemble par le maître d'ouvrage

## Conception technique détaillée

- Décrire complètement le logiciel (données et traitements) dans l'environnement technique cible
- S'assurer des performances et de la sécurité
- Vérifier ou actualiser les estimations des ressources nécessaires
- Préparer la réalisation

## Réalisation

- Fournir des logiciels opérationnels

## Préparation à la mise en œuvre (par le maître d'ouvrage)

- Assurer les travaux préparatoires à la mise en œuvre du système

## Mise en œuvre (par le maître d'ouvrage)

- Qualifier le nouveau système
- Mettre en service le nouveau système



## Étude d'opportunité

Identification des besoins

Ébauche des solutions

Synthèse

*Livrable* : Rapport d'étude d'opportunité

## Étude préalable

Lancement

Recueil, bilan, orientations

Conception fonctionnelle et technique préalable

Appréciation (des solutions)

Décision

*Livrables* : Note de lancement - Plan d'assurance qualité (version 1) - Plan de développement (version 1) - Dossier de recueil, bilan, orientations - Dossier de conception fonctionnelle et technique préalable - Dossier d'appréciation - Rapport de synthèse

*Remarques* :

Étape considérant globalement tout le domaine concerné et dans le détail les sous-ensembles représentatifs  
Maquettage sur les sous-ensembles critiques

Modèles complets (MC, MFC) ou limités aux sous-ensembles représentatifs (MCTA, MCD, CVO, règles de gestion, MFO, MOTA, MOD, règles d'organisation, SALMI, SAL, SALR, MLD, MLDR)

## Conception d'ensemble (ou conception générale)

Lancement

Conception fonctionnelle d'ensemble

Conception technique d'ensemble

Actualisation du dossier d'appréciation et du plan de développement

Décision

*Livrables* : Note de lancement - Plan d'assurance qualité (version 2) - Plan de développement (version 2) - Dossier de spécifications fonctionnelles générales - Dossier de spécifications techniques générales - Dossier d'appréciation actualisé - Rapport de synthèse

*Remarque* : modèles complets (MC, MFC, MCD, MCTA, CVO, règles de gestion, MFO, MOTA, MOD, SALMI, SAL, SALR, MLD, MPT) ou limités aux sous-ensembles critiques (règles d'organisation, MLT, MLDR)

## Conception fonctionnelle détaillée

### Lancement

Conception fonctionnelle détaillée des postes de travail et de l'ergonomie

Conception fonctionnelle détaillée du logiciel en fonctionnement normal

Conception fonctionnelle détaillée du logiciel en fonctionnement dégradé ou de secours

Conception fonctionnelle détaillée du logiciel d'interfaces et de reprise des données

Validation technique

Actualisation du dossier d'appréciation et du plan de développement

### Décision

*Livrables* : Note de lancement - Plan d'assurance qualité (version 4) - Dossier de spécifications fonctionnelles détaillées des postes de travail et de l'ergonomie - Dossier de spécifications fonctionnelles détaillées des procédures en fonctionnement normal - Dossier de spécifications fonctionnelles détaillées des procédures en fonctionnement dégradé ou de secours - Dossier de spécifications fonctionnelles détaillées des procédures d'interfaces et de reprise des données - Dossier de validation technique - Dossier d'appréciation actualisé - Plan de développement (version 4) - Rapport de synthèse

*Remarque* : tous les modèles des niveaux conceptuel, organisationnel, logique ainsi que le MPT sont alors complets (tandis que le MPD n'est pas encore commencé)

## Conception technique détaillée

### Lancement

Conception de l'architecture logique répartie du logiciel

Conception de l'architecture physique du logiciel

Conception technique détaillée des objets et composants logiciels

Préparation des tests internes

Actualisation du dossier d'appréciation et du plan de développement

### Décision

*Livrables* : Note de lancement - Plan d'assurance qualité (version 5) - Dossier de conception de l'architecture logique répartie du logiciel - Dossier d'architecture physique du logiciel - Dossier de spécification technique détaillée du logiciel - Plan de tests interne - Dossier d'appréciation actualisé - Plan de développement (version 5) - Rapport de synthèse

## Réalisation

Lancement

Codage, documentation, tests unitaires

Assemblage, tests d'intégration

Qualification fonctionnelle et technique interne (par le maître d'œuvre)

Soumission à la qualification fonctionnelle et technique sur plate-forme de tests (par le maître d'ouvrage)

Prise en compte et traitement des non conformités, avec auquel cas retour à une phase ou à une étape précédente

Qualification sur plate-forme de tests (il s'agit de la réception provisoire)

Actualisation du dossier d'appréciation

Bilan (par le maître d'œuvre)

*Livrables* : Note de lancement - Plan d'assurance qualité (version 6) - Objets et composants primaires - Documentations techniques de maintenance et de mise en exploitation - Rapports de qualifications interne et sur plate-forme de tests - Procès verbal de réception provisoire

## Préparation à la mise en œuvre (par le maître d'ouvrage)

Lancement

Élaboration du plan de mise en œuvre et du plan d'assurance qualité de la mise en œuvre

Choix, commande, installation et tests des moyens techniques et logistiques

Définition et préparation de la mise en place des structures et postes

Élaboration du plan de communication et assurer l'information

Rédaction du plan de tests externes, des manuels utilisateurs et d'exploitation

Préparation des supports de formation et assurer la formation

Préparation de la migration

*Livrables* : Note de lancement - Plan d'assurance qualité (version 3) - Plan de mise en œuvre - Dossier d'organisation - Plan de communication - Plan de tests externes - Manuels utilisateurs - Supports de formation - Manuels d'exploitation - Dossier de migration

## Mise en œuvre (par le maître d'ouvrage)

Basculement

Qualification (sur site pilote)

Montée en régime et exploitation sous contrôle

Réception définitive

Déploiement sur les autres sites

Élaboration du bilan du projet

*Livrables* : Rapport de qualification sur site pilote - Procès verbaux de réception définitive - Rapport de bilan