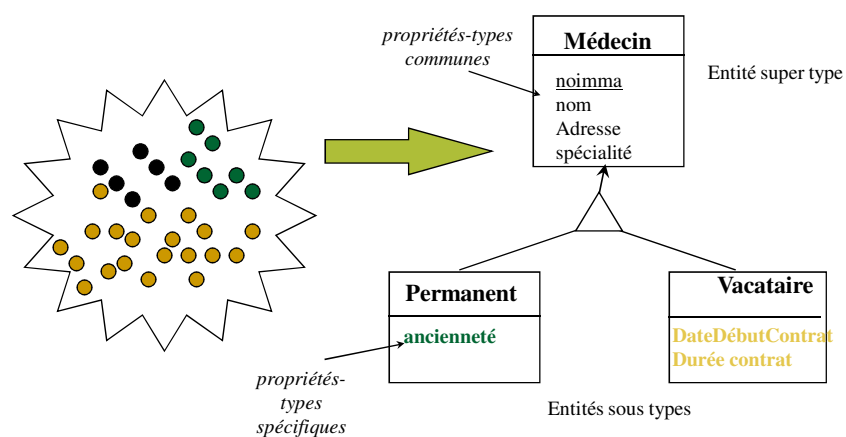


Modélisation conceptuelle des données – concepts avancés

S. Si-Said Cherfi

Maître de conférences au Cnam Paris

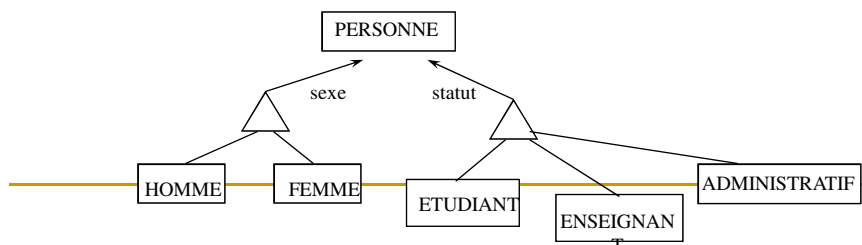
Spécialisation/Généralisation d'entités-types



- Les sous-types peuvent avoir leur propre identifiant

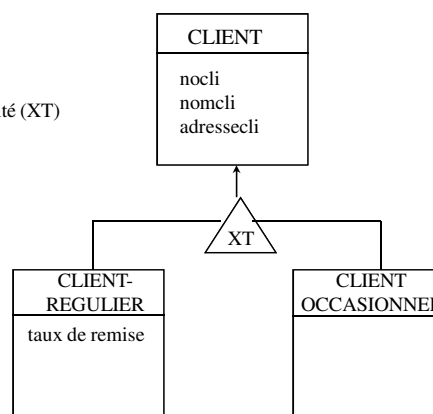
Spécialisation/Généralisation d'entités-types

- Une spécialisation d'entité-types peut comporter un nombre quelconque de sous-types
- Une entité sous-type d'une spécialisation peut à son tour être super-type d'une autre spécialisation (hiérarchie de spécialisations)
- Le découpage d'une population en sous-populations peut s'effectuer sur plusieurs critères; chaque critère produisant une spécialisation en différents sous-types



Contraintes sur spécialisations

- Exclusion (X)
- Totalité (T)
- Exclusion et totalité (XT)



La démarche de construction

- La démarche générale
- Les différentes tâches

La démarche générale

- **La construction du MCD**
 - Phase de définition des éléments constituant le MCD
- **La vérification du MCD**
 - Vérifier que les concepts sont bien utilisés (conformément à leur définition)
- **L'affinage du MCD**
- **La validation du MCD**
 - La cohérence, la complétude, la fidélité
- **La spécification du MCD**
 - Documenter le MCD par une description textuelle des éléments constituant
- **La quantification du MCD**

La démarche générale

- En pratique ce processus est précédé par un recueil d'informations (interviews, documents...)
- La mise en œuvre d'un tel processus suscite chez le concepteur des questions pertinentes auprès des utilisateurs
- Ce n'est pas un processus séquentiel

La construction du MCD

- Recherche des entités types et des associations types
- Caractérisation des entités types et des associations types par des propriétés
- Préciser les cardinalités
- Définition des contraintes
- Recherche des identifiants sur les entités types
- Définition des contraintes d'intégrité
- Éviter de raisonner en termes de traitements

La vérification du MCD

- Appliquer la règle de non-répétitivité sur les propriétés
- Appliquer la règle d'homogénéité sur les propriétés
- Appliquer la règle d'identification sur les entités et les associations types
- Appliquer la règle de normalisation sur les associations

La validation

- S'assurer qu'il n'existe pas dans le MCD d'entité type isolée
- S'assurer que toutes les futures utilisations envisagées sont prises en compte
- Vérifier que toutes les règles de gestion sont exprimées dans le MCD

L'affinage

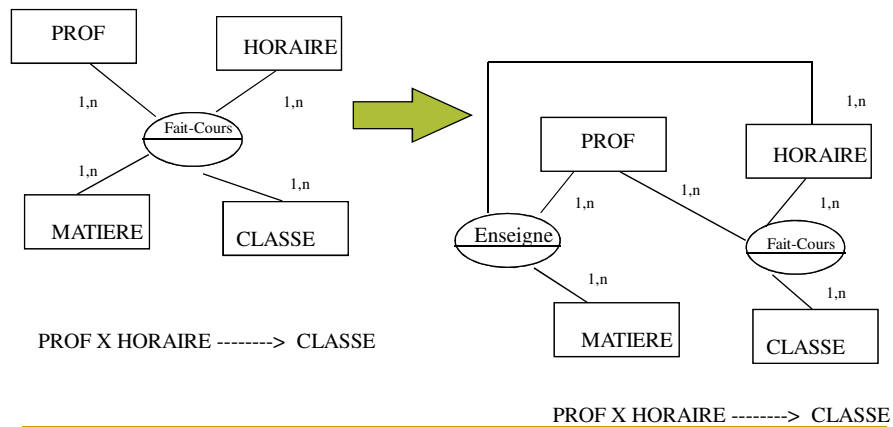
- Utiliser la spécialisation / généralisation pour améliorer la modularité et la réutilisation
- Décomposer les associations types
 - la décomposition consiste à remplacer une association de dimension n par plusieurs associations de dimension plus petites
 - décomposition basée sur les D.F.
 - permet de simplifier et d'améliorer la compréhension du MCD
 - la décomposition est possible sous certaines contraintes

L'affinage

- Décomposition d'association
 - Conditions:
 - l'association a une dépendance fonctionnelle
 - le nombre d'entités concernées par la D.F. doit être inférieur à la dimension de la relation
 - La cardinalité minimum des entités à gauche dans la D.F. doit être 1
 - La décomposition consiste en:
 - Modéliser une association type entre les entités types impliquées dans la dépendance fonctionnelle
 - Sortir de l'association type, l'entité type cible de la D.F.
 - Affecter les nouvelles cardinalités

L'affinage

EXEMPLE



La spécification

■ Le M.C.D. doit être composé

- d'une ou plusieurs représentations graphiques
 - détaillées ou synthétiques
 - partielles ou globales
- d'une description textuelle comprenant
 - pour chaque entité type une description:
 - de l'identifiant, des propriétés affectées, de l'éventuelle historisation
 - pour chaque association type une description:
 - de la collection des entités types, des cardinalités, des propriétés affectées, des D.F., des contraintes, de l'éventuelle historisation

La quantification du M.C.D.

- Le M.C.D. quantifié est aussi appelé Modèle organisationnel de données (M.O.D.)
- La quantification consiste à préciser:
 - la taille des propriétés
 - le nombre d'occurrences
 - La durée de vie des entités
 - la valeur de la cardinalité n avec une valeur maximale, une valeur moyenne
- La confidentialité des données
 - Profil d'utilisateurs et autorisations
- La répartition des données sur les unités organisationnelles

La quantification du M.C.D.

Entité / Relation	Total Taille Propriété	Nb d'occurrences	Volume
FACTURE	12	1500	18 000
ARTICLE	40	2000	80 000
Ligne-Facture	10	9000	90 000

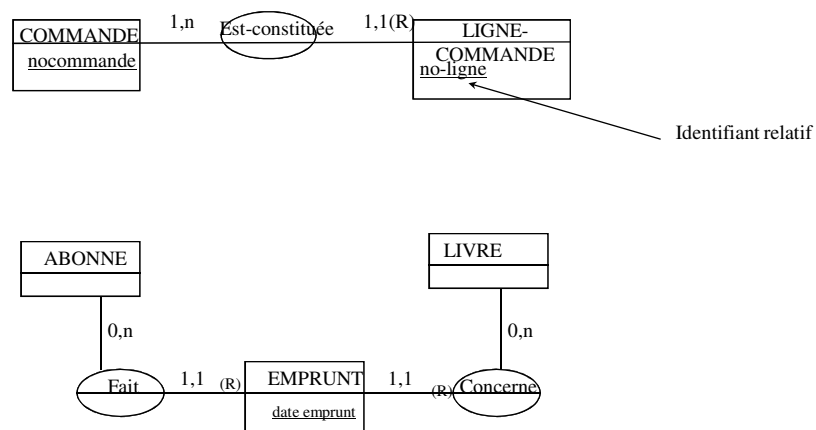
Évaluation du volume global

Notions Complémentaires

- Identifiant relatif
- La modélisation du temps

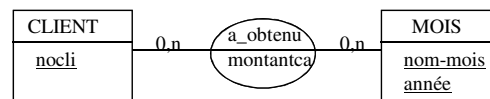
Notions complémentaires

■ Identifiant relatif



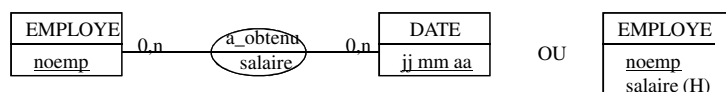
La modélisation du temps

- Modélisation de propriétés à valeurs calendaires
 - date de naissance, date de livraison....ces propriétés sont représentées dans un MCD par des propriétés types
- Modélisation de séries chronologiques
 - le chiffre d'affaires mois par mois des clients
 - la température quotidienne d'un pays

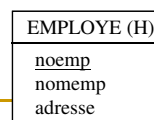


La modélisation du temps

- Historisation de propriété: conserver les valeurs antérieures d'une propriété pour chaque occurrence de l'entité ou l'association type
 - historique des salaires d'un employé



- Historisation d'entité ou d'association: conserver l'ensemble des valeurs antérieures de toutes les propriétés de l'entité ou de l'association



Le passage du modèle conceptuel au modèle logique relationnel

- Introduction
- Règles de transformation d'un MCD en un MLD relationnel
- Règles de transformation des contraintes d'intégrité
- Démarche de construction d'un MLD relationnel

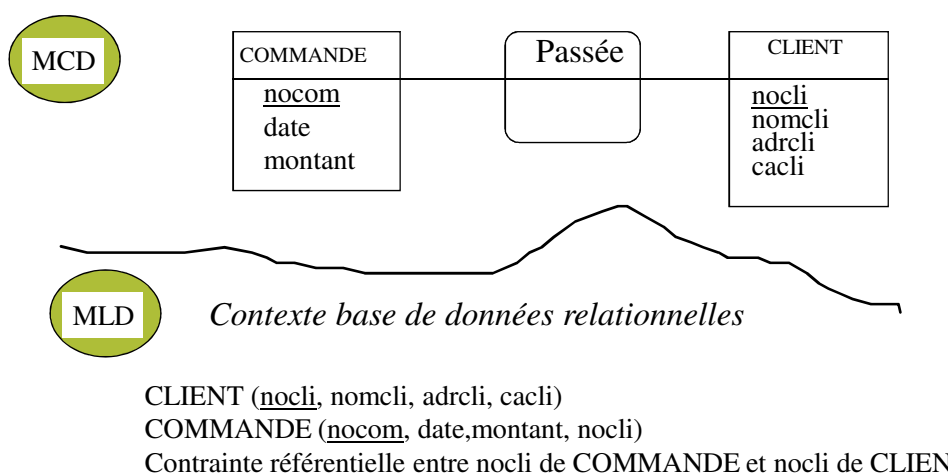
Introduction

- Problématique
- Illustration
- Approche
- Rappels des concepts du modèle relationnel

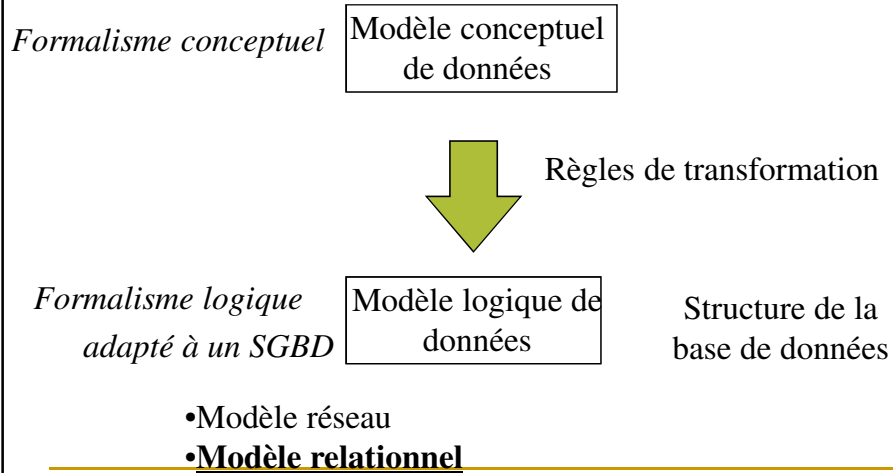
Problématique

- Il s'agit de construire une **structure de base de données** (appelée modèle logique de données)
- Cette structure de base de données montre **l'organisation des données**
- Elle s'obtient en transformant le modèle conceptuel de données, Il ne s'agit pas d'enrichir le contenu sémantique du MCD
- Elle utilise un **formalisme de base de données**
 - Réseau
 - Relationnel

Illustration

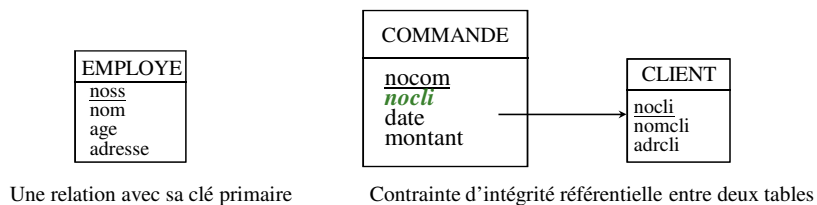


l'approche



Modèle relationnel de données

- On utilise ici le **formalisme relationnel** pour construire le M.L.D.
- Les **principales notions** de ce formalisme sont:
 - Table ou relation, schéma de relation et extension de relation
 - Attribut
 - Clé primaire d'une relation
 - Contrainte référentielle
- La **représentation graphique** utilisée est:



Modélisation logique des données

S. Si-Said Cherfi
Maître de conférences au Cnam Paris

Les règles de transformation d'un MCD en un MLD relationnel

- Principes de la transformation
 - Règle de transformation d'entité type
 - Règles de transformation d'association type
 - Règles de transformation de la spécialisation
-

Principes de la transformation

- On part d'un modèle conceptuel de données exprimé avec le **formalisme entité-association**
- Le modèle logique obtenu est un schéma relationnel dans lequel les tables sont au moins en **2^{eme} forme normale**
- Les **règles de transformation** sont classées en:
 - Règles de transformation d'entité-type
 - Règles de transformation d'association-type
 - Règles de transformation de la spécialisation
 - Règles de transformation des historisations
 - Règles de transformation des contraintes

Règle de transformation d'entité-type

- Toute entité-type est transformée en une relation
- Les propriétés-types deviennent des attributs de la relation
- L'identifiant devient la clé primaire de la relation

ABONNE
<u>noabon</u>
nomabon
adrabon

Entité-type



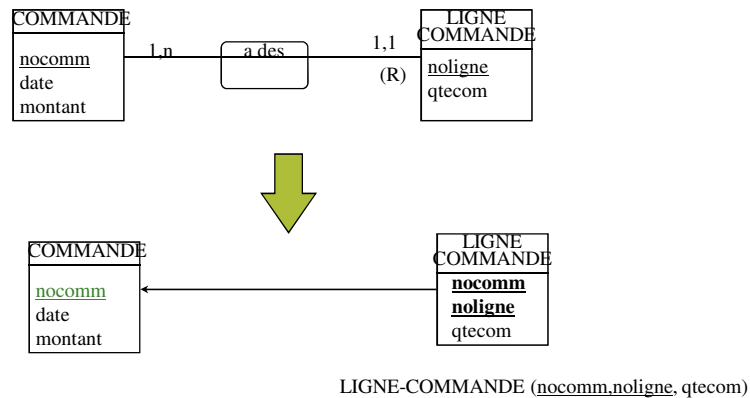
ABONNE
<u>noabon</u>
nomabon
adrabon

Relation

ABONNE (noabon, nomabon, adrabon)

Règle de transformation d'entité-type

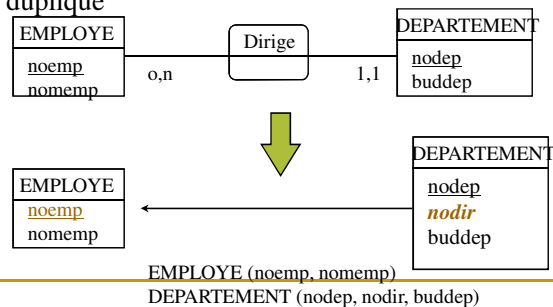
- cas où l'entité-type a un identifiant relatif



Règle de transformation d'association-type

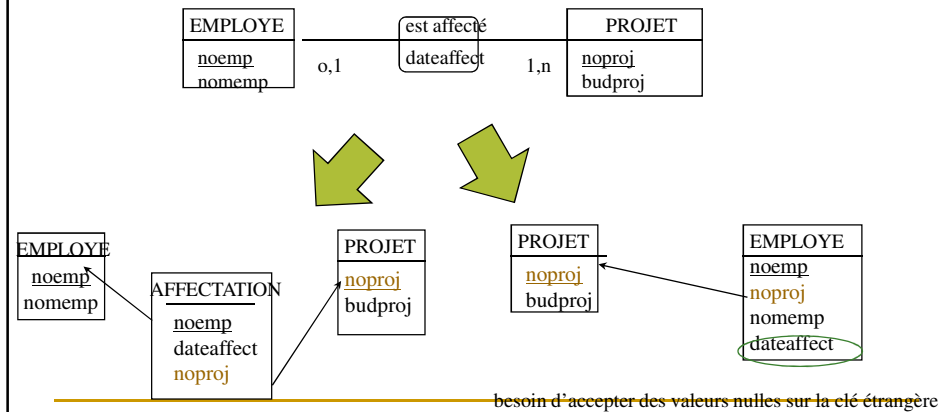
- Association binaire (0,n)-(1,1) ou (1,n)-(1,1) ou (0,1)-(1,1)

- Dupliquer la clé de la table issue de l'entité type à cardinalité (0,n) ou (1,n) ou (0,1) dans la table issue de l'entité type à cardinalité (1,1) où elle devient une clé étrangère
- On peut éventuellement changer le nom de l'attribut dupliqué



Règle de transformation d'association-type

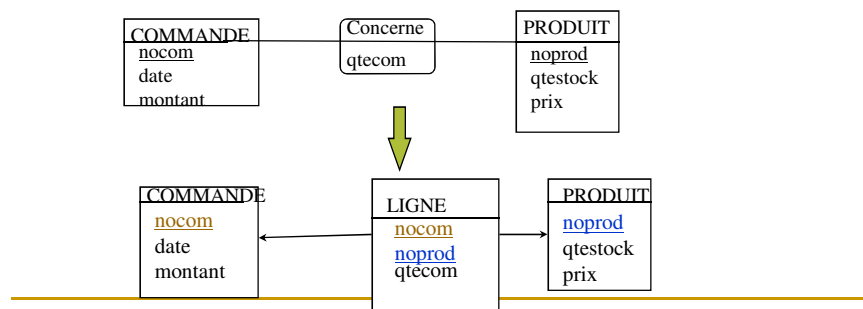
📄 Association binaire (0,n)-(0,1) ou (1,n)-(0,1) ou (0,1)-(0,1)



Règle de transformation d'association-type

📄 Association binaire (0,n)-(0,n) ou (1,n)-(1,n) ou (1,n)-(0,n)

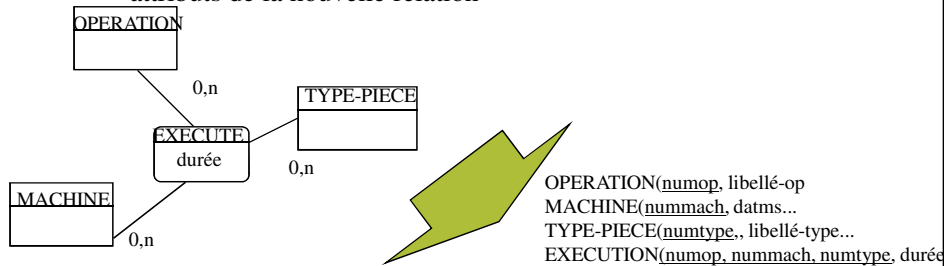
- Créer une nouvelle relation ayant pour clé une clé composée des identifiants des deux entités
- Les éventuelles propriétés de l'association deviennent des attributs de la nouvelle relation



Règle de transformation d'association-type

☐ Association ternaire ou plus

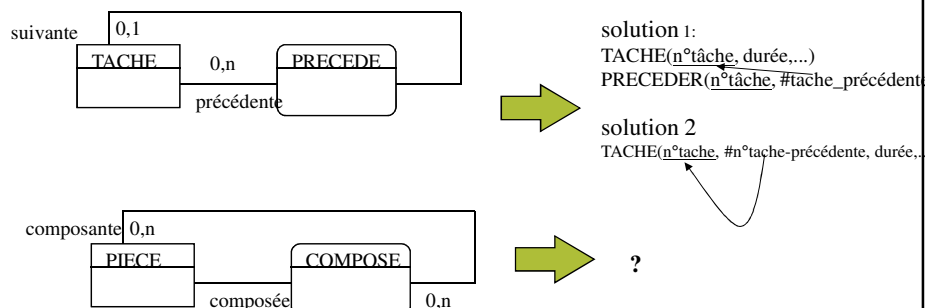
- Créer une nouvelle relation ayant pour clé une clé composée des identifiants de toutes les entités participant à l'association-type
- Les éventuelles propriétés de l'association deviennent des attributs de la nouvelle relation



Règle de transformation d'association-type

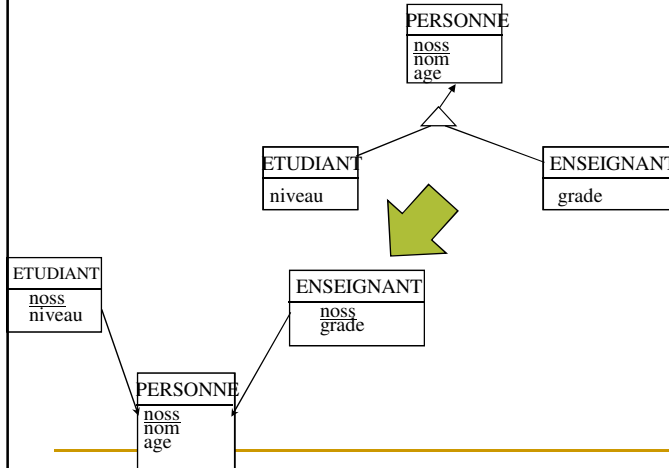
☐ Association «Réflexive»

C'est une particularisation des cas précédents



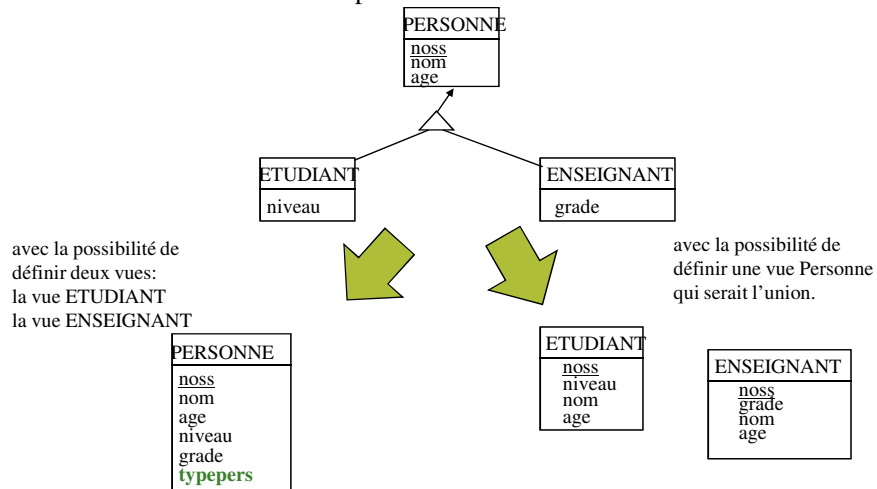
Règle de transformation de spécialisation

- Plusieurs solutions sont possibles:



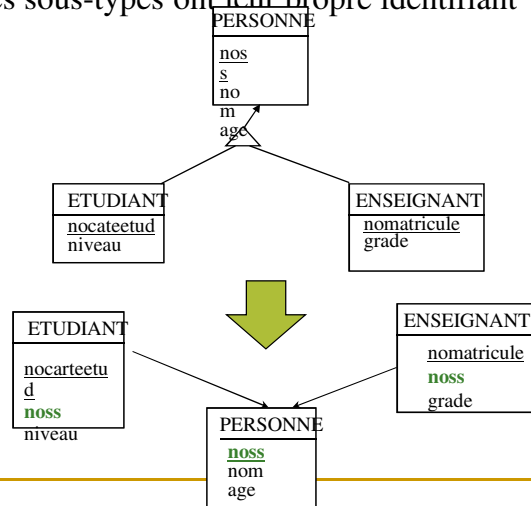
Règle de transformation de spécialisation

- Plusieurs solutions sont possibles:

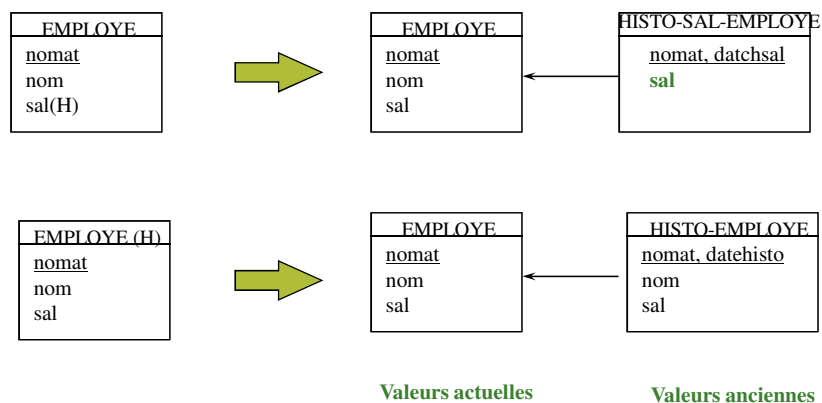


Règle de transformation de spécialisation

- Cas où les sous-types ont leur propre identifiant



Règle d'historisation d'une propriété et d'une entité



Règles de transformation des contraintes d'intégrité

- L'intégrité dans les BDR
- Contraintes Intra-Entité
- Contraintes Intra-Association
- Règles de transformation d'associations
- Contraintes générales
- Déclaration d'assertions
- Les triggers
- Règle de transformation d'identifiant relatif
- Contraintes inter-associations

L'intégrité dans les bases de données relationnelles

- Une grande variété de formes de contraintes d'intégrité
- Plusieurs formes d'expression
 - Expression procédurale
 - Expression déclarative
 - Dans les applications
 - Dans le dictionnaire

L'intégrité dans les bases de données relationnelles

- La vérification des contraintes d'intégrité
 - Immédiatement et automatiquement
 - Différée en fin de transaction
- Définition d'une nouvelle contrainte
 - Conformité avec le schéma de la base
 - Conformité avec les données de la base
 - Conformité avec les contraintes existantes

Contraintes intra-entité

- Clause PRIMARY KEY (clé composée d'un seul ou de plusieurs attributs)
- Clause NOT NULL (valeurs obligatoires)
- Clause DEFAULT (valeurs par défaut)
- Clause UNIQUE (unicité de valeur)
- Clause CHECK (domaine de valeurs défini en extension)

Contraintes intra-association

- Clause FOREIGN KEY (contrainte d'intégrité référentielle)
 - La clé étrangère peut être composée d'un ou plusieurs attributs
 - Quatre options peuvent être utilisées lors de modifications ou destruction:
 - CASCADE
 - NO ACTION
 - SET DEFAULT
 - SET NULL

Règles de transformation d'associations

- Association binaire avec cardinalité (1,1)
- Association binaire avec cardinalité (0,1)
- Association binaire n-m, ternaire ou plus
- Dépendance fonctionnelle dans une association n-aire

Contraintes générales

- Approche proscriptive
 - Clause CHECK dans la déclaration d'une table
 - Déclaration CREATE ASSERTION (déclaration non rattachée à une table)
- Approche prescriptive
 - Déclaration CREATE TRIGGER

Déclaration d'assertions

```
CREATE ASSERTION PU_PV
CHECK (NOT EXISTS
      (SELECT * FROM Ligne_cmd
       WHERE lcd_pu < 0.75 *
        (SELECT art_pv FROM article
         WHERE art_num = lcd_art)));
```

Ligne_cmd(num_cmd,num_ligne, lcd_art, qte, lcd_pu)
 Article(art_num, libelle, art_pv)

Les triggers

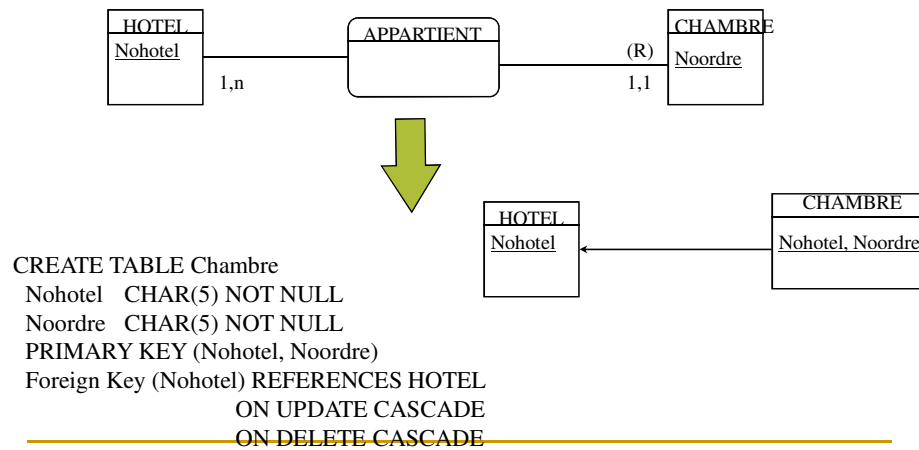
- Déclaration générale

```
CREATE TRIGGER nom_trigger  
  EVENEMENT ON nom_table  
  WHEN (condition à vérifier)  
  INSTRUCTIONS  
  FOR EACH ROW / STATEMENT
```

Les triggers : Exemples

```
CREATE TRIGGER Calcul_Montant  
AFTER INSERT ON Ligne_Commande  
BEGIN  
  UPDATE Commande  
  SET montant = montant + :new.ligne_qte * :new.ligne_pu  
  WHERE Commande.num = :new.Ligne_Commande.num;  
END;
```

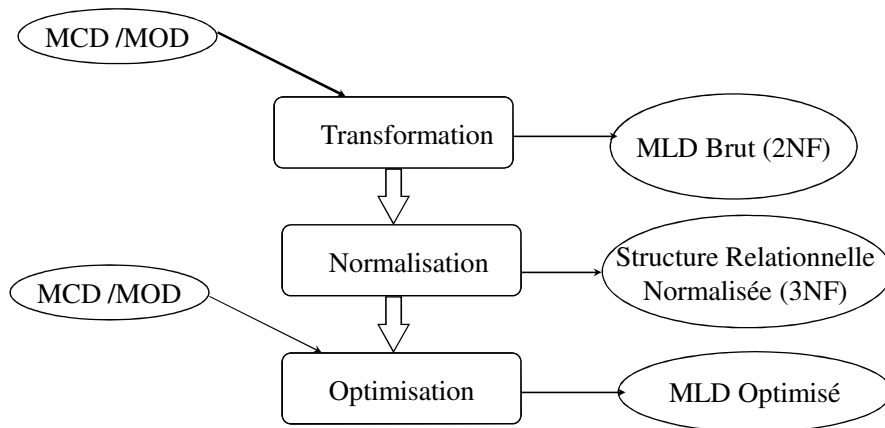
Règle de Transformation d'Identifiant Relatif



La démarche de construction d'un MLD relationnel

- La démarche générale
- Les différentes tâches

La démarche générale



Les Tâches : La Transformation

- Application de l'ensemble des règles
 - Relations en 2 NF (règle de non répétitivité, règle d'homogénéité, règle de normalisation)
 - Relations non en 3NF car la redondance n'a pas été prise en compte

Les Tâches : La Normalisation

- Appliquer le processus de normalisation sur chaque relation obtenue à l'issue de la transformation
 - Construire le graphe des dépendances fonctionnelles
 - Supprimer les dépendances fonctionnelles non directes
 - Construire la collection de relations en 3NF

Les tâches : L'optimisation

- Il s'agit de faire un compromis entre:
 - Le volume global occupé par les données
 - Le temps nécessaire pour accéder aux données mémorisées
 - la contrainte de transfert entre les données stockées et l'unité centrale
 - les contraintes particulières à certains SGBDs

Modélisation conceptuelle des traitements

S. Si-Said Cherfi
Maître de conférences au Cnam Paris

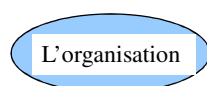
Modélisation des traitements

- Introduction
- Les concepts et les règles de modélisation
- La démarche de construction d'un M.C.T

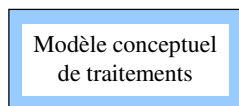
Introduction : Problématique

- Il s'agit d'exprimer l'**ensemble des activités** que l'on veut prendre en compte dans le système d'information
- Elle est basée sur un **formalisme de représentation**
 - *guider le raisonnement du concepteur*
 - *obliger à respecter des normes*
 - *utiliser un langage commun*
- Le résultat est un **modèle conceptuel de traitements (MCT)**
clair, cohérent, complet, fidèle et normalisé
- Ce résultat **est indépendant** de considérations techniques ou organisationnelles

Introduction : approche intuitive



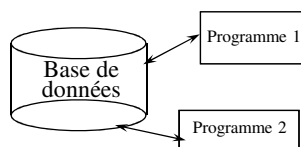
Une administration qui gère des demandes de promotions



Toute demande de promotion doit subir un examen préalable permettant de déterminer si elle est recevable ou non

L'examen du dossier d'une demande recevable ne peut se faire qu'après rapport du supérieur hiérarchique

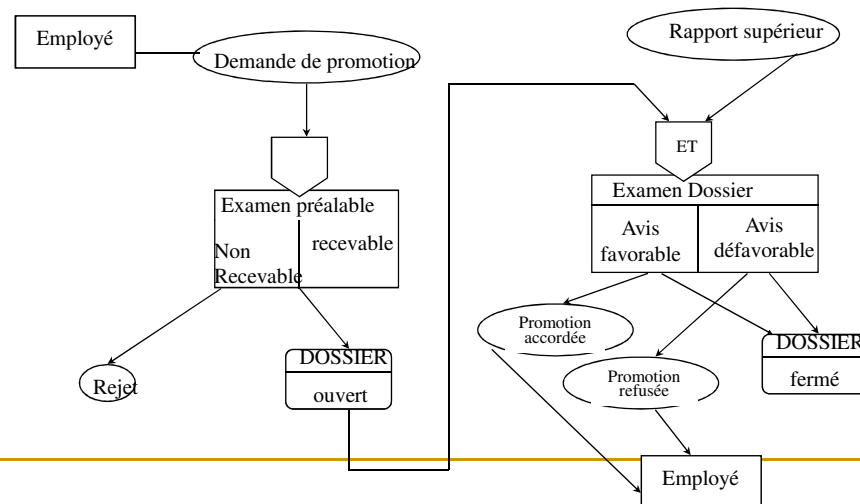
Après examen du dossier par l'autorité compétente, la promotion sera accordée ou refusée



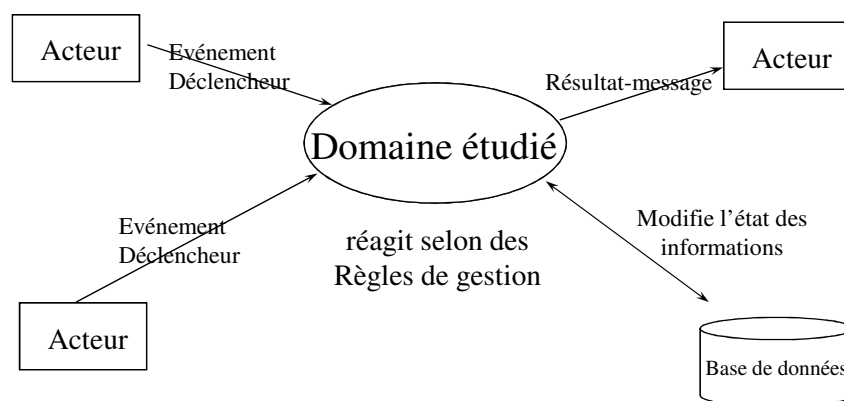
Les différents programmes de l'activité de gestion des promotions

.....

Introduction : approche intuitive



Introduction : Principe Général



Formaliser les activités du domaine consécutives
aux échanges avec l'environnement

Introduction : Quelques principes

- Le MCT exprime **ce qu'il faut faire**, mais n'indique pas qui doit le faire ni quand le faire ni où le faire (niveau organisationnel)
- Le MCT traduit **les règles de gestion** du domaine étudié
- Les principales notions (concepts) utilisées sont:
 - L'Événement / Le Message résultat
 - L'Opération - La synchronisation
 - Le processus
- L'utilisation d'un formalisme graphique

Les concepts et les règles de modélisation

- L'acteur
- L'événement / Le résultat-message
- L'opération
 - La synchronisation
 - Les conditions d'émission
 - Les fonctions
- Le processus

L'acteur : Définition

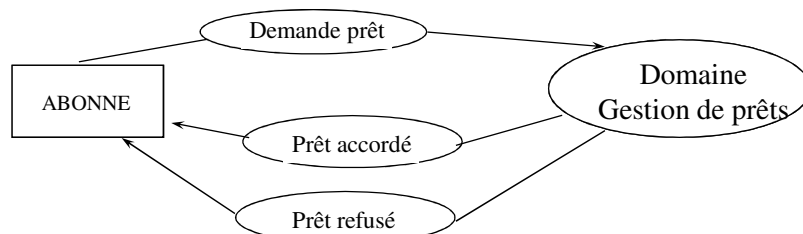
- Définition : Ce sont les acteurs externes au domaine étudié
 - Exemple 1 : L'employé dans le domaine de la gestion des promotions
 - Exemple 2 : L'abonné dans le domaine de la gestion des prêts de bibliothèque

Le modèle conceptuel de traitements : L'acteur



L'événement / Le résultat-message

- Les flux reçus et émis par le domaine sont modélisés respectivement en **événements** et **résultats**



- Un événement est émis par un acteur à destination du domaine
- Un résultat est la formalisation d'une réaction du domaine et de son S.I. à destination d'un acteur

L'événement / Le résultat-message

- On distingue deux catégories d'événements / résultats
 - **externes** (flux avec un acteur)
 - **temporels**, représentant des échéances (fin de mois, chaque jour...)
- Dans un MCT, on ne représente que des **types** d'événement et de résultat
- Un événement et un résultat sont porteurs d'informations
- L'ensemble des informations d'un événement ou d'un résultat est appelé **message**
- Distinguer **message et support** (plusieurs messages successifs sur un même support)

Exemple de message

Le message contient le détail des informations qui doivent accompagner la survenance de l'événement

Exemple

Événement: Arrivée demande de promotion

Message:

```
{nom demandeur;
Prénom demandeur;
service demandeur;
promotion demandée;
nombre d'années d'ancienneté;
lettre de motivation;
Etc.
}
```

Etc.

}

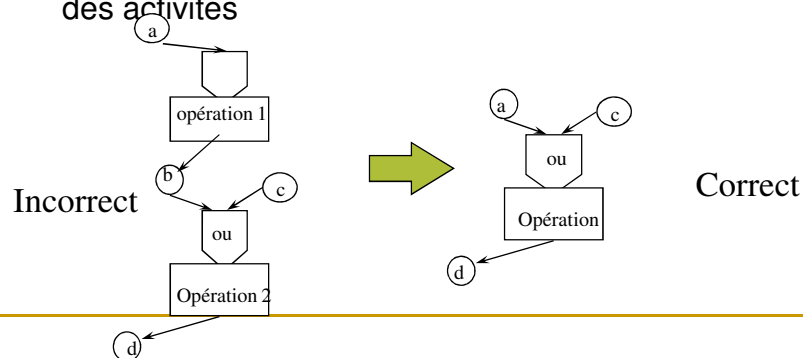
Pour un événement calendaire, au lieu du message on peut avoir un prédicat temporel qui précise le moment de survenance de l'événement; par exemple: 15 jours après clôture appel, date du jour = une semaine après date retour prévue, etc.

L'opération : Définition

- L'opération décrit le comportement du domaine étudié et de son S.I. par rapport à la **survenance d'événements**
- Elle est déclenchée par la survenance d'un événement, ou de plusieurs événements et/ou états synchronisés
- L'exécution de l'opération comprend l'ensemble des activités (ou fonctions ou actions) que le domaine effectue à partir des informations fournies par l'événement et de celles déjà connues dans la mémoire du S.I.
- L'ensemble des fonctions composant une opération est ininterrompible (non soumis à l'attente de nouveaux événements)

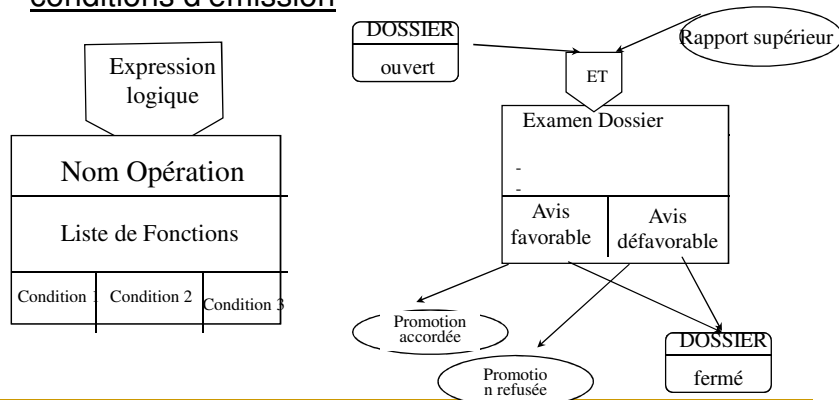
L'opération

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



L'opération : Représentation

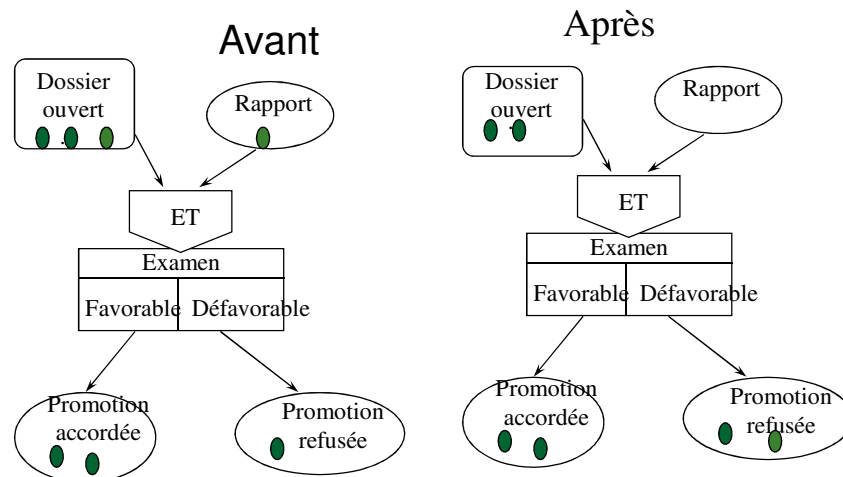
- Le concept d'opération est étroitement lié aux concepts de synchronisation, de fonction et de conditions d'émission



L'opération et la synchronisation

- La synchronisation
 - C'est une condition préalable au déclenchement de l'opération
 - Elle se traduit par une expression logique s'appliquant sur la présence (ou l'absence) des occurrences d'événements et/ou des états préalables à l'opération
 - Si la condition est vérifiée, l'opération peut démarrer et les occurrences déclencheuses sont consommées par l'opération
 - Si la condition est non vérifiée, la synchronisation et les occurrences d'événements présents restent en attente jusqu'à ce qu'elle soit vérifiée

L'opération et les conditions d'émission



L'opération et les fonctions

■ Les conditions d'émission

- L'émission des résultats et/ou états est soumise à des **conditions** traduites par des expressions logiques
- Plusieurs **résultats** de nature et destination différentes, ainsi que plusieurs **états d'objets** différents peuvent être émis par une même condition
- L'ensemble des conditions d'émission d'une opération n'est pas obligatoirement dichotomique. Leur expression peut être considérée comme vraie ou fausse à n'importe quelle étape du déroulement de l'opération et plusieurs peuvent avoir la valeur «vraie» à l'issue d'une opération

L'état d'objet

- Un état n'est pas un événement.
- Il correspond à un changement interne et signale la terminaison correcte d'une opération.
- Les états d'objets servent à lier les opérations d'un même processus ou à préciser des contraintes de précédences entre processus
- L'objet est composé de deux parties: le nom et la valeur de son état.
- La valeur de l'état reflète un stade transitoire dans le processus.
- Un état d'objet peut correspondre à un objet du modèle de données (entité, association), ou à un objet temporaire dont l'usage est réservé au processus.
- A la fin du processus, tout objet doit atteindre un état stable qui indique une terminaison correcte du processus

L'opération et les fonctions

■ Les fonctions

- Elles expriment des actions qui composent l'opération
- A chaque survenance d'événement, rien n'oblige que toutes les fonctions de l'opération soient à effectuer
- Les fonctions peuvent être:
 - des décisions
 - des actions sur les données mémorisées (ajout, suppression...)
 - des traitements sur les données...

Le processus

- Le processus est un **enchaînement d'opérations** qui concourent à un même but.
- L'enchaînement des opérations est assuré par les états
- Il représente un sous-ensemble du domaine étudié dont les événements initiaux et les résultats finaux délimitent un état stable du domaine
- la gestion des demandes de prêts
 - la gestion des abonnés
 - la gestion des ouvrages

La démarche de construction d'un M.C.T

- La démarche générale
- Les différentes tâches

La démarche générale

- **La construction du MCT**
 - Phase de définition des éléments constituant le MCT
- **La vérification du MCT**
 - Vérifier que les concepts sont bien utilisés (conformément à leur définition)
- **L'affinage du MCT**
- **La validation du MCT**
 - La cohérence, la complétude, la fidélité
- **La spécification du MCT**
 - Documenter le MCT par une description textuelle des éléments constituant

La construction du MCT (Approche orientée processus)

- Recenser les **acteurs** et les **flux échangés**
- Identifier les **principaux processus** du domaine étudié
- Découper chaque processus en **opérations**
- Décrire chaque opération avec sa **synchronisation, ses fonctions et ses conditions d'émission**
- Ne pas expliciter à ce niveau l'enchaînement des fonctions ni les moyens nécessaires à leur mise en œuvre

La construction du MCT (Approche orientée état)

- Identifier les opérations
- Analyser chaque opération indépendamment des autres opérations
 - ses conditions de déclenchement sont exprimées par des événements et des états
- Le MCT est une juxtaposition d'opérations sans indication d'enchaînement entre opérations
- Ne pas chercher à modéliser les opérations qui ont antérieurement produit ces états

La vérification du MCT

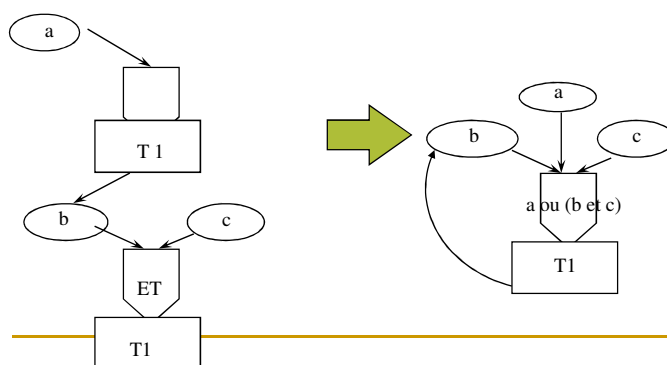
- Un acteur émet au moins un événement, ou reçoit au moins un résultat
- Un événement externe provient d'au moins un acteur
- Un résultat provient d'au moins une opération
- Tout résultat a au moins une destination: un acteur ou une opération

La validation

- Une expression logique associée à une synchronisation ou à l'émission d'un résultat ne peut être toujours fausse
- Contrôler un fonctionnement cyclique
- S'assurer que tout résultat ou état du MCT peut être produit
- Analyser les situations de conflit
 - un événement ou un résultat contribue à plusieurs synchronisations ou est destiné à plusieurs acteurs

L'affinage

- Élimination des traitements redondants

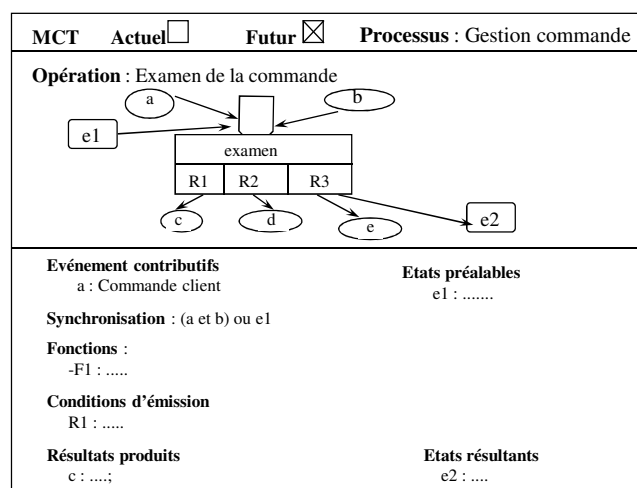


La spécification

■ Le M.C.T. doit être composé

- d'une ou plusieurs **représentations graphiques**
 - Le modèle général des processus
 - Par processus, un schéma d'enchaînement des opérations
- d'une **description textuelle** comprenant
 - pour chaque opération,
 - une description succincte
 - la liste des événements contributifs et du message associé
 - la liste des états préalables à l'opération
 - les conditions de la synchronisation
 - les fonctions de l'opération
 - les résultats produits et les messages associés
 - les états résultants
 - les conditions de production de ces résultats

La spécification



Une
description
type
d'opération