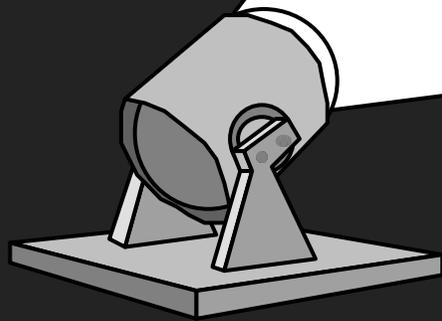


Systeme d'Information (SI)

Rémy Courdier
D'après le support de
Pierre Gérard



MERISE

Modélisation de Réalisation
de SI des organisations

Méthode d'Etude et de Réalisation Informatique pour les Systèmes d'Entreprise

- Méthode Eprouvée pour Retarder Indéfiniment la Sortie des Etudes
- MEthode pour Rassembler les Idées Sans Effort
 - Sutout lorsqu'on utilise un AGL

Approche Données / Traitements

- Pour étudier et développer l'informatique d'une organisation, il est nécessaire de connaître:
 - comment elle réagit à une sollicitation externe
 - quelle est la structure des informations qu'elle utilise
- MERISE modélise cette connaissance de manière duale :
 - Modèles des Traitements (réaction aux événements...)
 - Modèles des Données (vocabulaire de la structure...)
 - **Les 2 aspects sont complémentaires, synchronisés et validés entre eux**

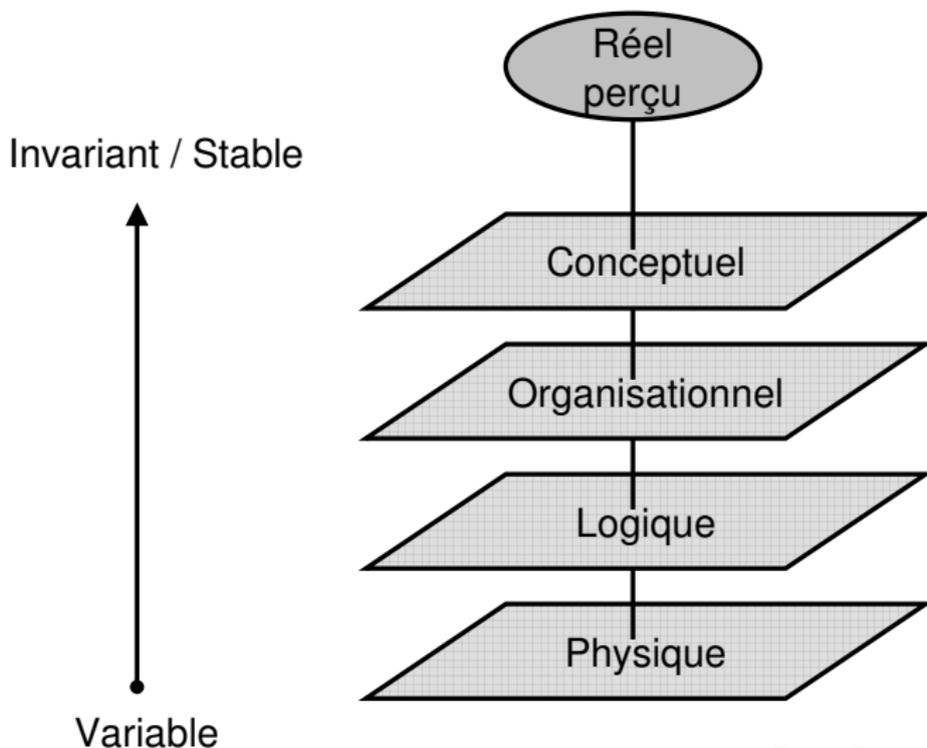
Niveaux d'abstraction

- Pour chacun des problèmes de modélisation (données / traitements)
 - Procéder de manière progressive...
 - ... du plus stable au plus technique

Niveaux d'abstraction

- Niveau **Conceptuel**
 - Ce qu'il faut faire
 - Quoi ?
- Niveau **Organisationnel**
 - La manière de faire
 - Pour les traitements
- Niveau **Logique**
 - Choix des moyens et ressources
 - Pour les données
- Niveau **Physique**
 - Les moyens de le faire
 - Comment ?

Niveaux d'abstraction



Exemples de niveaux d'abstraction

- **Conceptuel**
 - Le client effectue une demande de service à la compagnie pour assurer son véhicule. Cette dernière lui propose un devis
- **Organisationnel**
 - Un client effectue une demande de service à l'agence de son choix, par courrier, pour assurer un véhicule. Un agent de service concerné, si le client est fiable (consultation d'un fichier central inter assurances), prend contact par téléphone pour une visite à domicile (après 17 heures) afin d'examiner plus précisément ses besoins et établir un devis
- **Physique**
 - Le fichier central inter assurances est accessible par internet. Les agences sont connectées au siège de la compagnie par liaison ADSL. Chaque agence dispose de micro-ordinateurs de type PC et peut traiter ses données en local grâce au SGBD Access

Le niveau Conceptuel

- Exprime les **choix fondamentaux de gestion**, les objectifs de l'organisation
- Décrit les invariants de l'organisation
 - Le métier de l'organisation
- Définit
 - Des activités
 - Des choix de gestion
 - Des informations
- Indépendamment
 - Des aspects organisationnels
 - Des aspects techniques de mise en oeuvre
- Du point de vue
 - Des traitements: objectif, résultat, règle de gestion, enchaînement
 - Des données: signification, structure, liens

Le niveau Organisationnel

- Exprime les **choix organisationnels** de ressources humaines et matérielles
- Définit:
 - La répartition géographique et fonctionnelle des sites de travail (du point de vue des données et des traitements)
 - Le mode de fonctionnement : temps réel ou temps différé
 - La répartition du travail homme/machine (degré et type d'automatisation)
 - Les postes de travail et leur affectation,
 - La volumétrie des données
 - La sécurité des données
- Indépendamment des moyens de traitement et de stockage de données actuels ou futurs
- Les opérations conceptuelles vont être décomposées au niveau organisationnel en une ou plusieurs opérations organisationnelles

Le niveau Logique

- Exprime la **forme que doit prendre l'outil** informatique pour être adapté à l'utilisateur, à son poste de travail
- Indépendamment de l'informatique spécifique, des langages de programmation ou de gestion des données
- Introduit la notion d'outils en tant que fonction réutilisable
- Décrit
 - Le schéma de la base de données (relationnel, hiérarchique ou réseau), cad les caractéristiques du mode de gestion des données
 - La répartition des D sur les différentes unités de stockage
 - Les volumes par unité de stockage
 - L'optimisation des coûts induits par le mode de gestion

Le niveau Physique

- Traduit les **choix techniques** et la prise en compte de leurs spécificités
- Répond aux besoins des utilisateurs sur les aspects logiciels et matériels.
- Définit complètement:
 - Les fichiers, les programmes
 - L'implantation physique des données et des traitements
 - Les ressources à utiliser
 - Les modalités de fonctionnement

Les modèles au niveau Conceptuel

- Le Modèle Conceptuel des Données (MCD)
 - Description des données et des relations en termes de
 - Entité ou Individu
 - Relation ou Association
 - Propriétés ou d'Attributs
- Le Modèle Conceptuel des Traitements (MCT)
 - Description de la partie dynamique du SI en termes de
 - Processus
 - Opérations

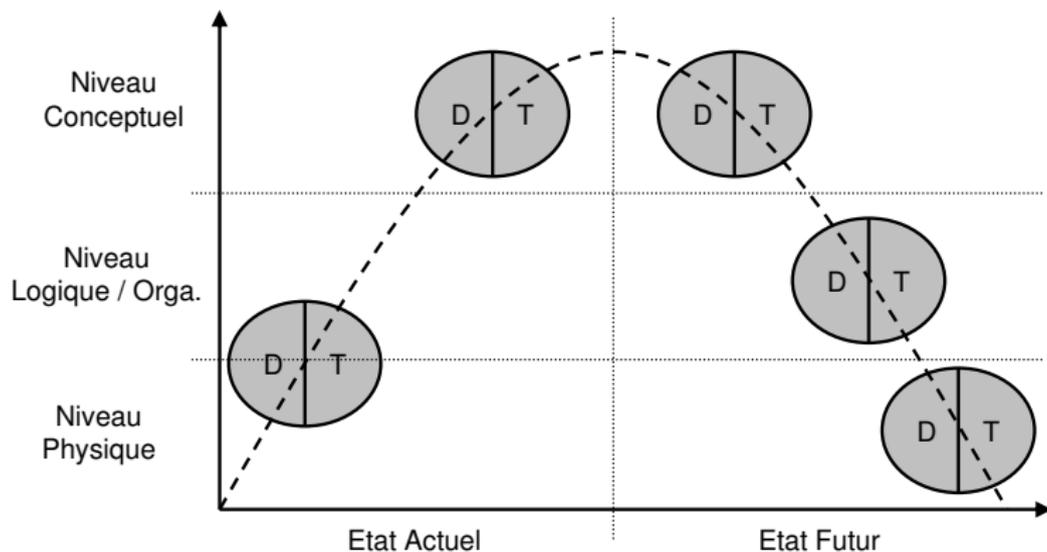
Les modèles aux niveaux Organisationnel et Logique

- Le Modèle logique de donnée (MLD)
 - Le modèle « CODASYL » si une orientation base de données réseau est choisie
 - Le modèle « relationnel » si une orientation base de données relationnelle est choisie
 - Le modèle « hiérarchique »
- Le Modèle Organisationnel des Traitement (MOT)
 - Permet de représenter par procédure les phases et les tâches effectuées par chaque poste de travail

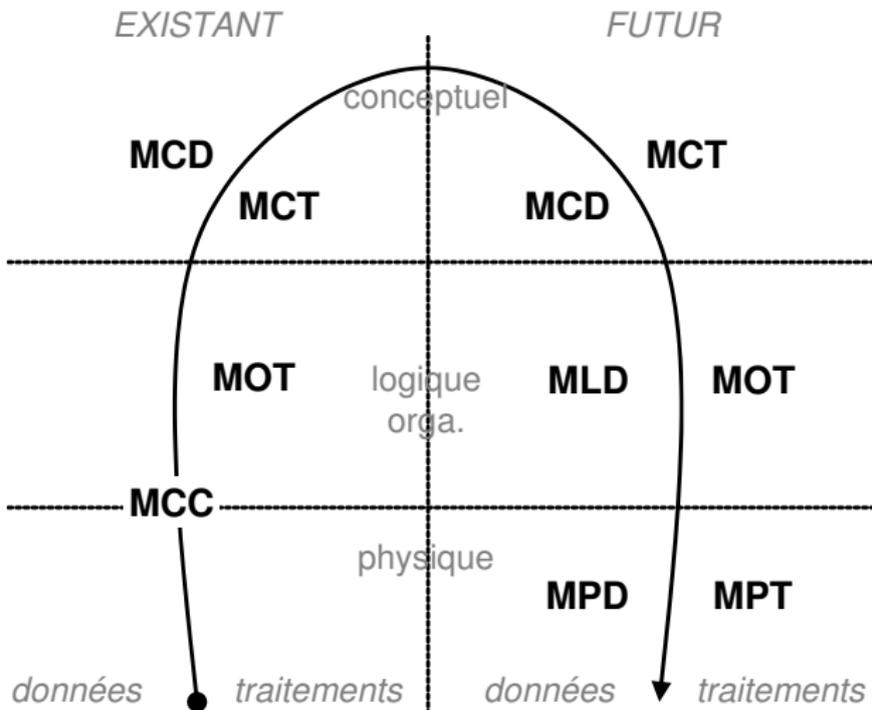
Les Modèles au niveau Physique

- Le Modèle Physique des Données (MPD)
 - Spécifie les organisations physiques de données
- Le Modèle Physique des Traitements (MPT)
 - Décrit les traitements réalisés pour chaque transaction (temps réel) ou chaque unité de traitement (temps différé)

Processus de développement

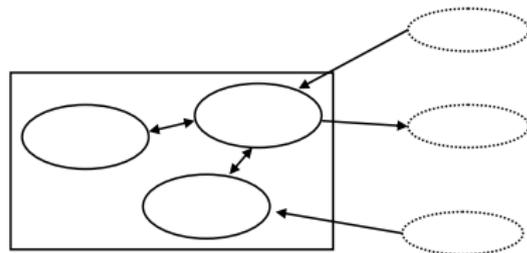


Modèles successifs produits



Modèle Conceptuel de Communication (MCC)

- Représente, au niveau conceptuel, les **échanges d'information** entre les **acteurs**



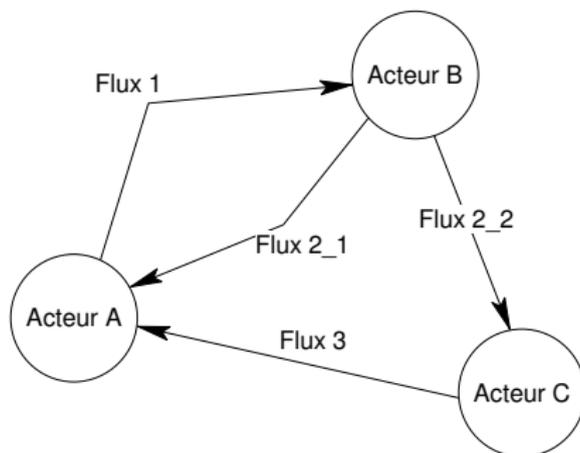
- Première étape d'une étude de l'existant, pour modéliser les habitudes de travail dans l'organisation concernée
 - Délimiter le **domaine** étudié
 - Réduire la complexité en identifiant des sous problèmes traités individuellement
 - Identifier les **acteurs** externes et internes
 - Modéliser les **échanges** d'informations entre les différents acteurs

Acteurs

- Représenté par un cercle libellé par le nom de l'acteur
- L'**acteur** représente une unité active intervenant dans le fonctionnement d'un système opérant. Il peut
 - Etre stimulé par des flux d'information
 - Transformer et émettre des flux d'information
- Un acteur « fait quelque chose », il est actif
 - Ex : Service comptabilité, Guichet ...
- Un acteur est un rôle plutôt qu'une personne physique (« Direction » et pas « Jean-Claude »)
 - Il peut être pertinent de modéliser séparément deux fonctions assumées par une même personne physique
- On distingue les acteurs **internes** et **externes**

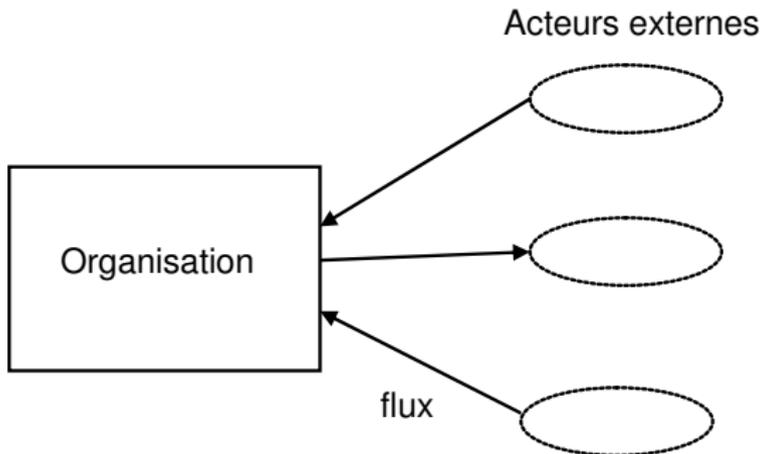
Flux d'information

- Représenté par une flèche entre deux acteurs, étiquetée par le nom du flux
- Echange d'informations entre deux acteurs
 - Ex : documents, appels téléphoniques, données informatiques



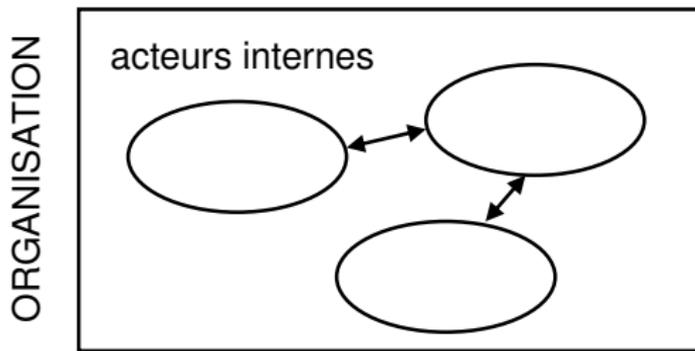
Acteurs externes

- Éléments externes avec lesquels le système échange des flux d'information
 - Ex : clients, fournisseurs...



Acteurs internes

- Acteurs faisant partie du système d'information étudié
 - Ex : guichet, service informatique...
- Si le système est complexe, on peut considérer un acteur interne comme un sous-domaine et détailler ce sous-domaine dans un nouveau MCC



Modèle Conceptuel des Traitements (MCT)

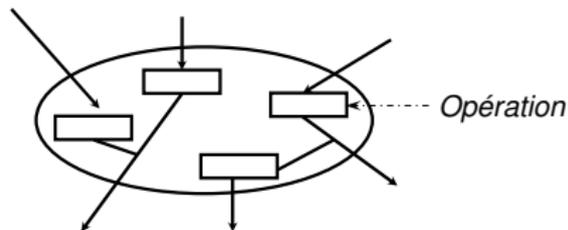
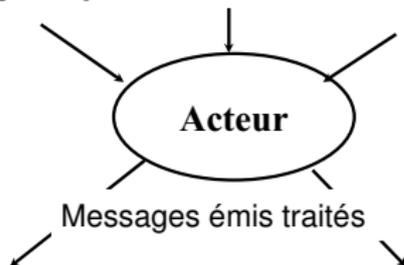
- Représente formellement les activités exercées par le domaine (à la base de la connaissance du SI)
- Repose sur la prise en compte des échanges (flux) du domaine avec son environnement
- S'effectue en faisant abstraction de l'organisation et des choix technologiques

La définition des interactions du domaine avec son environnement prime sur la manière dont on assurera ces activités

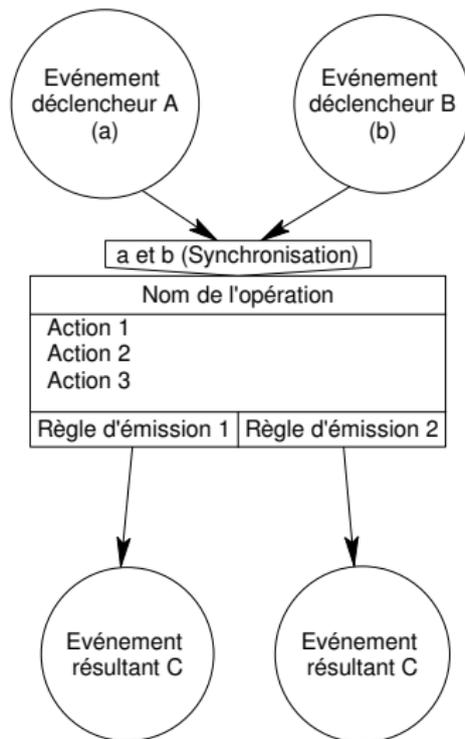
MCC et MCT

- Le MCT est un « zoom » sur le MCC
 - Dans les MCC, on représente les messages échangés entre acteurs
 - Dans les MCT, on représente comment un acteur de l'organisation réagit quand il reçoit ce message et quelle opération il effectue

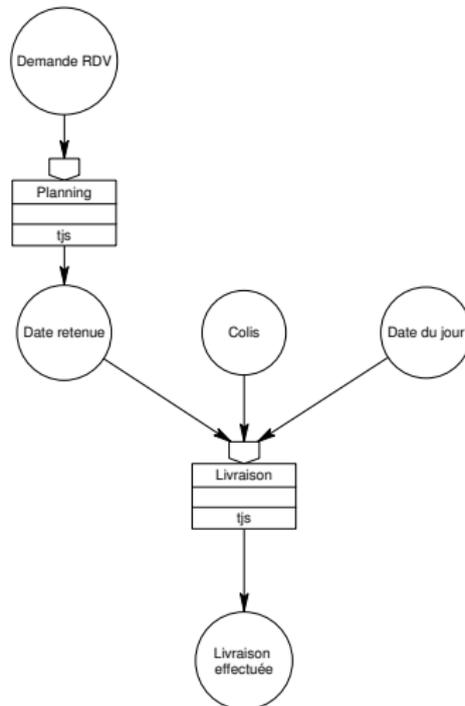
Messages reçus à traiter



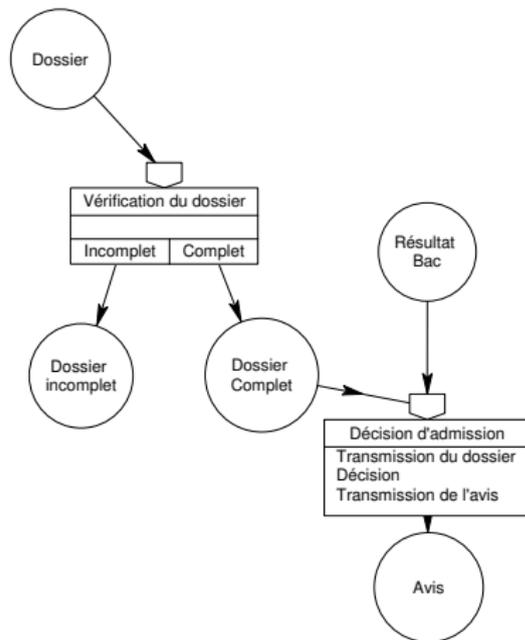
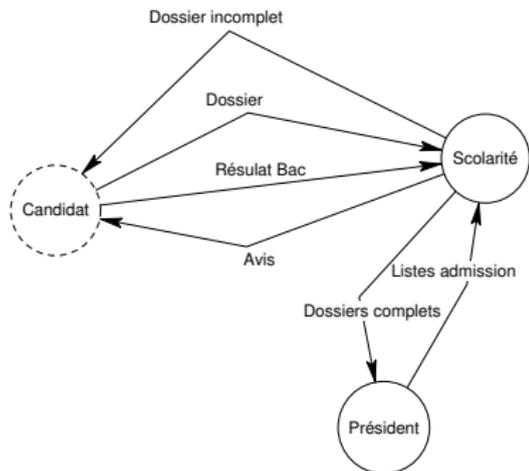
Modèle de MCT



Exemple de MCT



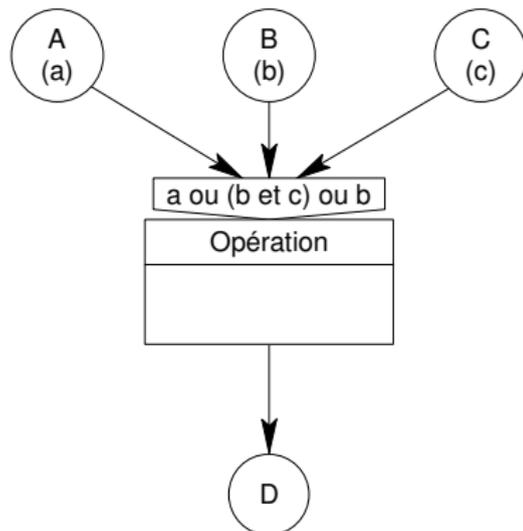
Passage du MCC au MCT



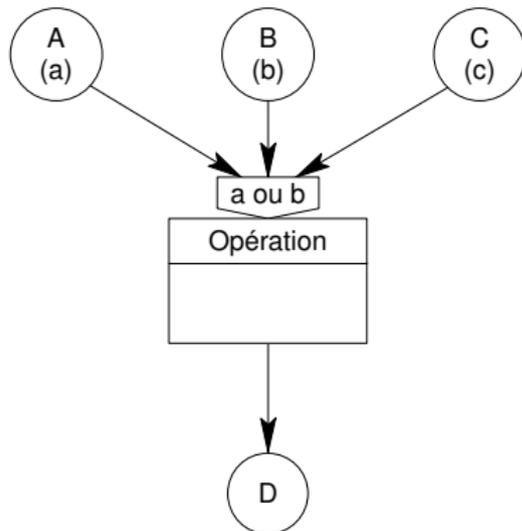
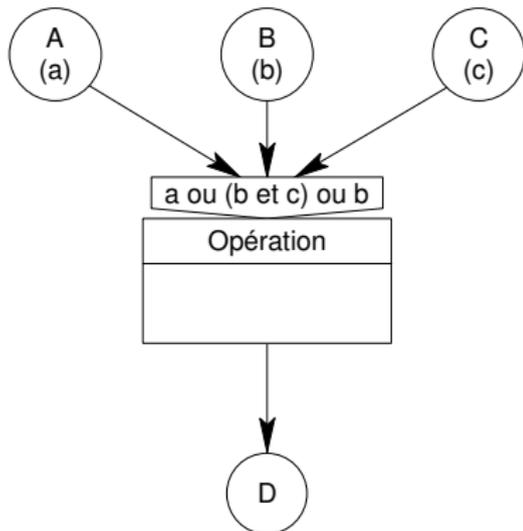
Erreurs de modélisation fréquentes

- Règles d'émission : elles doivent
 - Être **mutuellement exclusives** : deux règles de la même opération ne peuvent pas être vraies en même temps
 - **Couvrir** tous les cas possibles
- Ne pas répéter les actions et les événements résultants
- Problèmes de synchronisation
 - Il faut **simplifier** les synchronisations
- Problèmes structurel
 - Il faut éviter les **chaînes d'opérations** et les **événements internes**

Simplification des synchronisations

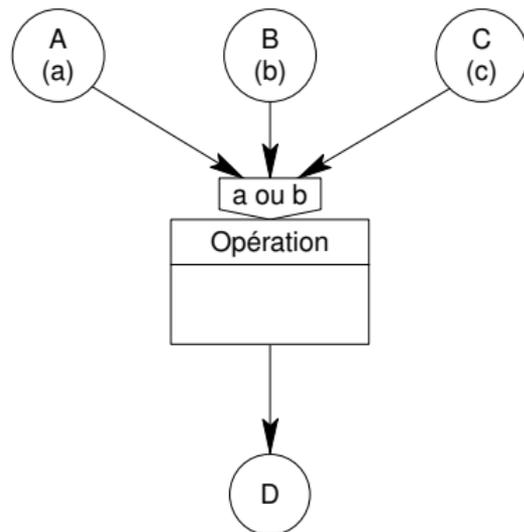


Simplification des synchronisations



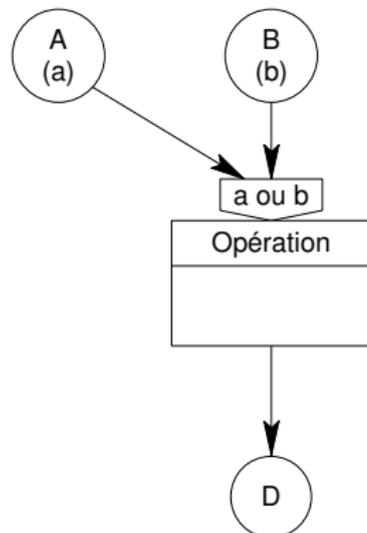
Simplification des synchronisations

La simplification a mis en évidence que C n'était pas nécessaire

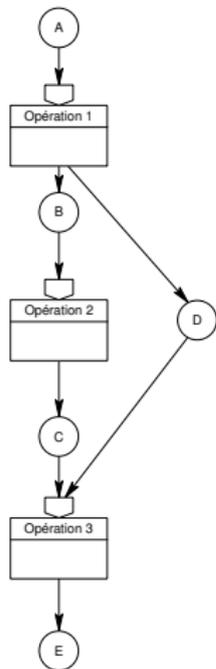


Simplification des synchronisations

La simplification a mis en évidence que C n'était pas nécessaire

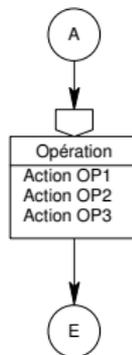
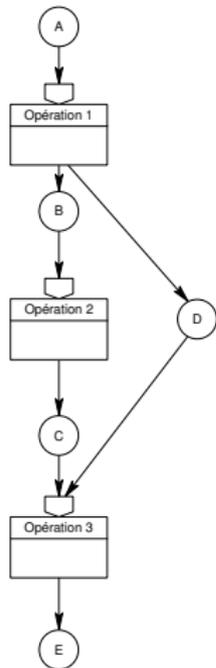


Réduction des chaînes d'opérations

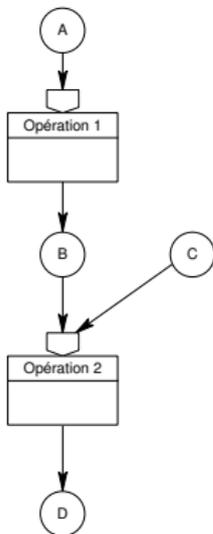


- De A à E, les opérations s'enchaînent de manière systématique
- On supprime les événements internes B, C et D

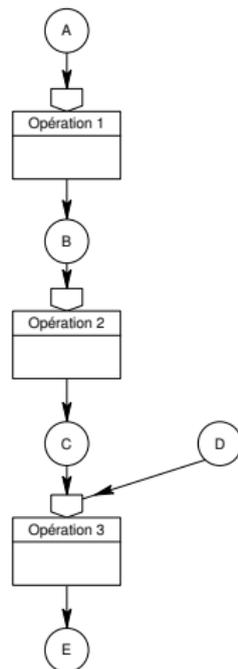
Réduction des chaînes d'opérations



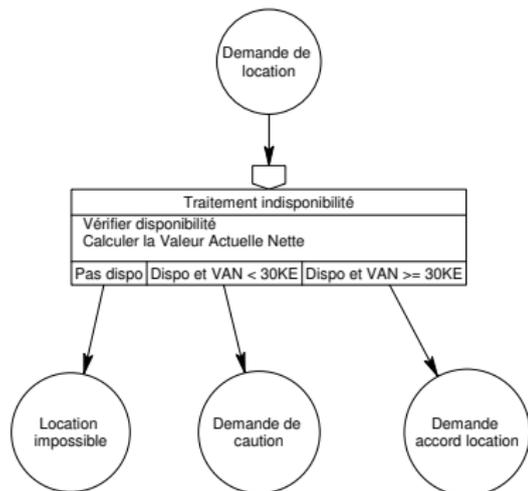
Autres exemples



Chaînes à réduire à une seule
opération

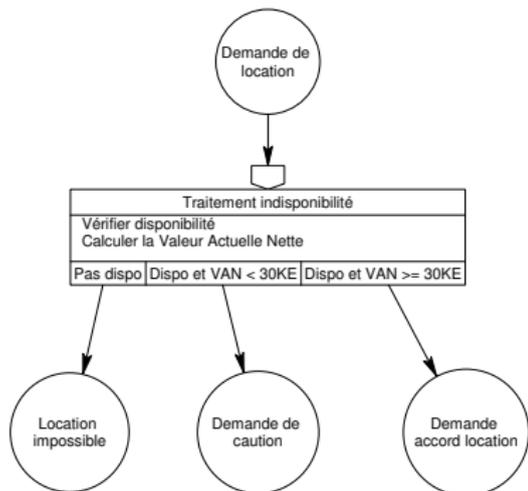


Cas d'introduction d'événements internes

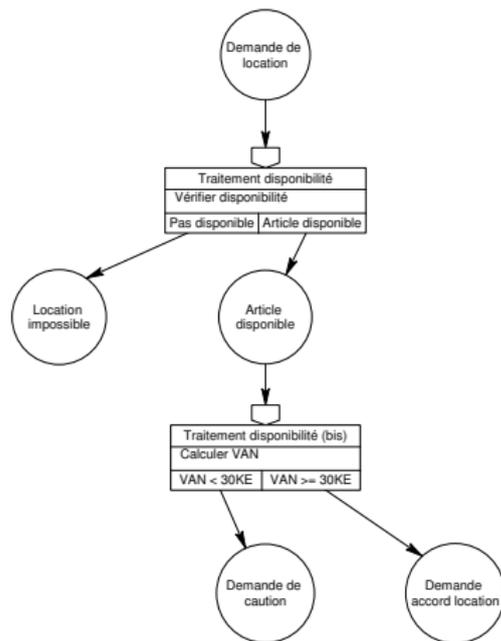


Calculer la VAN ne se fait pas
en cas d'indisponibilité

Cas d'introduction d'événements internes



Calculer la VAN ne se fait pas
en cas d'indisponibilité



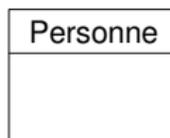
Modèle Conceptuel des Données

- Modèle **Entité / Association**
 - Souvent nommé Entité-Relation
- Repose sur les concepts de
 - Entités
 - Associations
 - Propriétés
- Permet de décrire un ensemble de données relatives à un domaine défini afin de les intégrer ensuite dans une Base de Données

Entité et entité type

- **Entité** : Une entité est un objet, une chose concrète ou abstraite qui peut être reconnue distinctement
 - Ex : Jean-Claude, Momo, Ma Voiture, Son 4x4, l'Île de France, la Bretagne
- **Entité type** : Une entité type est la représentation commune que l'on adopte pour des entités qui possèdent les mêmes caractéristiques
 - Ex : Personne, Voiture, Région

Une entité est une *occurrence* d'une entité type (ou instance)



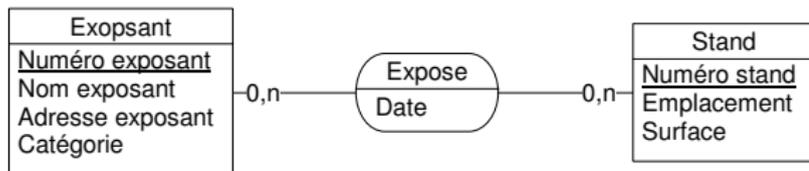
Propriété (ou attribut)

- **Propriété** : caractéristique associée à une entité type
 - **Ex** : L'âge d'une personne, la puissance d'une voiture, le numéro d'un produit...
 - On associe un *domaine* à chaque propriété, qui définit l'ensemble des valeurs possibles que peut prendre la propriété
- **Valeur** : Valeur que prend une propriété (à l'intérieur du domaine) pour une entité particulière
 - **Ex** : 28 ans pour l'âge de Jean-Claude, 150cv pour la puissance de son 4x4

Personne
Nom Prénom

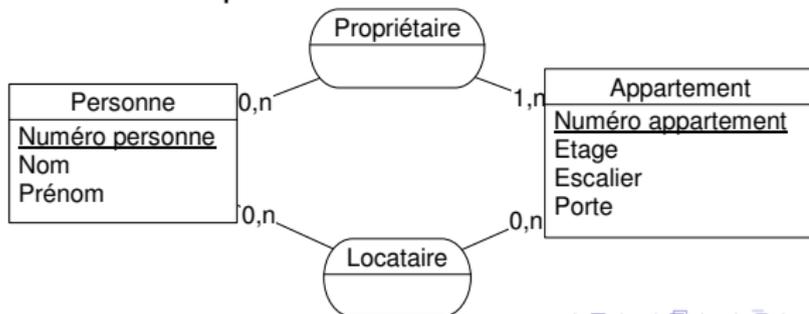
Association et association type

- **Association** : lien entre plusieurs entités
 - Ex : Le mariage de Momo et de Jeanne, celui de Jean-Claude et d'Eglantine
- **Association type** : représentation d'un ensemble de relations qui possèdent les mêmes caractéristiques, lien entre plusieurs entités type
 - Ex : Le mariage de deux personnes
- Une association type peut avoir des propriétés



Association et association type

- **Association** : lien entre plusieurs entités
 - Ex : Le mariage de Momo et de Jeanne, celui de Jean-Claude et d'Eglantine
- **Association type** : représentation d'un ensemble de relations qui possèdent les mêmes caractéristiques, lien entre plusieurs entités type
 - Ex : Le mariage de deux personnes
- Il peut y avoir plusieurs associations type liant les mêmes entités si la sémantique est différente



Abus de langage

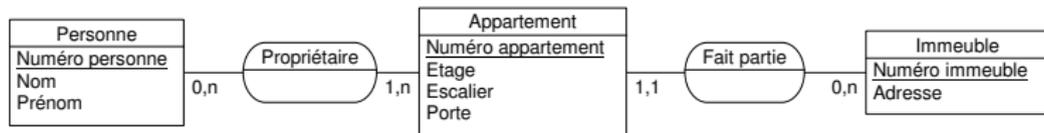
- Souvent, on parle d'« Entité » à la place d'« Entité Type ». Dans la suite, comme c'est d'usage, nous utiliserons les termes :
 - *Entité* pour *entité type*
 - *Occurrence d'entité* pour *entité*
- De même, on utilise souvent « Association » plutôt que « Association Type ». Dans la suite, comme c'est d'usage, nous utiliserons les termes :
 - *Association* pour *Association type*
 - *Occurrence d'association* pour *Association*

Identifiants

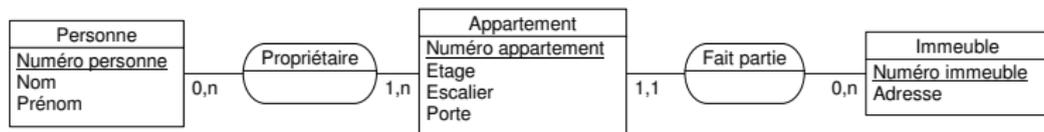
- **Identifiant** : une ou plusieurs propriétés d'une entité ou d'une association qui ont une valeur unique pour chaque occurrence de l'entité ou de l'association
 - **Ex** : Le numéro de SECU d'une personne, le numéro d'immatriculation d'une voiture...
 - On souligne les identifiants d'une entité
 - L'identifiant d'une association est un sous-ensemble des identifiants des entités liés

Cardinalités

- **Cardinalité d'une association** : le nombre de fois minimal et maximal qu'une occurrence d'une des entités associée peut intervenir dans l'association
 - Ex : un client peut commander entre 1 et n produits



Cardinalités



● Cardinalité minimale

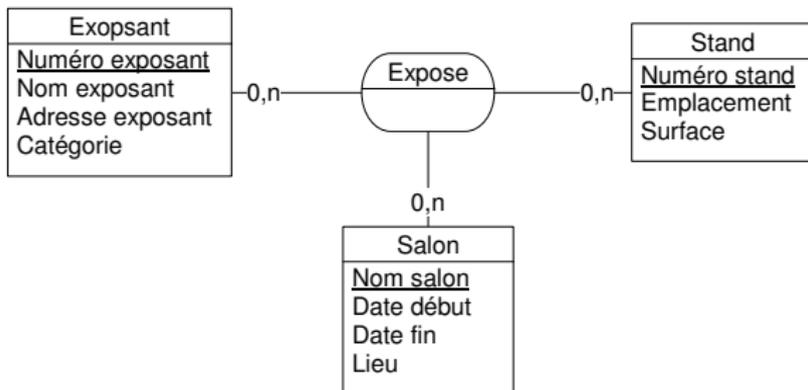
- 0 si une occurrence de l'entité peut exister tout en n'intervenant dans aucune occurrence de l'association
- 1 si une occurrence de l'entité ne peut exister que si elle intervient dans au moins une occurrence de l'association
- n : cas rare à éviter

● Cardinalité maximale

- 1 si une occurrence de l'entité ne peut pas être impliquée dans plus d'une occurrence de l'association
- n si une occurrence de l'entité ne peut être impliquée dans plus d'une occurrence de l'association

Dimension d'une association

- **Dimension** : Nombre de « pattes » de l'association
 - Binaire, *ternaire* ou n-aire

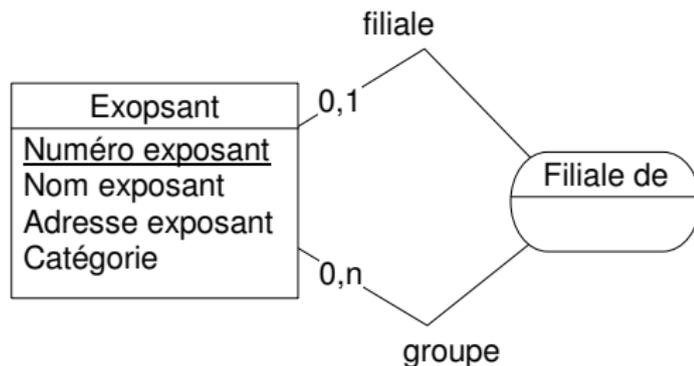


Types d'associations

- En fonction des cardinalités
 - **1:1** si toutes la cardinalités maximales valent 1
 - **1:n** s'il existe au moins une cardinalité maximale à n et une à 1
 - **n:m** si toutes la cardinalités maximales valent n

Associations réflexives

- Association **réflexive** : Une association dont plusieurs « pattes » lient la même entité. Dans ce cas, plusieurs occurrences de la même entité seront associées



- On peut libeller chaque « patte » par son rôle dans l'association

Remarques

- Il est parfois difficile de faire un choix entre entité et association
 - Ex : Un mariage est-il une association entre deux personnes ou une entité pour lequel on veut conserver un numéro, une date, un lieu, etc. et que l'on souhaite manipuler en tant que tel ?
 - Souvent, le contexte aide à décider
 - Lorsqu'on ne parvient pas à trouver d'identifiant pour une entité, il faut se demander s'il ne s'agit pas en fait d'une association. Si ce n'est pas le cas, un identifiant arbitraire numérique entier peut faire l'affaire
 - Lorsque toutes les pattes d'une association portent la cardinalité 11, il faut se demander si ce type-association et les types-entités liés ne décrivent pas en fait un seul type-entité

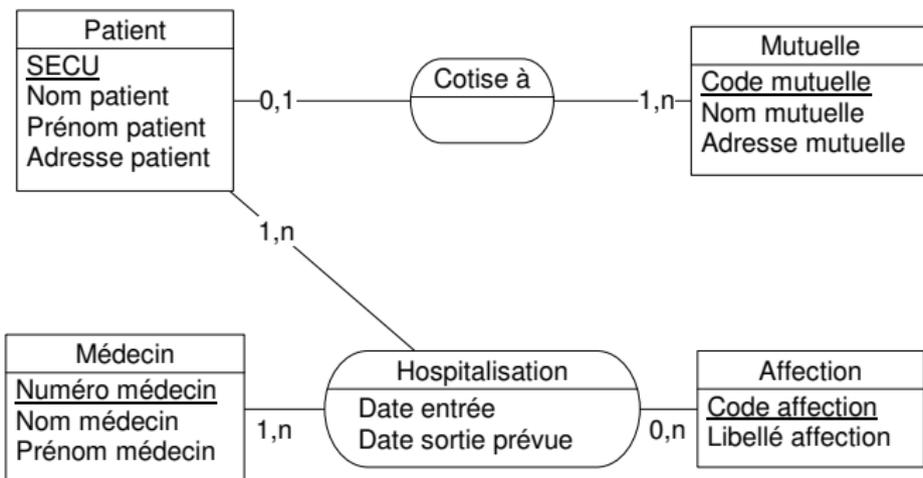
Cohérence entre données et traitements

- A chaque opération, on associe un MCD partiel : une **Vue Externe des Données**
 - On s'assure ainsi que **toutes les données nécessaires** sont représentées
- Le MCD global est l'union de toutes les VED
- Pour chaque élément du MCD global, on vérifie que celui-ci est utilisé dans au moins une opération
 - On s'assure ainsi que **seules les données nécessaires** sont représentées
- On s'appuie souvent sur des documents existants pour réaliser les VED

Dépendances fonctionnelles

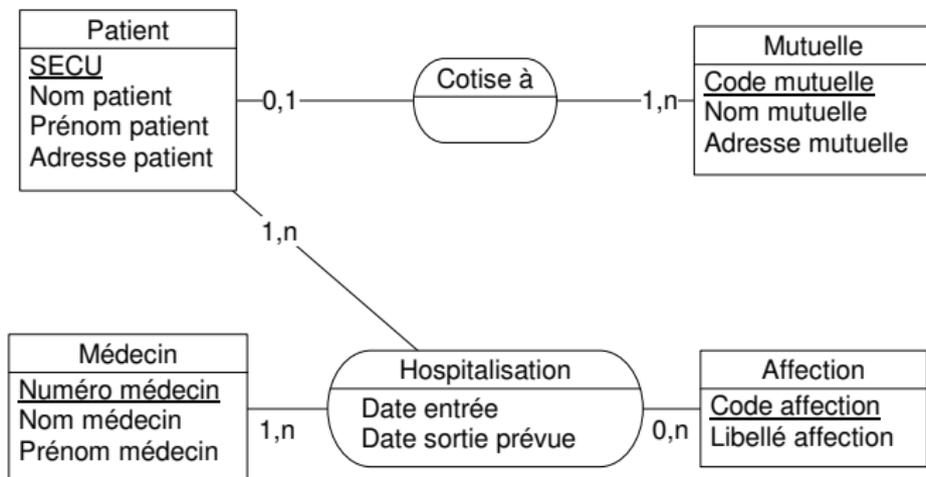
- Une propriété (ou un groupe de propriétés) Y **dépend fonctionnellement** d'une autre propriété (ou groupe de propriétés) X si
 - Etant donné une valeur de X , il lui correspond une valeur unique de Y . On note
 - $X \rightarrow Y$ (X détermine Y)
- Cette relation est transitive : si $X \rightarrow Y$ et $Y \rightarrow Z$ alors $X \rightarrow Z$
 - Cependant, on ne représente que les DF élémentaires

Dépendances fonctionnelles



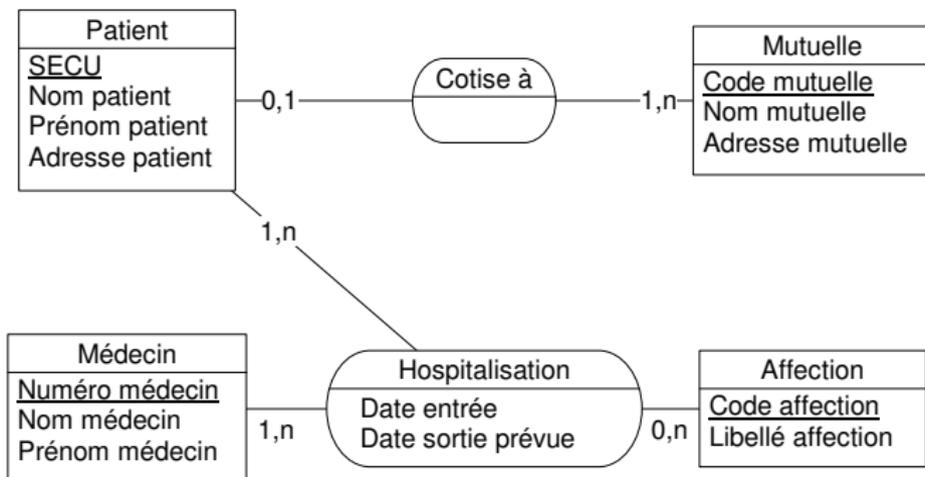
- Les propriétés non identifiantes d'une entité dépendent fonctionnellement de l'ensemble des identifiants
 - Ex : SECU \rightarrow NomPatient, PrénomPatient, AdressePatient

Dépendances fonctionnelles



- L'identifiant d'une association de type nm dépend fonctionnellement des identifiants des entités liées
 - Ex : SECU, NuméroMédecin, CodeAffection → DateEntrée, DateSortie

Dépendances fonctionnelles



- Une cardinalité 11 ou 01 est la source d'une dépendance fonctionnelle de l'identifiant du côté 11 vers l'autre côté de l'association
 - Ex : SECU → CodeMutuelle

1^{ère} Forme Normale (1FN)

- Toutes les entités et les association possèdent un identifiant
- Aucune propriété n'est à valeurs multiples (propriétés atomiques)

1^{ère} Forme Normale (1FN)

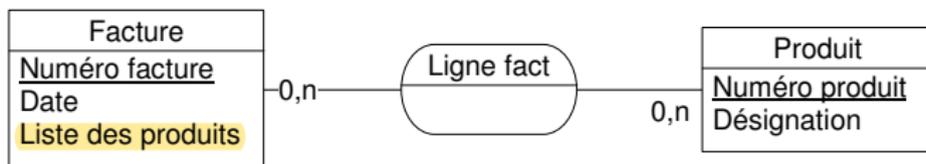
- Toutes les entités et les associations possèdent un identifiant
- Aucune propriété n'est à valeurs multiples (propriétés atomiques)

Facture
<u>Numéro</u>
Date
Liste des produits

- Ici, « liste des produits » n'est pas atomique, c'est une liste

1^{ère} Forme Normale (1FN)

- Toutes les entités et les associations possèdent un identifiant
- Aucune propriété n'est à valeurs multiples (propriétés atomiques)

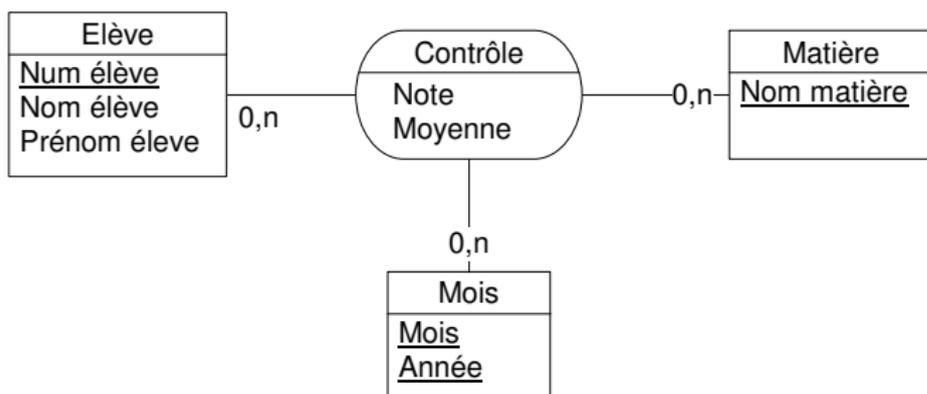


2^e Forme Normale (2FN)

- Le modèle est en 1FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **élémentaires**
 - Toute propriété n'appartenant pas à une clé ne dépend pas seulement d'une partie de son identifiant
 - Les propriétés d'une entité ne doivent dépendre que de l'identifiant de l'entité et non d'une partie de cet identifiant

2^e Forme Normale (2FN)

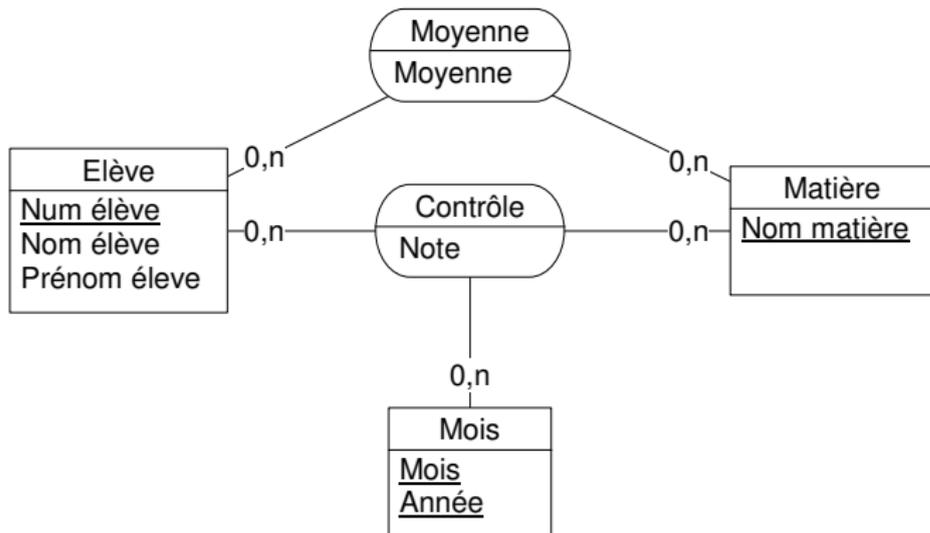
- Le modèle est en 1FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **élémentaires**



- Ici, d'après le schéma,
NumEleve, NomMatière, Mois, Année → *Moyenne*
- Or, NumEleve et NomMatière suffisent

2^e Forme Normale (2FN)

- Le modèle est en 1FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **élémentaires**



3^e Forme Normale (3FN)

- Le modèle est en 2FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **directes**
 - Les propriétés d'une entité doivent dépendre de l'identifiant de l'entité de manière directe
 - Toute propriété n'appartenant pas à un identifiant ne dépend pas d'un attribut non identifiant

3^e Forme Normale (3FN)

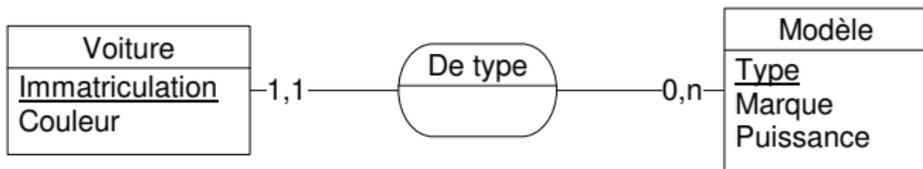
- Le modèle est en 2FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **directes**

Voiture
<u>Immatriculation</u>
Couleur
Type
Puissance
Marque

- Or, *Type* → *Marque*, *Puissance* alors que *Type* n'est pas un identifiant

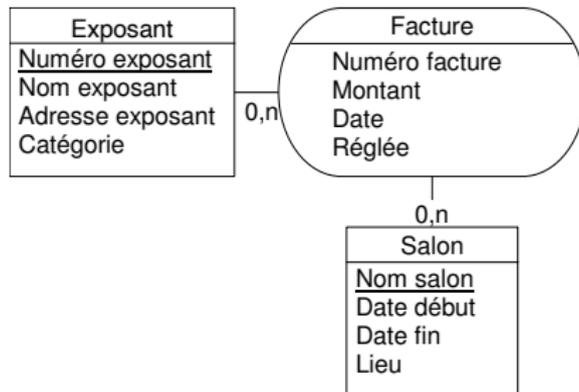
3^e Forme Normale (3FN)

- Le modèle est en 2FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **directes**



3^e Forme Normale (3FN)

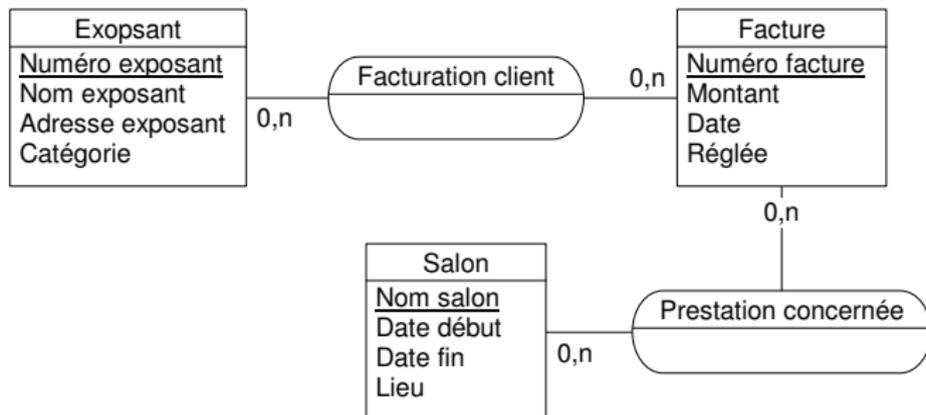
- Le modèle est en 2FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **directes**



- Or, *NumFact* → *Montant*, *Date*, *Réglée* alors que *NumFact* n'est pas un identifiant

3^e Forme Normale (3FN)

- Le modèle est en 2FN
- Toutes les DF entre les propriétés sont **directes**

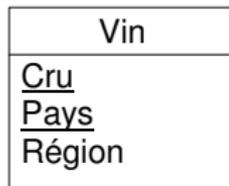


Forme normale de Boyce-Codd (BCNF)

- Le modèle est en 3FN
- Les seules dépendances fonctionnelles élémentaires sont celles dans lesquelles un identifiant détermine une propriété
 - Pour les identifiants composés de plusieurs propriétés, ces dernières ne doivent pas être dépendantes d'une autre propriété de l'entité (pour éviter les cycles de DF)

Forme normale de Boyce-Codd (BCNF)

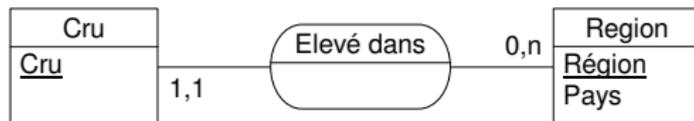
- Le modèle est en 3FN
- Les seules dépendances fonctionnelles élémentaires sont celles dans lesquelles un identifiant détermine une propriété



- Or, *Région* \rightarrow *Pays*

Forme normale de Boyce-Codd (BCNF)

- Le modèle est en 3FN
- Les seules dépendances fonctionnelles élémentaires sont celles dans lesquelles un identifiant détermine une propriété



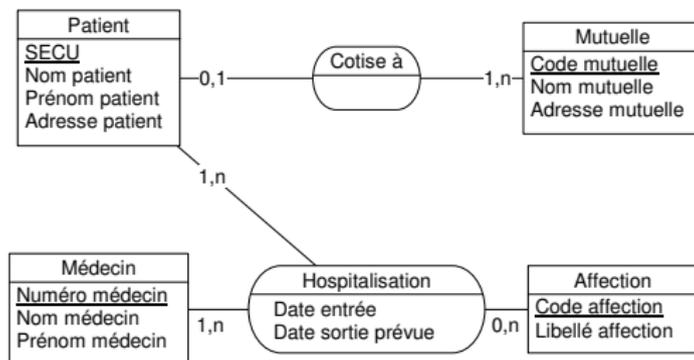
- On a alors, $Cru \rightarrow Region$ et $Region \rightarrow Pays$
- **Attention** : Même si elle peut être retrouvée par jointure, on a perdu la dépendance $Cru, Pays \rightarrow Région$

Un MCD ne doit pas nécessairement être en BCNF, il faut peser le pour et le contre avant de perdre des dépendances fonctionnelles

Modèle relationnel

- **Modèle relationnel** : Ensemble de schémas relationnels de la forme $Relation(\underline{clé1}, \dots \underline{clén}, att1, \dots attm)$

Passage du MCD au MLD relationnel



- **Règle 1** : Chaque entité avec au moins une propriété non identifiante donne lieu à un schéma relationnel, les identifiants deviennent les clés

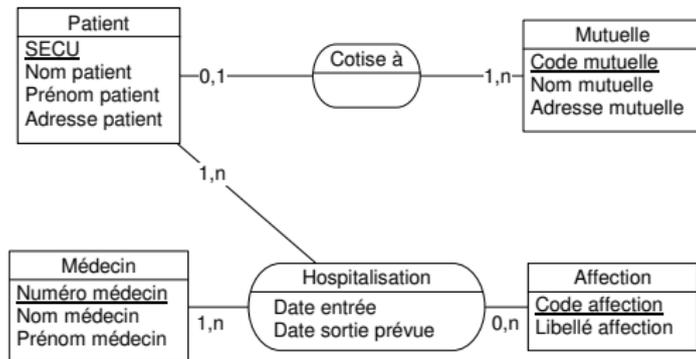
Patient (SECU, NomPatient, PrenomPatient, AdressePatient)

Médecin (NuméroMédecin, NomMédecin, PrénomMédecin)

Mutuelle (CodeMutelle, NomMutuelle, AdresseMutuelle)

Affection (CodeAffection, LibelléAffection)

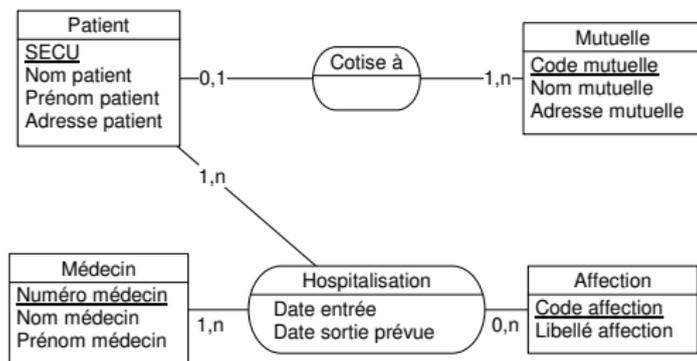
Passage du MCD au MLD relationnel



- Règle 2 : Les associations de type 1:n donnent lieu à l'ajout de l'identifiant côté 1 vers le côté n, en tant qu'attribut non-clé)

Patient (SECU, NomPatient, ... , CodeMutuelle)

Passage du MCD au MLD relationnel



- **Règle 3** : Les associations de type n:m donnent lieu à la création de nouveaux schémas relationnels
 - Les identifiants des entités liées deviennent des clés
 - Les propriétés de l'association deviennent des attributs simples

Hospitalisation (NuméroMedecin, SECU, CodeAffection, DateEntrée, DateSortie)

Modèle Organisationnel des Traitements

$$\text{MOT} = \text{MCT} + \text{lieu} + \text{moment} + \text{nature}$$

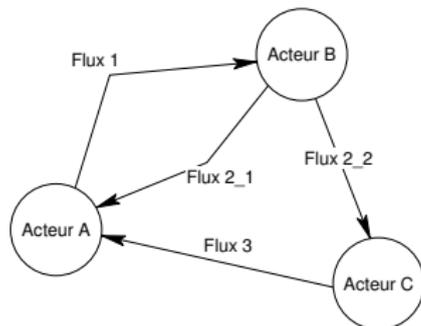
- Lieu
 - Qui exécute ? Acteurs (MCC)
- Moment
 - Quand exécute-t-on l'opération ?
 - Agencement temporel
- Nature
 - Manuelle
 - Automatique
 - Interactive

Du MCT au MOT

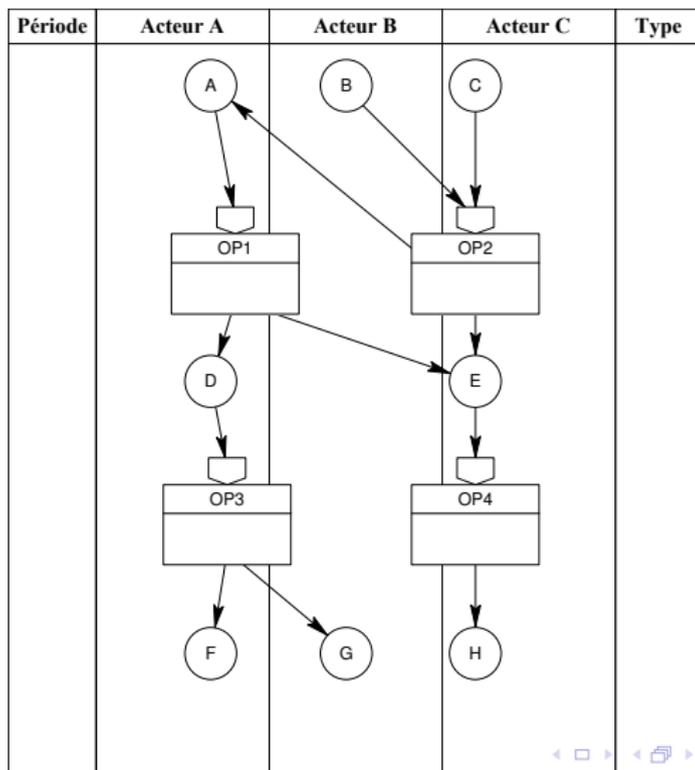
- 1 Importer la liste des acteurs du MCC
- 2 Importer le MCT

Import de la liste des acteurs

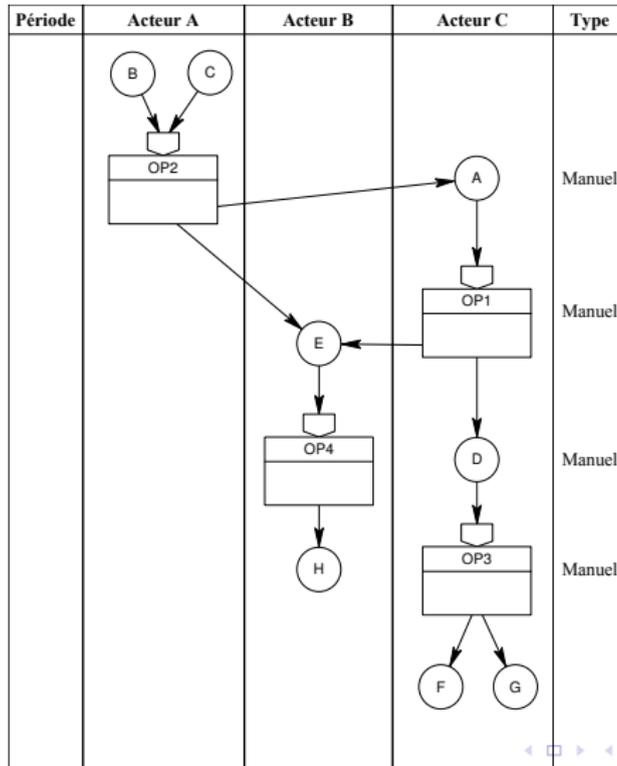
Période	Acteur A	Acteur B	Acteur C	Type



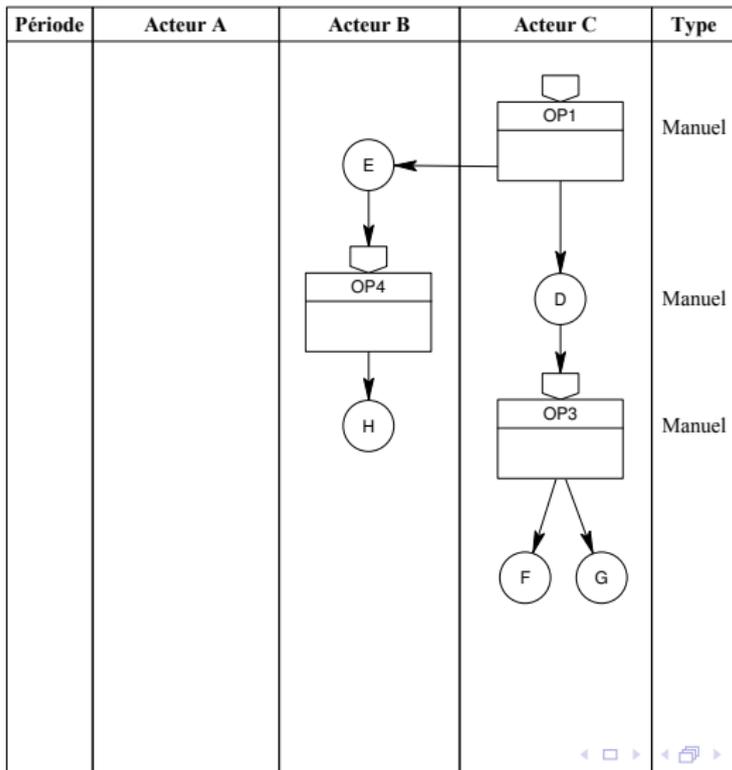
Import du MCT



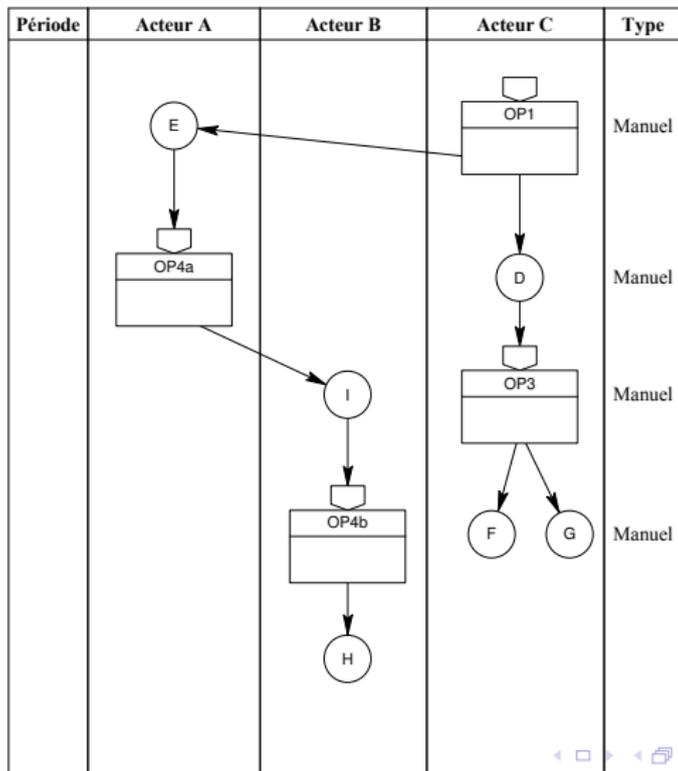
Répartition des opérations en les acteurs



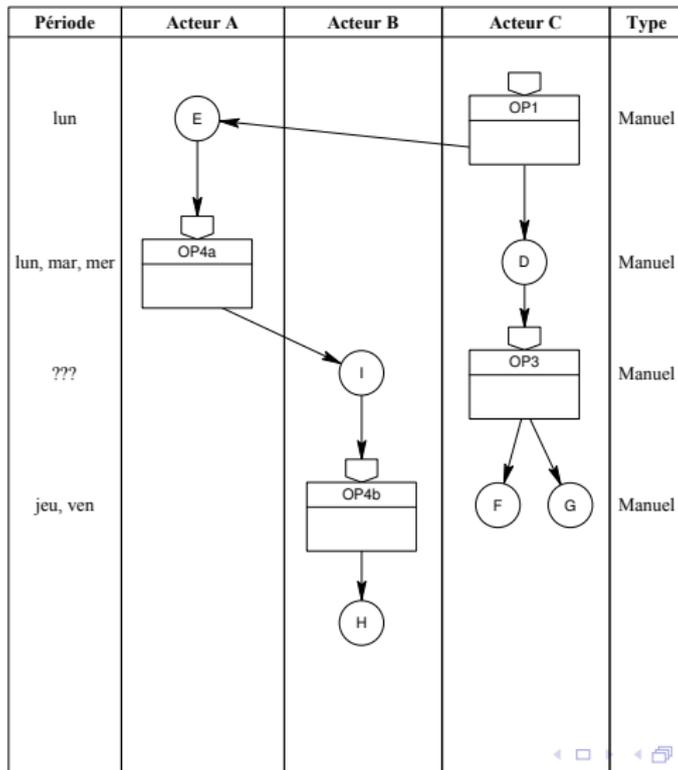
Répartition des opérations en les acteurs



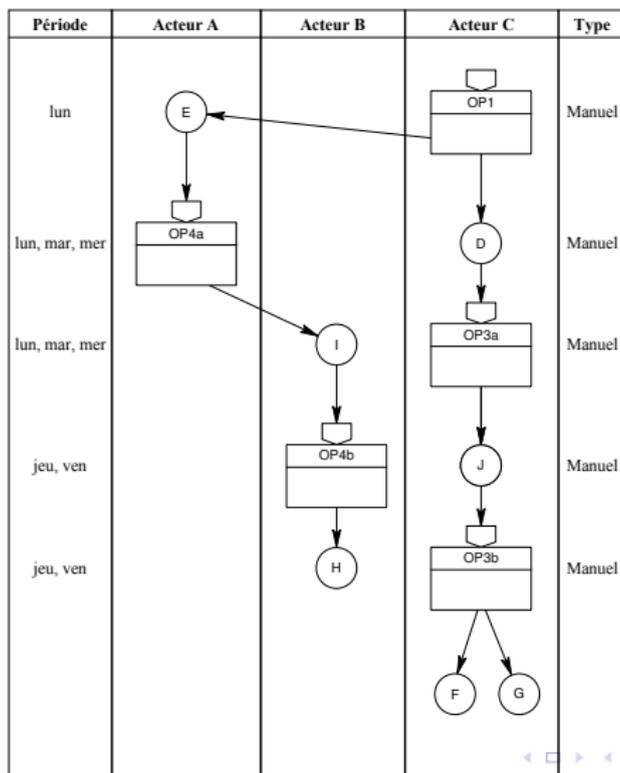
Division des traitements répartis entre plusieurs acteurs



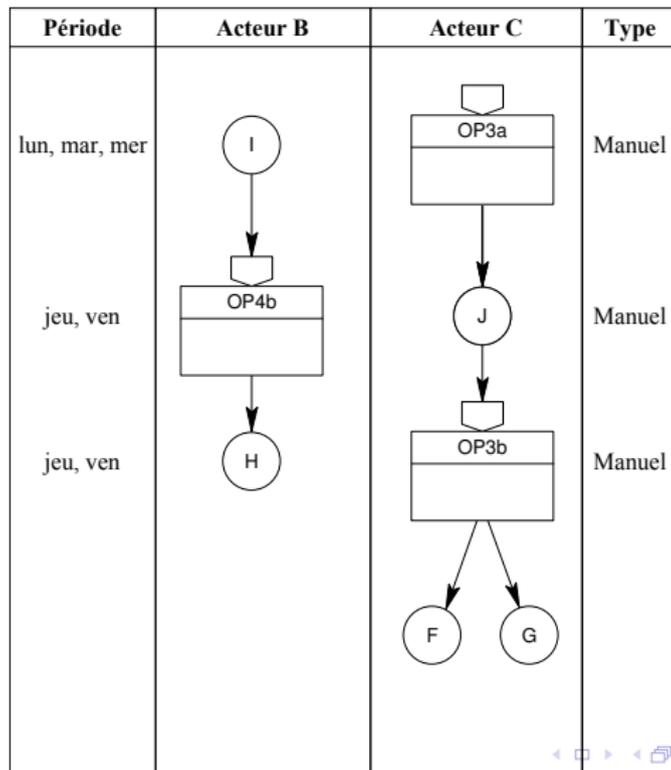
Définition des périodes de traitement



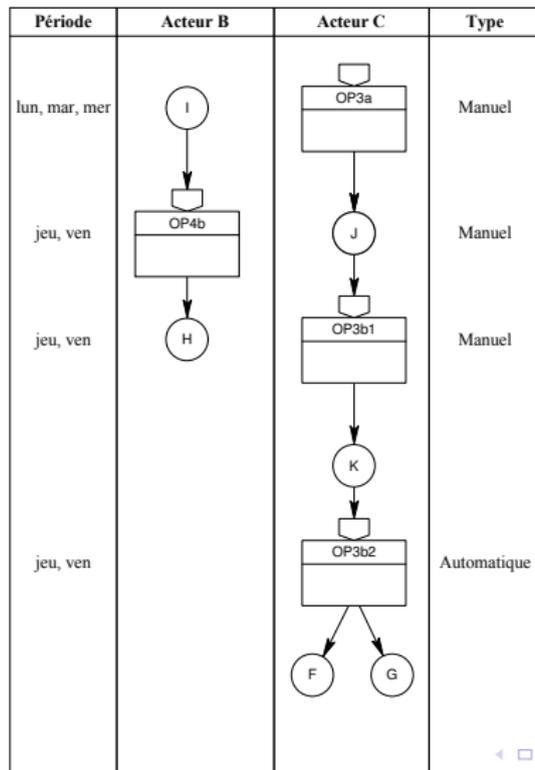
Division des traitements répartis sur plusieurs périodes



Division des traitements répartis sur plusieurs périodes



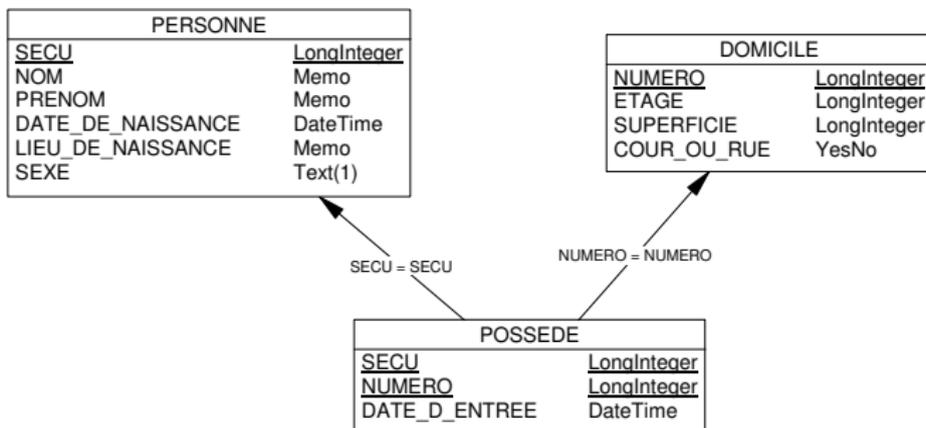
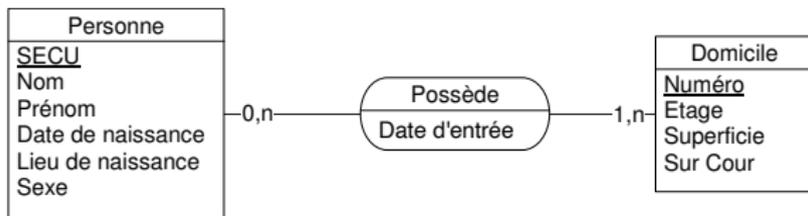
Définition des types de traitements



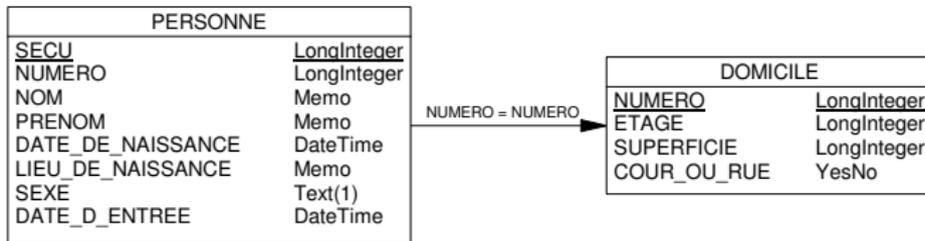
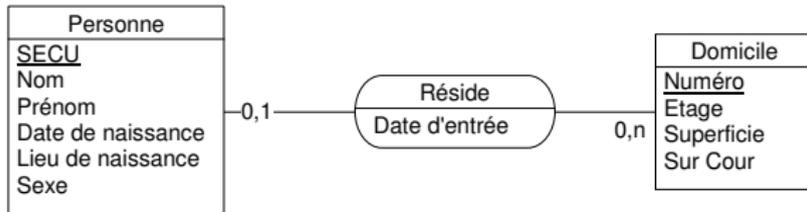
Modèle Physique des Données (MPD)

- Transformation en tables des
 - Entités et associations si on produit le MPD directement à partir du MCD
 - Schémas relationnels si on produit un MLD
- Dépend de la base de données cible
 - Types de données
 - Domaines des propriétés
- Les attributs qui permettent d'indexer les tables sont des **clés primaires**
- Les attributs (non clés primaires) qui font référence aux clés primaires d'autres tables sont des **attributs secondaires**

Associations n:m



Associations 1:n



Associations 1:1

