Cours de bases de données - Ecole doctorale

Sylvie Damy

Introduction aux Bases de données

Ecole doctorale - Formations permanentes - Année 2023-2024

Sylvie DAMY

CHRONO ENVIRONNEMENT

UBFC
UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

Objectifs du cours

Utilisateurs avertis des bases de données

Etre capable de :

- concevoir un modèle de BD « simple »
- créer la base de données
- intégrer des données
- interroger la base de données : requêtes simples … requêtes de comptage

Plan du cours

- [x] Qu'est-ce qu'une base de données ?
- [x] Modélisation - MCD
- [x] Modèle relationnel
- [x] SQL : Langage d'interrogation

Organisation

Séance 1 : 07 février 2024
MCD + Modélisation relationnelle

Séance 2 : 21 février 2024
Travail sur vos données
→ MCD

Séance 3 : 04 mars 2024
SQL + première requêtes

Séance 4 : 13 mars 2024
Requêtes

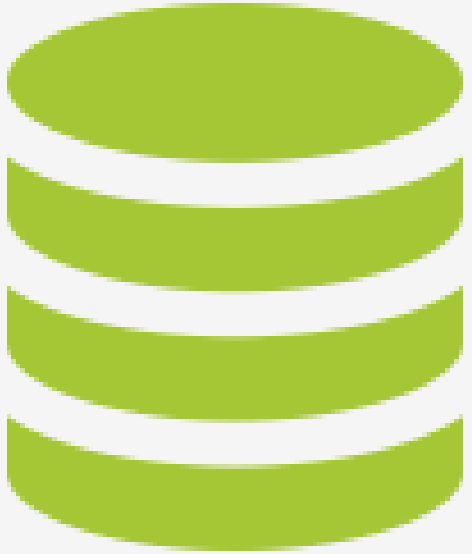
Séance 5 : 20 mars 2024
Requêtes

Salle 110K

Pour le 15 février :
Envoi de vos données ou confirmation que vous viendrez avec des données sur lesquelles nous pourrons travailler

sylvie.damy@univ-fcomte.fr

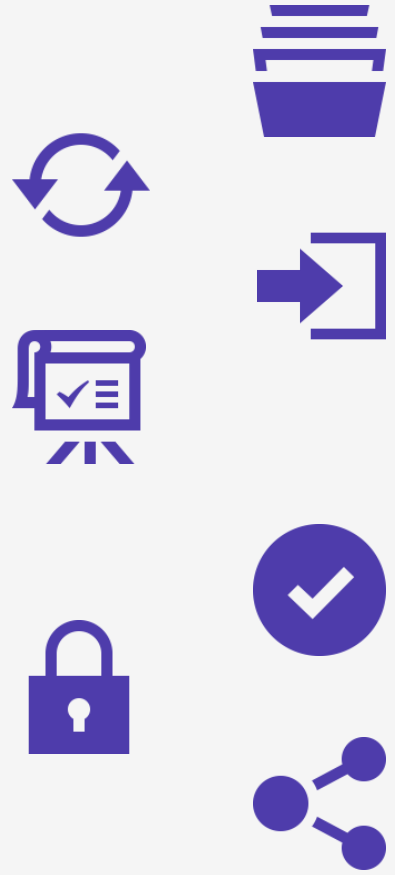
Partie 1
Qu'est-ce qu'une base de données ?



Pourquoi des bases de données ?

- Stockage permanent des données
- Mise à jour des données
- Accès facile
- Présentation des données

- Qualité des données
- Sécurité
- Partage



Bases de données : définitions

Ensemble d'informations modélisant les objets d'une partie du monde réel et servant de support à une application informatique

Collection **organisée, interrogeable et persistante de données** ou d'informations, concernant un thème donné pour l'entreprise




Bases de données : définitions

D'un point de vue plus informatique

Ensemble de fichiers comprenant un certain nombre d'articles formés chacun d'un type de données, avec des liens entre ces articles

Ensemble d'opérateurs permettant la recherche, le tri, la fusion ou toute autre opération de même type

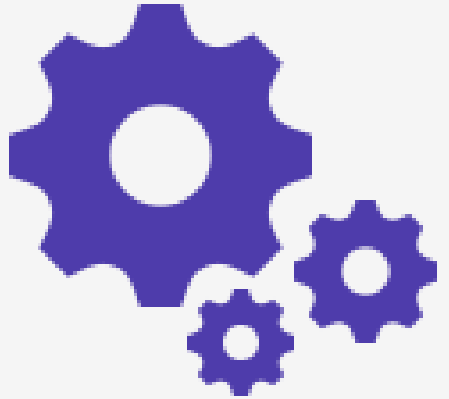
Ensemble de données et de métadonnées (données qui décrivent les données → schéma de la base)

SGBD : Système de Gestion des Bases de Données

Outil principal de gestion des bases de données

Ensemble de logiciels fournissant un environnement fournissant des applications pour :

- décrire,
- mémoriser,
- manipuler,
- traiter des ensembles de données,
- en contrôler l'accès,
- partager ces données,
- gérer des pannes, …



Un peu de vocabulaire

Base de données

Collection organisée de données

Système de gestion de base de données

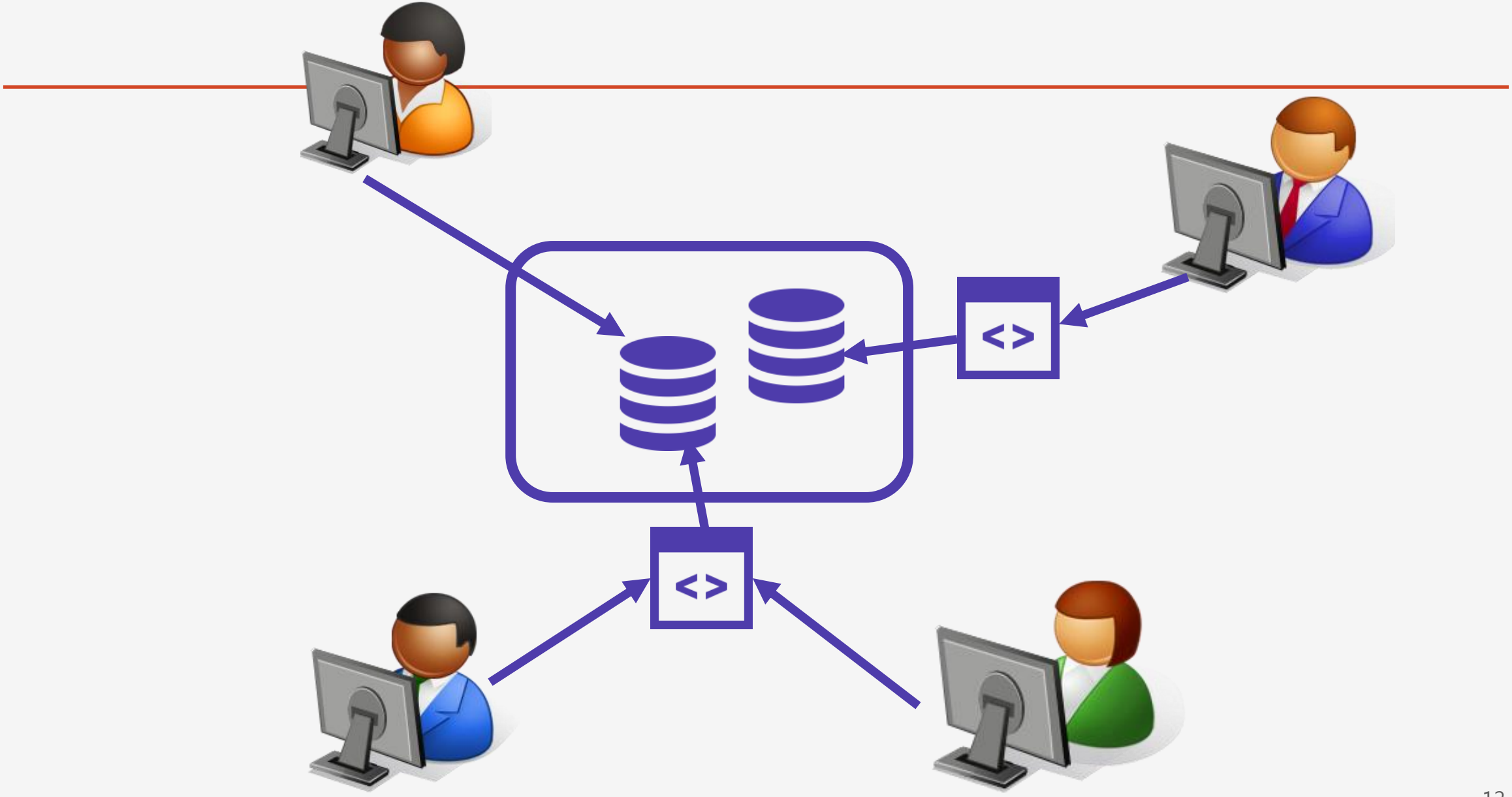
Logiciel qui gère et permet l'accès aux données de la base

Application de base de données

Programme qui interagit avec la base de données à certains moments de son exécution en lui adressant des requêtes (SQL)

Système d'information

Ensemble formé par la ou les bases de données, le SGBD et les applications de base de données liées à cette base de données



Votre utilisation des Bases de Données

BD versus feuille de calcul

	Base de Données	Feuille de calcul
Organisation des données	Liste, formulaire	Liste
Qualité des données	Contrôle de la cohérence	
Volume d'information	Non limité	Limites des tableurs
Nature des informations	Texte, numérique, image, fichier, …	Chaine de caractères, numérique, booléen

BD versus feuille de calcul

	Bases de Données	**Feuille de calcul**
Recherche d'information	Requêtes → SQL	Tris
Partage des informations	Plusieurs utilisateurs	Un seul utilisateur
Sécurité	Confidentialité des données Profil d'utilisateur	

Rôles dans les bases de données

Différents types de personnes peuvent manipuler une base de données :

- Administrateurs
- Concepteurs
- Développeurs
- Utilisateurs

Rôles dans les bases de données : **Administrateurs**

Administrateur de données ou DA

- connaissance des données disponibles,
- acquisition et échange des données,
- animation du dispositif autour de la base de données.

Administrateur de bases de données ou DBA

- intégrité des données,
- sécurité et performance,
- aide au développement et au test,
- recouvrement de données et gestion des pannes,
- validation et conseil,
- migration et mise à jour

Rôles dans les bases de données : **Concepteurs**

Concepteurs logiques

- s'intéressent à l'ensemble de l'organisation à mettre en place, et en particulier à l'identification des données (entités, attributs, associations, contraintes).
- travaillent avec les utilisateurs futurs de la base de données.

Concepteurs physiques

- traitent le passage du modèle logique de données vers un modèle physique. Ils représentent le schéma logique en un ensemble de relations et de contraintes d'intégrité, et s'intéressent à la sécurité des données.
- travail qui dépend fortement du SGBD choisi

Rôles dans les bases de données

Développeurs d'applications

- réalisent des applications de bases de données qui permettent aux utilisateurs finaux d'utiliser/d'interagir avec la base de données.

Utilisateurs

- clients de la base de données. Certains ne travaillent qu'à travers le biais des applications de base de données et n'ont aucune connaissance dans le domaine des bases de données.
- autres utilisateurs, plus expérimentés, peuvent écrire leurs propres requêtes SQL pour interroger la base de données.

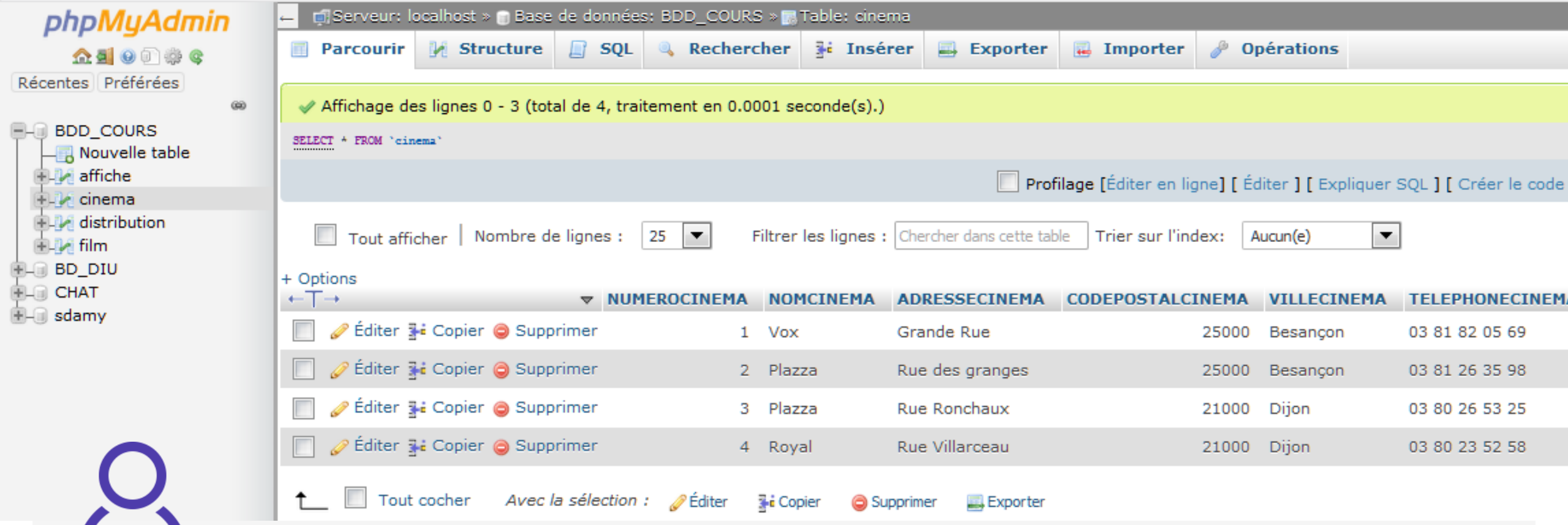
Rôles dans les bases de données

Rôle /Personne	Vous – Chercheur	Informaticien - Modélisation	Informaticien - Développeur	Informaticien – Administrateur
Administrateur de données	✓			
Administrateur de BD			✓	✓
Concepteurs logiques	✓	✓		
Concepteurs physiques		✓	✓	
Développeurs d'applications			✓	
Utilisateur simple	✓			
Utilisateur averti	✓			

Exemple de manipulation de bases de données

Utilisateur simple

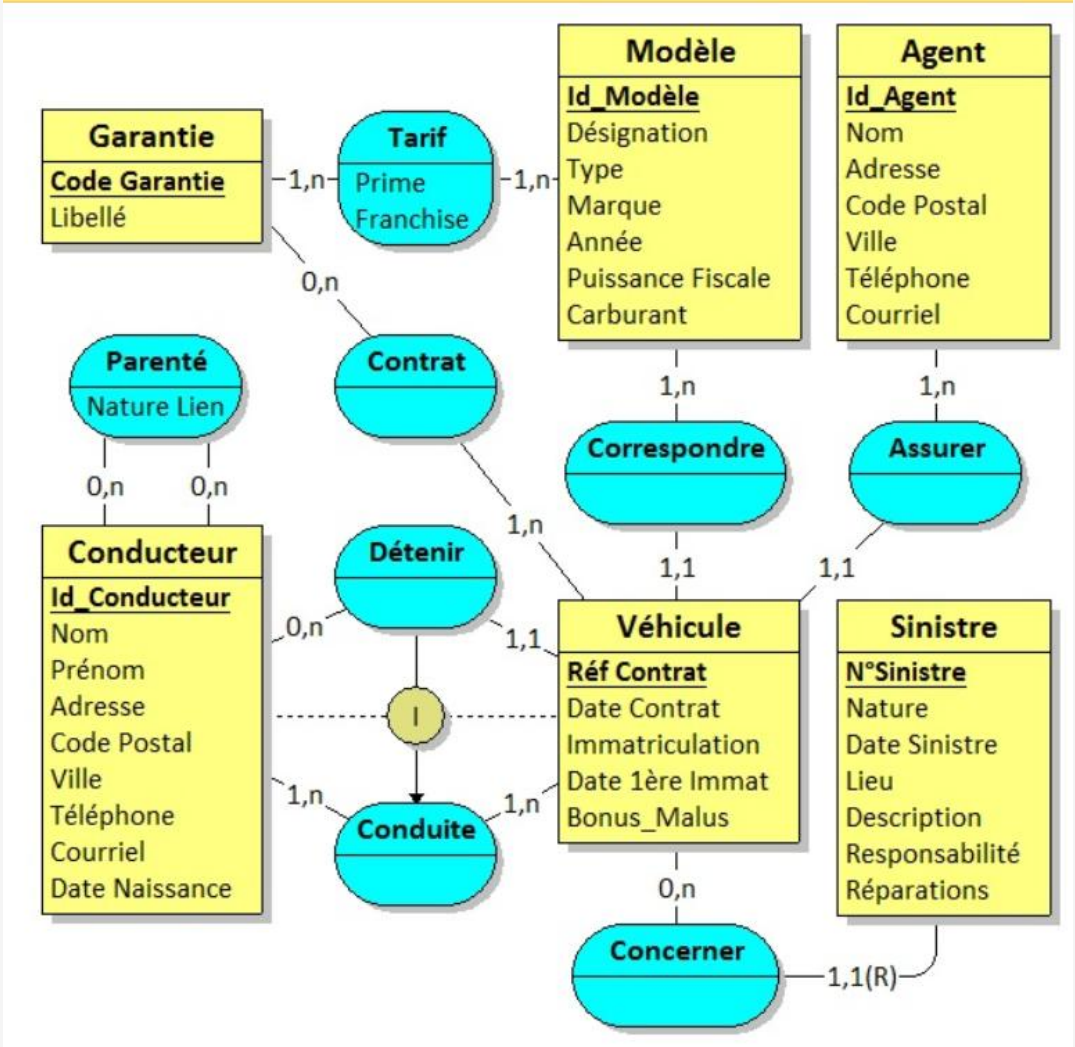
Exemple de manipulation de bases de données



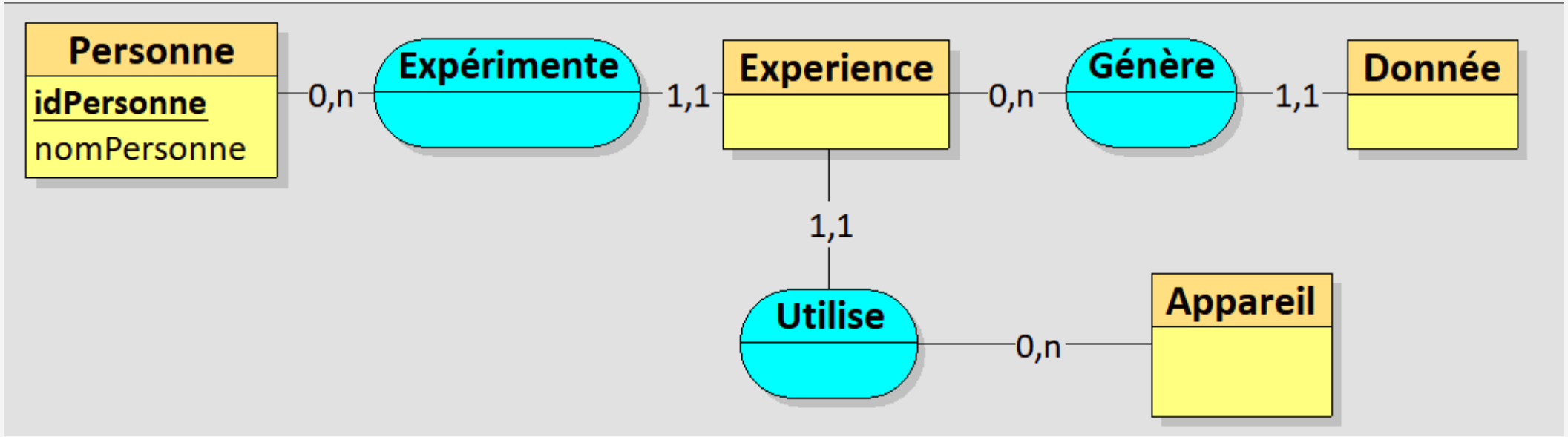
Utilisateur averti

Exemple de manipulation de bases de données

Modélisateur



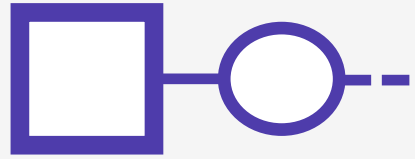
Partie 2
Modélisation - MCD



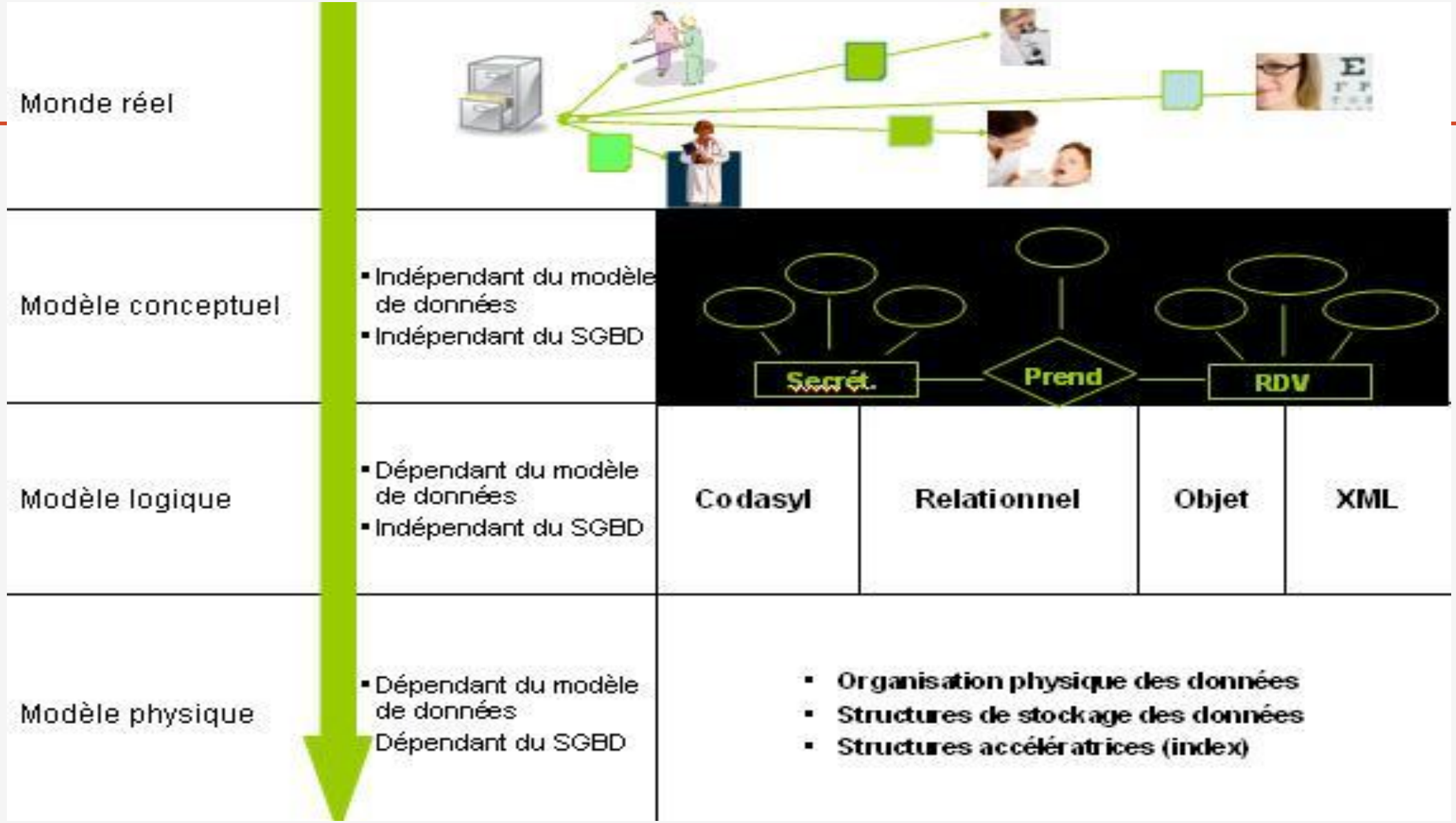
Les étapes de la conception d'une base de données

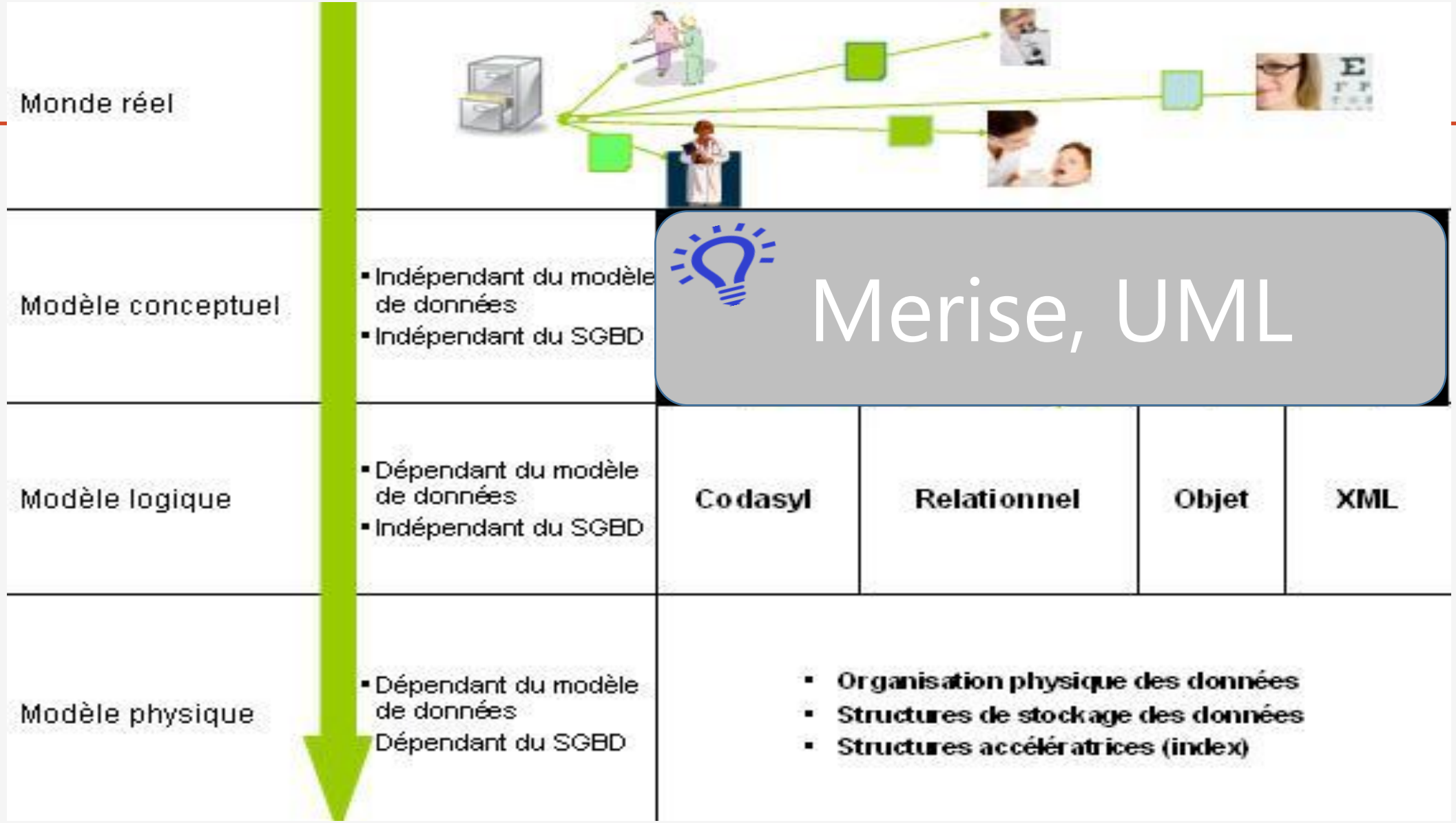
Analyse du système à modéliser

Création du modèle de données



Création de la base de données dans un SGBD


Monde réel
Modèle conceptuel
Indépendant du modèle de données
Indépendant du SGBD
Secrét.
Prend
RDV
Modèle logique
Dépendant du modèle de données
Indépendant du SGBD
Codasyl
Relationnel
Objet
XML
Modèle physique
Dépendant du modèle de données
Dépendant du SGBD
Organisation physique des données
Structures de stockage des données
Structures accélératrices (index)


Monde réel
Modèle conceptuel
Indépendant du modèle de données
Indépendant du SGBD
Merise, UML
Modèle logique
Dépendant du modèle de données
Indépendant du SGBD
Codasyl
Relationnel
Objet
XML
Modèle physique
Dépendant du modèle de données
Dépendant du SGBD
Organisation physique des données
Structures de stockage des données
Structures accélératrices (index)

Modélisation - MCD

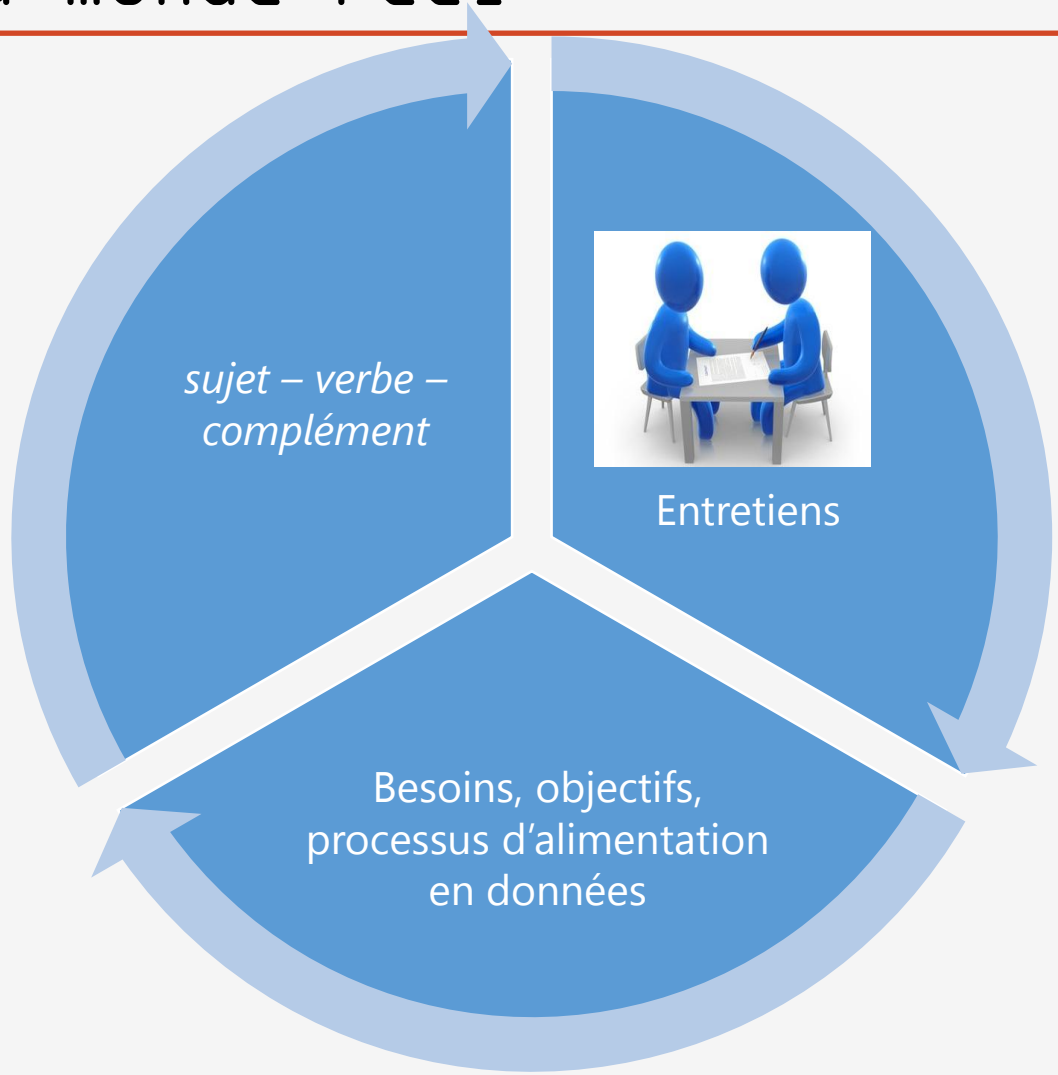
Première étape :

- Recueillir les informations puis les transcrire sous une forme facilitant le passage à un modèle de base de données (modèle relationnel)
- Utilisation du modèle entité-association (MERISE)
- Autre possibilité : UML - diagramme de classes (non vu dans ce cours)

Première description du monde réel

Comment appréhender et simplifier le monde réel pour réaliser une modélisation ?

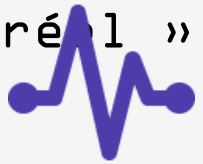
Processus itératif



Première description du monde réel

Formulation des besoins sous forme de phrases simples :

« *sujet - verbe - complément* »



- Faire l'inventaire des objets du « monde réel »
- Décrire l'activité en termes simples
- Caractériser les liens entre les objets

Description des données, des objets et des liens

Exemple : Les gauloiseries

Faire l'inventaire des objets du monde réel :

- Ingrédient
- Potion

Décrire l'activité en termes simples :

« l'application à concevoir doit permettre de gérer l'ensemble des potions et leur composition.»

Exemple : Les gauloiseries

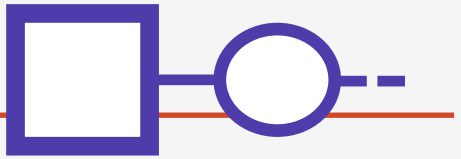
Caractériser les liens entre objets :

- Un ingrédient peut entrer dans la composition de plusieurs potions.
- Une potion peut être composée de plusieurs ingrédients…

Décrire les objets :

- Un ingrédient a un nom, un lieu de récolte
- Une potion a un nom, un effet, une durée d'effet

Modèle entité-association



Représentation graphique des informations recueillies dans un modèle : MCD ou Modèle Conceptuel des Données

Une **entité** est un objet du monde réel

Une **association** est un lien entre entités

Une **propriété** est une caractéristique associée à une entité ou à une association

Entité

Une ***entité*** est un objet spécifique du monde réel

Désigne : une personne, un objet, un concept abstrait, un événement

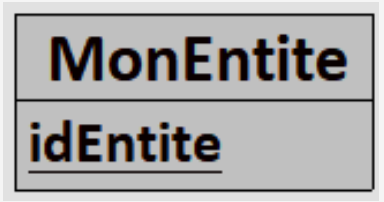
Caractérisée par son unicité

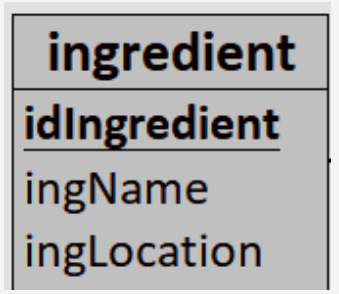
Exemples d'entités : potion magique, tomate

Entités ou entités types

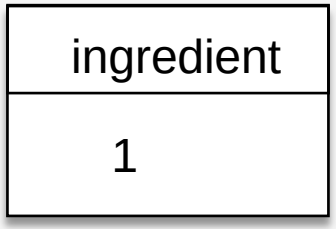
L'ensemble des entités qui ont la même sémantique et les mêmes propriétés forment un *ensemble d'entités* appelé ***entité type***

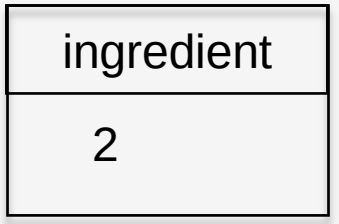
Représentation graphique d'une entité type





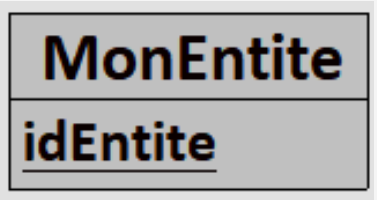
Représentation graphique d'une entité





Propriété ou attribut

Toute entité-type possède des propriétés, appelées ***attri***



Exemple : nom de la personne, prénom , date de naissance, …

- Un attribut ne peut pas être partagé par plusieurs entités-types ou associations-types
- Un attribut est une donnée élémentaire (pas de données calculées)
- L'entité-type et ses attributs forment un ensemble cohérent

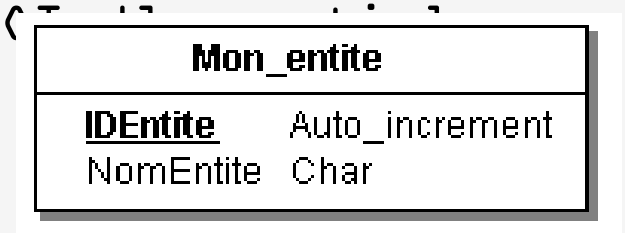
Identifiant

Toute entité-type a un ***identifiant*** : C'est un attribut ou ensemble d'attributs qui permet d'identifier chaque entité

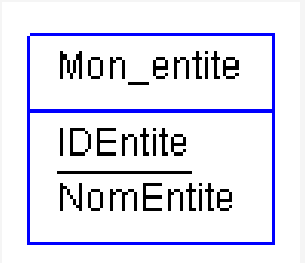
L'identifiant ne peut pas prendre la même valeur pour deux entités distinctes

Exemples d'identifiants : Numéro de sécurité sociale d'une personne, D[illegible]

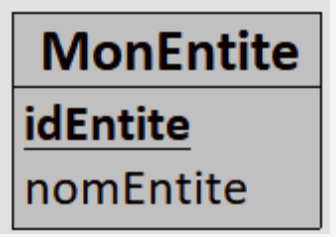
Représentation graphique de l'identifiant



MoCoDonline



Analyse_SI



Looping

Identifiant

Entité-type PERSONNE

nom de personne unique →
Identifiant = nom de la personne (NomPersonne)

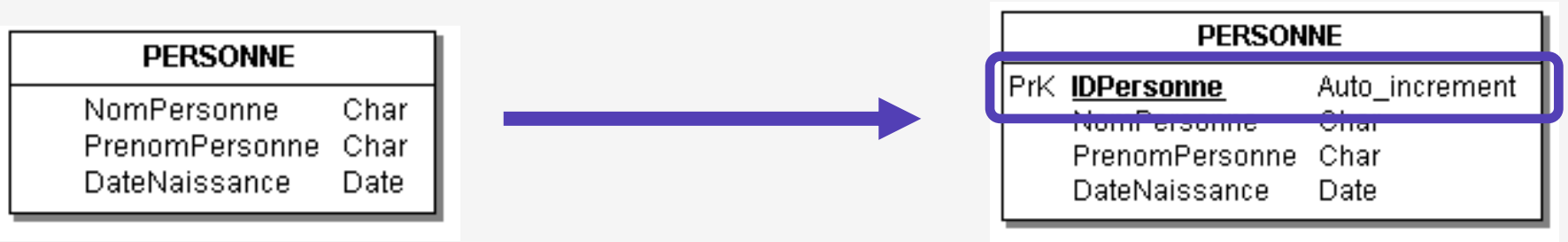
nom et prénom uniques →
Identifiant = (NomPersonne, PrenomPersonne)

Identifiant

Entité-type PERSONNE

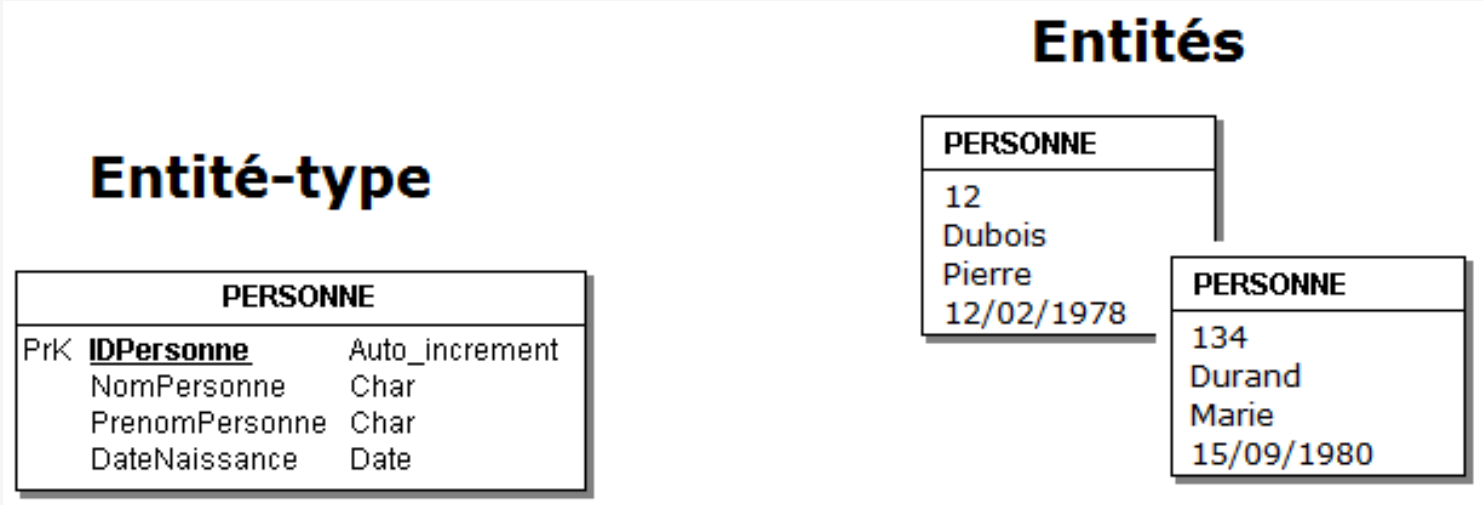
Dans la pratique on évite des identifiants composés de plusieurs attributs ➔ 1 seul attribut

ID_Personne : numéro automatique géré par le SGBD



Les entités : représentation graphique

Rectangle comportant en haut le nom de l'entité-type et dans le bas la liste des attributs



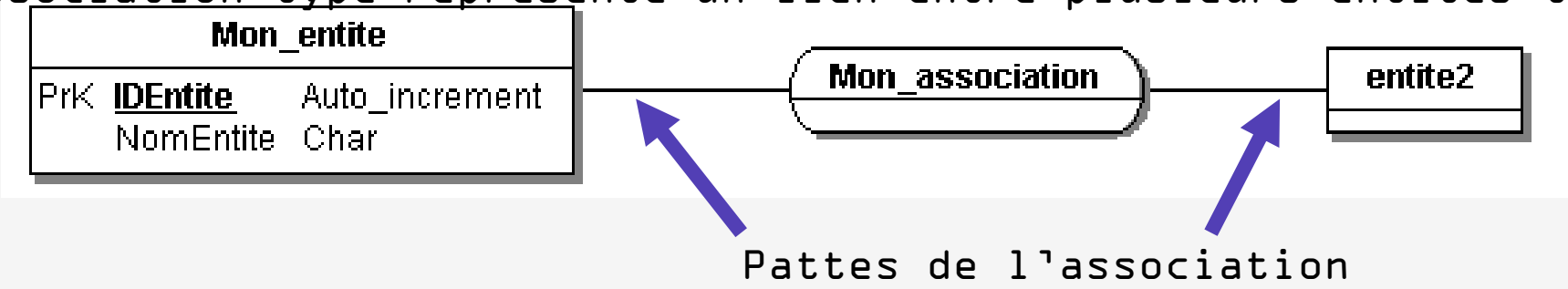
Association

Une **association** représente un lien entre plusieurs entités. Elle peut contenir des attributs

- Jean Dupont possède le livre de code ISBN 9782100072005?
- Jean Dupont est marié avec Marie Dubois

Une association-type est un ensemble d'associations qui possèdent les mêmes caractéristiques

Une association-type représente un lien entre plusieurs entités-type



Cardinalité d'une association-type

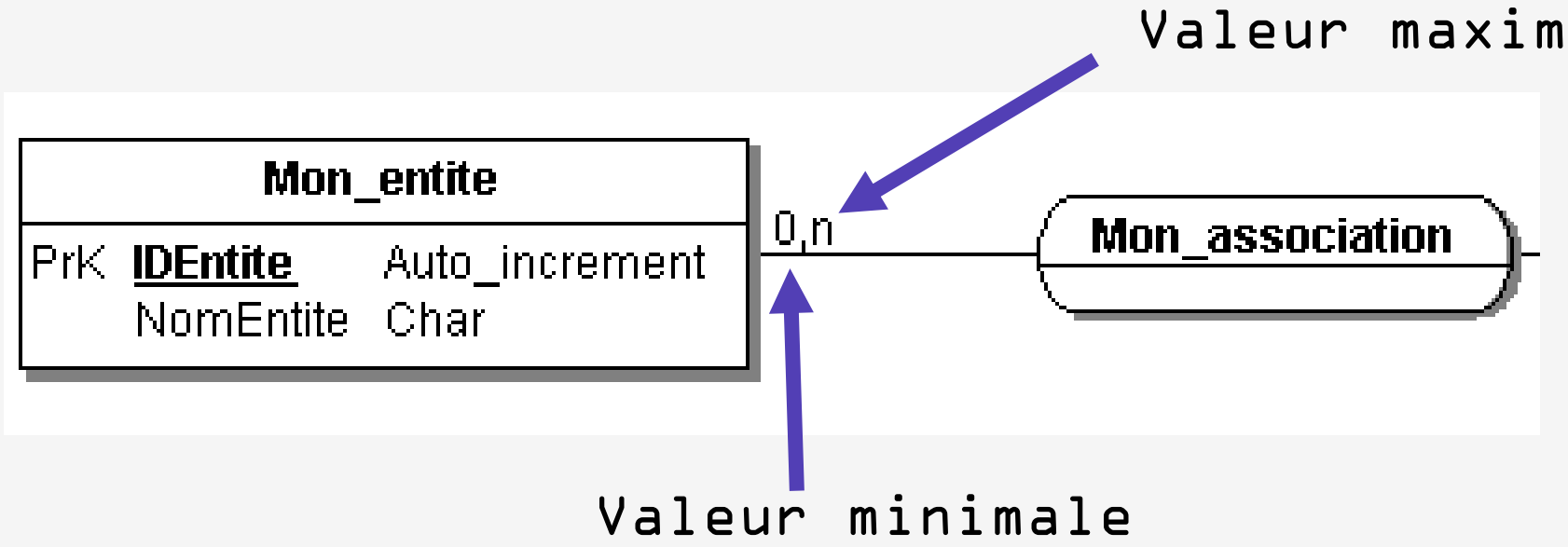
On définit une ***cardinalité*** sur chaque patte de l'association-type. Elle lie une entité-type et une association-type et est composée de 2 nombres :

valeur minimale : nombre minimal d'interventions d'une entité de l'entité-type dans l'association-type. Elle a pour valeur 0 ou 1

valeur maximale : nombre maximal d'interventions d'une entité de l'entité-type dans l'association-type. Elle a pour valeur 1 ou n

Cardinalité d'une association-type

La cardinalité est obligatoire pour chaque patte de l'association-type



Cardinalité d'une association-type

0,1 → une entité peut être impliquée dans aucune association ou une au plus

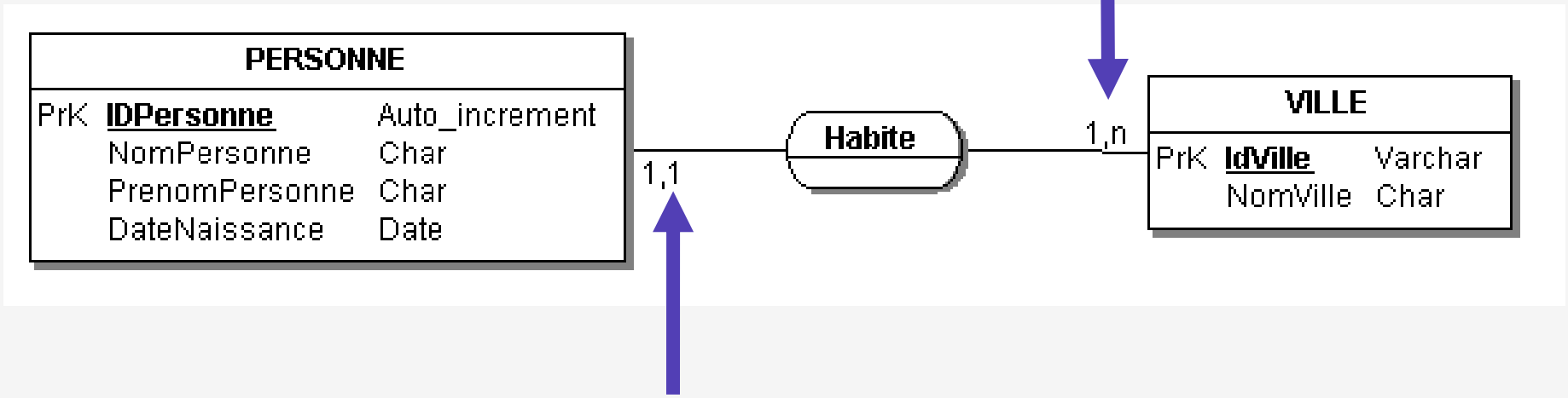
0,n → une entité peut être impliquée dans aucune association ou dans plusieurs (sans limite)

1,1 → une entité est impliquée dans une et une seule association

1,n → une entité est impliquée dans au moins une association

Cardinalité d'une association-type

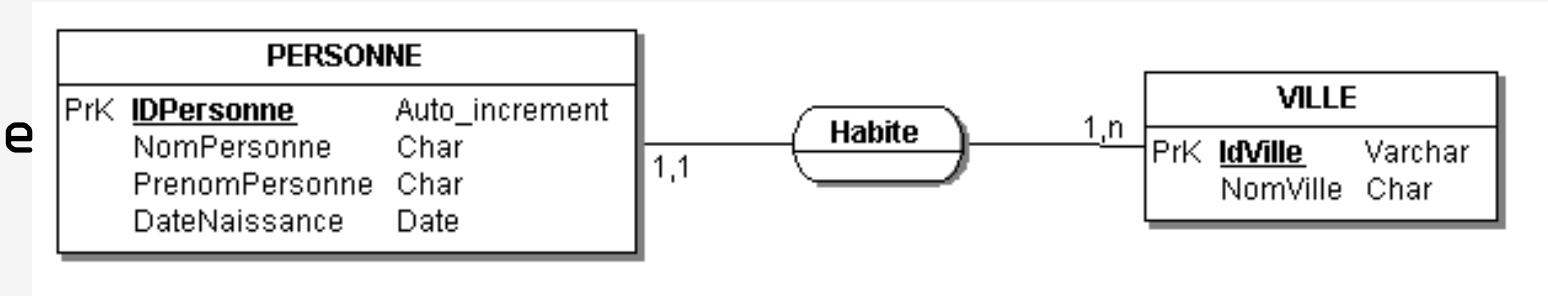
Une ville a au moins un habit



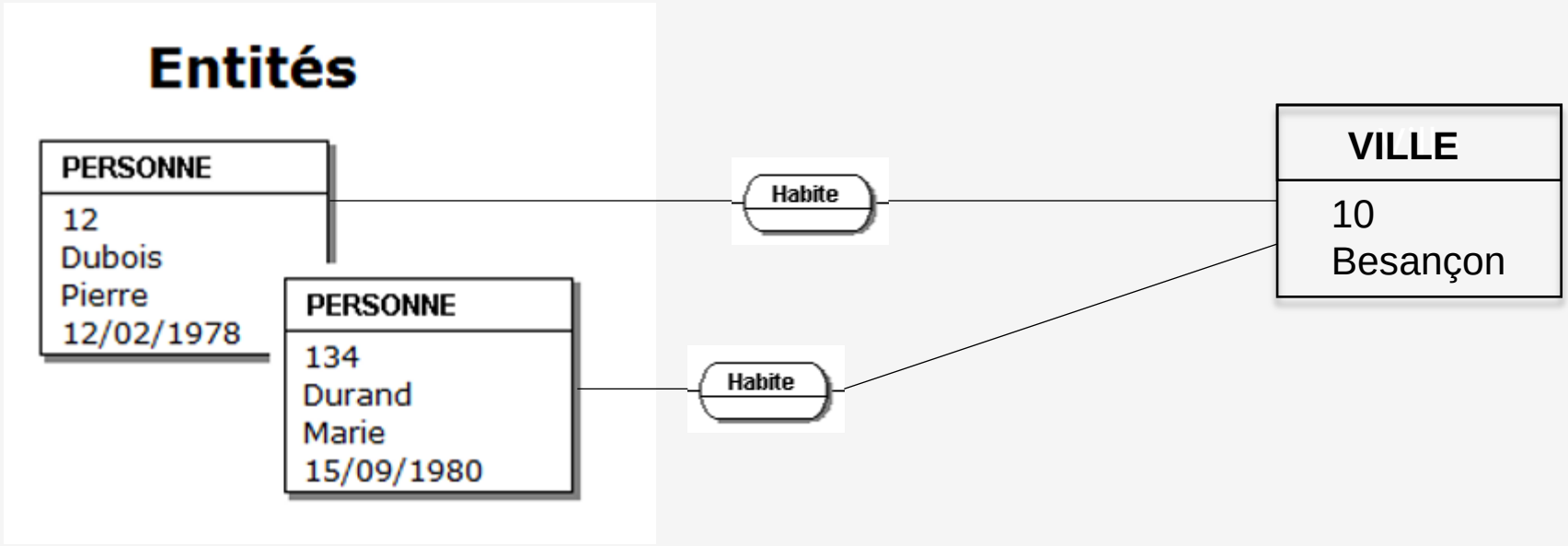
Une personne habite dans 1 et 1 seule ville

Association-type et association

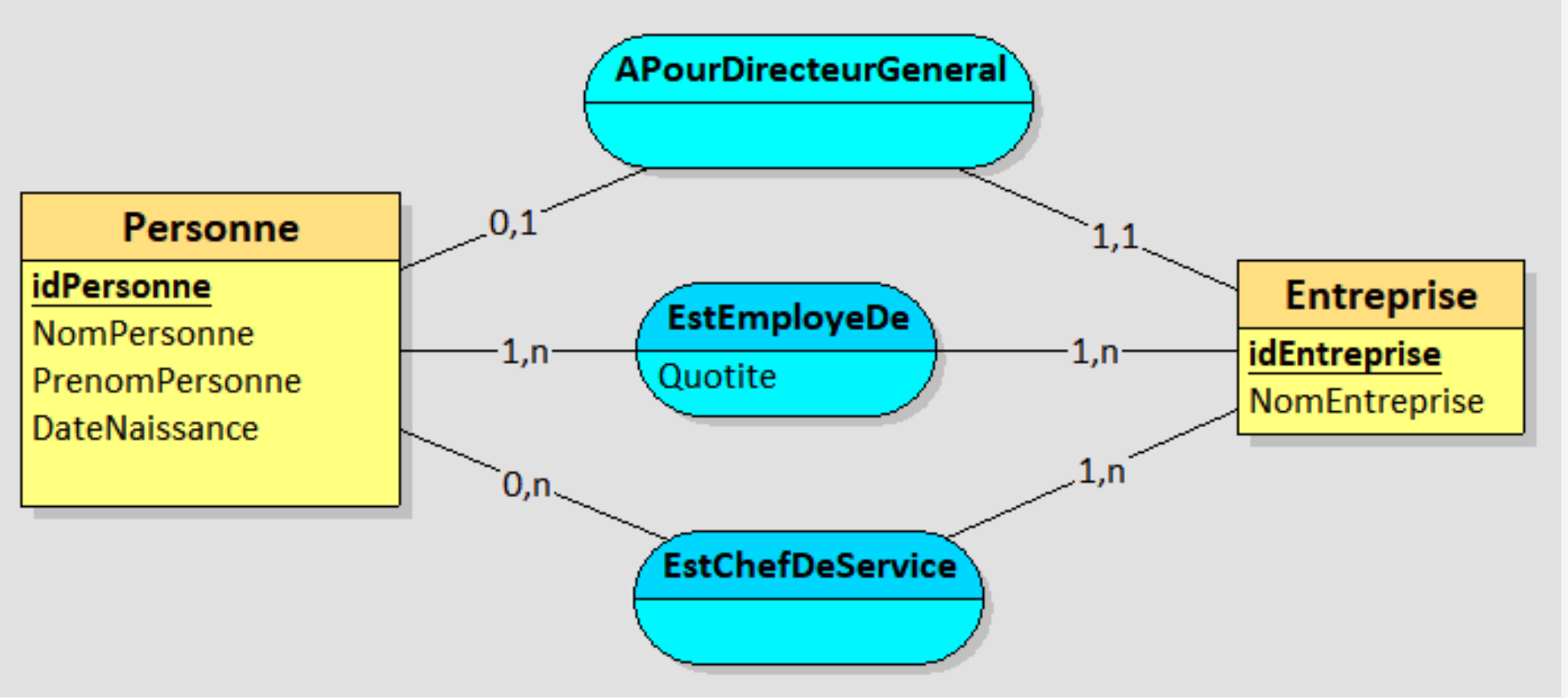
Association-type



Associations



Cardinalité d'une association-type

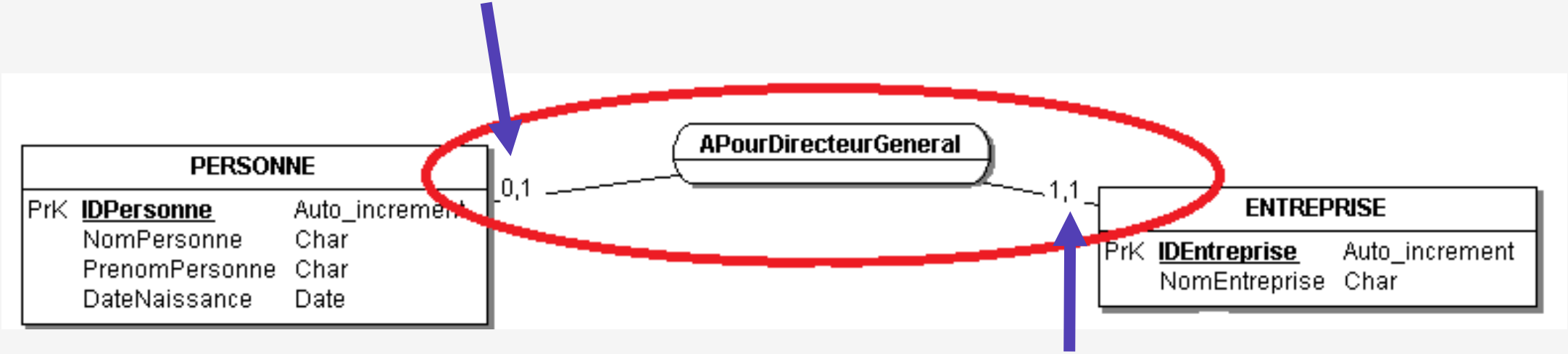


Que veulent dire ces cardinalités ?

Cardinalité d'une association-type

APourDirecteurGeneral :

Une personne peut être directeur général d'au plus une entreprise



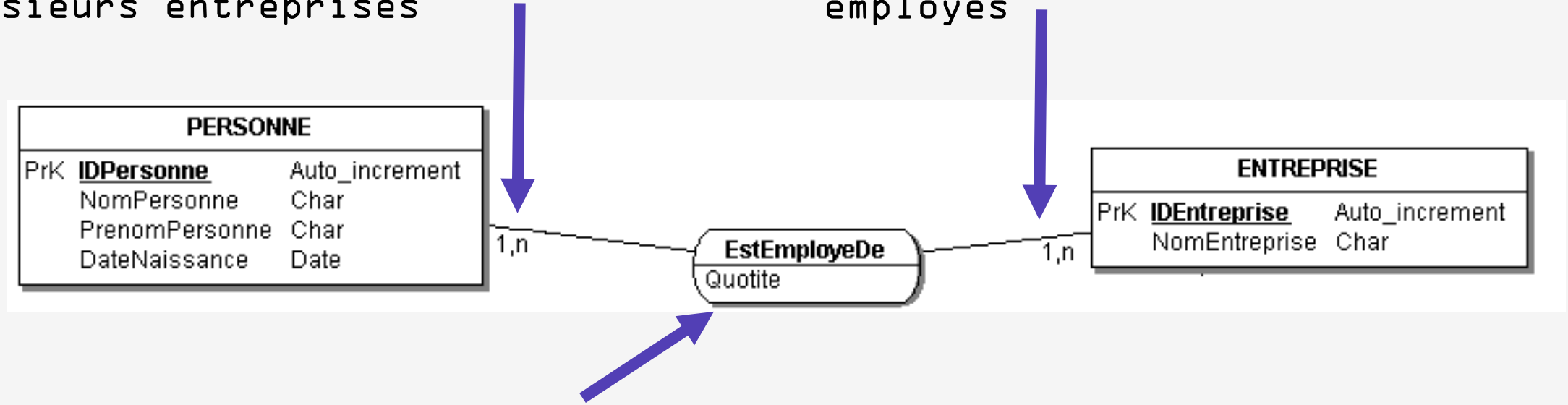
Une entreprise a un et un seul directeur général

Cardinalité d'une association-type

EstEmployeDe :

Une personne travaille dans une à plusieurs entreprises

Une entreprise a de un à n employés

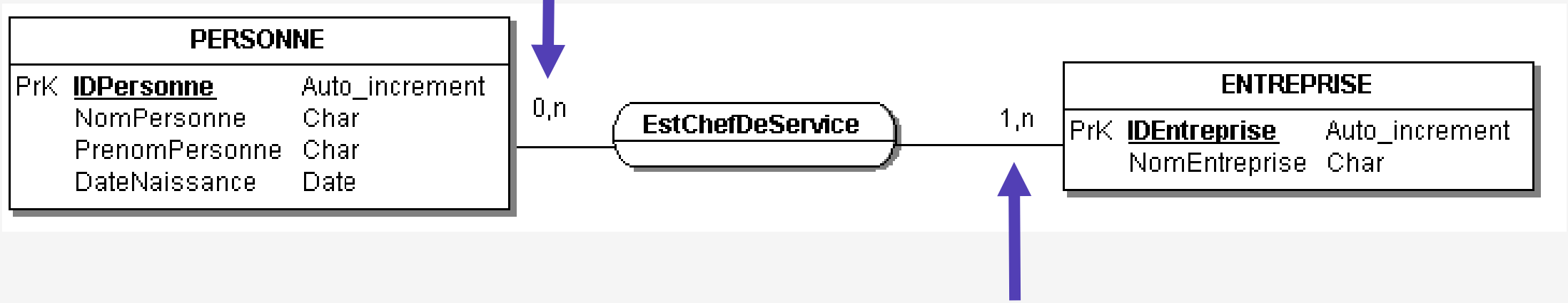


Quotite : attribut placé dans l'association type ***EstEmployeDe***
Chaque valeur de cet attribut dépend d'une personne et d'une entre

Cardinalité d'une association-type

EstChefService :

Une personne peut être chef de 0 à n services dans des entreprises

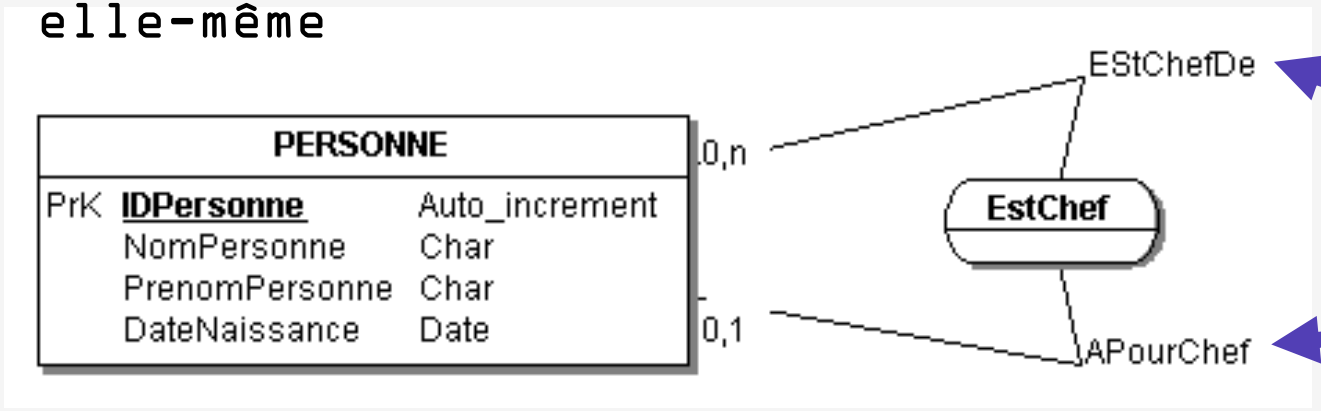


Une entreprise a 1 à n chefs de service

Associations-types particulières

Association-type binaire : associe deux entités-types

Association-type réflexive : associe une entité-type à elle-même

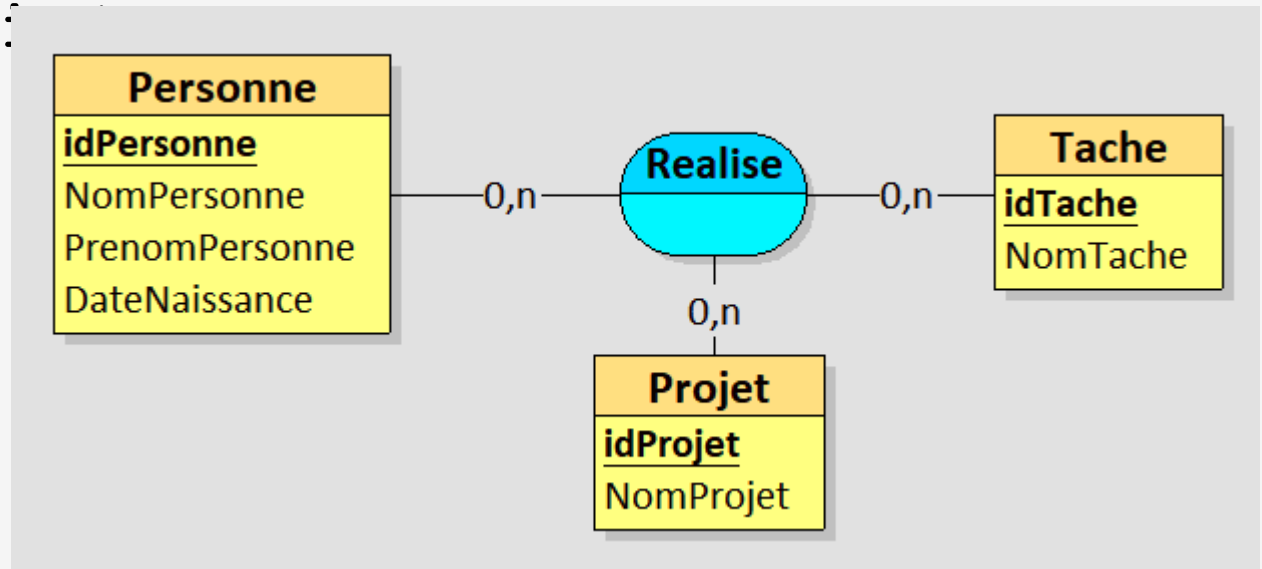


EstChefDe : une personne peut être chef de 0 à n personnes

APourChef : une personne peut avoir 0 ou 1 chef de service

Associations-types particulières

Association-type n-aire : associe plus de deux entités

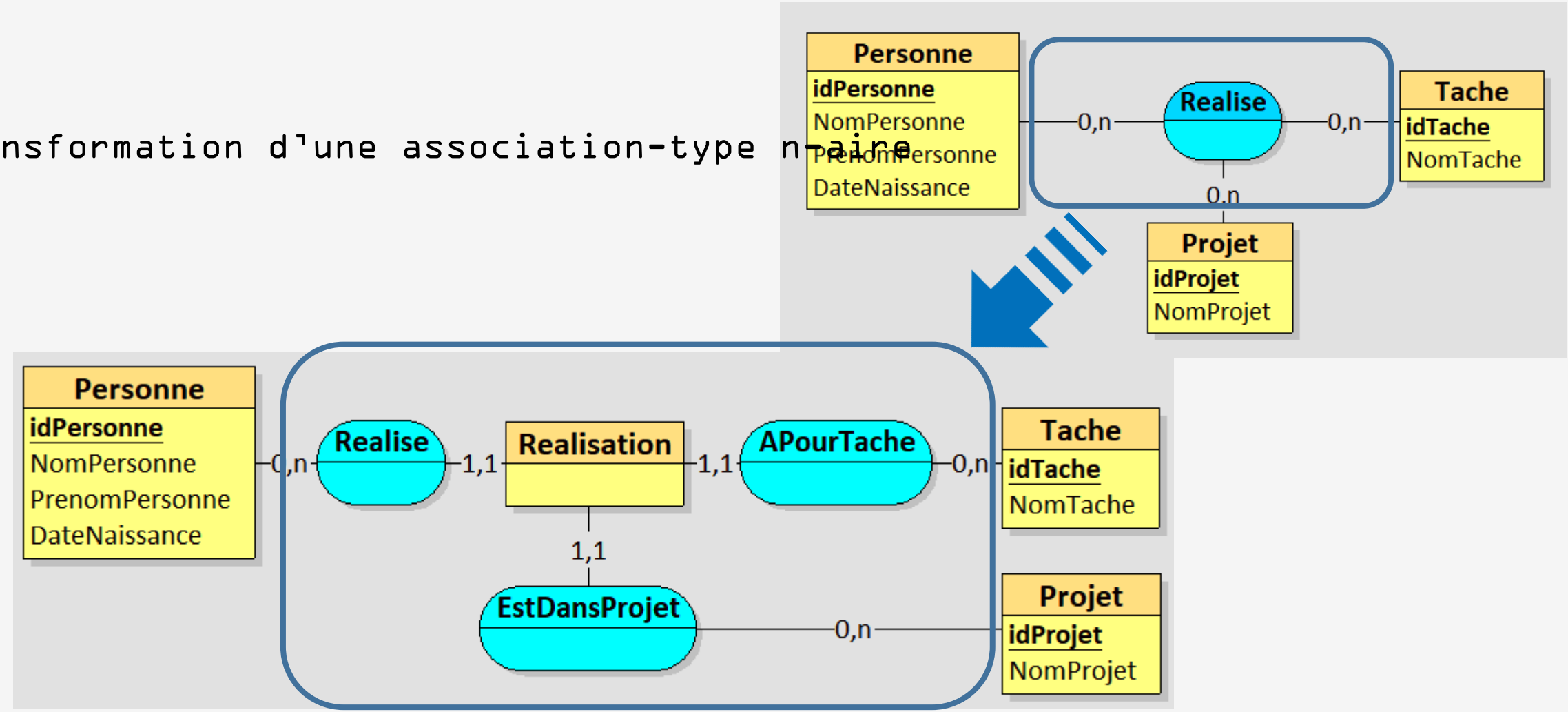


Pas de cardinalité maximale égale à 1

Une personne réalise de 0 à n tâches dans différents projets (

Associations-types particulières

Transformation d'une association-type n-aire



Construction d'un MCD : Les étapes

Recueil des besoins :
- Documents
- Cahier des charges

…

Tri de l'information :

Problèmes de
- synonymie
- polysémie des attributs

Identification des entités-type :
- Repérer les attributs servant d'identifiant
- Une entité a une existence propre

Identification des associations-type :
- Relier les entités-type.
- Regarder les associations type de cardinalité 1,1

Vérification du modèle :
- Normalisation

Construction d'un MCD : Quelques conseils

Choix des noms

- Entité-type : Nom au singulier
  - Personne, Entreprise, …
- Association-type : Verbe
  - Conjugué, à l'infinitif, avec un adverbe, …
- Attribut : Nom au singulier qui peut être complété avec le nom de l'entité type
  - NomClient, AdresseEntreprise, …

Choix des identifiants

- Eviter les identifiants
  - Composés de plusieurs attributs
  - Qui peuvent changer au cours du temps
  - De type chaine de caractères
- Privilégier les identifiants de type entier pour les entités type → Deviendront des clés primaires de type incrément automatique (auto-incrément) dans le SGBD

Dictionnaire des données

Document qui regroupe tous les attributs de la base de données

Pour chaque attribut on décrit :

- **Nom :** libellé décrivant l'attribut (ou pr
- **Descriptif :** décrit à quoi sert l'attribu
- **Type :** Caractères, Numérique, Date, Booléen, …
- **Taille :** Nombre de caractères, entier long, court, réel double, …
- **Information supplémentaire :** si nécessa

Peut servir pour la rédaction d'un DMP !!!

Informations supplémentaires : Standard utilisé, liste de valeurs, unité utilisée, …

NomPays, Nom du pays, Chaine de car., 50 CodePays, Code ISO 3166 du pays, Chaine de caractères, 3

Exemple : Les gauloiseries

Nom	Descriptif	Type	Taille	Informations supplémentaires
idPotion	Identifiant de la potion	Increment auto		Peut-on générer automatiquement les identifiants de potion ou existe-t-il déjà une façon de les identifier ?
poName	Nom de la potion	car	50	Si on a déjà des listes de valeurs regarder la longueur des noms de potions
poEffect	Effet de la potion	car	50	
poDuration	Durée d'effet de la potion	entier		Durée en minutes

Exemple : Les cinémas

Nom	Descriptif	Type	Taille	Informations supplémentaires
NumCinema	Identifiant du cinéma	Increment auto		Peut-on générer automatiquement les identifiants du cinéma ou existe-t-il déjà une façon de les identifier ?
NomCinema	Nom du cinéma	car	100	Si on a déjà des listes de valeurs regarder la longueur des noms de cinémas
VilleCinema	Commune sur laquelle le cinéma est situé	car	100	Voir si il existe des listes de villes de référence intéressantes
Adresse Cinema	Rue et autres éléments complémentaires	car	200	A-t-on besoin de décomposer l'adresse ?
Telephone Cinema	Numéro de téléphone du cinéma	car Num	10 Entier	On considère qu'il n'y a qu'un seul numéro de tel. par cinéma. A gérer plutôt en caractères qu'en numérique
CodePostal	Code postal	Num	Entier	Attention aux entiers (>= 32767)

Exemple : Les gauloiseries

Nous souhaitons manipuler les informations permettant de décrire des potions et leurs ingrédients.

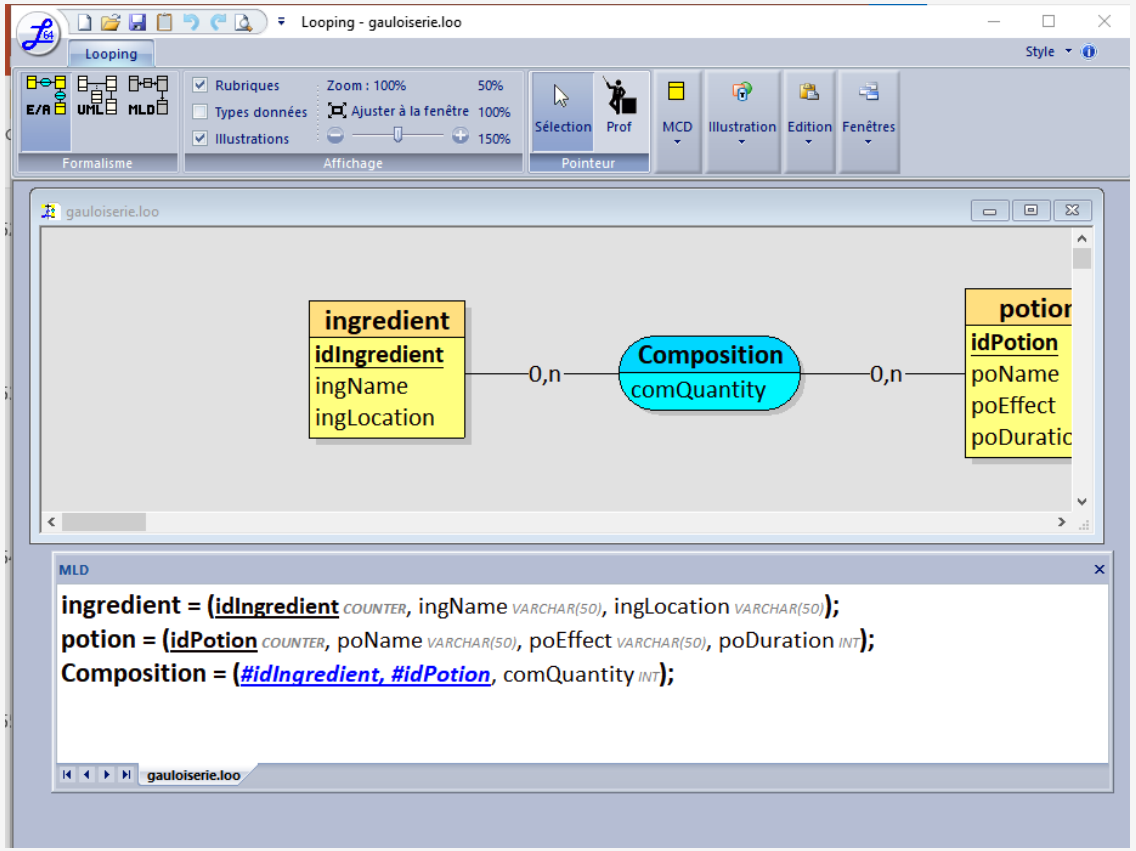
Une potion a un nom, un effet et une durée

Un ingrédient a un nom et un lieu de récolte

Un **ingrédient pour apparaitre dans la composition de plusieurs potions et une potion peut avoir dans sa composition plusieurs ingrédients.**

Construction du MCD

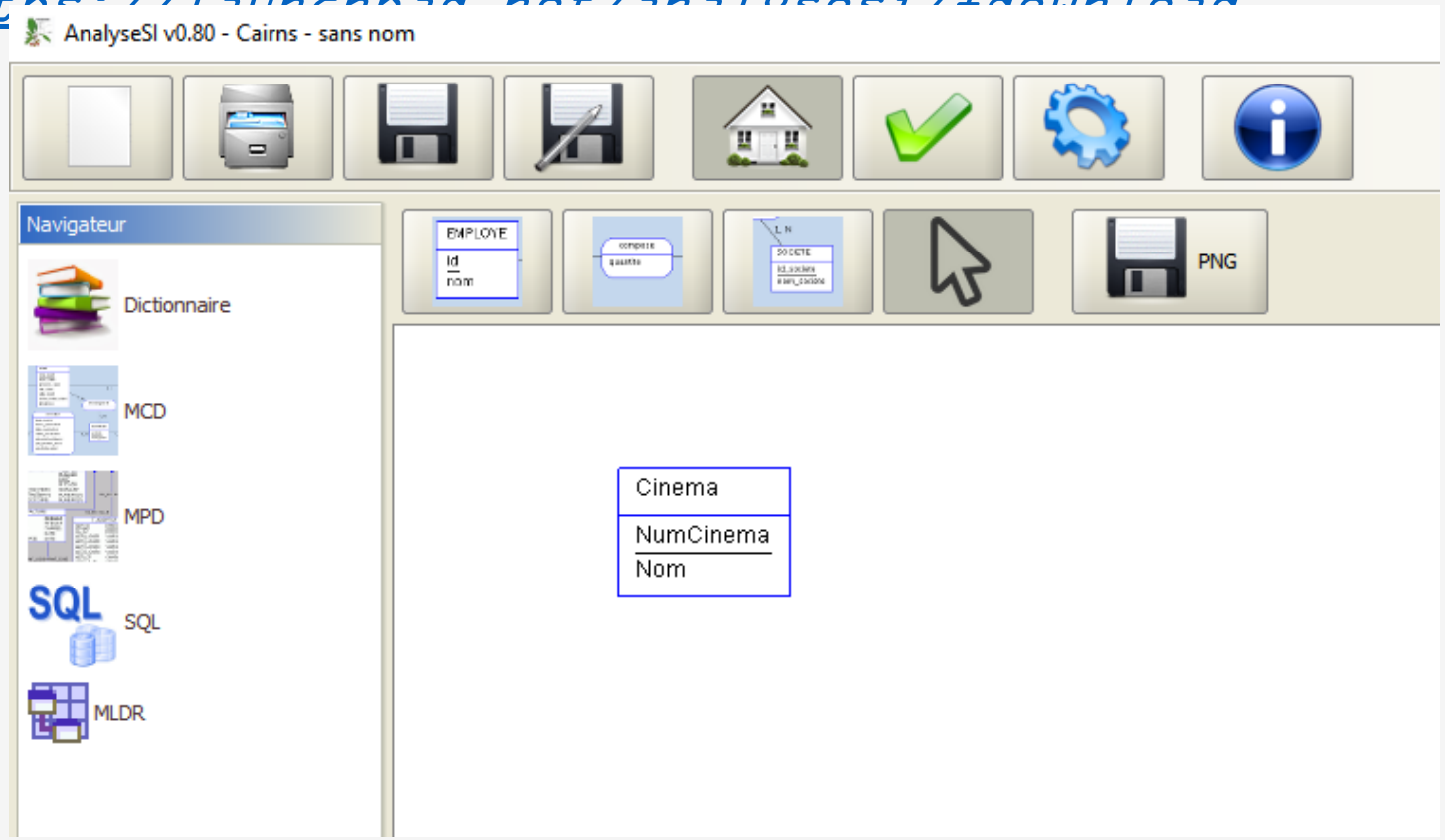
Looping : Outil libre https://www.looping-mcd.fr/#

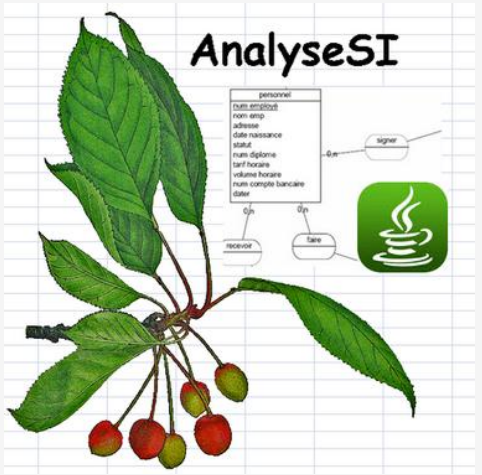


Construction du MCD

AnalyseSI : outil libre

https://launchpad.net/analysesi/+download

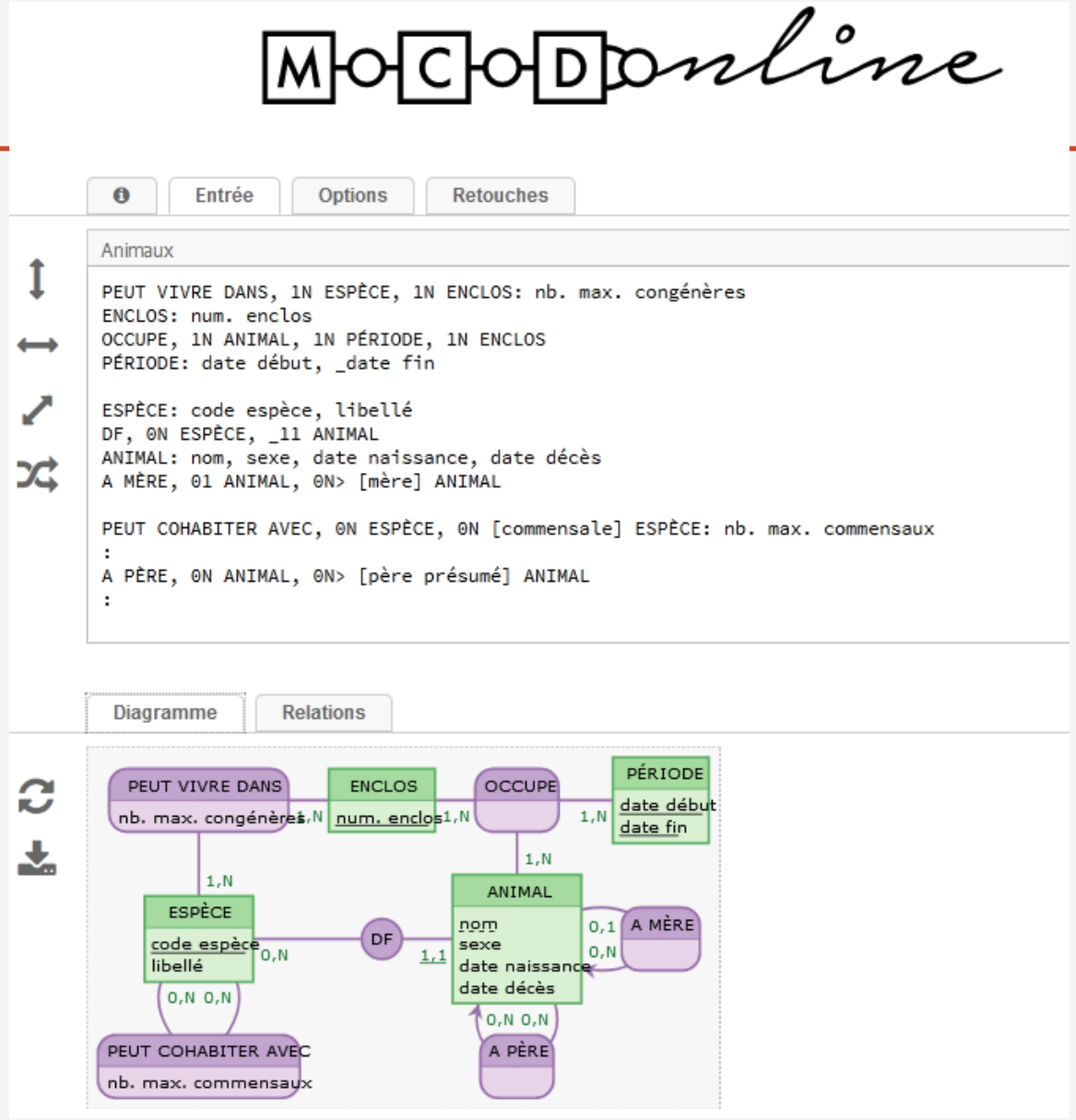




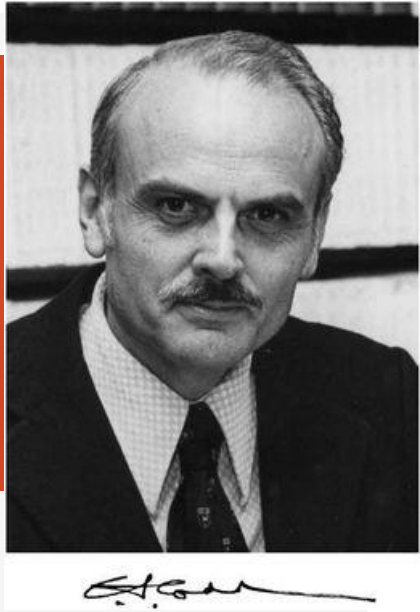
Construction du MCD

Mocodo : outil en ligne

http://www.mocodo.net/



Partie 3
Modèle relationnel

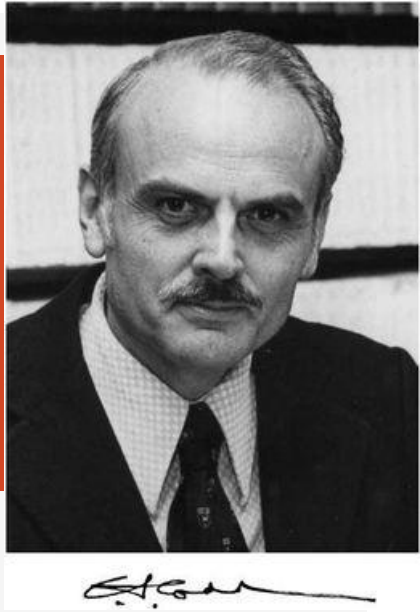


Définitions

Intégrité des données

Passage du MCD au modèle relationnel

Partie 3
Modèle relationnel



Définitions

Intégrité des données

Passage du MCD au modèle relationnel

La théorie relationnelle

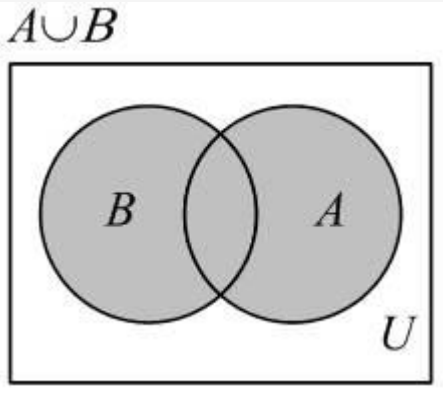
A relational model of data for large shared data banks

Author:  E. F. Codd Authors Info & Claims

Communications of the ACM, Volume 13, Issue 6 ● June 1970 ● pp 377–387 ● https://doi.org/10.1145/362384.362685

Approche basée sur la théorie mathématique des ensembles

Aucune modification révolutionnaire



Définitions

Base de données

Quesako ?

Connexion au serveur de bases de données

votre login est sdamy

Votre mot de passe pour l'acces à phpmyadmin est: ?????
Accedez a Phpmyadmin

https://coursbdd.univ-fcomte

Solution réservée aux membres de l'uFC

Connexion au serveur de bases de données

Il faut installer MySQL ou MariaDB sur votre machine

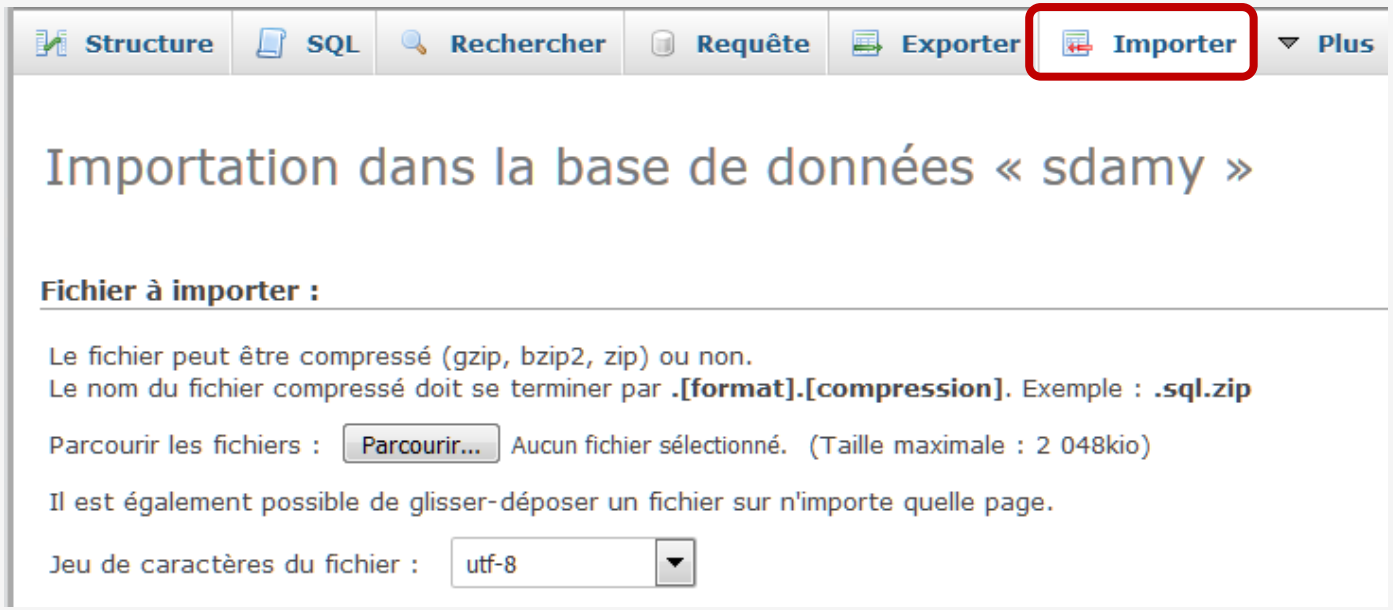
https://www.youtube.com/watch?v=trPjbiGRwbw

Pour les autres membres d'UBFC

Consulter une base de données

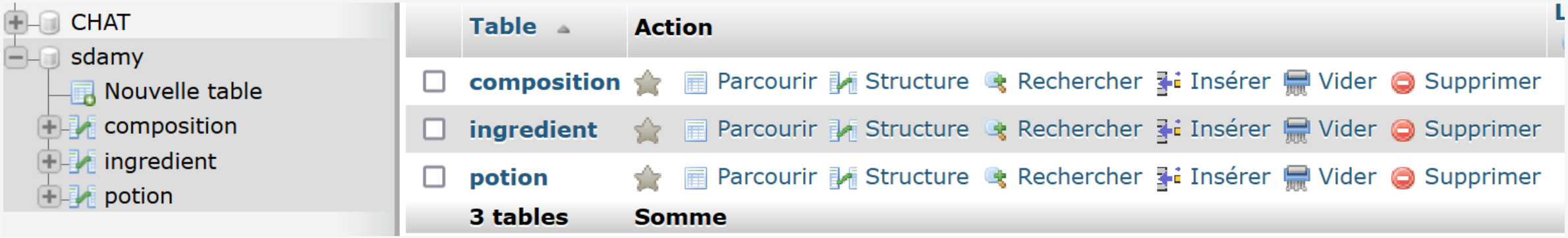
1ère étape : création de votre BD

Importez le fichier gauloiseries.sql (que je vous ai envoyé par mail) sous phpmyadmin



Consulter une base de données

Qui-a-t-il dedans ?



Consulter une base de données

Consultez le contenu de la table potion

Qui-a-t-il dedans ?

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

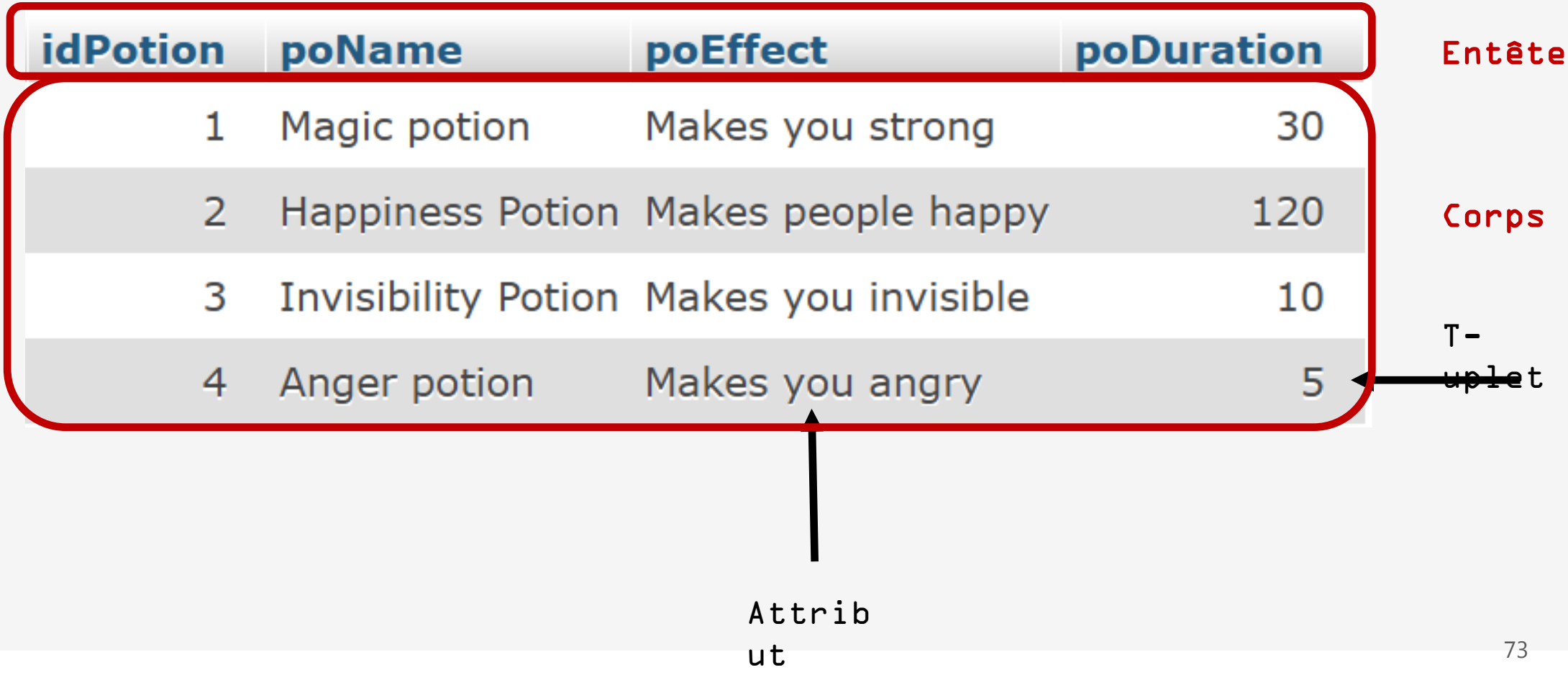
Définitions de base

Table : Une **table**, R, sur un ensemble de domaines D1, D2, …, Dn, est constituée de 2 parties :
- **l'en-tête** : ensemble fixé d'attributs.
- **le corps** : ensemble de t-uplets.

T-uplet : Un **t-uplet** correspond à une ligne

Attribut : Un attribut correspond à une colonne

Table


idPotion
poName
poEffect
poDuration
1
Magic potion
Makes you strong
30
2
Happiness Potion
Makes people happy
120
3
Invisibility Potion
Makes you invisible
10
4
Anger potion
Makes you angry
5
Entête
Corps
T-uplet
Attribut

Définitions

Domaine : Ensemble fini ou infini de valeurs dans lequel des attributs puisent leurs valeurs

Cardinalité : Nombre de t-uplets

Degré : Nombre d'attributs

Définitions

Domaine : Ensemble fini ou infini de valeurs dans lequel des attributs puisent leurs valeurs

Cardinalité : No

Degré : Nombre d

poName, poEffect : chaine de caractères

idPotion, poDuratio entiers

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

Définitions

Domaine : Ensemble fir
dans lequel des attrib

Cardinalité = 4

Degré = 4

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

Cardinalité : Nombre de t-uplets

Degré : Nombre d'attributs

Définitions

Clé : Groupe d'attributs dont la valeur permet d'identifier de manière unique tout t-uplet de la table.

Schéma relationnel : Ensemble de relations qui forment la base de données (noms différents)

Définitions

Clé : Groupe d'attributs dont la valeur permet d'identifier de manière unique tout t-uplet de la table.

Schéma relationnel : forment la base de do

Clé primaire

idPotion

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

Exemple de table : potion

Une potion a un identifiant, un nom, un effet et une durée d'effet

Les attributs de cette table sont :

idPotion, poName, poEffect et pol

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

La potion 4, appellée « Anger potion », rend furieux pendant 5 minutes

potion(*idPotion, poName,poEffect, poDuration)

Exemple de table : potion

Une potion a un identifiant, un nom, un effet et une durée d'effet

Les attributs de cette table sont :

idPotion, poName, poEffect et poDuration

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

potion(*idPotion, poName,poEffect, poDuration)

Nom de la table

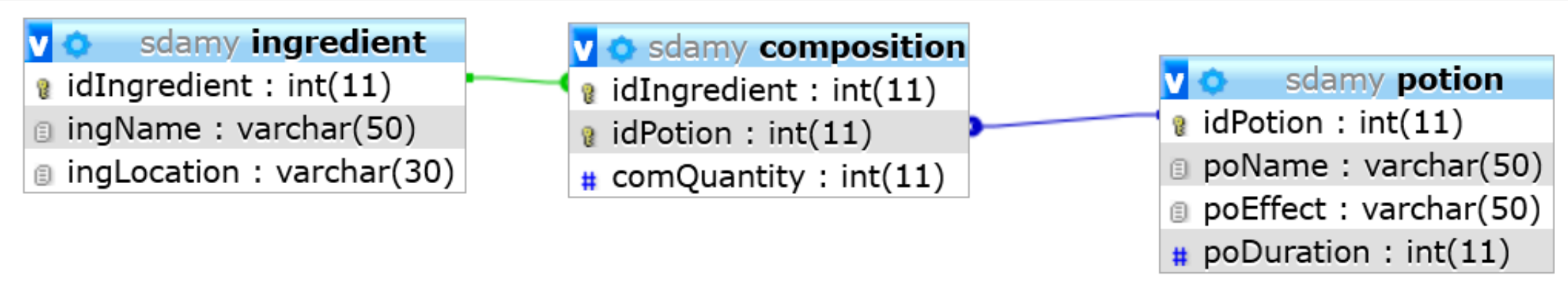
Clé de la table

Tables potion et ingredient

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

Schéma relationnel Gauloiseries



potion(*idPotion, poName, poEffect, poDuration)

ingredient(*idIngredient, ingName, ingLocation)

Définitions

Propriétés des tables

Propriétés des relations

Définition mathématique de la notion de relation

- Pas de duplication de t-uplets
- Les t-uplets ne sont pas ordonnés
- Les attributs ne sont pas ordonnés
- Les valeurs des attributs sont atomiques
- Les valeurs d'un attribut font toutes parties d'un même domaine

Pas de duplication de t-uplets

Ensemble des t-uplets d'une table = ensemble au sens mathématique

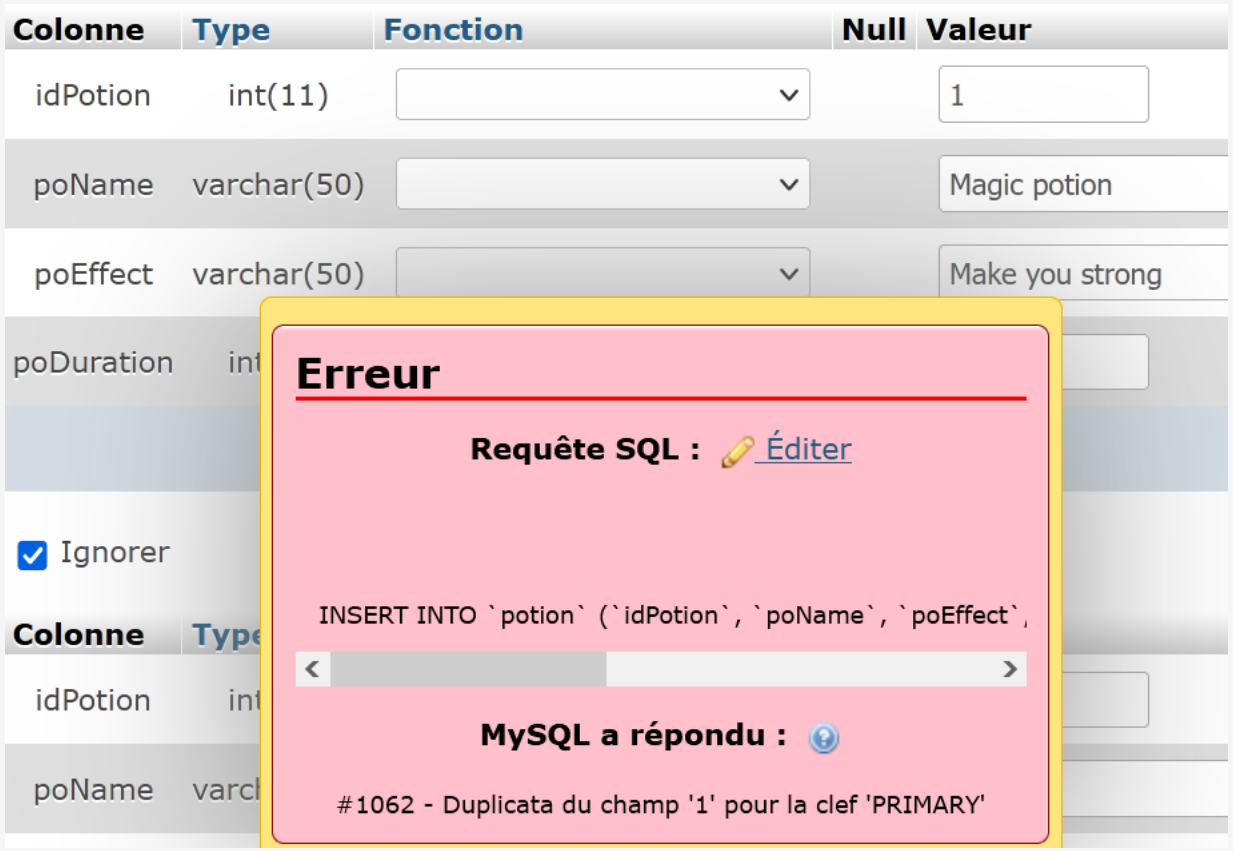
Une même valeur ne peut pas apparaître deux fois dans un ensemble.

➔ Toute table possède une clé

Ajout de données dans potion

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

On ne peut pas avoir 2 t-uplets avec la même valeur



Les t-uplets ne sont pas ordonnés

Ensemble des t-uplets d'une table = Ensemble au sens mathématique.

Les t-uplets ne sont pas ordonnés.

➔ Il n'existe pas de 2° t-uplet dans une table, pas plus que de t-uplet suivant.

Table potion

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5
5	test	test	2

idPotion	poName ▲ 1	poEffect	poDuration
4	Anger potion	Makes you angry	5
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
1	Magic potion	Makes you strong	30
5	test	test	2

Les attributs ne sont pas ordonnés

L'en-tête d'une table = ensemble d'attributs.

Comme pour les t-uplets, les attributs ne sont pas ordonnés.

➔ Les attributs sont référencés par un **nom** et non par une position dans l'en-tête.

Table potion

idPotion	poName	poEffect	poDuration

=

poEffect	idPotion	poDuration	poName

Les valeurs des attributs sont atomiques

Les domaines contiennent des valeurs atomiques

Dans une table à l'intersection d'une ligne et d'une colonne il ne peut y avoir qu'une seule valeur

➔ table normalisée : 1° forme normale

table potion

*idPotion	poName	poEffect	poDuration
1, 2	Magic potion	Makes you strong	30
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10, 20
4	Anger potion	Makes you angry, Makes people happy	15

Cit_ID	Cit_Author	Year	Citation
1	Sitting Bull	1880	Lorsque la dernière goutte d'eau sera polluée, le dernier animal chassé et le dernier arbre coupé, l'homme blanc comprendra que l'argent ne se mange pas

Domaine unique

Dans une table les valeurs possibles d'un attribut sont données par son domaine

Pas d'association de plusieurs domaines à un même attribut (pas d'union de type)

Domaine unique : table potion

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Valeur par défaut	Commentaires	Extra
1	**idPotion** 🔑	int(11)			Non	*Aucun(e)*		AUTO_INCREMENT
2	**poName**	varchar(50)	utf8_bin		Non	*Aucun(e)*		
3	**poEffect**	varchar(50)	utf8_bin		Non	*Aucun(e)*		
4	**poDuration**	int(11)			Non	*Aucun(e)*		

Domaines

poDuration ne peut pas prendre la valeur 'ND' ou '??' si l'utilisateur ne la connait pas. C'est un entier.

Définitions

Propriétés des schémas relationnels

Propriétés du schéma relationnel

Noms des tables et des attributs uniques :

- Schéma de base de données = Ensemble de tables
- Table = Ensemble d'attributs

Il n'est pas possible d'avoir deux fois le même élément dans un ensemble

- Référencement ambigu

Propriétés du schéma relationnel

Une table a un nom unique dans le schéma relationnel

Un attribut a un nom unique dans une table

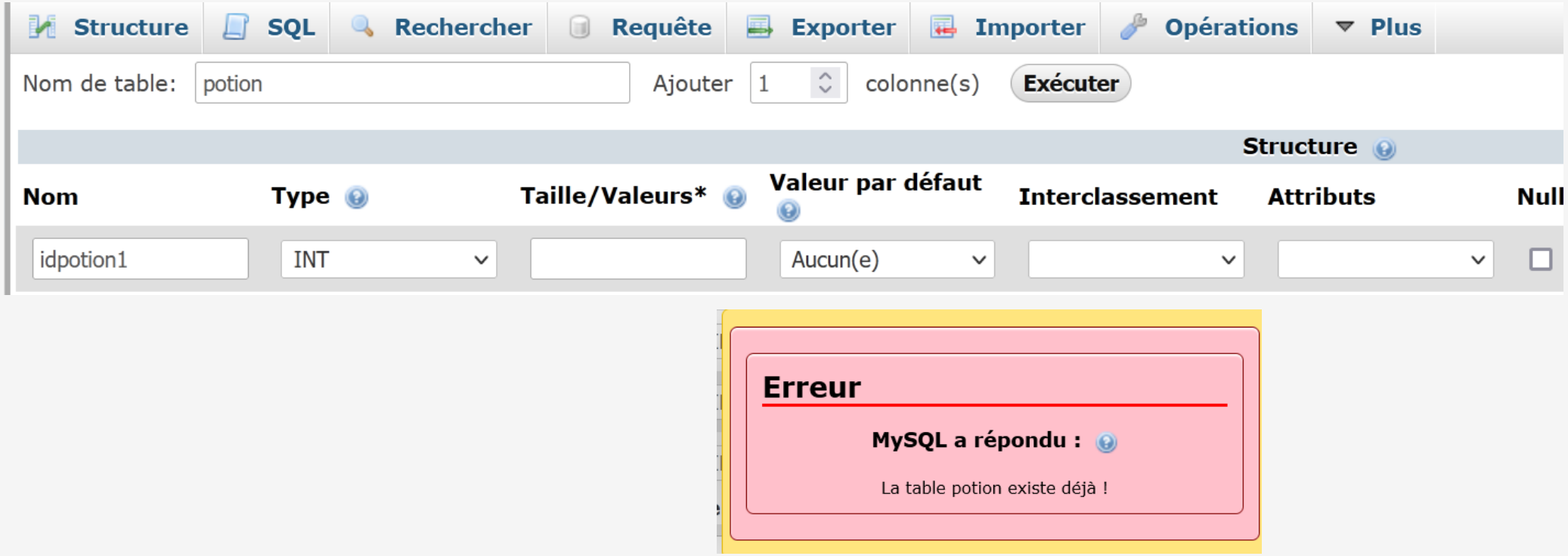
Propriétés du schéma relationnel

◊n ne peut pas avoir 2 tables portant le nom « potion »

◊n ne peut pas avoir 2 attributs dans la table « potion » portant le nom « poName »

Propriétés du schéma relationnel

Créer une nouvelle table « potion »



Base de données « Gauloiseries »

potion(*idPotion, poName, poEffect, poDuration)

ingredient(*idIngredient, ingName, ingLocation)

composition(*idingredient, idPotion,
comQuantity)

Compréhension du modèle

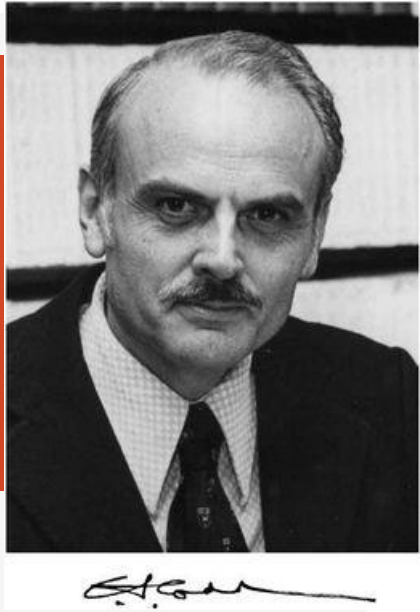
Pouvez-vous donner la recette de la potion magique ?

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5
5	test	test	2

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

Partie 3
Modèle relationnel



Définitions

Intégrité des données

Passage du MCD au modèle relationnel

Intégrité des données

Intégrités des données ?

Intégrité des données relationnelles

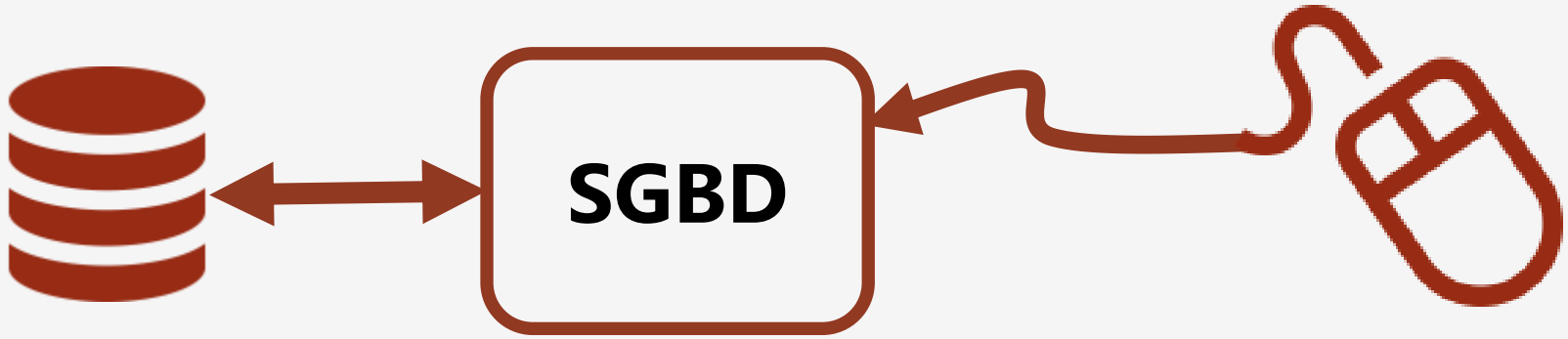
Une base de données contient une configuration particulière des valeurs de données

Certaines configurations de valeurs n'ont pas de sens

➔ Définition d'une base de données étendue pour inclure certaines **contraintes dites d'intégrité**

Intégrité des données

Contraintes d'intégrité : règles qui permettent au SGBD de **conserver automatiquement la cohérence de la base de données**



Intégrité des données relationnelles

Comment ?

- en vérifiant les données lors de leur chargement,
- en vérifiant les données lors de toute modification (saisie, mise à jour),
- en répercutant certaines mises à jour entre tables,
- en gérant les références entre tables.

Les 4 règles d'intégrité des données

Contraintes d'intégrité :

- Unicité de clé
- Contraintes de domaine
- Contraintes de références
- Intégrité des entités

Intégrité des données

Notions préliminaires : clé, lien, NULL

Les clés relationnelles

Clé : Ensemble d'attributs de la table qui identifie chaque t-uplet de la table

- Super-clé
- Clé candidate
- Clé primaire
- Clé étrangère

Super-clé

Une **super-clé** pour une table R est un sous-ensemble de l'ensemble des attributs de R qui identifie de façon unique chaque t-uplet de R

Une super-clé possède la Propriété d'unicité :

Il n'existe pas deux t-uplets distincts de R ayant la même valeur pour cet ensemble d'attributs

Super-clés de potion

potion(idPotion, poName, poEffect, poDuration)

Deux potions ne peuvent pas avoir le même idPotion →(idPotion) est une super-clé de potion.

Deux potions ne peuvent pas avoir le même idPotion et le même nom → (idPotion, poName) est une super-clé de potion.

Les clés candidates

Une clé candidate pour une table R, est une super-clé irréductible

Propriété d'irréductibilité : Un ensemble d'attributs K est **irréductible** si aucun sous-ensemble strict de K n'est une super-clé

Clés candidates de potion

potion(idPotion, poName, poEffect, poDuration)

(idPotion) est une super-clé de potion :

Clé réduite à un seul attribut → Irréductible

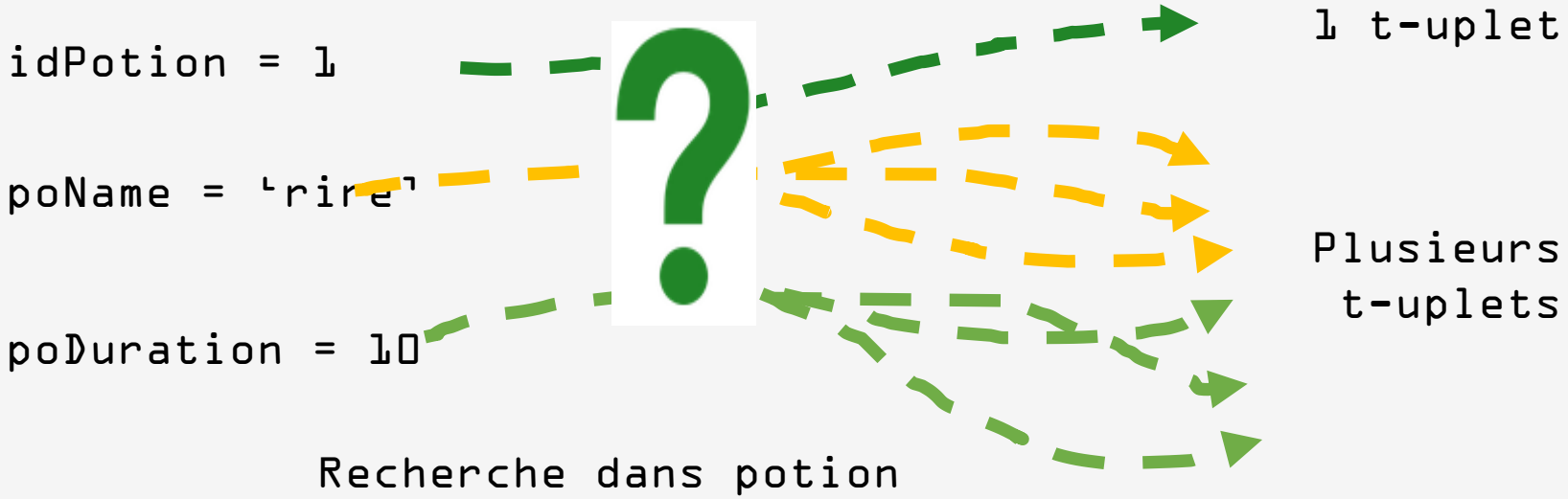
→ Clé candidate

(idpotion, poName) est une super-clé de potion : Non irréductible → Non clé candidate

Les clés candidates

Les clés candidates fournissent un **mécanisme d'adressage** dans la table, car elles permettent de repérer **un** t-uplet dans

idpotion est la clé de potion



Les clés primaires

Une clé primaire est une clé choisie arbitrairement parmi les clés candidates

Il est possible d'avoir plusieurs clés candidates pour une table

→ Introduction de la notion de clé primaire, qui elle, est unique pour une table donnée

Clé primaire de potion

Ajoutez dans la table potion le t-uplet :

- idPotion = 10
- poName = Magic potion
- poEffect = Makes you strong
- poDuration = 30

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5
5	test	test	2

idPotion différents => T-uplets différents pour le SGBD

Clé primaire de potion

Ajoutez dans la table potion le t-uplet :

- idPotion = 1
- poName = Laughing potion
- poEffect = Makes you laugh
- poDuration = 50

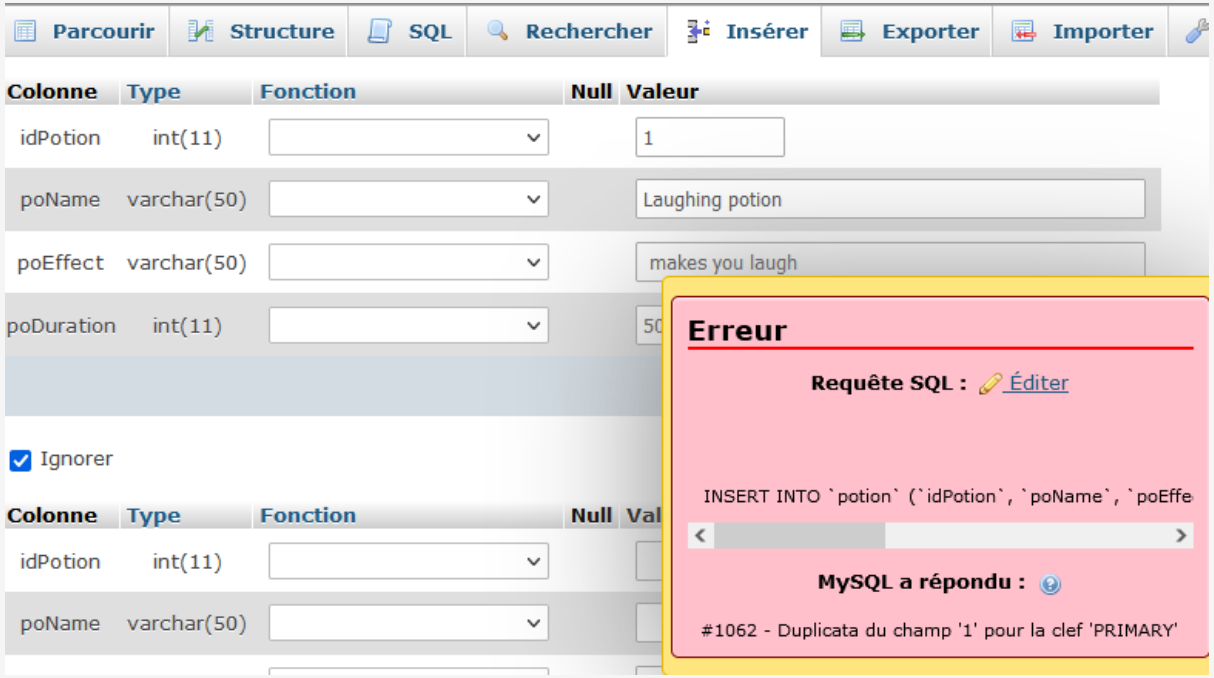
idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5
5	test	test	2

idPotion égaux => Mêmes T-uplets pour le SGBD

Clé primaire de potion

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

On ne peut pas avoir 2 t-uplets avec la même valeur de la clé idPotion



Les clés étrangères

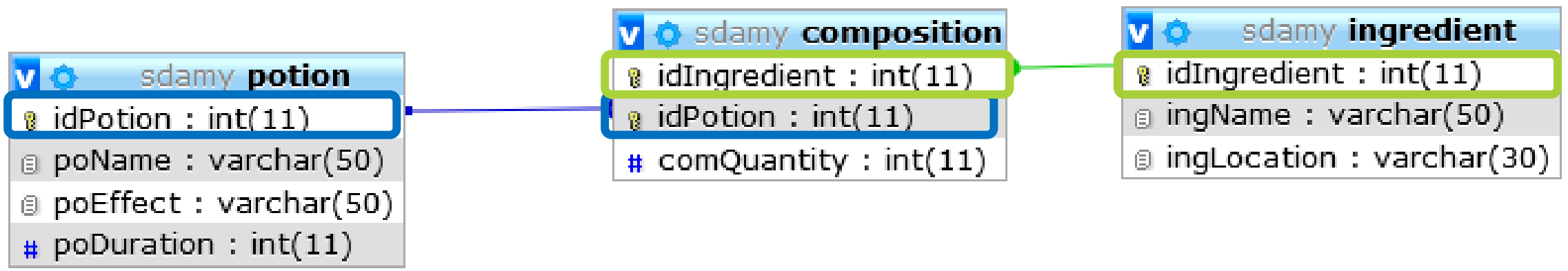
Certains attributs ou ensemble d'attributs peuvent apparaître dans plusieurs relations

Une clé étrangère est un ensemble d'attributs d'une relation S qui est clé candidate d'une relation C

On parle de lien entre les relations S et C

Les clés étrangères

Certains attributs ou ensemble d'attributs peuvent apparaître dans plusieurs tables



Saisie de données dans composition

Essayez de saisir des informations telles que :

- idPotion = 2, idIngredient = 1 et comQuantity = 2
- idPotion = 15, idIngredient = 1 et ComQuantity = 1
- idPotion = 2, idIngredient = 12 et ComQuantity = 1

Que se passe-t-il ?

Base de données Gauloiseries

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5
5	test	test	2

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

Les clés relationnelles

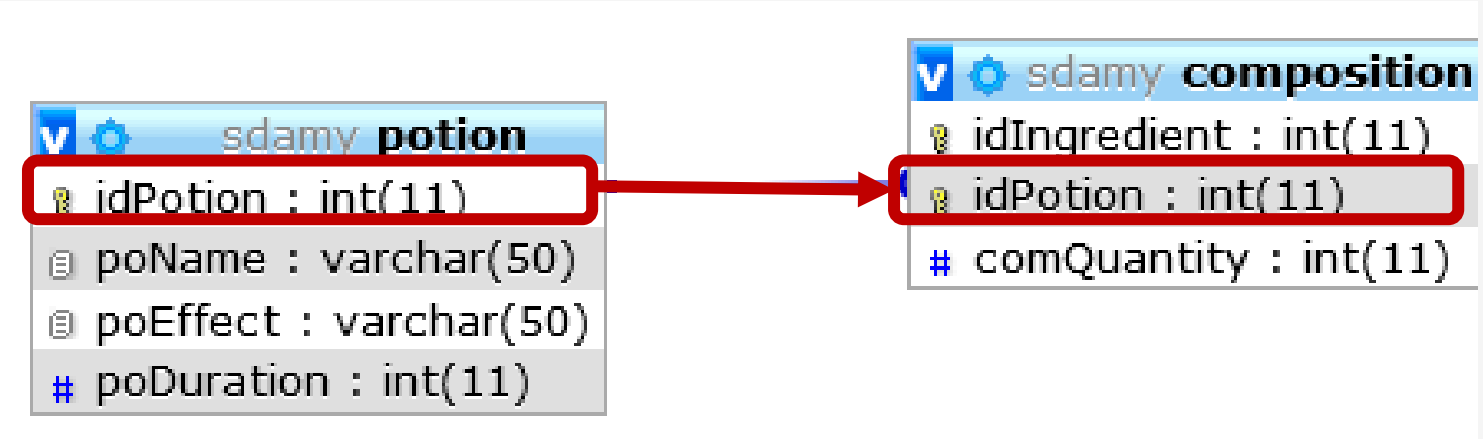
Soit C une table (cible), une **clé étrangère** dans C est un sous-ensemble EtrC, de l'ensemble des attributs de C, tel que :

- Il existe une table S (source) avec une clé candidate CleS,
- et à tout instant, chaque valeur de EtrC dans la tableC, est identique à une valeur de CleS dans la table S.

On définit un lien entre les tables S(ource) et C(ible).

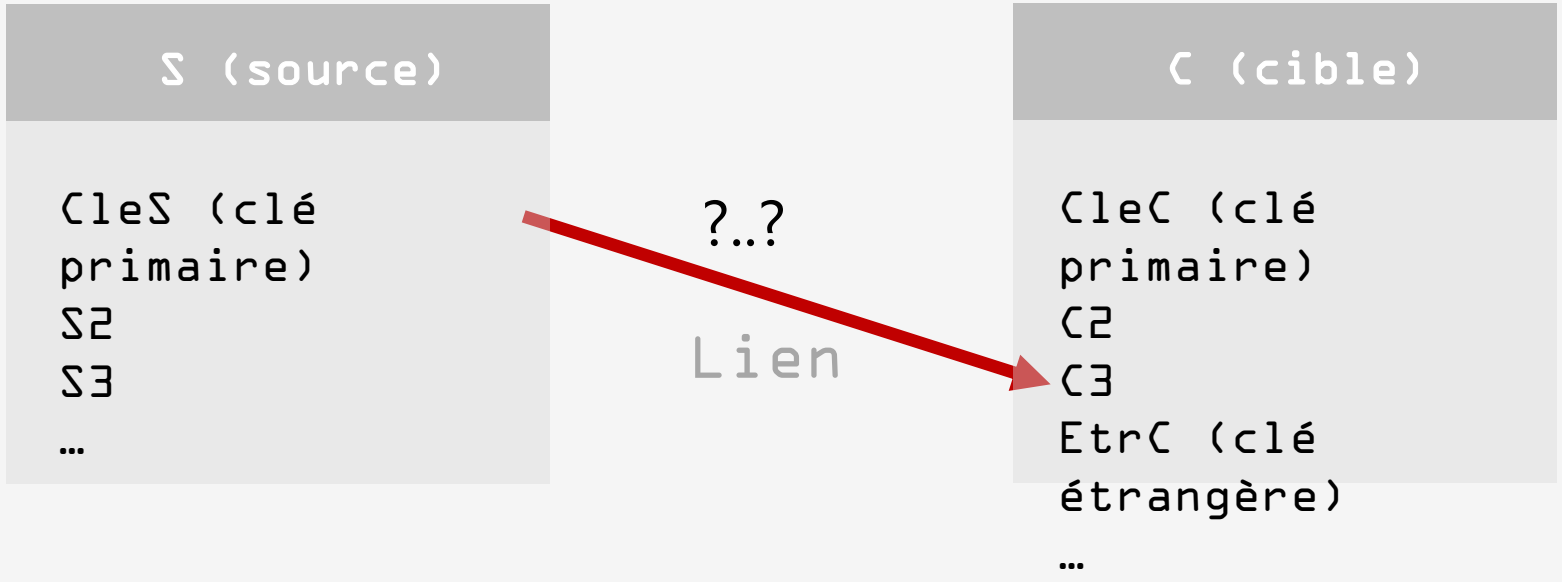
Les clés étrangères

Certains attributs ou ensemble d'attributs peuvent apparaître dans plusieurs tables



Source → Cible

Représentation d'un lien



S(CleS, S1, ...)[CleS] (? .. ?) → [EtrC]

R(C1, ..., EtrC, …)

Les clés relationnelles

Différents types de liens selon le nombre de fois où la valeur de la clé primaire peut apparaître en tant que clé étrangère dans la relation cible

Lien 1..n : une valeur de la clé candidate peut apparaître 0 à n fois en tant que clé étrangère

Lien 1..1 : une valeur de la clé candidate ne peut apparaître qu'une et une seule fois en tant que clé étrangère

Les clés relationnelles

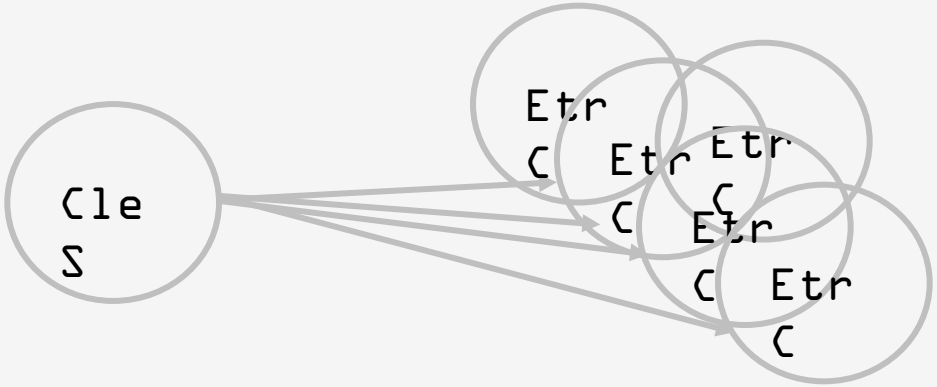
Différents types de liens selon le nombre de fois où la valeur de la clé primaire peut apparaître en tant que clé étrangère dans la relation cible

Lien 1..n : une valeur de la clé candidate peut apparaître 0 à n fois en tant que clé étrangère

Lien 1..1 : une valeur de la clé candidate ne peut apparaître qu'une et une seule fois en tant que clé étrangère

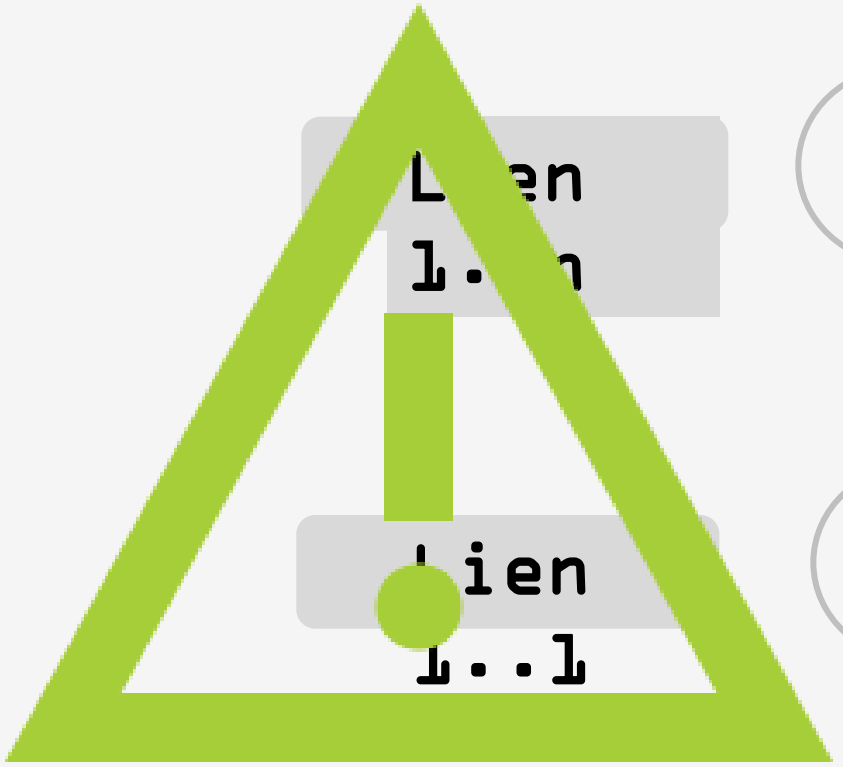
Les clés relationnelles

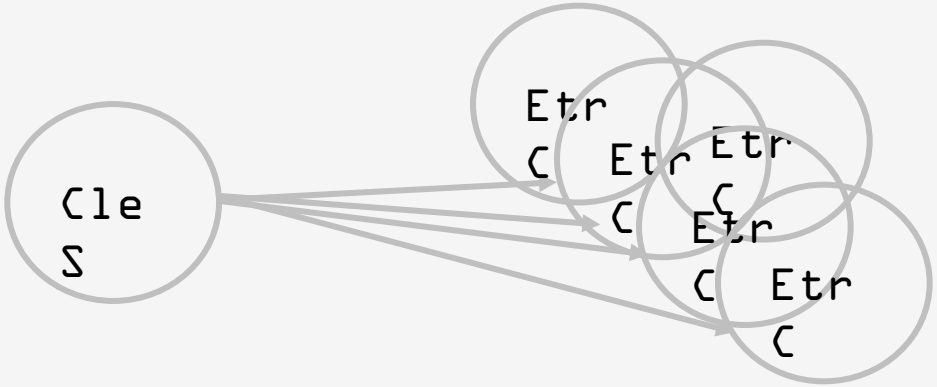
Lien 1..n

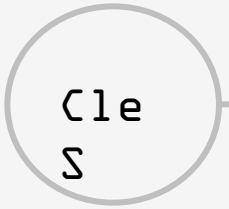


Lien 1..1

Les clés relationnelles







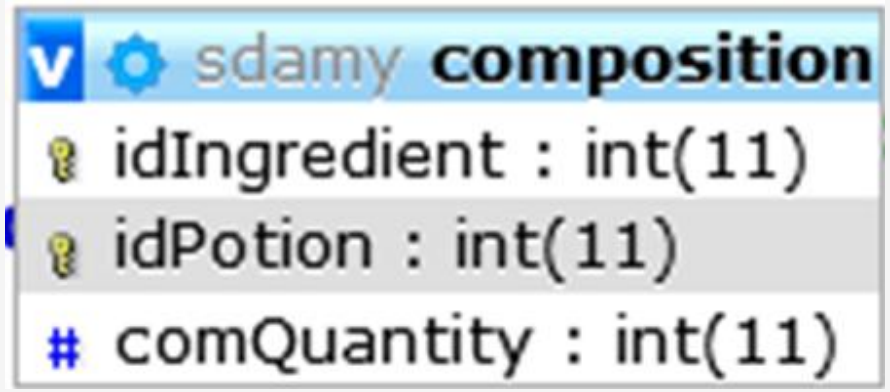
Les liens vus en modélisation relationnelle et les pattes d'une association sont deux concepts différents

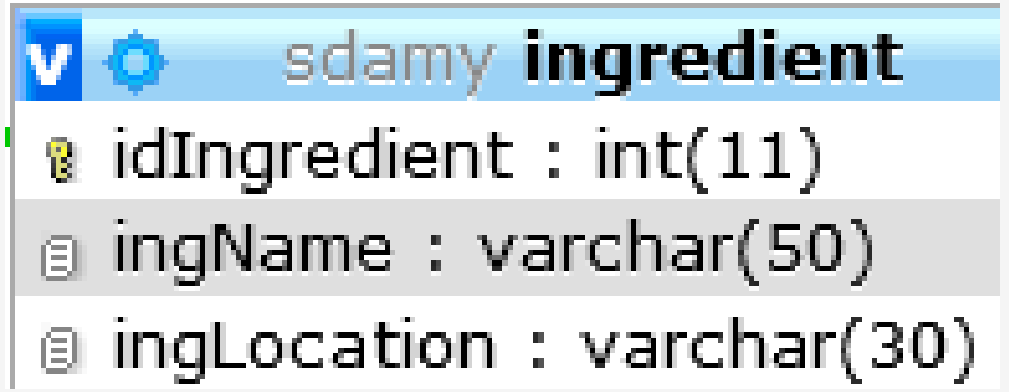
Définition de lien entre relations

Un lien est toujours défini d'une clé primaire vers une clé étrangère.

J'ai une valeur dans **une** relation (clé primaire) elle peut être référencée dans une autre table (clé étrangère).

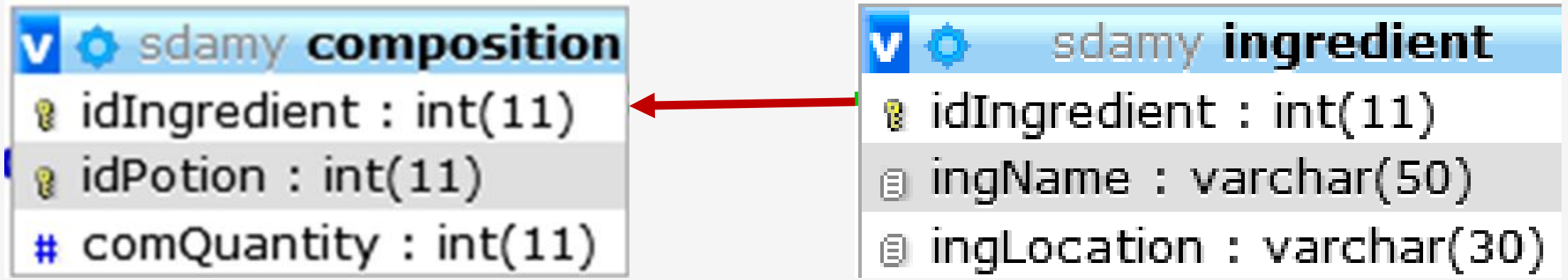
Lien entre ingredient et composition





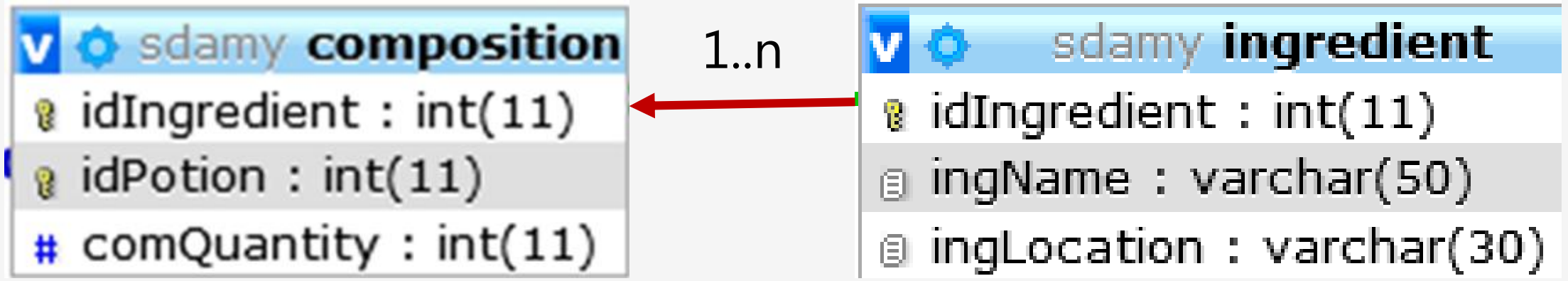
Lien entre ces tables : Quel sens ?

Lien entre ingredient et composition



Quel type de lien : 1..1 ou 1..n ?

Lien entre ingredient et composition



Type de lien : 1..n

Valeur NULL

Pas toujours possible de renseigner complètement toutes les données d'une base de données

➔ Introduction de la valeur NULL

NULL : valeur conventionnelle introduite dans une relation lorsque que la valeur d'un des attributs est inconnue ou inapplicable.

Représente l'absence de valeur

Valeur NULL

Conception de la base de données : on précise si un attribut est autorisé ou non à prendre la valeur NULL

- Si l'attribut peut prendre la valeur NULL, cette valeur lui sera attribuée automatiquement par le SGBD, dès que l'utilisateur ne précisera pas la valeur de l'attribut
- Dans le cas contraire le SGBD rejettera tout t-uplet où la valeur de l'attribut ne serait pas renseignée

Valeur NULL

Conception de la base de données : on précise si un attribut est autorisé ou non à prendre la valeur NULL

Nom	Type	Taille/Valeurs*	Valeur par défaut	Interclassement	Attributs	Null	Ajuster les privilèges
poName	VARCHAR	50	Aucun(e)	utf8_bin		☐	☐
poEffect	VARCHAR	50	NULL	utf8_bin		☑	☑

Ajout de donnée

Colonne	Type	Fonction	Null	Valeur
idPotion	int(11)			
poName	varchar(50)			
poEffect	varchar(50)		☑	
poDuration	int(11)		☑	

Exécuter

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5
12		*NULL*	*NULL*

Intégrité des données

Règles d'intégrité

L'unicité de clé

Première règle d'intégrité, basée sur les notions

- de **clé candidate**
- et de **clé primaire**

Règle de l'unicité de clé

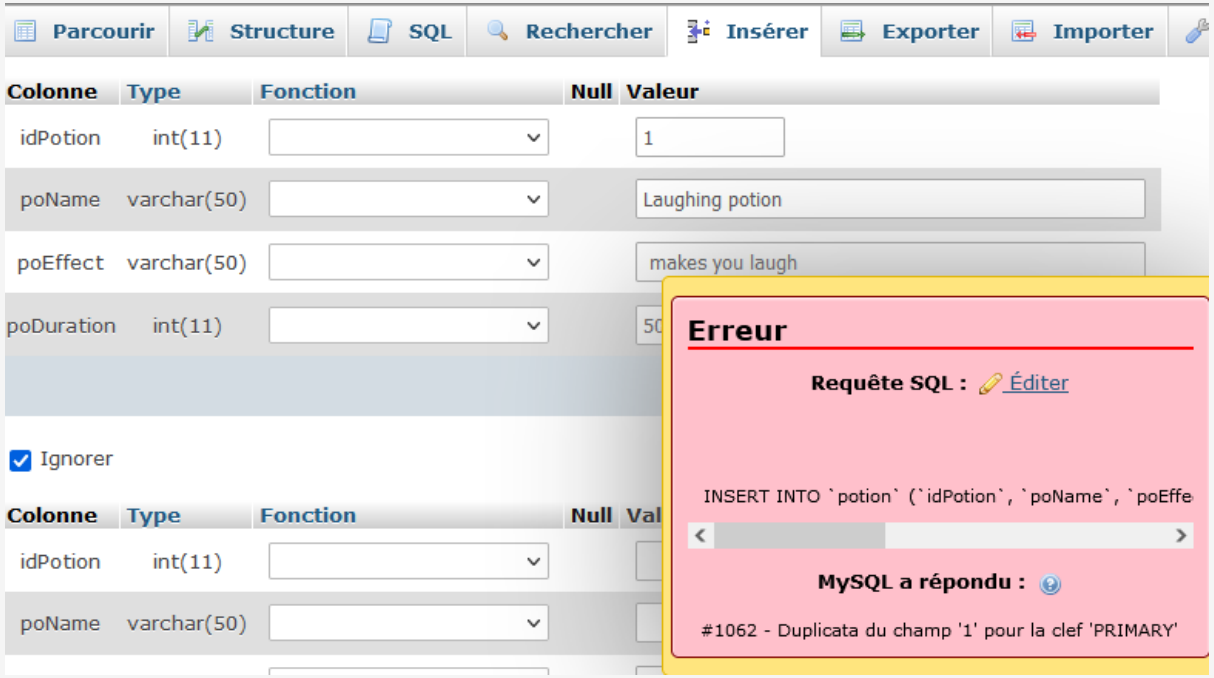
Règle de l'unicité de clé : dans une base de données, toutes les relations doivent posséder une clé unique, appelée clé primaire.

Permet de mettre en place des mécanismes de contrôle, qui vérifient que deux informations identiques ne peuvent pas être présentes dans une relation de la base de données

➔ La clé primaire ne peut prendre deux fois la même valeur

Clé primaire de potion

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5



On ne peut pas avoir 2 t-uplets avec la même valeur de la clé idPotion

Contraintes de domaine

Chaque attribut d'une relation prend ses valeurs dans un domaine (ensemble)

Domaines : types de base tels que entier, réel, chaine de caractères, ...

Contrainte de domaine : contrainte d'intégrité qui définit la propriété que doit vérifier toute valeur d'un attribut d'une relation donnée

Contraintes de domaine

Contrainte traitée par le SGBD lors :

- de la saisie
- de la mise à jour d'information

pour vérifier la cohérence des données

Mise en œuvre de cette contrainte pas claire dans MySQL

Contraintes de domaine dans composition

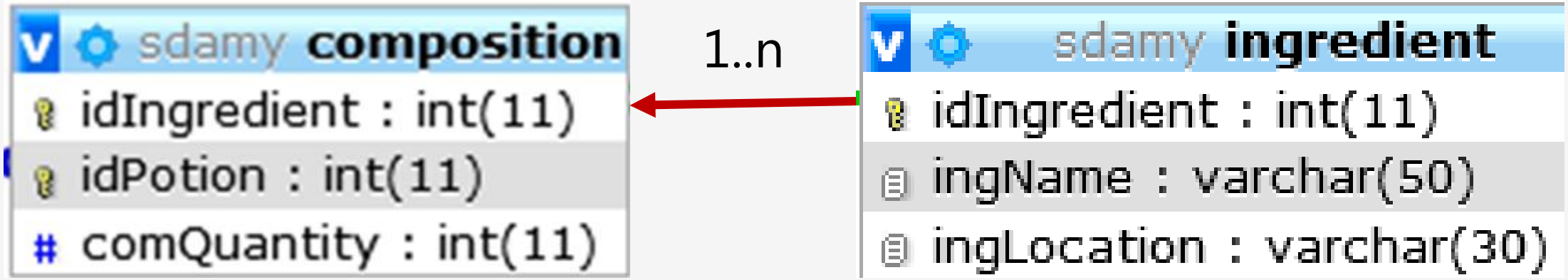
comQuantity :
domaine = entier compris entre 0 et 100

Mise en œuvre de cette contrainte non opérationnelle dans MySQL

Les contraintes de références

Permettent au SGBD de gérer automatiquement la présence de données référencées dans différentes relations de la base de données

Lien entre ingredient et composition



Le t-uplet (1,1,10) permet de dire que l'ingrédient 1 intervient dans la potion 1 en quantité = 10
On ne peut pas utiliser dans une potion, un ingrédient qui n'existe pas

L'intégrité référentielle

Intégrité référentielle : la base de données ne doit pas contenir de valeurs de clés étrangères non unifiables

Si une clé étrangère prend une valeur alors cette valeur existe dans la table source référencée par le lien

L'intégrité référentielle

Le SGBD doit gérer les situations où un utilisateur réalise des opérations qui invalident cette règle :

- 1° possibilité : refuser toute modification de cette nature,
- 2° possibilité : accepter l'opération, et prendre en compte un certain nombre d'opérations supplémentaires nécessaires pour garantir la cohérence des données.

Les règles de mises à jour permettent de définir la stratégie de prise en compte de ce type d'opérations

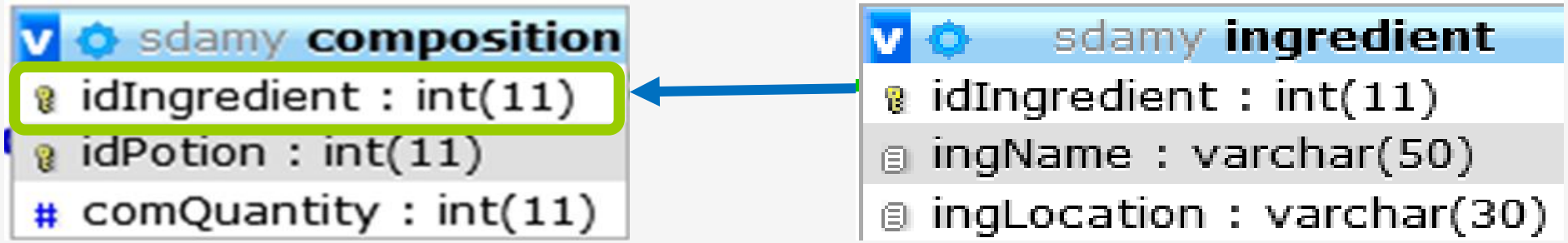
L'intégrité référentielle

A quel moment intervient l'intégrité référentielle ?

Intégrité référentielle et saisie

Saisie de la valeur d'une clé étrangère:

- Contrôle permettant de savoir si la valeur existe dans la table référencée
- Réalisé immédiatement



Lors de la saisie d'un t-uplet dans composition, le SGBD vérifie qu'il existe dans ingredient un t-uplet avec la même valeur de idIngredient

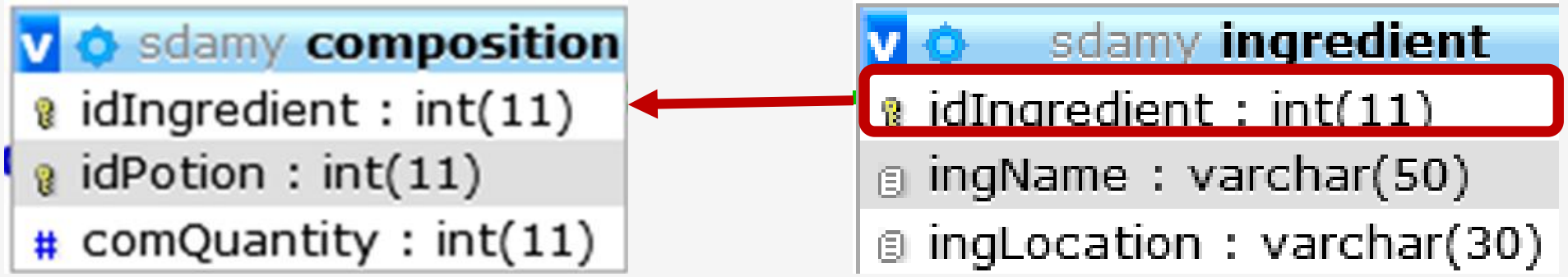
Les règles de mises à jour

Opérations de modification ou suppression de données

RESTRICTED ou NO ACTION : opération de mise à jour "restreinte" au cas où aucune référence à cette valeur n'existe dans les autres relations en lien avec la relation de base, dans les autres cas elle est interdite.

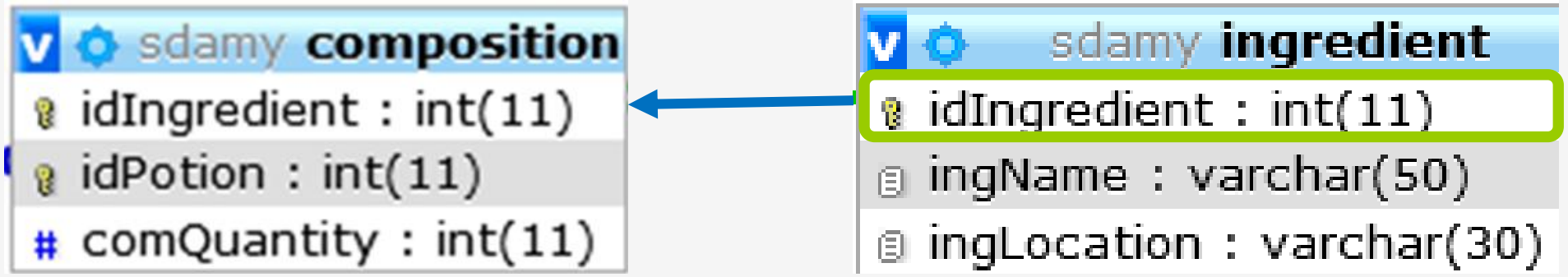
CASCADE : opération de mise à jour réalisée en "cascade" dans les autres relations.

Restricted ou No action



RESTRICTED ou NO ACTION : opération de mise à jour "restreinte" au cas où aucune référence à cette valeur n'existe dans les autres tables en lien avec la table de base, dans les autres cas elle est interdite

Cascaded



CASCADE : opération de mise à jour réalisée en "cascade" dans les autres tables.

Les clés primaires et NULL

Règle d'intégrité des données : les attributs appartenant à la clé primaire d'une table ne sont pas autorisés à prendre la valeur NULL.

Les clés étrangères et NULL

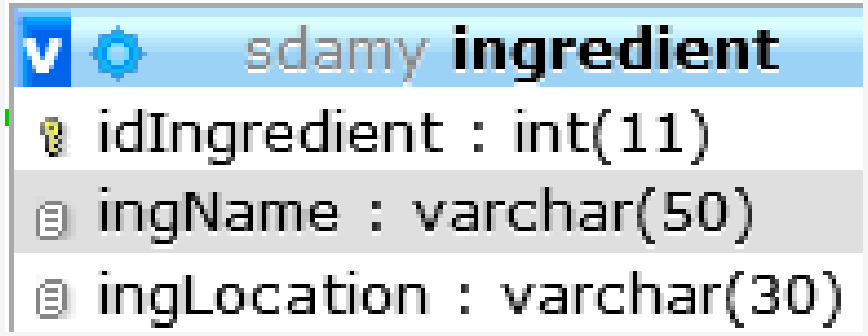
Toute valeur d'une clé étrangère doit contenir une valeur unifiable.

Cette définition peut être étendue pour prendre en compte la valeur NULL.

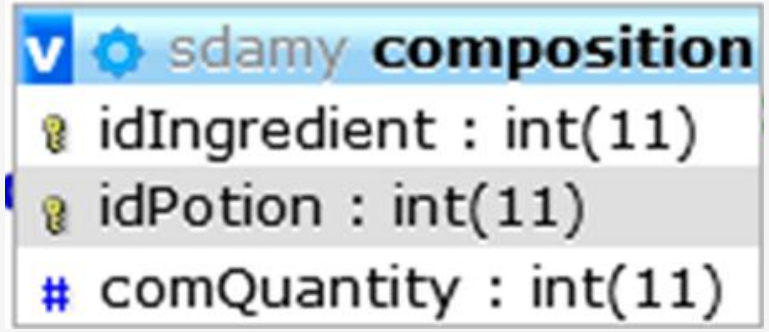
Le concepteur de la BD peut préciser si oui ou non une clé étrangère peut prendre la valeur NULL. (Sauf, si celle-ci fait partie de la clé primaire)

Les clés primaires et NULL

Règle d'intégrité des données : les attributs appartenant à la clé primaire d'une table ne sont pas autorisés à prendre la valeur NULL.



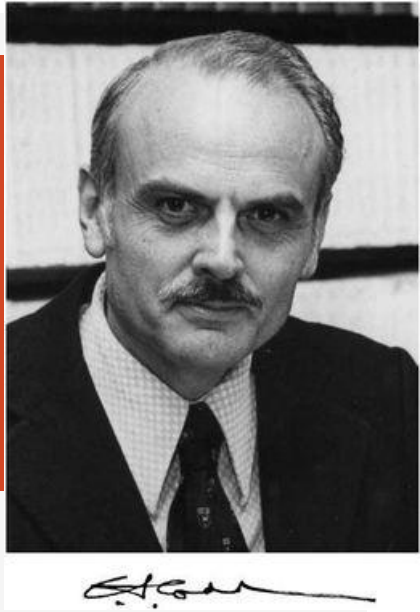
L'attribut idIngredient ne peut pas prendre la valeur NULL



L'attribut idIngredient ne peut pas prendre la valeur NULL

L'attribut idPotion ne peut pas prendre la valeur NULL

Partie 3
Modèle relationnel



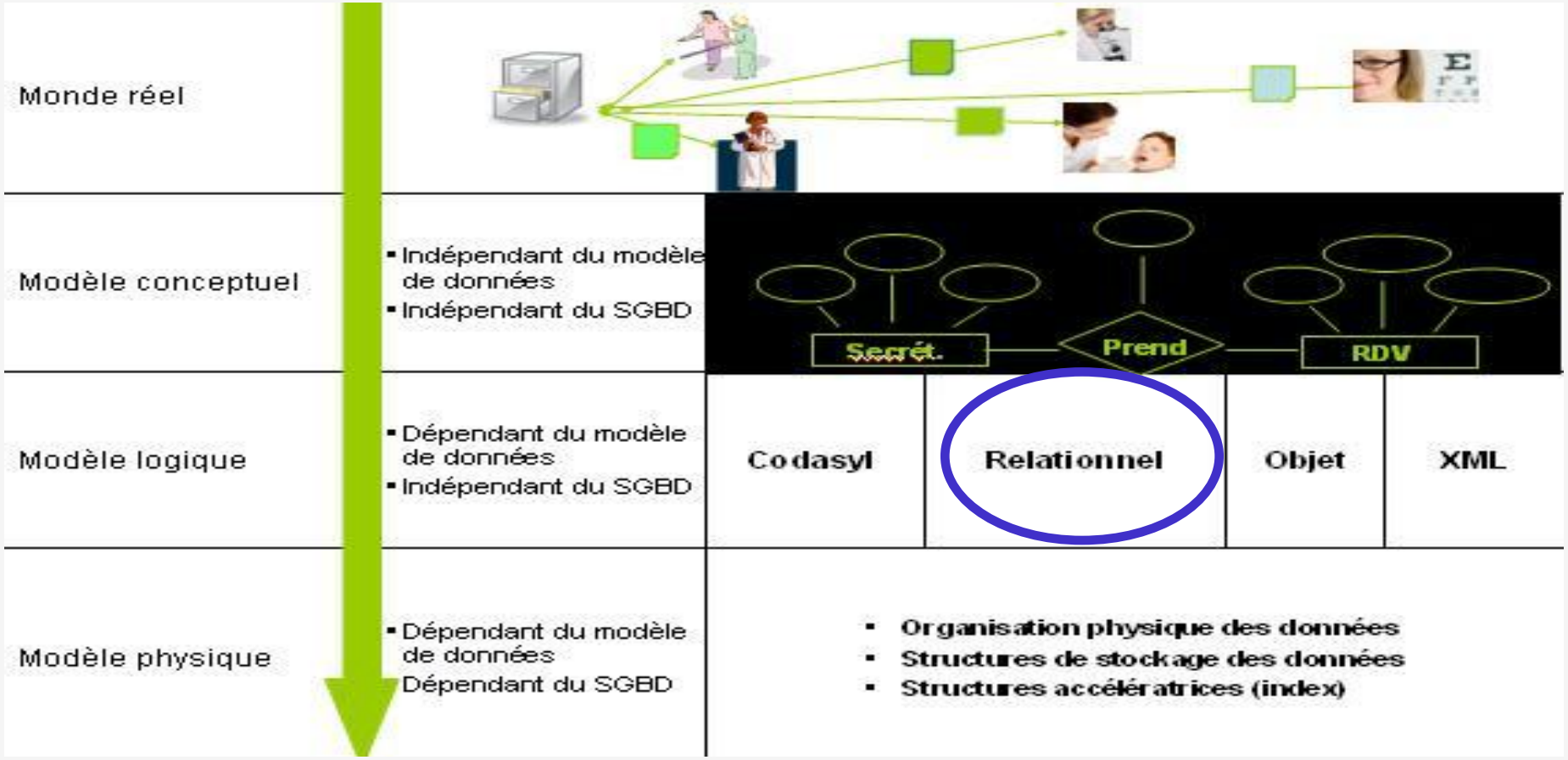
Définitions

Intégrité des données

Passage du MCD au modèle relationnel

Passage du MCD au modèle relationnel

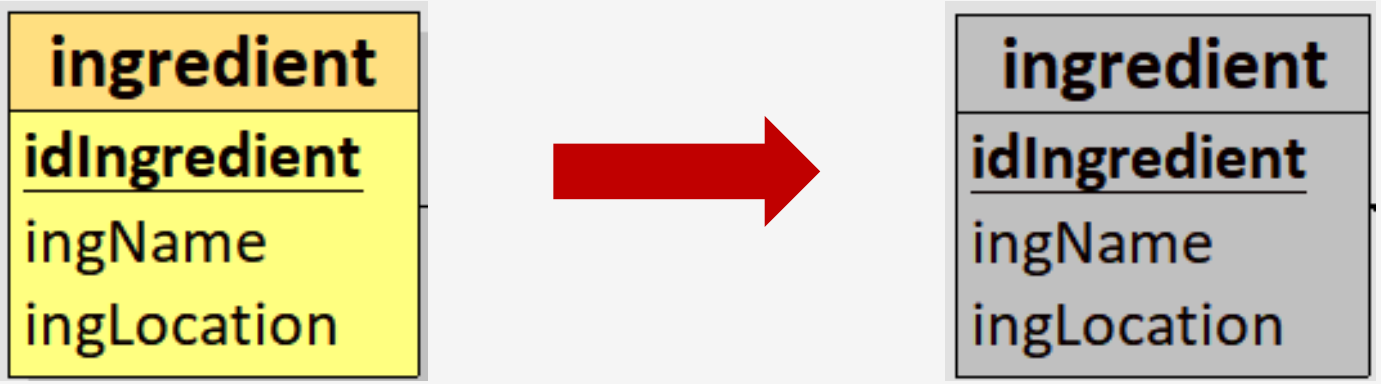
Modèle logique de données ou MLD : Modèle relati



Les règles de transformation : Conversion d'une entité-type

Conversion d'une entité-type

- Chaque entité-type du MCD est représentée par une relation dont la clé est l'identifiant de l'entité
- Chaque attribut de l'entité-type devient un attribut de la relation



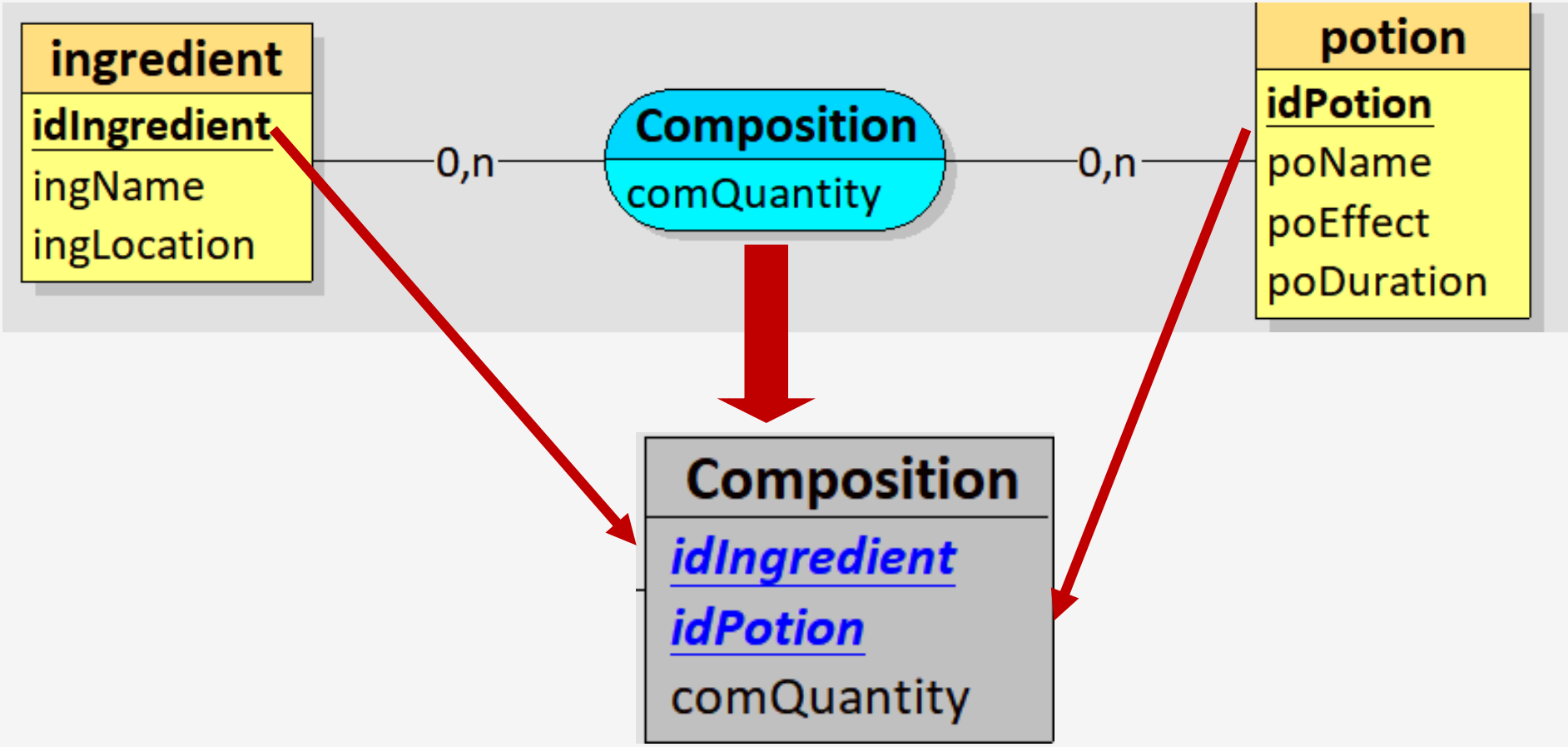
Les règles de transformation : Conversion d'une association-type

Chaque patte a une cardinalité maximale égale à n

- Devient une relation ou table
- Chaque attribut de l'association-type devient un attribut de la table
- Si l'association-type contient un identifiant il devient la clé primaire de la table
- Sinon la clé est formée de la concaténation des identifiants des entités-types qui interviennent dans l'association-type

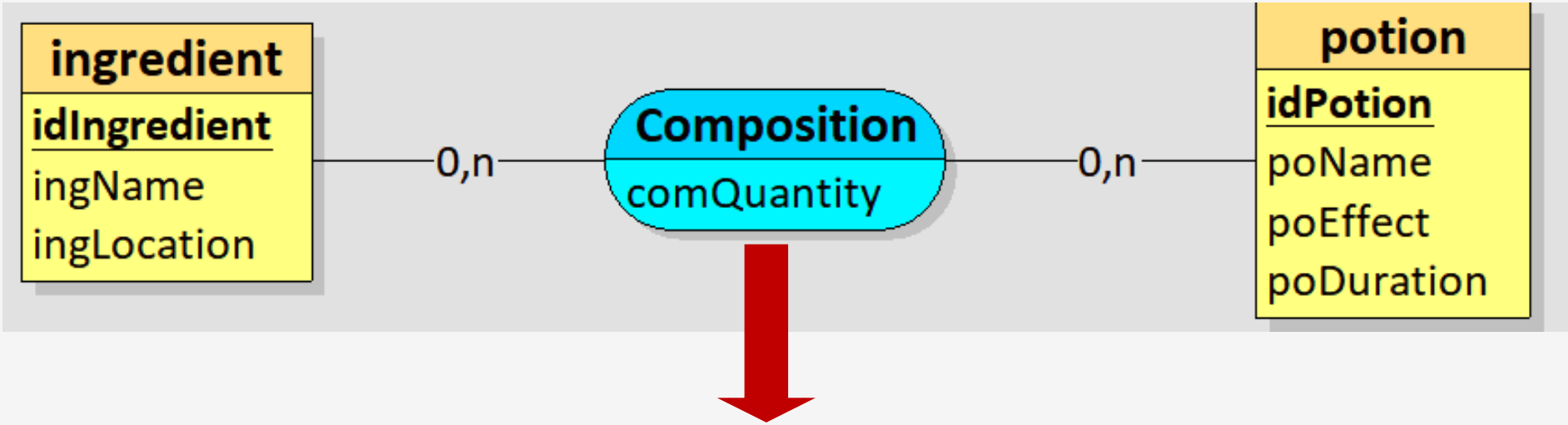
Les règles de transformation : Conversion d'une association-type

Chaque patte a une cardinalité maximale égale à n



Les règles de transformation : Conversion d'une association-type

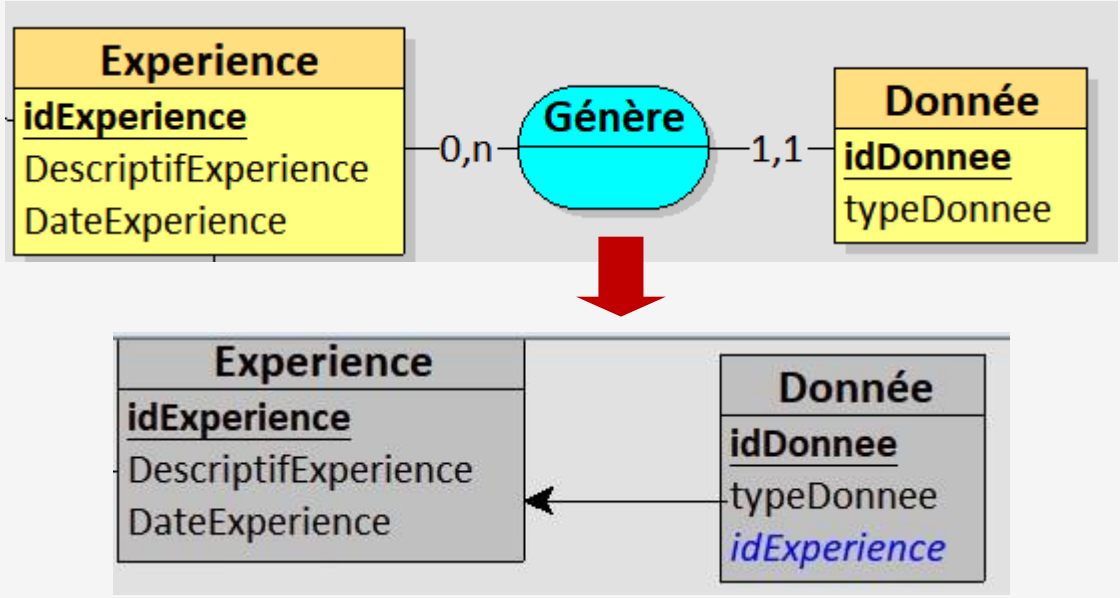
Chaque patte a une cardinalité maximale égale à n



Les règles de transformation : Conversion d'une association-type

Une patte a une cardinalité maximale égale à 1

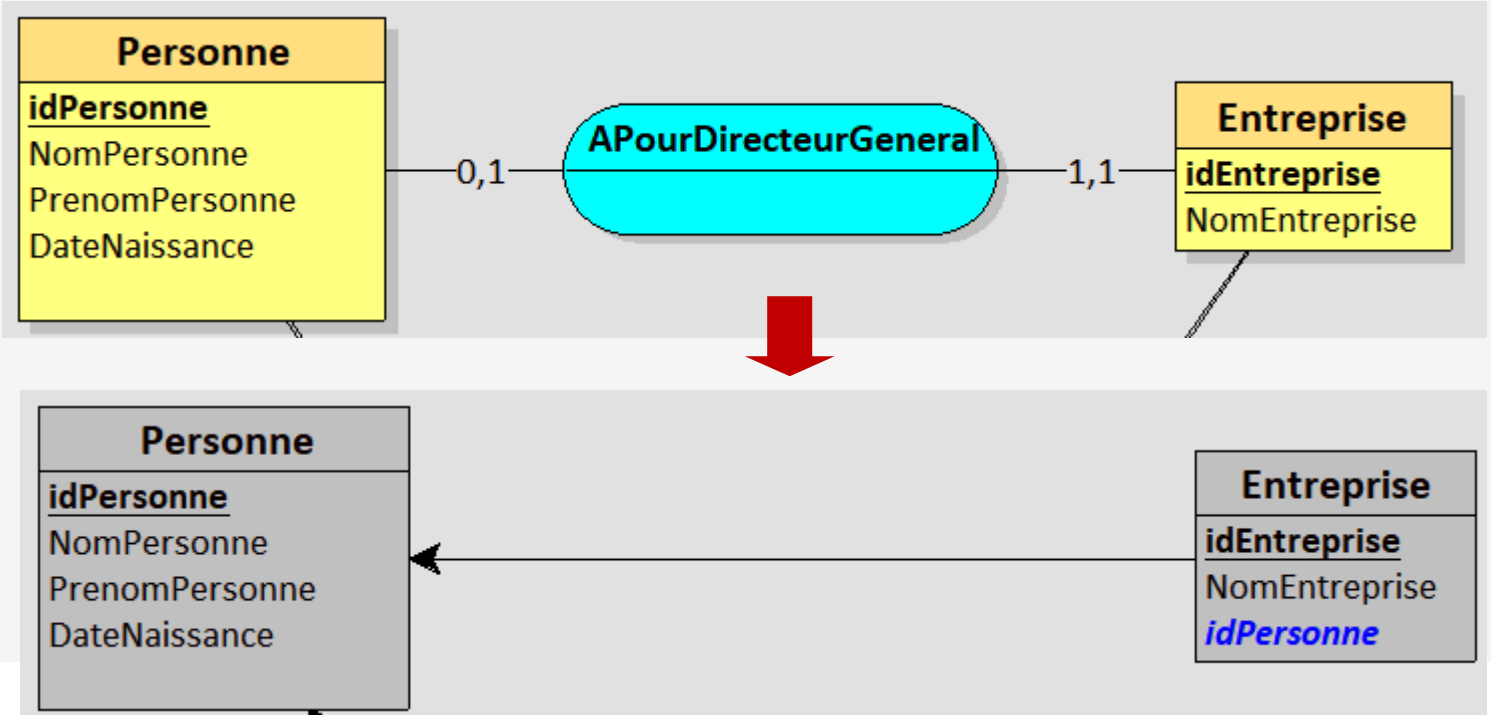
- Ne devient pas une relation
- On ajoute à la table correspondant à l'entité-type dont la patte vers l'association-type a la cardinalité maximale égale à 1, un attribut (clé étrangère) qui est l'identifiant de l'autre entité



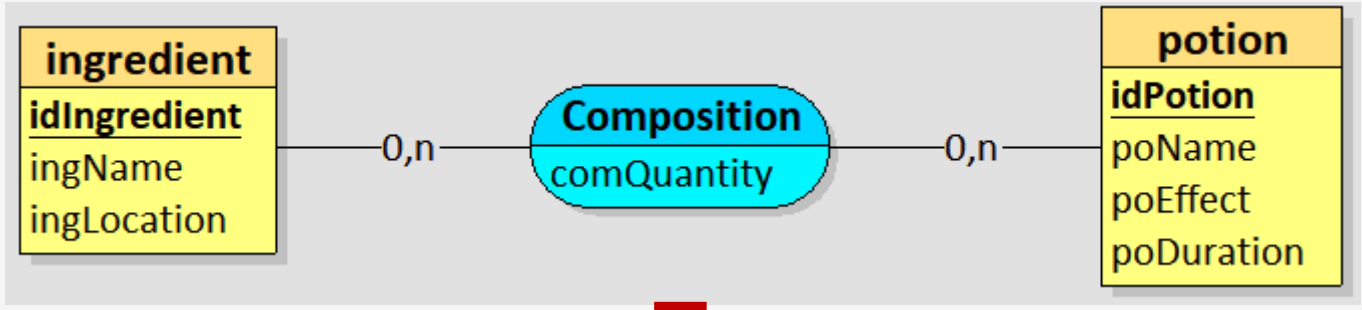
Les règles de transformation : Conversion d'une association-type

Les pattes ont une **cardinalité maximale égale à 1**

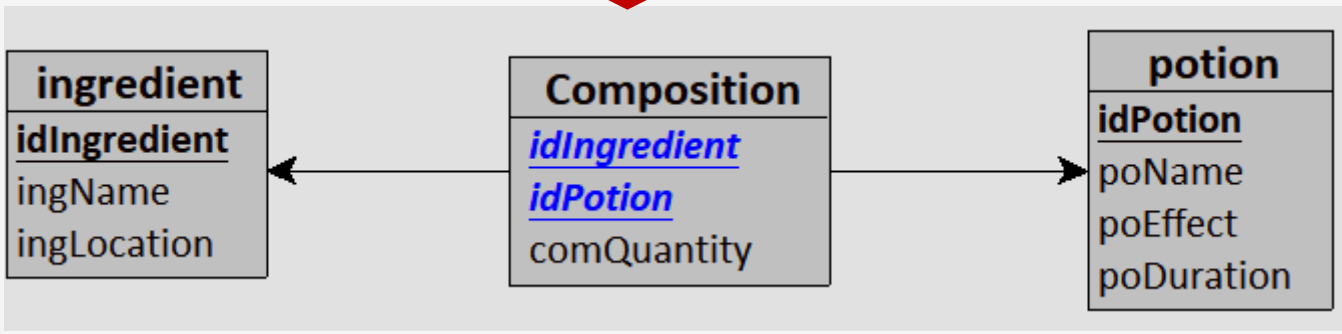
- Ne devient pas une relation
- On ajoute à la table correspondant à l'entité-type dont la patte vers l'association a la cardinalité minimale égale à 1, un attribut (clé étrangère) qui est l'identifiant de l'autre entité



Exemple des gauloiseries



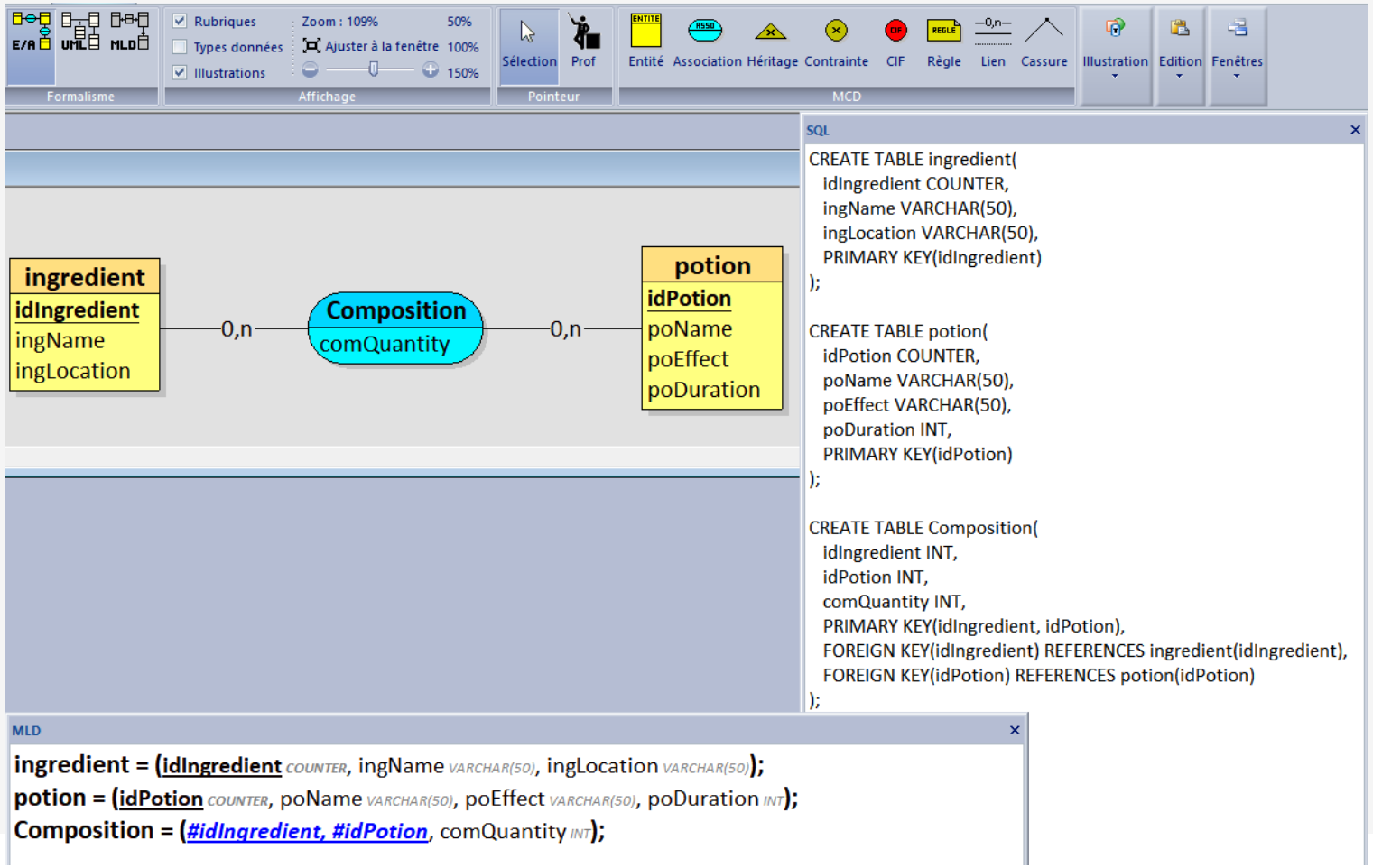
MCD



MLD

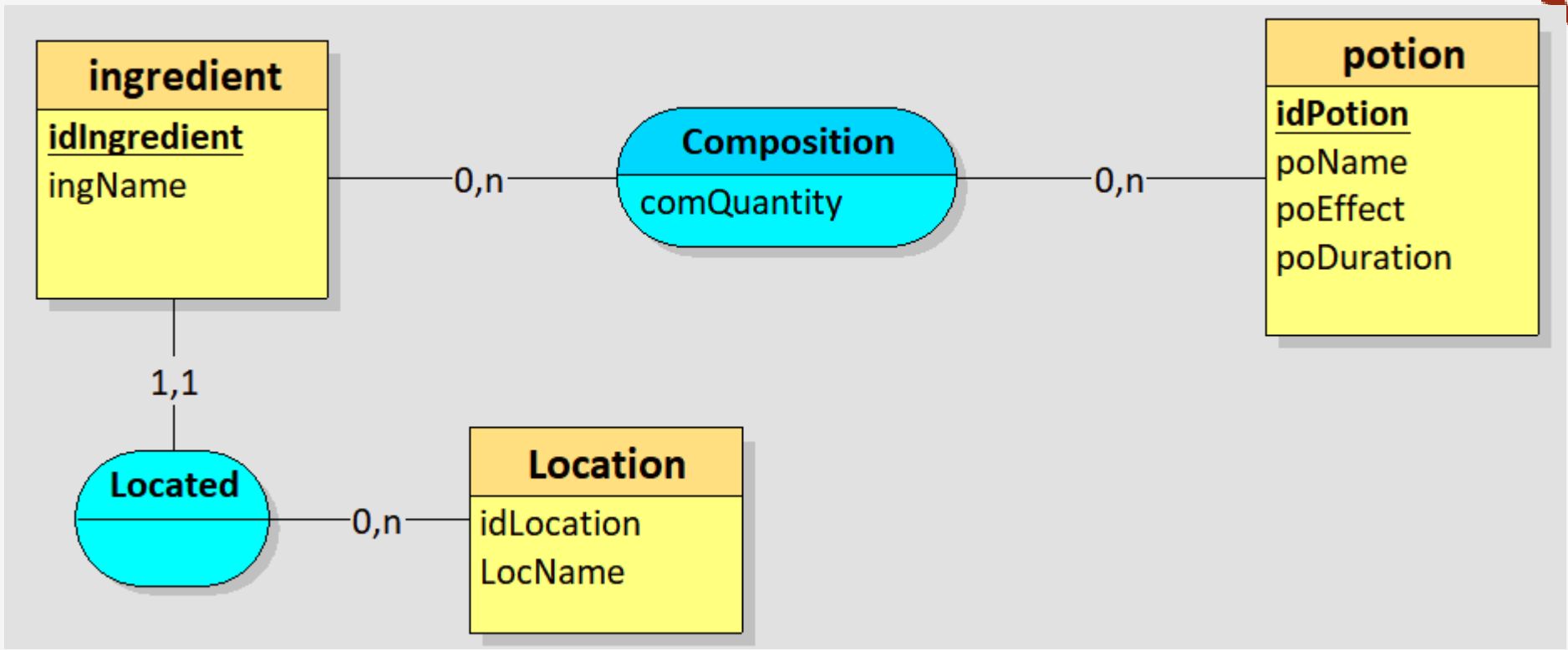
Exemple des gauloiseries

Script de création de la base de données



Exemple

MCD



MLD

?

Partie 4 : SQL

La requête SELECT

SQL

SQL : **Structured Query Langage.**

Langage conçu dans les années 1970 par IBM

Langage relationnel standard géré par presque tous les produits du marché

1° version de SQL intégrée dans un SGBD en 1981 (ORACLE)

Historique de SQL

SQL1 : 1986 l'ANSI fait de SQL une norme … **SQL**

2020+

Nous travaillerons avec la version de SQL installée sur MySQL

Les sous-langages de SQL

DML : Data Manipulation Language

Permet d'extraire et de mettre à jour les données dans la base.

DDL : Data Definition Language

Permet de créer, modifier ou supprimer des tables, de définir les liens entre ces tables, leurs clés primaires.

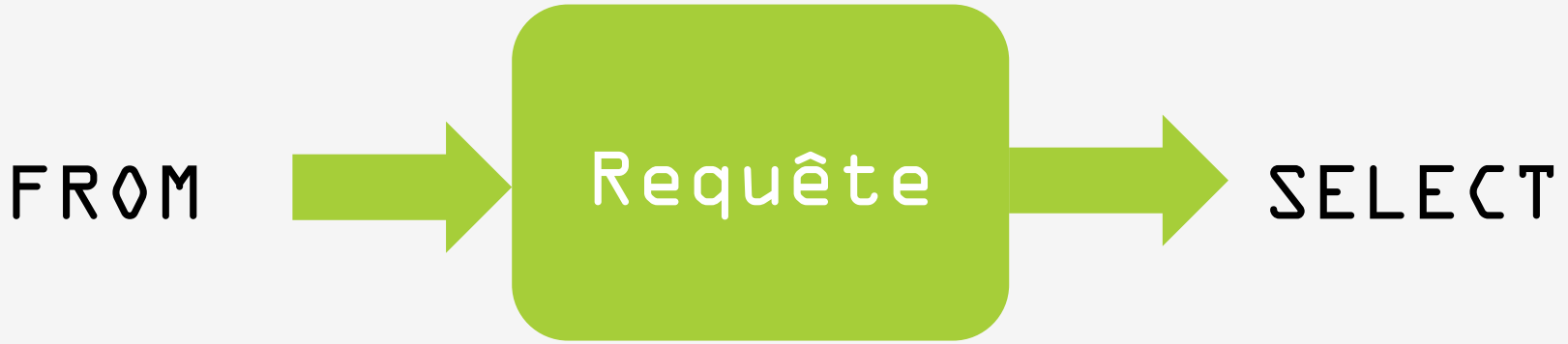
DCL : Data Control Language

Permet de gérer des protections d'accès aux tables en environnement multi-utilisateurs.

Syntaxe de l'ordre **SELECT**

```
SELECT Liste-Attributs
FROM Liste-tables
WHERE critère de sélection
GROUP BY liste-attributs-
groupe
HAVING critère-groupe
ORDER BY Liste-attributs
```

Syntaxe de l'ordre SELECT

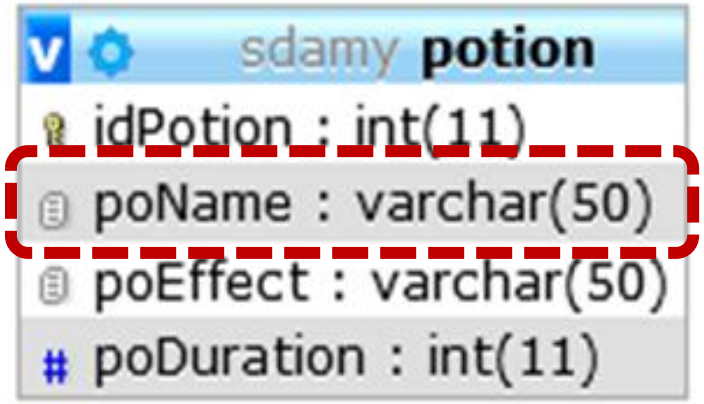


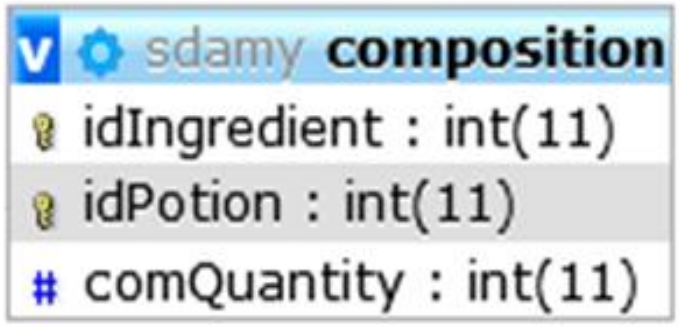
2 clauses obligatoires :

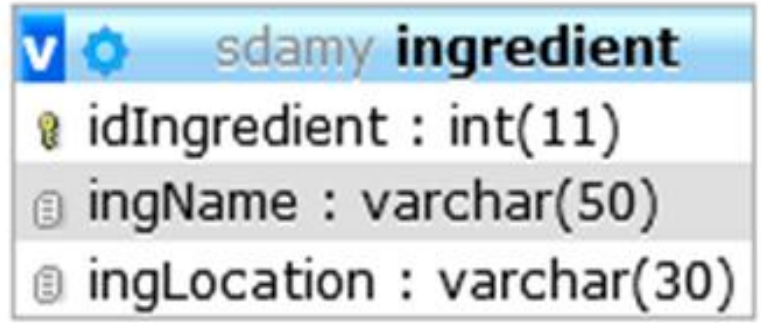
- SELECT : sorties
- FROM : entrées

Nom des potions

Les informations qui nous intéressent

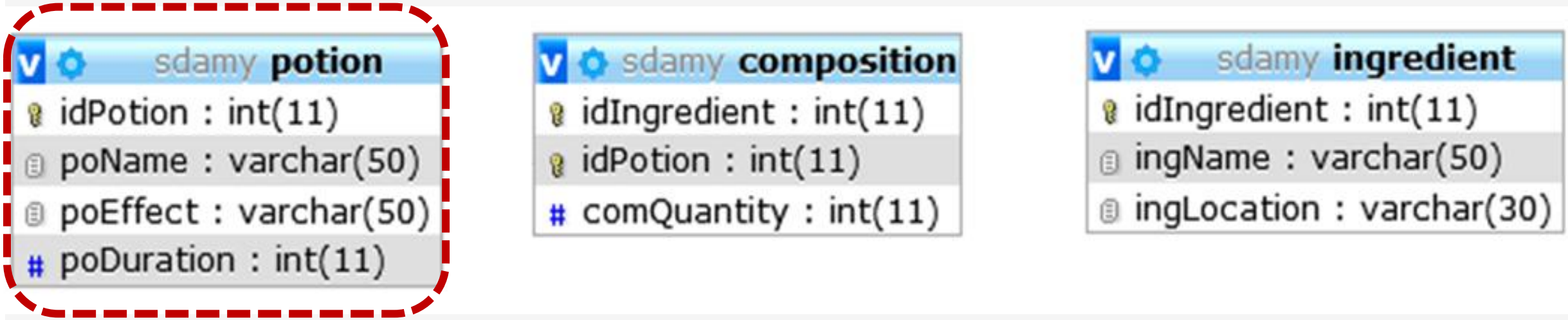






Nom des potions

Les informations qui nous intéressent

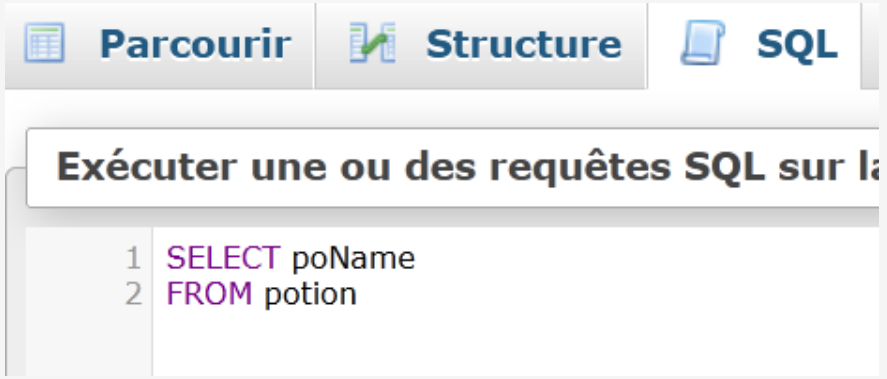


potion → Requête → poName

Nom des potions

La requête

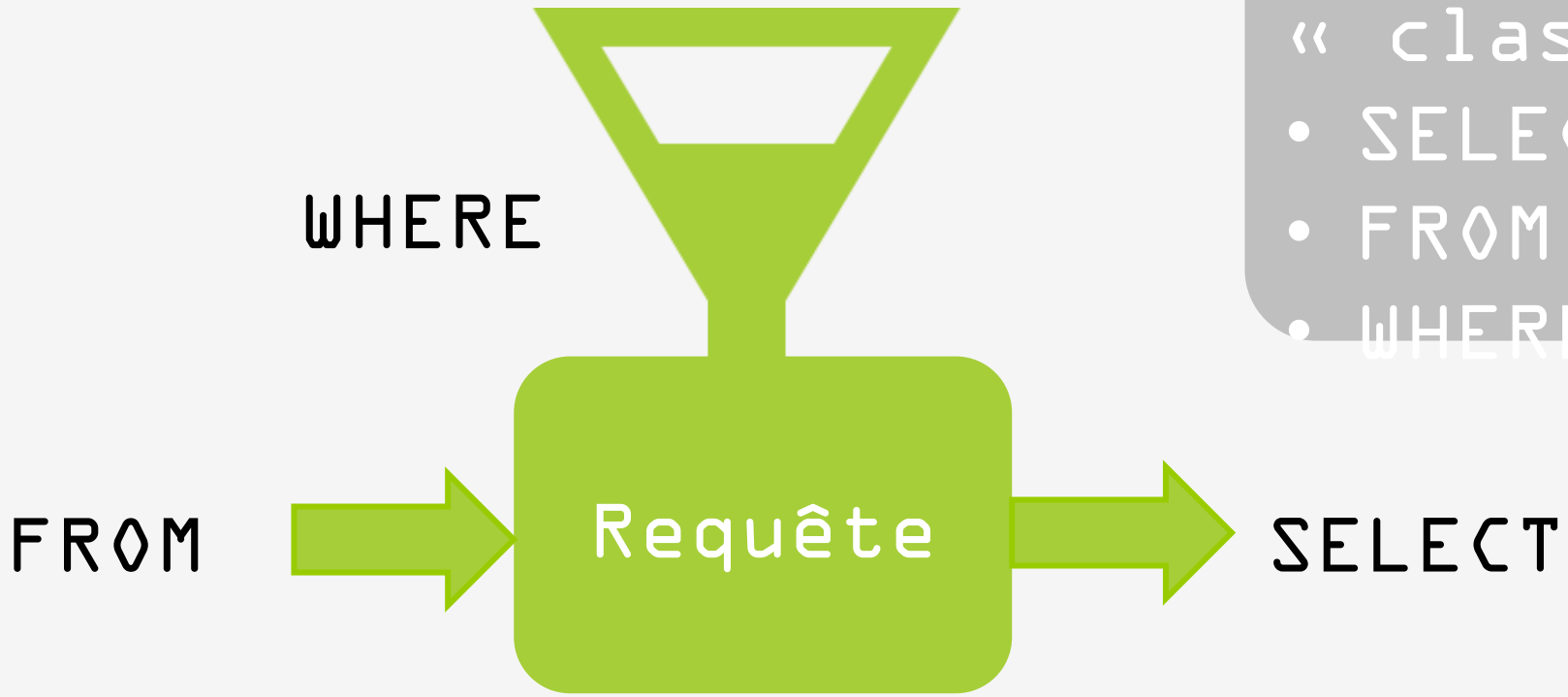
```
SELECT poName
FROM potion
```



idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

poName
Magic potion
Happiness Potion
Invisibility Potion
Anger potion

Syntaxe de l'ordre SELECT

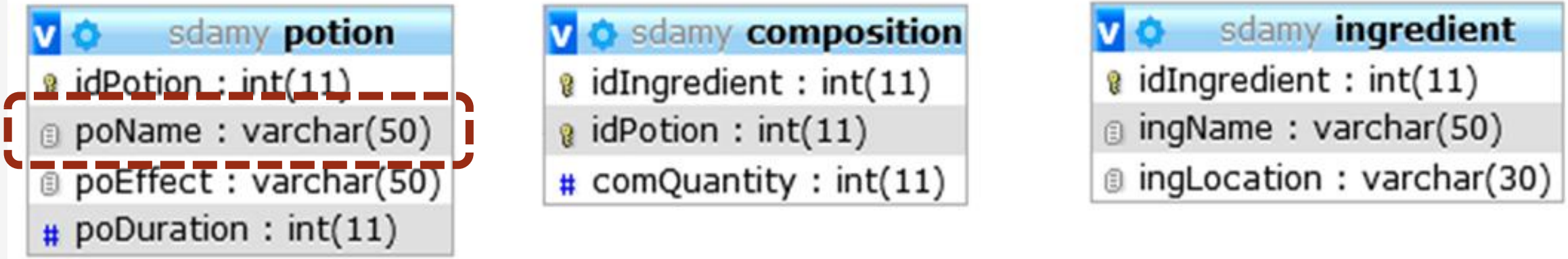


Requête « classique » :

- SELECT : sorties
- FROM : entrées
- WHERE : sélection

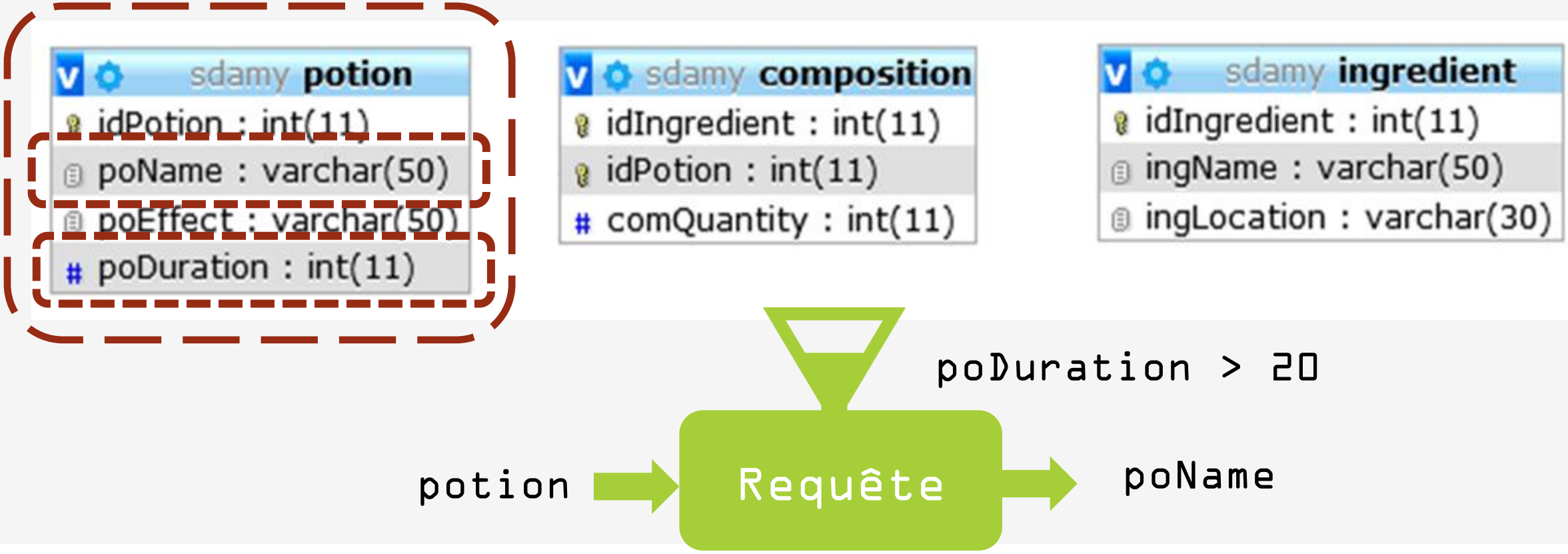
Nom des potions dont la durée > 20 minutes

Les informations qui nous intéressent



Nom des potions dont la durée > 20 minutes

Les informations qui nous intéressent



Nom des potions dont la durée > 20 minutes

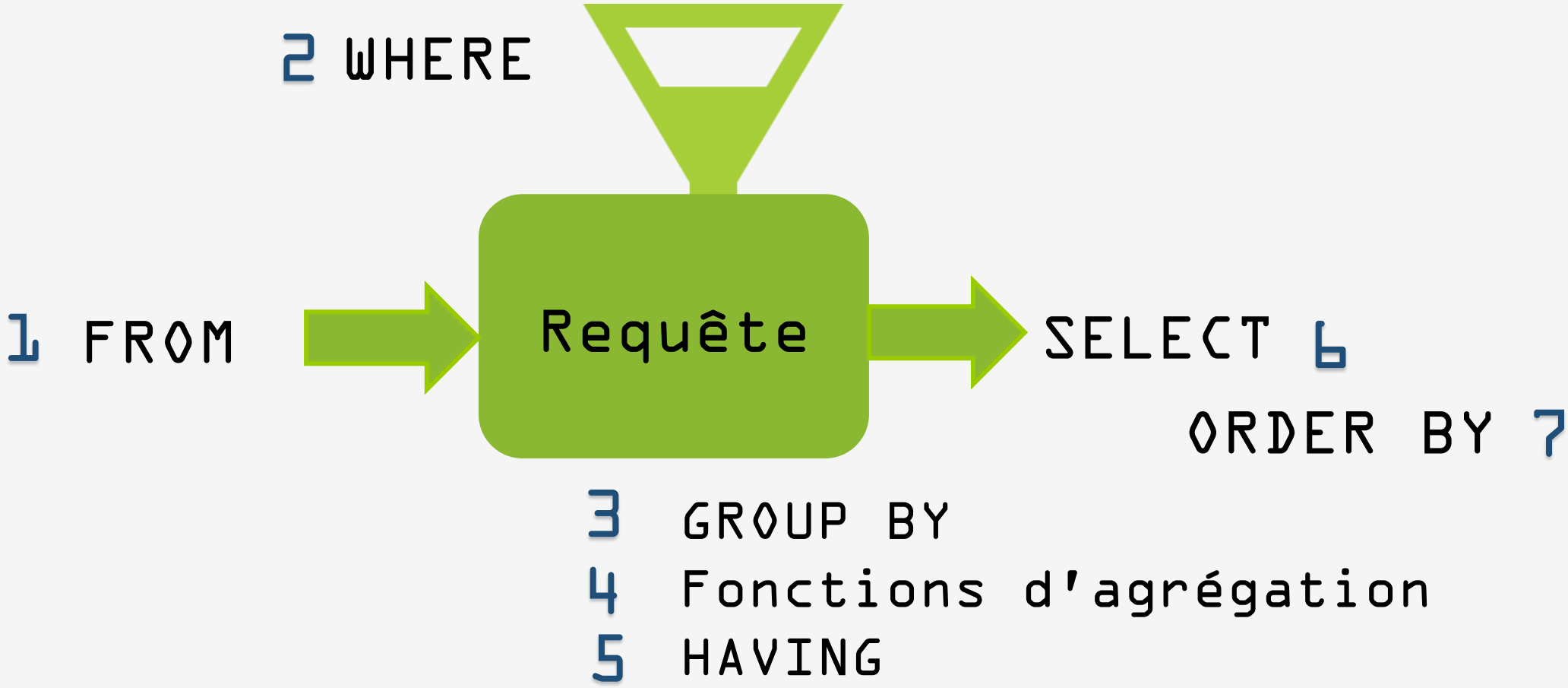
La requête

```
SELECT poName
FROM potion
WHERE poDuration > 20
```

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

poName
Magic potion
Happiness Potion

Evaluation d'une requête SELECT



La clause SELECT

Que retourne la requête

- Attributs
- Expressions

Les expressions peuvent être des noms d'attributs : *idPotion*, *poName*, … *ou* le résultat de fonctions : *sum*, *average*, …

Syntaxe :
SQL est un langage informatique

Syntaxe

```
SELECT DISTINCT] expr1 [AS nom1]], expr2 [AS
nom2]], ...

SELECT [DISTINCT] *
```

La clause SELECT

Mot réservé **DISTINCT** : élimination des doublons.

La clause SELECT : DISTINCT

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

```
SELECT
ingLocation
FROM ingredient
```

ingLocation
anywhere
tree
Apple tree
hostel
forest
Lemon tree
Garden
Garden

```
SELECT DISTINCT
ingLocation
FROM ingredient
```

ingLocation
anywhere
tree
Apple tree
hostel
forest
Lemon tree
Garden

La clause FROM

Permet :

- d'indiquer quelles tables ou requêtes sont utilisées par la requête,
- de définir une table qui est le produit cartésien des tables décrites,
- de décrire les jointures de tables.

Syntaxe

```
FROM table1 [AS nom1], table2 [AS nom2],
...
```

La clause WHERE

Permet :

de spécifier les t-uplets à sélectionner dans une table ou dans le produit cartésien de plusieurs tables.

de définir le critère de sélection : un prédicat qui est évalué pour chaque t-uplet.

Syntaxe

```
WHERE critère de sélection (expr. booléenne)
```

Critères de sélection

Op. comparaison : <, >, >=, <=, =, <>

Opérateurs logiques : AND, OR, NOT

Prédicats servant à définir des ensembles : IN, BETWEEN ... AND ..., LIKE

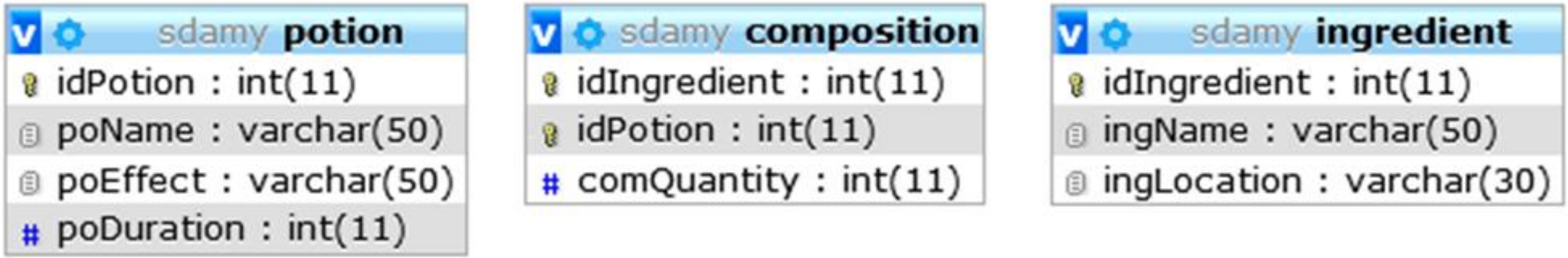
Comparaison avec la valeur NULL : IS NULL, IS NOT NULL

Utilisation de caractères génériques :

- "_" (remplace 1 car),
- "%" (remplace une chaîne de car.)

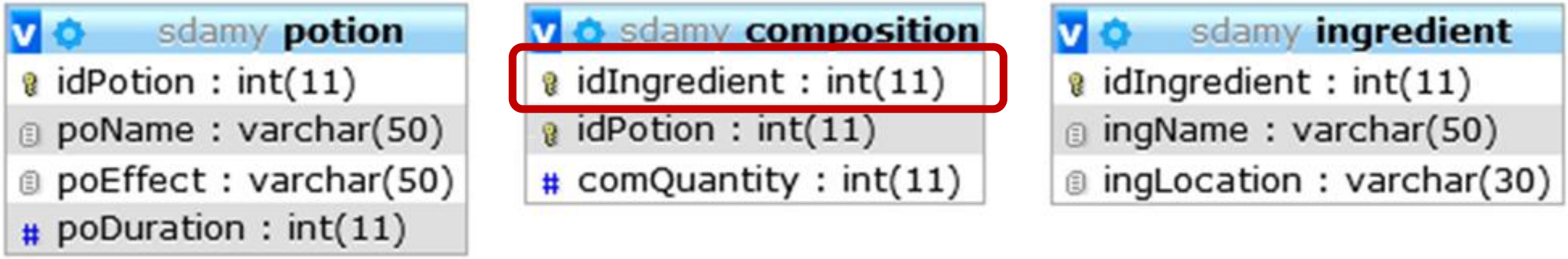
Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

Les informations qui nous intéressent



Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

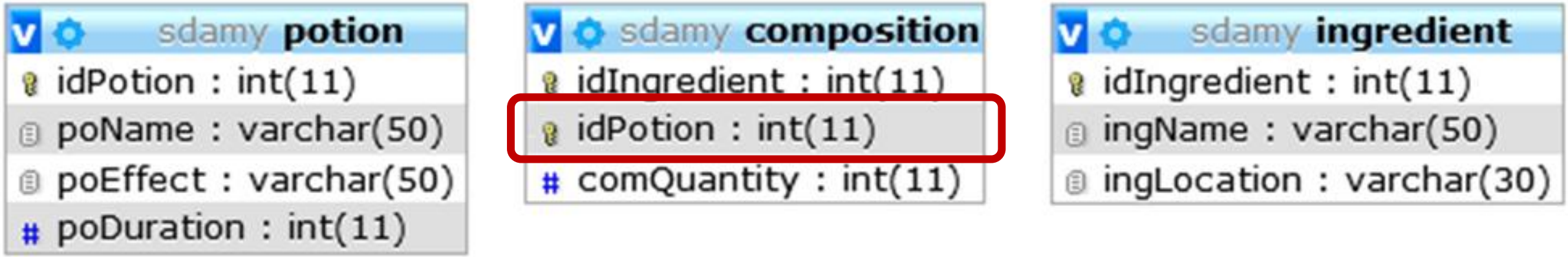
Les informations qui nous intéressent → En entrée



idIngredient = 2

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

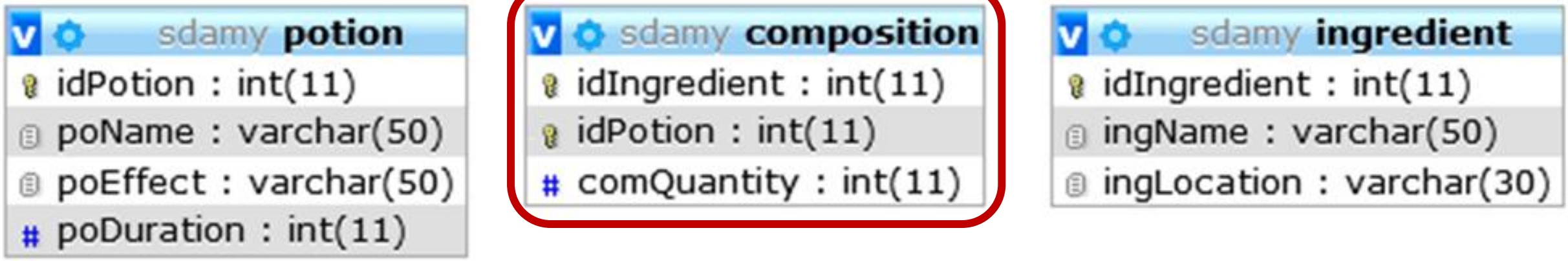
Les informations qui nous intéressent → En résultat



idPotion

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

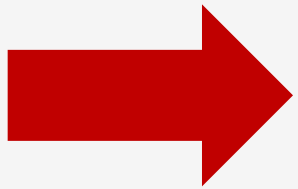
Les informations qui nous intéressent → Table composition



Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

Les informations qui nous intéressent → Table composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

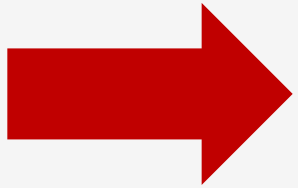


idPotion
1

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

```
SELECT idPotion
FROM composition
WHERE idIngredient = 2
```



idPotion
1

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

Le résultat

```
SELECT idPotion
FROM composition
WHERE idIngredient = 2
```

La table utilisée pour la requête

Condition de sélection

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

La clause WHERE teste la condition ligne par ligne

idIngredient <> 2
on ne garde pas la ligne

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

La clause WHERE teste la condition ligne par ligne

idIngredient <> 2
on ne garde pas la ligne

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

La clause WHERE teste la condition ligne par ligne

idIngredient = 2
on garde la ligne

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

La clause WHERE teste la condition ligne par ligne

idIngredient <> 2
on ne garde pas la ligne

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

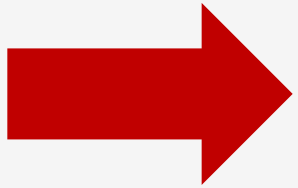
La clause WHERE teste la condition ligne par ligne

idIngredient <> 2
on ne garde pas la ligne

Identifiant des potions qui ont dans leur composition l'ingrédient d'id 2

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
1	2	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

```
SELECT idPotion
FROM composition
WHERE idIngredient = 2
```



idPotion
1

Clause WHERE : exemples

```
SELECT *
FROM composition
WHERE idPotion = 1
```

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
5	1	1

```
SELECT *
FROM composition
WHERE idPotion = 1
AND comQuantity =1
```

idIngredient	idPotion	comQuantity
2	1	1
5	1	1

Clause WHERE : exemples

```
SELECT *
FROM ingredient
WHERE ingLocation =
'Garden'
```

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

idIngredient	ingName	ingLocation
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

Clause WHERE : exemples

```
SELECT *
FROM ingredient
WHERE ingLocation =
'Garden'
OR ingLocation = 'tree'
```

```
SELECT *
FROM ingredient
WHERE ingLocation IN

('Garden', 'tree')
```

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

idIngredient	ingName	ingLocation
2	mistletoe	tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

Clause WHERE : exemples

```
SELECT idIngredient,
ingLocation
FROM ingredient
WHERE ingLocation Like 'a%'
```

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

idIngredient	ingLocation
1	anywhere
3	Apple tree

Clause WHERE : exemples

```
SELECT idIngredient, ingName
FROM ingredient
WHERE ingLocation IS NULL
```

idIngredient	ingName
9	Strawberry

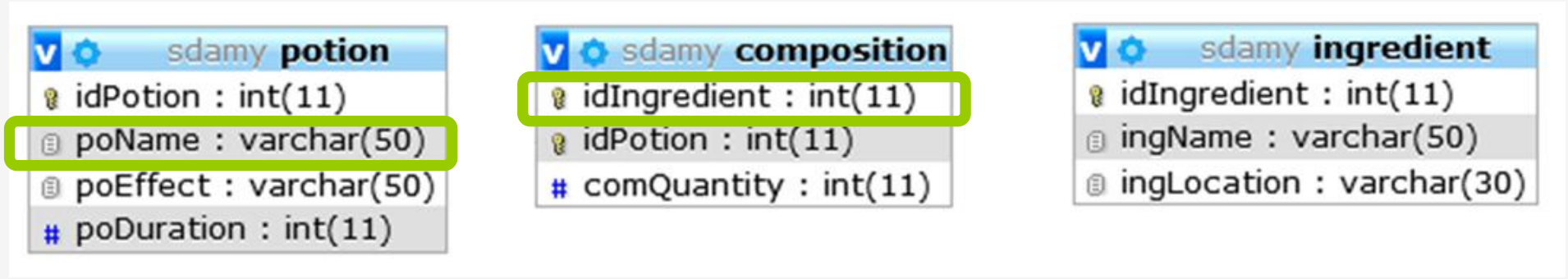
idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

Pouvez-vous me donner le nom de ces potions ?

Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

Où sont les informations qui nous intéressent ?



Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

poName
Magic potion

Comment obtenez-vous ce résultat ?

Comment avez-vous fait ?

Vous avez « jointuré » les deux tables

Requêtes avec plusieurs tables

Modèle relationnel : plusieurs tables

Extraire des données d'une BD

→ extraire des données dans différentes tables

→ il faut recomposer l'information

→ Opérateur de jointure

La jointure en SQL

Un modèle relationnel est constitué de plusieurs tables et pour extraire des données d'une BD il est très souvent nécessaire d'extraire des données provenant de différentes tables.

La jointure permet de travailler avec plusieurs tables

Une jointure met en relation deux tables en utilisant une clause de jointure

La jointure en SQL

Les jointures indiquent comment on lie les t-uplets d'une table avec les t-uplets d'une autre table.

Une condition de jointure définit la manière dont deux tables sont liées dans une requête :

- en spécifiant la colonne de chaque table à utiliser pour la jointure.
- en spécifiant un opérateur de comparaison des valeurs des colonnes.

La jointure en SQL

Différentes versions de SQL : différentes expressions de cet opérateur

- Dans la clause WHERE
- L'ordre JOIN dans la clause FROM

Jointure dans la clause WHERE

Permet de réaliser une jointure interne, mais pas externe

Syntaxe

```
SELECT …
    FROM R, S
    WHERE condition de jointure
```

Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

```
SELECT poName
FROM composition, potion
WHERE idIngredient = 1
AND composition.idPotion =
potion.idPotion
```

Condition de jointure

poName
Magic potion

Noms des acteurs jouant dans le film de numéro 1

Jointure

composition.idPotion=potion.idPot

idIngredient	idPotion	comQuantity	idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	1	2	1	Magic potion	Makes you strong	30
2	1	1	1	Magic potion	Makes you strong	30
4	4	10	1	Magic potion	Makes you strong	30
5	1	1	1	Magic potion	Makes you strong	30
1	1	2	2	Happiness Potion	Makes people happy	120
2	1	1	2	Happiness Potion	Makes people happy	120
4	4	10	2	Happiness Potion	Makes people happy	120
5	1	1	2	Happiness Potion	Makes people happy	120
1	1	2	3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
2	1	1	3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	4	10	3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
5	1	1	3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
1	1	2	4	Anger potion	Makes you angry	5
2	1	1	4	Anger potion	Makes you angry	5
4	4	10	4	Anger potion	Makes you angry	5
5	1	1	4	Anger potion	Makes you angry	5

Produit cartésien

Sélection

idIngredient=1

idIngredient	idPotion	comQuantity	idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	1	2	1	Magic potion	Makes you strong	30

Projection

SELECT poName

poName
Magic potion

Jointure avec l'opérateur JOIN

Permet de réaliser une jointure interne, ou externe

Syntaxe

```
SELECT …
    FROM R Op jointure S
    ON condition de jointure
```

Jointure interne : INNER JOIN ou JOIN

Jointure externe : OUTER JOIN

- LEFT OUTER JOIN
- RIGHT OUTER JOIN

Noms des potions qui utilisent l'ingrédient d'id 1

```
SELECT poName
FROM composition JOIN potion ON
        composition.idPotion =
potion.idPotion
WHERE idIngredient = 1;
```

Condition de jointure

Noms des acteurs jouant dans le film de numéro 1

Jointure

composition.idPotion=potion.idPot

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

idIngredient	idPotion	comQuantity	idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	1	2	1	Magic potion	Makes you strong	30
2	1	1	1	Magic potion	Makes you strong	30
5	1	1	1	Magic potion	Makes you strong	30
4	4	10	4	Anger potion	Makes you angry	5

Sélection

idIngredient=1

idIngredient	idPotion	comQuantity	idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	1	2	1	Magic potion	Makes you strong	30

Projection

SELECT poName

poName
Magic potion

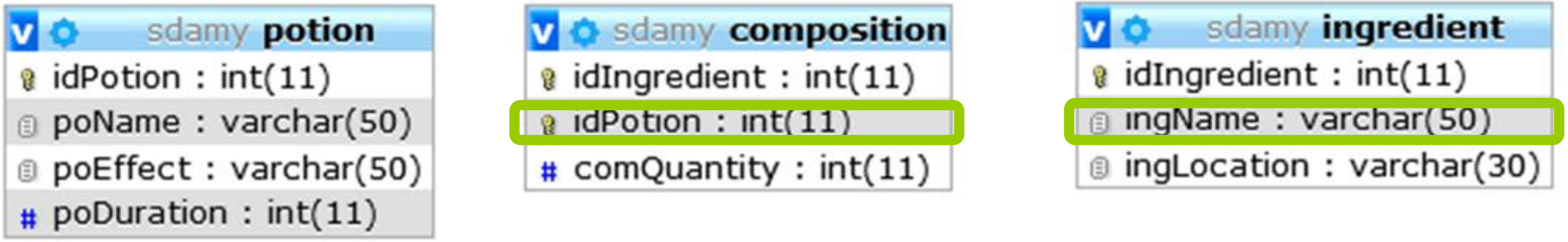
Jointure externe

La jointure externe permet de récupérer toutes les données des tables, même si certaines données n'ont pas de correspondance dans l'autre table.

- Jointure interne : JOIN
- Jointure externe :
  - LEFT JOIN
  - RIGHT JOIN

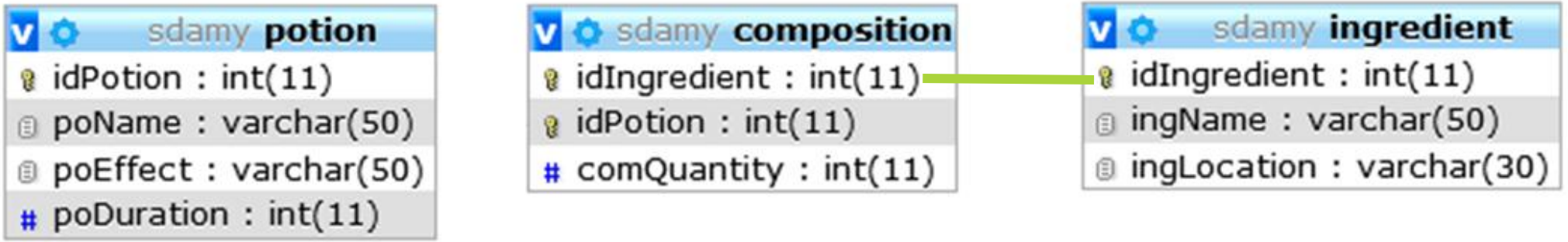
Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

Utilisation de 2 tables → Jointure



Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

Utilisation de 2 tables → Jointure



composition.idIngredient = ingredient.idIngredient

Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

ingredient

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

Jointure interne :

```
composition.idIngredient = ingredient.idIngredient
```

Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

ingredient

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

```
SELECT ingName, idPotion
FROM composition JOIN ingredient
        ON composition.idIngredient=ingredient.idIngredient
```

ingName	idPotion
water	1
mistletoe	1
Honey	1
Beer	4

Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

ingredient

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

Ces ingrédients n'apparaissent pas dans le résultat

```
SELECT ingName, idPotion
FROM composition JOIN ingredient
        ON composition.idIngredient=ingredient.idIngredient
```

ingName	idPotion
water	1
mistletoe	1
Honey	1
Beer	4

Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

ingredient

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

```
SELECT ingName, idPotion
FROM composition RIGHT JOIN ingredient
        ON composition.idIngredient=ingredient.idIngredient
```

Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

ingredient

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

```
SELECT ingName, idPotion
FROM composition RIGHT JOIN ingredient
        ON composition.idIngredient=ingredient.idIngredient
```

Nom des ingrédients et id des potions qui les utilisent

composition

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

ingredient

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

ingName	idPotion
water	1
mistletoe	1
Apple	*NULL*
Beer	4
Honey	1
Lemon	*NULL*
Raspberry	*NULL*
green salad	*NULL*
Strawberry	*NULL*

```
SELECT ingName, idPotion
FROM composition RIGHT JOIN ingredient
        ON composition.idIngredient=ingredient.idIngredient
```

Jointure externe

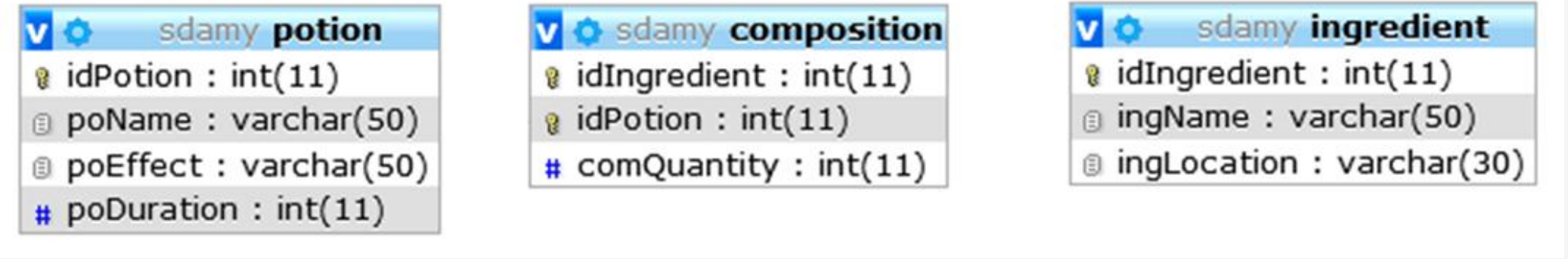
LEFT RIGHT

```
FROM table1 ??? JOIN table2
```

LEFT : jointure externe par rapport à table1
RIGHT : jointure externe par rapport à table2

Lieux de récolte des ingrédients de la potion 1

A vous de faire



Les fonctions de groupe

Fonctions d'agrégation : permettent d'obtenir des informations sur un ensemble de t-uplets dans une table

On travaille sur les colonnes et non sur les lignes

	Nom
Valeur moyenne	AVG
Somme	SUM
Plus petite valeur	MIN
Plus grande valeur	MAX
Variance	VARIANCE
Ecart type	STDDEV
de	COUNT

Syntaxe

```
nom-de-la-fonction(paramètre)
```

Durée la plus longue des potions

```
SELECT MAX(poDuration)
FROM potion
```

max(poDuration)
120

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

```
SELECT MAX(poDuration) AS
MaxDuration
FROM potion
```

MaxDuration
120

Dernier nom de potion par ordre alphabétique

```
SELECT MAX(poName)
FROM potion
```

max(poName)
Magic potion

Premier et dernier nom de potion par ordre alphabétique

```
SELECT MIN(poName), MAX(poName)
FROM potion
```

MIN(poName)	MAX(poName)
Anger potion	Magic potion

Nombre de potions

```
SELECT COUNT(*) AS Nbre_Potions
FROM potion
```

idPotion	poName	poEffect	poDuration
1	Magic potion	Makes you strong	30
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
4	Anger potion	Makes you angry	5

Nbre_Potions
4

Nombre d'ingrédients récoltés dans le jardin (garden)

```
SELECT COUNT(idIngredient)
FROM ingredient
WHERE ingLocation = 'garden'
```

idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden

COUNT(idIngredient)
2

Particularités de la fonction COUNT

- **COUNT(*)** : compte le nombre de t-uplets obtenus dans la requête (lignes)
- **COUNT(attribut)** : compte le nombre de valeurs de l'attribut différentes de NULL
- **COUNT(DISTINCT attribut)** : compte le nombre de valeurs différentes de l'attribut

COUNT(DISTINCT attribut) n'existe pas dans tous les SGBD

Utilisations de la fonction COUNT

```
SELECT count(*)
FROM ingredient
```

count(*)
9

```
SELECT count(ingLocation) AS NB_Location
FROM ingredient
```

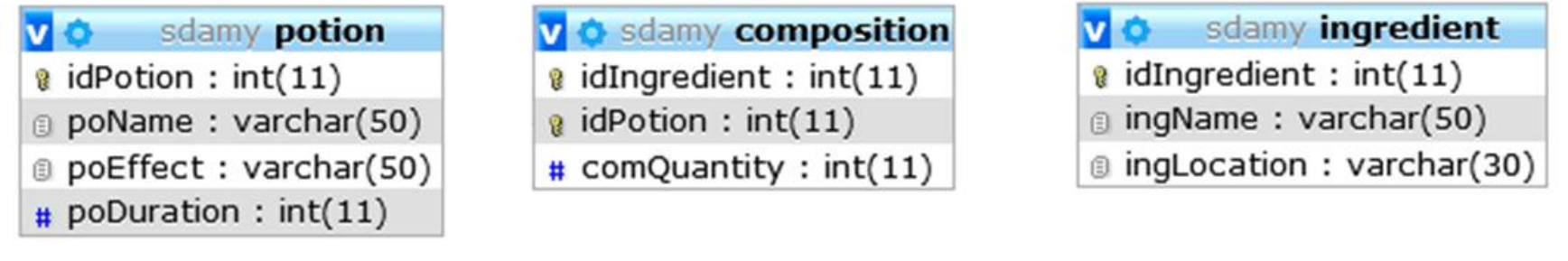
NB_Location
8

```
SELECT count(Distinct ingLocation)      AS
NB_Location
FROM ingredient
```

NB_Location
7

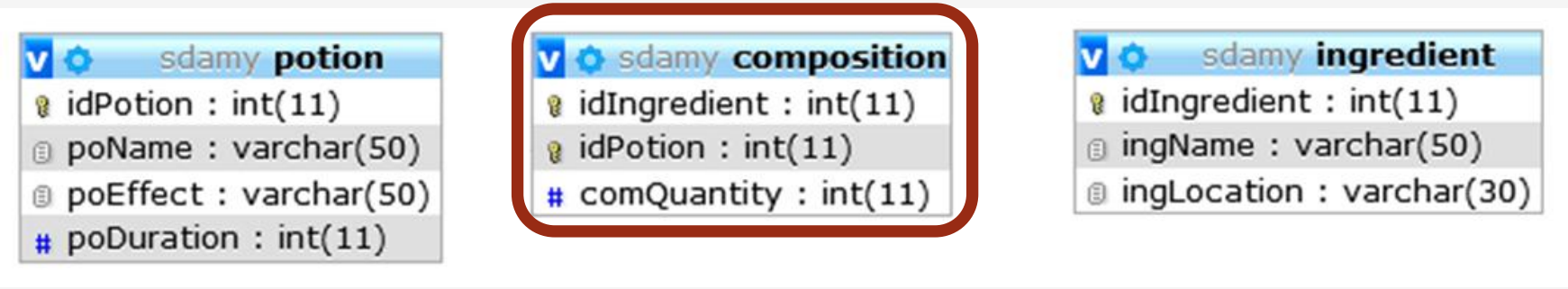
idIngredient	ingName	ingLocation
1	water	anywhere
2	mistletoe	tree
3	Apple	Apple tree
4	Beer	hostel
5	Honey	forest
6	Lemon	Lemon tree
7	Raspberry	Garden
8	green salad	Garden
9	Strawberry	*NULL*

Pour chaque potion : son nombre d'ingrédients



Où sont les informations qui nous intéressent ?

Pour chaque potion : son nombre d'ingrédients



Où sont les informations qui nous intéressent ?

Pour chaque potion : son nombre d'ingrédients

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

idPotion	nbre_Ingredients
1	3
4	1

La clause GROUP BY

Permet de subdiviser la table en groupes

Une seule ligne représente l'ensemble des t-uplets de la table regroupés, tous les t-uplets regroupés ont la même valeur pour les expressions du regroupement

Souvent utilisée avec une fonction de groupe

Syntaxe

```
GROUP BY expr1, expr2, …
```

Pour chaque potion : son nombre d'ingrédients

Comment regrouper ?

Par potion : idPotion

> Choisir pour le regroupement un attribut significatif (ici la clé de potion)

Compter combien on a d'ingrédients dans chaque groupe

Pour chaque potion : son nombre d'ingrédients

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

idIngredient	idPotion	comQuantity
1, 2, 5	1	2, 1, 1
4	4	1

Regroupement potion : idPotion

Pour chaque potion : son nombre d'ingrédients

```
SELECT idPotion, count(*)
FROM composition
GROUP BY idPotion
```

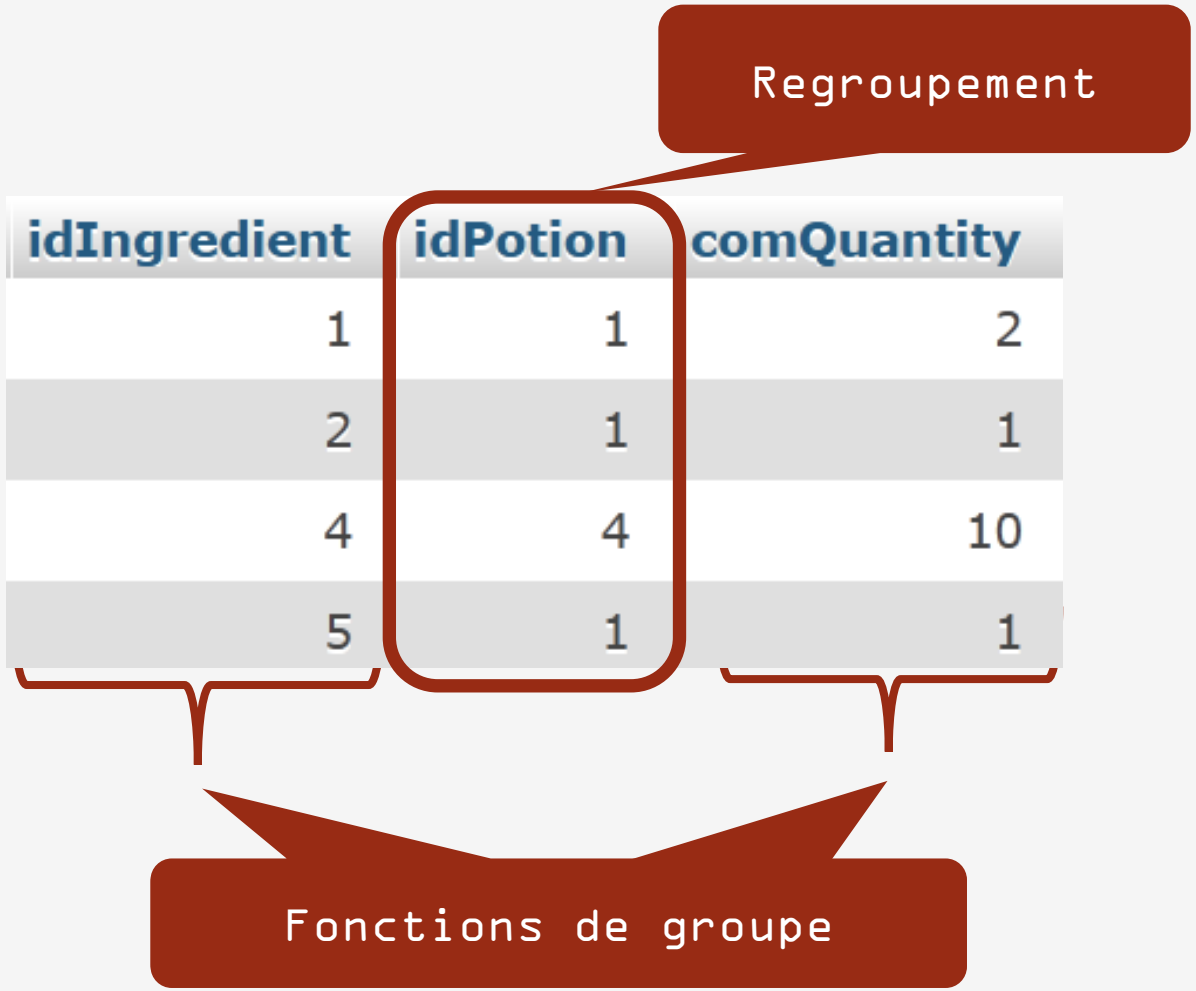
idPotion	count(*)
1	3
4	1

Les restrictions de la clause GROUP BY

Les seules opérations réalisables sur une "*table regroupée*" sont :

- opérations qui prennent en compte un ensemble de lignes (fonctions de groupe)
- opérations de projection portant sur des attributs impliqués dans le regroupement

Les restrictions de la clause GROUP BY



La clause HAVING

- Permet de sélectionner des groupes définis par la clause GROUP BY
- Même syntaxe que le prédicat de la clause WHERE
- Ne porte que sur les caractéristiques du groupe

Syntaxe

```
HAVING critère de sélection de groupes
```

Potions dont le nombre d'ingrédients est supérieur à 2

```
SELECT idPotion,count(*)
FROM composition
GROUP BY idPotion
```

idPotion	count(*)
1	3
4	1

Repartons de la requête vue précédemment qui compte les ingrédients par potion

Potions dont le nombre d'ingrédients est supérieur à 2

```
SELECT idPotion
FROM composition
GROUP BY idPotion
HAVING count(*) > 2
```

idIngredient	idPotion	comQuantity
1	1	2
2	1	1
4	4	10
5	1	1

idPotion	count(*)
1	3
4	1

idPotion
1

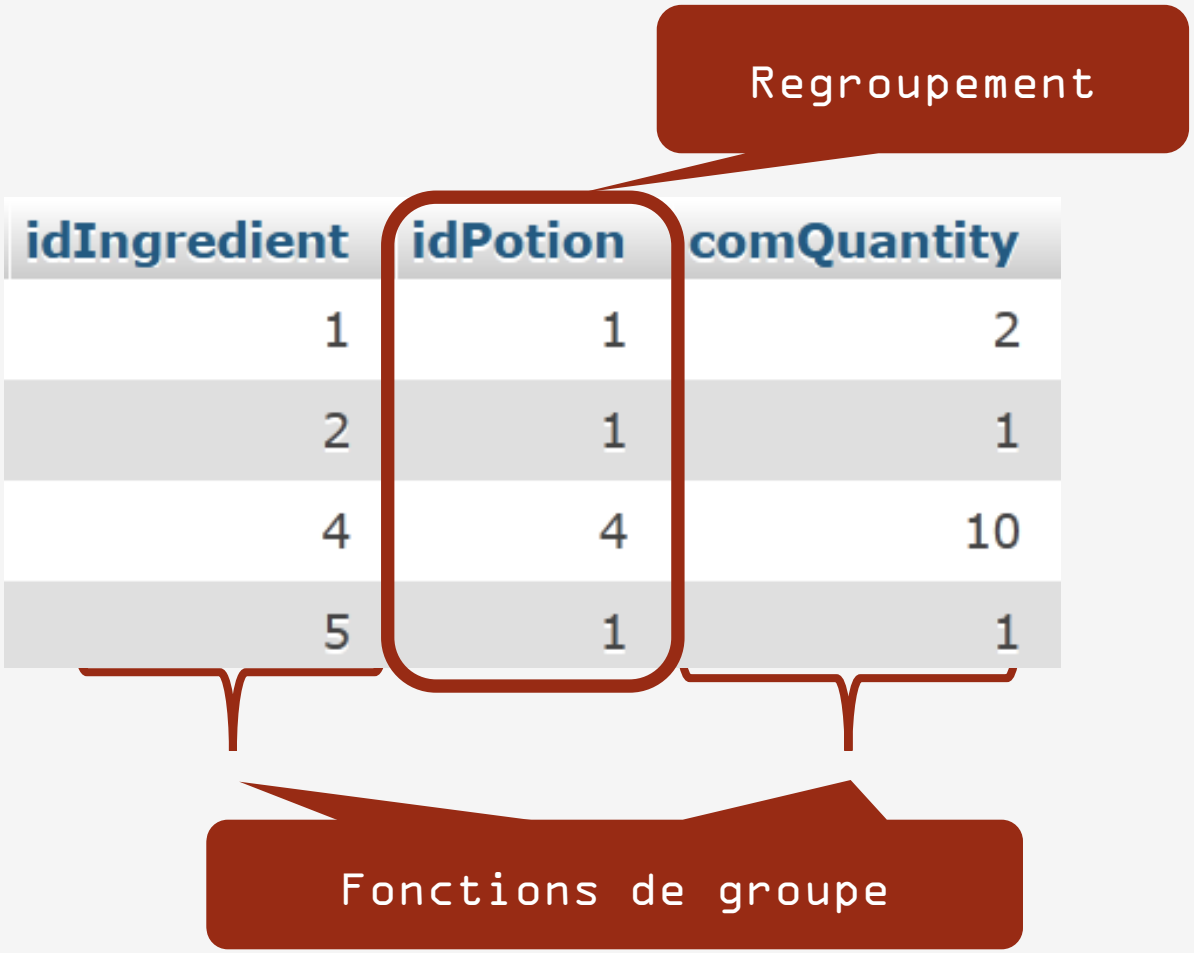
Les restrictions de la clause HAVING

Liées aux restrictions de la clause GROUP BY

Les seules expressions réalisables dans une clause HAVING sont :

- des expressions qui utilisent des fonctions de groupe sur les attributs qui ne font pas partie du regroupement,
- des expressions utilisant sous une forme quelconque les attributs du regroupement

Les restrictions de la clause HAVING




```
GROUP BY idPotion
HAVING
   count(distinct idIngredient) > 3
```

```
GROUP BY idPotion
HAVING
   count(comQuantity) > 2
```

```
GROUP BY idPotion
HAVING comQuantity =
2
```

La clause ORDER BY

Permet de préciser dans quel ordre les t-uplets sélectionnés seront donnés.

Le tri peut s'effectuer selon plusieurs critères, en allant du premier critère au dernier.

Syntaxe

```
ORDER BY expr1 [DESC, ASC] [, expr2 [DESC, ASC], …]
```

Potion par ordre croissant de nom de potion

```
SELECT *

FROM potion

ORDER BY poName
```

idPotion	poName ▲ 1	poEffect	poDuration
4	Anger potion	Makes you angry	5
2	Happiness Potion	Makes people happy	120
3	Invisibility Potion	Makes you invisible	10
1	Magic potion	Makes you strong	30

Par défaut : ordre croissant

Les compositions par quantité et id d'ingrédient

```
SELECT *

FROM composition

ORDER BY comQuantity, idIngredient
```

idIngredient ▲ 2	idPotion	comQuantity ▲ 1
2	1	1
5	1	1
1	1	2
4	4	10

Et maintenant à vous de jouer !!!