

## Diapositive 01

Salut et bienvenu dans cette vidéo consacrée à la suite du cours de Merise. Dans cette vidéo, nous allons découvrir et identifier les dépendances fonctionnelles.

## Diapositive 02

Voici les éléments à discuter dans cette vidéo :

- 1) Quel est le but des dépendances fonctionnelles ?
- 2) Qu'est-ce qu'une dépendance fonctionnelle ?
- 3) Les propriétés des dépendances fonctionnelles
- 4) Qu'est-ce qu'une dépendance fonctionnelle élémentaire ?
- 5) Graphe des dépendances fonctionnelles
- 6) Fermeture transitive et couverture minimale
- 7) Retour sur la notion d'identifiant d'une entité

## Diapositive 03

### Quel est le but des dépendances fonctionnelles ?

Avant de définir ce que c'est les dépendances fonctionnelles. Il est intéressant de répondre à la question quel est le rôle des dépendances fonctionnelles ?

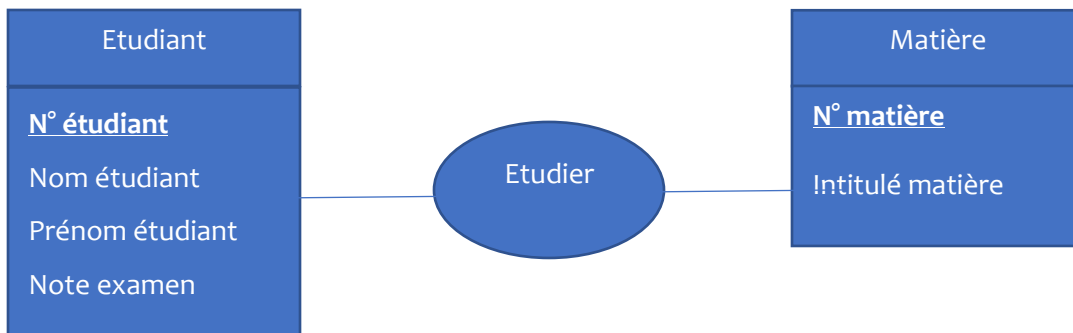
Le but des dépendances fonctionnelles est de vérifier et de s'assurer que la future base de données est correctement construite. C'est à dire que la base de données ne doit pas souffrir ni de la redondance ni de l'incohérence.

Donc nous pouvons constater que les dépendances fonctionnelles peuvent être utilisées au niveau des tables directement ou au niveau de la conception de la base de données comme dans le cas du modèle conceptuel des données de la méthode Merise

## Diapositive 04

Exemple :

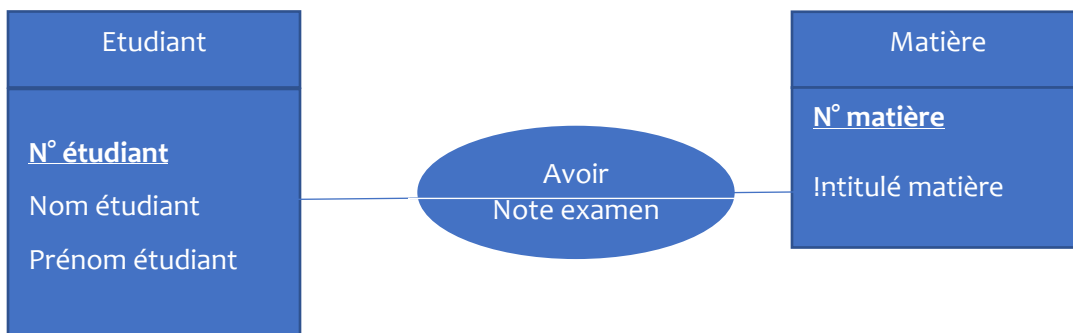
Soit le modèle conceptuel des données suivant :



Ce modèle conceptuel des données n'est pas correct, la propriété note examen ne doit pas être dans l'entité Etudiant pourquoi parce que pour chaque étudiant on ne sait pas dans quelle matière il a eu la note. En plus, un étudiant va avoir plusieurs notes d'examen, ce qui veut dire que N° étudiant ne sera plus un identifiant.

Les dépendances fonctionnelles vont nous aider à placer la propriété Note examen dans le bon endroit c'est à dire soit dans l'entité juste ou dans une association. Et ainsi nous allons éviter beaucoup de problèmes dans notre futur base de données.

Après application des dépendances fonctionnelles sur notre MCD, voici maintenant le MCD correct :



## Diapositive 05

### Qu'est-ce qu'une dépendance fonctionnelle ?

La notion de dépendance fonctionnelle fut introduite dès le début du relationnel par CODD afin de caractériser des relations, ou ce qu'on appelle les tables, pouvant être décomposées sans perte d'informations.

Pour comprendre, une base de données peut être construite de deux façons :

Soit selon un processus de conception, c'est le cas de la méthode Merise, nous devons élaborer le modèle conceptuel des données.

Soit à travers un processus de décomposition d'une table contenant tous les attributs et puis nous décomposons cette table universelle en plusieurs tables sans perte de l'information. Ce processus de décomposition s'appelle la normalisation. La normalisation utilise les dépendances fonctionnelles pour obtenir des tables non redondantes et cohérentes.

## Diapositive 06

Voici une définition simple d'une dépendance fonctionnelle :

Un attribut (ou groupe d'attributs) Y dépend fonctionnellement d'un attribut (ou groupe d'attributs) X, si, étant donné une valeur de X, il lui correspond une valeur unique de Y.

À titre d'exemple, dans l'entité VOITURE, les dépendances fonctionnelles suivantes existent :

N° d'immatriculation → Couleur

Type → Marque

Type → Puissance

(Type, Marque) → Puissance

Pourquoi la couleur dépend fonctionnellement de N° d'immatriculation ? parce que pour une seule valeur de N° d'immatriculation correspond toujours une et une seule couleur.

Pourquoi la marque d'une voiture dépend fonctionnellement du type de voiture ? cette DF est vraie parce que, pour chaque valeur de type de voiture correspond une et seule valeur de la marque. Le type 308 correspond toujours à Peugeot.

Par contre, les dépendances fonctionnelles suivantes sont inexistantes :

Puissance → type

Type → Couleur

Pourquoi le type ne dépend pas fonctionnellement de la puissance ? cette DF est fautive parce que pour une valeur de puissance de voiture peut correspondre plusieurs valeurs de type. 150 CV peut correspondre à Peugeot 308 et à Fiat Bravo

## Diapositive 07

Est-ce que ces trois dépendances fonctionnelles sont correctes ?

- 1) Référence produit → Quantité commandée
- 2) N° commande → Quantité commandée
- 3) (N° commande, Référence produit) → Quantité commandée

La dépendance fonctionnelle Référence produit → Quantité commandée n'est pas correcte, Pourquoi ?

Un produit peut être commandé plusieurs fois, et chaque commande concerne une quantité commandée ainsi pour une référence de produit, il y a plusieurs quantités commandées.

Donc Référence produit → Quantité commandée n'est une dépendance fonctionnelle.

Est-ce que la dépendance fonctionnelle N° commande → Quantité commandée est correcte Non, Pourquoi ? parce qu'une commande peut avoir plusieurs produits et pour chaque produit, il y a sa quantité. Ainsi pour un N° de commande il y a plusieurs quantités commandées.

Donc N° commande → Quantité commandée n'est pas une dépendance fonctionnelle.

La dépendance fonctionnelle (N° commande, Référence produit) → Quantité commandée est-elle correcte ?

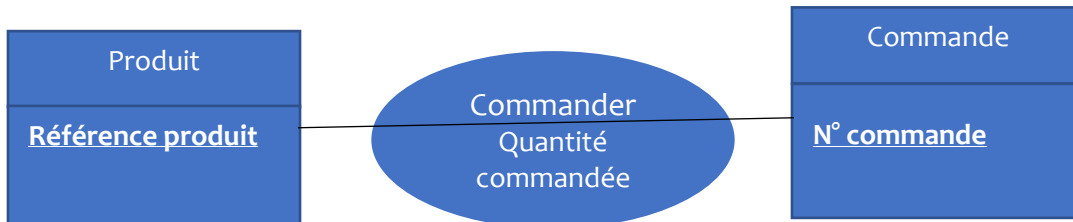
Oui c'est une dépendance fonctionnelle, pourquoi ? Parce que, dans une seule commande et pour un seul produit, il y a toujours une et une seule quantité. Pour la même commande C01 et pour le même produit P201, est ce qu'on peut trouver deux quantités commandées, non.

Ainsi, la dépendance fonctionnelle : (N° commande, Référence produit) → Quantité commandée est correcte.

## Diapositive 08

Pour appliquer les dépendances fonctionnelles ci-dessus à notre MCD constitué des entités Produit et commande, comment sera-t-il représenté ?

Voici le modèle conceptuel des données.



Vous remarquez que la relation Commander contient la propriété Quantité commandée, pourquoi, ? la propriété quantité commandée est mise dans la relation Commander parce qu'elle dépend de deux propriétés N° commande, Référence produit : (N° commande, Référence produit) → Quantité commandée

Et ces deux propriétés se situent dans des entités différentes : Commande et Produit

Ce qui implique que la quantité commandée sera placée dans une relation entre les deux entités Commande et produit.

## Diapositive 09

### Les propriétés des dépendances fonctionnelles

Les propriétés des dépendances fonctionnelles permettent de dégager d'autres dépendances fonctionnelles à partir des dépendances fonctionnelles existantes.

Les dépendances fonctionnelles obéissent à plusieurs règles. Les trois règles suivantes composent les axiomes des dépendances fonctionnelles et sont connues dans la littérature sous le nom d'axiomes d'Armstrong :

Réflexivité :

X et Y sont des groupes de propriétés sachant que Y est un sous-groupe de X :

Donc  $X \rightarrow Y$  c'est à dire que tout ensemble d'attributs détermine lui-même ou une partie de lui-même.

Exemple :

(Type, Marque, Puissance) → (Marque, Puissance)

## Diapositive 10

Augmentation

X et Y sont deux groupes de propriétés

$$X \rightarrow Y \Rightarrow XZ \rightarrow YZ ;$$

si X détermine Y, les deux ensembles d'attributs peuvent être enrichis par un même troisième.

Exemple :

$$(\text{Type}) \rightarrow (\text{Puissance}) \text{ nous avons toujours } (\text{Type, Couleur}) \rightarrow (\text{Puissance, Couleur})$$

## Diapositive 11

Transitivité

$$X \rightarrow Y \text{ et } Y \rightarrow Z \text{ alors } X \rightarrow Z$$

Exemple :

$$\text{N}^\circ \text{ d'immatriculation} \rightarrow \text{Type} \text{ et } \text{Type} \rightarrow \text{Puissance},$$

$$\text{on déduit } \text{N}^\circ \text{ d'immatriculation} \rightarrow \text{Puissance}.$$

## Diapositive 12

Plusieurs autres règles se déduisent de ces axiomes de base :

Union

$$X \rightarrow Y \text{ et } X \rightarrow Z$$

$$\text{Alors } X \rightarrow Y, Z.$$

Pseudo-transitivité

$$X \rightarrow Y \text{ et } WY \rightarrow Z$$

$$\text{Alors } WX \rightarrow Z$$

Décomposition

$$X \rightarrow Y \text{ et } Z \text{ est inclus dans } Y$$

$$\text{Alors } X \rightarrow Z.$$

## Diapositive 13

### Qu'est-ce qu'une dépendance élémentaire ?

À partir de ces règles vues précédemment, il est possible d'introduire la notion de dépendance fonctionnelle élémentaire.

Une dépendance fonctionnelle est qualifiée élémentaire si :

Une dépendance fonctionnelle de la forme :

$$X \rightarrow A,$$

où A est une propriété unique n'appartenant pas à X qui est un groupe de propriétés et où il n'existe pas un sous-groupe noté X' appartenant au groupe X tel que  $X' \rightarrow A$ .

## Diapositive 14

Exemple 1:

$$(\text{Type, Marque}) \rightarrow \text{Puissance}$$

Cette dépendance fonctionnelle n'est pas élémentaire, pourquoi ? parce qu'il y a une partie du groupe (Type, Marque) qui détermine la puissance :

$$(\text{Type}) \rightarrow \text{Puissance}$$

cette dépendance fonctionnelle est élémentaire

## Diapositive 15

Exemple 2 :

$$(\text{Référence produit, N}^\circ \text{ commande}) \rightarrow \text{Quantité commandée}$$

Cette dépendance fonctionnelle est élémentaire, pourquoi ? parce que la quantité commandée dépend de la totalité du groupe : Référence produit, N° commande

Quantité commandée ne dépend pas fonctionnellement de Référence produit

Et Quantité commandée ne dépend pas fonctionnellement de N° commande

## Diapositive 16

Exemple 3 :

Est que cette dépendance fonctionnelle est élémentaire ?

N° étudiant → nom étudiant, prénom étudiant

Non ce n'est une dépendance fonctionnelle élémentaire, pourquoi, parce que, la partie à droite de la dépendance fonctionnelle n'est pas unique il s'agit d'un groupe de propriétés : nom étudiant, prénom étudiant.

Pour que cette dépendance fonctionnelle soit élémentaire, on peut la réécrire de cette façon :

N° étudiant → nom étudiant

N° étudiant → prénom étudiant

Maintenant, il s'agit de deux dépendances fonctionnelles élémentaires.

Une remarque importante à prendre en considération lors de l'élaboration d'un modèle conceptuel des données, il faut vérifier que votre modèle comporte que des dépendances fonctionnelles élémentaire.

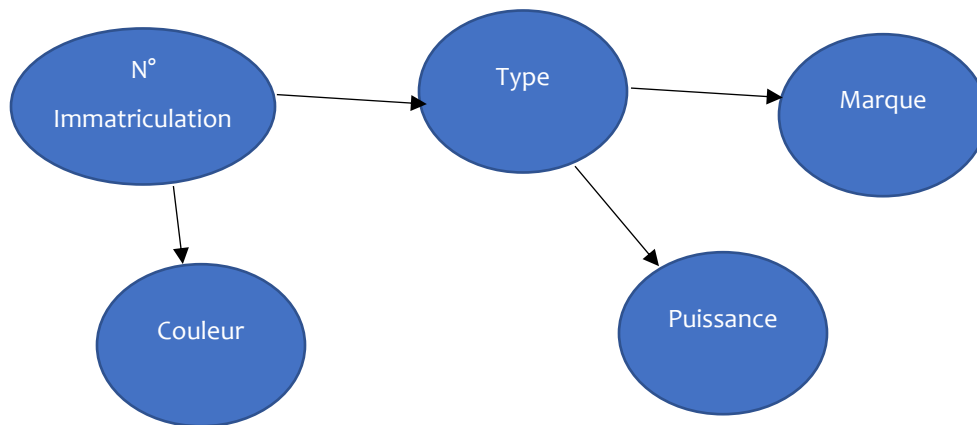


## Diapositive 17

### Grphe des dépendances fonctionnelles

Soit un ensemble  $F$  de dépendances fonctionnelles élémentaires. Si toutes les propriétés gauches sont uniques, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'un groupe, il est possible de visualiser cet ensemble de dépendances fonctionnelles par un graphe appelé graphe des dépendances fonctionnelles.

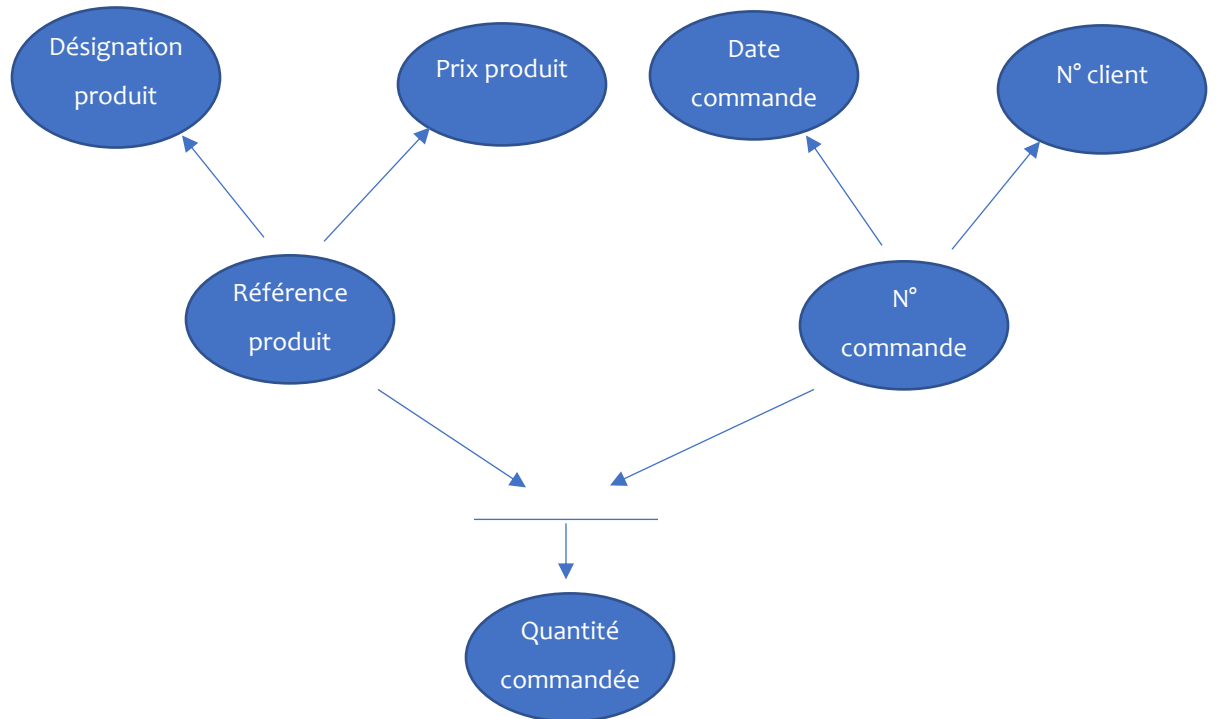
Une façon simple et lisible de représenter les dépendances fonctionnelles élémentaires et de les représenter graphiquement comme le graphe suivant



Il s'agit des dépendances fonctionnelles entre les propriétés de l'entité VOITURE

## Diapositive 18

Voici la façon d'élaborer un graphe des dépendances fonctionnelles dans le cas où la partie à gauche d'une dépendance fonctionnelle comporte plus d'un attribut comme dans le cas de cette dépendance fonctionnelle : (N° commande, Référence produit) → Quantité commandée, il faut introduire des arcs représentant une association de plusieurs sommets vers un sommet.



## Diapositive 19

### Fermeture transitive et couverture minimale

À partir d'un ensemble de dépendances fonctionnelles élémentaires, on peut composer par transitivité d'autres dépendances fonctionnelles élémentaires. On aboutit ainsi à la notion de fermeture transitive.

Une fermeture transitive est l'ensemble des dépendances fonctionnelles élémentaires considérées enrichi de toutes les DF élémentaires déduites par transitivité.

## Diapositive 20

Par exemple, à partir de l'ensemble de dépendances fonctionnelles :

$$F = \{ \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Type} ; \text{Type} \rightarrow \text{Marque} ; \text{type} \rightarrow \text{Puissance} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Couleur} \}$$

Les dépendances fonctionnelles élémentaire déduites par transitivité sont :

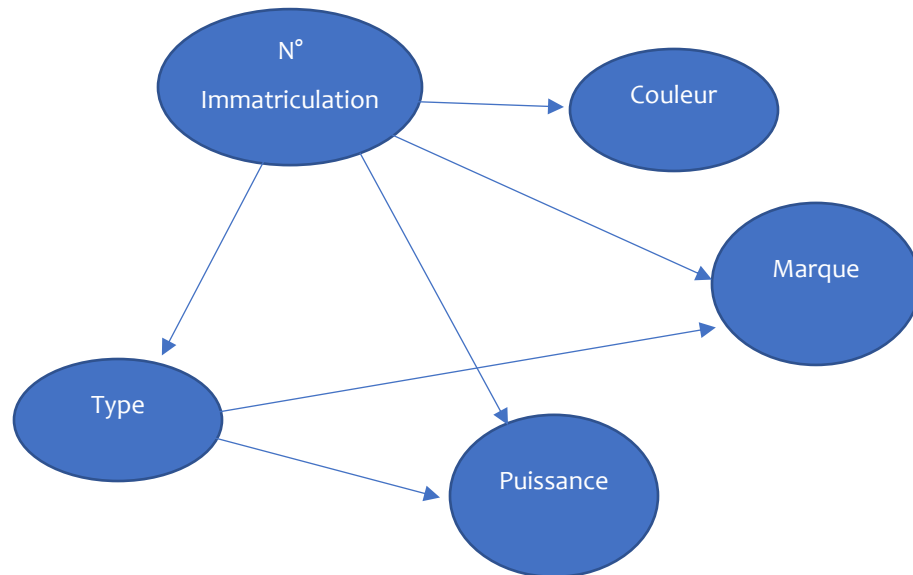
$$\text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Marque} ;$$
$$\text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Puissance}$$

On déduit la fermeture transitive :

$$F_+ = F \cup \{ \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Marque} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Puissance} \}$$
$$F_{++} = \{ \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Type} ; \text{Type} \rightarrow \text{Marque} ; \text{type} \rightarrow \text{Puissance} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Couleur} \} \cup \{ \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Marque} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Puissance} \}$$
$$F_{++} = \{ \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Type} ; \text{Type} \rightarrow \text{Marque} ; \text{type} \rightarrow \text{Puissance} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Couleur} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Marque} ; \text{N}^\circ \text{ immatriculation} \rightarrow \text{Puissance} \}$$

## Diapositive 21

Le graphe correspondant à  $F^+$  est représenté comme suit :



## Diapositive 22

La question maintenant qu'il me semble importante de la poser est quel est le but de la fermeture transitive lors de l'élaboration du modèle conceptuel des données ? La réponse à cette question est que lorsque vous avez terminé l'élaboration de votre MCD, vous devez vérifier que toutes les dépendances fonctionnelles de votre fermeture transitive doivent exister dans votre MCD, si ce n'est pas le cas, vous devrez revoir votre MCD.

Deux concepteurs X et Y viennent de définir deux ensembles de dépendances fonctionnelles différents pour le même cas à étudier. La question qui se pose, est ce que ces deux ensembles sont équivalents ? Oui ils sont équivalents s'ils ont la même fermeture transitive.

## Diapositive 23

### Qu'est-ce qu'une couverture minimale ?

Au lieu de travailler avec la fermeture transitive, il vaut mieux définir un ensemble minimum de dépendances fonctionnelles, sachant qu'à partir de cet ensemble minimum de dépendances fonctionnelles permettant de générer toutes les autres dépendances fonctionnelles. C'est la couverture minimale d'un ensemble de dépendances fonctionnelles élémentaires.

La couverture minimale d'un ensemble de dépendances fonctionnelles élémentaire est un sous ensemble minimal de dépendances fonctionnelles élémentaire permettant de générer toutes les autres dépendances fonctionnelles élémentaires.

Est que peut-on avoir plusieurs couvertures minimales pour le même ensemble de dépendances fonctionnelles ? au minimum, il y a une couverture minimale, et nous pouvons avoir plusieurs couvertures minimales différentes pour le même ensemble de dépendances fonctionnelles. Et pour vérifier l'équivalence entre ces couvertures minimales, il faut que les fermetures transitives de chacune soient équivalentes.

Aussi, la question à poser quel est le but de la couverture minimales des dépendances fonctionnelles élémentaires ?

Nous avons dit que toutes les dépendances fonctionnelles élémentaires de la fermeture transitive doivent être présentes dans le MCD et si vous représentez graphiquement toutes ces dépendances fonctionnelles cela va accroître le nombre d'association dans le MCD. Au lieu de cela, vous allez travailler avec la couverture minimale dans le but de réduire le nombre d'associations sans perte d'information. Ainsi, le but de la couverture minimale est de réduire le nombre de relation ou d'association dans votre MCD sans pertes d'information.

## Diapositive 24

### Notion de l'identifiant

Pour donner une définition d'un identifiant d'une entité à partir des dépendances fonctionnelles est que toutes les propriétés de l'entité doivent dépendre fonctionnellement de l'identifiant et cette dépendance fonctionnelle doit être élémentaire. C'est dire que si l'identifiant est un groupe de propriété G, il ne doit pas exister un sous-groupe de G' appartenant à G de tel façon que G' détermine les autres propriétés de l'entité.

Soit l'exemple suivant de l'entité voiture :

Voiture
<b>N° immatriculation</b>
Type
Marque
Puissance
Couleur

N° d'immatriculation est un identifiant, toutes les autres propriétés : Type, Marque, Puissance, Couleur dépendent fonctionnellement de n° d'immatriculation.

Prenons le même exemple avec cette petite différence :

Voiture
<b>N° immatriculation</b>
<b>Type</b>
Marque
Puissance
Couleur

Est-ce que les deux propriétés N° d'immatriculation et type constituent est l'identifiant de l'entité voiture ?

A première vue, vous allez dire oui, pourquoi ? parce que toutes les autres propriétés : Marque, Puissance, Couleur dépendent fonctionnellement du groupe N° d'immatriculation et type. Cependant une partie de l'identifiant détermine les autres propriétés. Il s'agit de N° d'immatriculation. Ainsi l'identifiant est n° d'immatriculation et non le groupe N° d'immatriculation et type.