

# Tut' Rentrée 2013-2014

## UE 4 : Evaluation des méthodes d'analyse appliquées aux sciences de la vie et de la Santé





Le tutorat est gratuit. Toute vente  
ou reproduction est interdite.

# Tut' Rentrée 2013-2014

## UE 4 : Evaluation des méthodes d'analyse appliquées aux sciences de la vie et de la Santé

Cours n°1 : Introduction à la métrologie et à la Biométrie

*Ou là où tout commence*

# Quelques définitions

»» *Il faut bien commencer quelque part...*

# Définitions

- ▶ **Biométrie**

mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et / ou qualitative des êtres vivants.

- ▶ Principaux domaines d'application : agronomie, anthropologie, écologie, médecine

# Définitions

- ▶ **Grandeur**

Tout attribut susceptible d'être distingué qualitativement et déterminé quantitativement

Ex : la taille

- ▶ **Unité**

Grandeur choisie comme référence

Ex : le mètre

- ▶ **Mesure = Valeur x Unité**

# Les Unités

»» *Oui ce cours est capable d'être  
encore plus ennuyant...*

# Unités de Base

Grandeur		Unité	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Longueur	L	Mètre	m
Masse	M	Kilogramme	kg
Temps	t	Seconde	s
Courant électrique	i	Ampère	A
Température	T	Kelvin	K
Quantité de matière		Mole	mol
Intensité lumineuse	I	Candela	cd

# Exercice pratique

Je participe au concours du plus gros gâteau jamais créé. Pour ça je prévois d'en faire un avec les dimensions d'un terrain de foot. Je décide donc de faire 100 mètres de longueur et 60 mètres de largeur. Je veux également qu'il fasse 1 mètre de hauteur. Combien mon gâteau fera-t-il en  $\text{cm}^3$ ?

- A. 1
- B.  $6,0 \times 10^3$
- C. 6000
- D.  $6,0 \times 10^9$
- E. Tout est Faux.

# Correction



Attention ! Il faut bien lire l'énoncé avant de se lancer à corps perdu dans la résolution ! J'ai fait exprès de ne pas souligner dans la question « en  $\text{cm}^3$  », mais il faut le voir.



Les énoncés ne seront pas soulignés, il faut donc vous voir toutes les données (personnellement je les entourais au crayon en lisant l'énoncé)

# Correction

- ▶ Longueur : 100 mètres
- ▶ Largueur : 60 mètres
- ▶ Hauteur : 1 mètre
- ▶ Donc en  $m^3$  :  $100 \times 60 \times 1 = 6,0 \times 10^3 m^3$
- ▶ Attention ! On demande le résultat en  $cm^3$
- ▶ Donc en  $cm^3$  :  $6,0 \times 10^3 \times 10^6 cm^3$   
 $= 6,0 \times 10^9 cm^3$



**Réponse : D**

# Incertitude et erreur de mesure

»» *Avec d'autres exercices inédits !*

# Incertitude dx

- ▶  $x$  = résultat d'une mesure
- ▶  $X$  = grandeur de la mesure
- ▶  $dx$  est l'incertitude sur  $x$
  
- ▶ Intervalle de valeur :

[ Valeur trouvée  $\pm$  incertitude  $dx$  ]

[ Valeur minimale ; Valeur maximale ]

# Exercice Pratique

Dans la boulangerie Cbon au coin de la rue de Martine, les baguettes font une moyenne de 37,30 cm. Elle achète le pain ce matin et décide de le mesurer, parce que sincèrement elle s'ennuie le dimanche. Elle trouve 32,80cm. Seulement, les derniers centimètres elle les a mesurés en travers de doigt (j'oubliais, Martine est blonde). Elle décide donc de se laisser une marge d'erreur de 10%.

- A. Le boulanger l'a arnaqué, sa baguette est trop courte
- B. Au contraire, le boulanger a mis trop de pate, elle est beaucoup trop grosse (mais Martine aime quand c'est gros).
- C. L'intervalle de valeur est : [ 29,07 ; 36,53]
- D. L'intervalle de valeur est : [29,52 ; 36,08]
- E. Aucune réponse est juste. Martine ferait mieux de dormir.


# Correction

- ▶ Valeur trouvée : 32,80 cm
- ▶ Incertitude : 10%
- ▶ Intervalle de valeur :  
    [valeur trouvée  $\pm$  incertitude]
- ▶  $[32,80 \pm 10\%]$  ou  $[32,80 \pm 3,280]$
- ▶  $32,80 + 3,280 = 36,08$
- ▶  $32,80 - 3,280 = 29,52$
- ▶ Intervalle de valeur :  $[29,52 ; 36,08]$

# Correction

- ▶ Comme la moyenne est de 37,30 cm, la baguette est trop courte car même avec l'incertitude, l'intervalle est en dessous de la moyenne.
- ▶ Si la moyenne avait été de 35,30 cm, on n'aurait pas pu en conclure ça, car la moyenne aurait été dans l'intervalle [29,52 ; 36,08]
- ▶ Réponse : A D

# Correction

 Attention, il faut bien prendre la valeur trouvée (mesurée par Martine) pour trouver la valeur de l'incertitude, et non pas la moyenne (la moyenne de la taille de la baguette)

 Attention aux nombres de chiffres significatifs

# Erreur Absolue e

## 1/2

- ▶ = Valeur trouvée – valeur vraie =  $x - X$
- ▶ S'exprime **dans l'unité de la mesure**
- ▶ Exemple : Une machine crée des bonbons de 8 à 10 g chacun. Paul prend un bonbon et estime qu'il pèse 8,7 g (oui, Paul est très fort et peut estimer le bonbon, et c'est très logique). Il le met ensuite sur une balance qui lui indique que le bonbon fait en réalité 8,3 g.
- ▶ Quel est l'erreur absolue de l'estimation de Paul ?

# Erreur Absolue e

2/2

- ▶ Valeur trouvée : 8,7 g
- ▶ Valeur vraie : 8,3 g
- ▶ Erreur absolue  $e = 8,7 - 8,3 = 0,40$  g

# Erreur Relative $e_r$

- ▶ = erreur Absolue / valeur vraie =  $e / X$
- ▶ S 'exprime en **Pourcentage**
- ▶ Exemple : Si on reprends l'exemple de Paul, avec son estimation à 8,7g et la valeur trouvée par la machine de 8,3g.
- ▶ Quel est l'erreur relative ?

# Erreur Relative $e_r$

- ▶ Valeur trouvée : 8,7g
- ▶ Valeur vraie : 8,3g
- ▶ Erreur absolue : 0,40g
- ▶ Erreur relative :  $e_r = e / X = 0,40\text{g} / 8,3 \text{ g} = 0,048 = 4,8\%$

Avec 2 chiffres significatifs comme dans l'énoncé

# Erreurs de Mesure

»» *J'aime bien écrire un truc inutile  
sous les titres, pas toi ?*

# Définitions

- ▶ **Erreurs systématiques / Biais**

= erreurs REPRODUCTIBLES, reliées par une loi PHYSIQUE  
Ex : une balance qui affichera quelques grammes lorsque le plateau est vide

- ▶ **Erreurs aléatoires**

= erreurs NON REPRODUCTIBLES, reliées par des lois STATISTIQUES

Ex : mesure du temps avec un chronomètre. L'erreur dépend du temps de réaction de la personne.

- ▶ **Erreurs accidentelles**

= généralement pas prises en compte

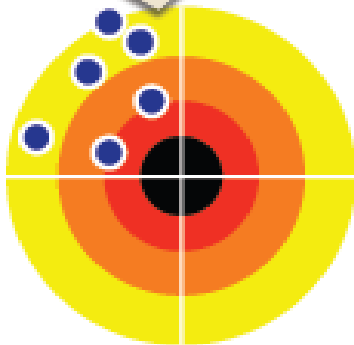
# Fidélité

- ▶ Traduit l'écart entre une série de mesures et la moyenne des valeurs trouvées
- ▶ Indication sur les erreurs ALEATOIRES
  
- ▶ Exemple : 2 classes de 4 élèves chacun font le même contrôle surprise. Voici leurs notes
- ▶ Classe 1 : 1 / 3 / 6 / 8
- ▶ Classe 2 : 3,5 / 4 / 5 / 5,5
- ▶ Dans les deux cas, la moyenne est de 4,5 mais la moyenne est plus fidèle dans la classe 2 car possède un plus petit écart entre les notes que la classe 1.

# Justesse

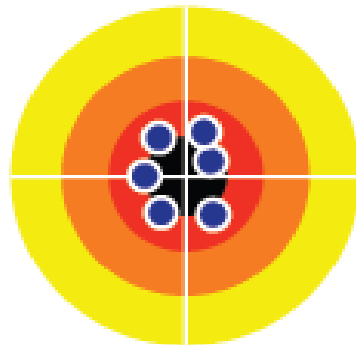
- ▶ Traduit l'étroitesse entre la valeur trouvée et la valeur de référence
- ▶ Indication sur les erreurs SYSTEMATIQUES
- ▶ Exemple : Le patient A a une glycémie moyenne de 1,2 g/L. Seulement depuis trois jours, je trouve 5,4g/L.
- ▶ La valeur trouvée est donc éloignée de la valeur de référence.
- ▶ Elle indique une erreur systématique, par exemple la machine utilisée pour mesurer la glycémie depuis 3 jours est mal calibrée.

**Fidélité** : on regarde  
les points entre eux

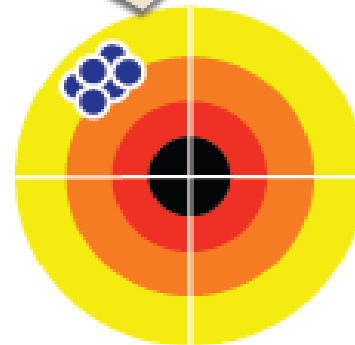


**pas fidèle**  
**et**  
**pas juste :**  
**imprécis**

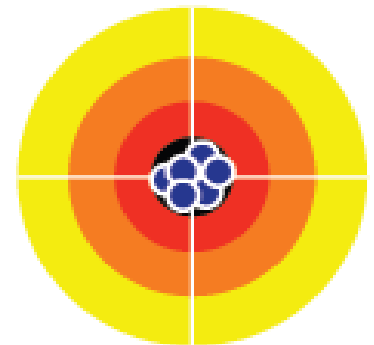
**Justesse** : on regarde  
les points avec la  
référence



**pas fidèle**  
**mais**  
**juste**



**fidèle**  
**mais**  
**pas juste**

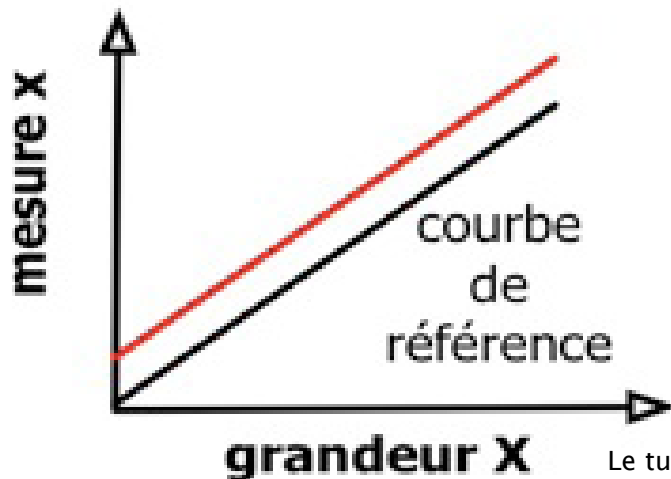


**fidèle**  
**et**  
**juste :**  
**précis**

# Erreur de Mesure

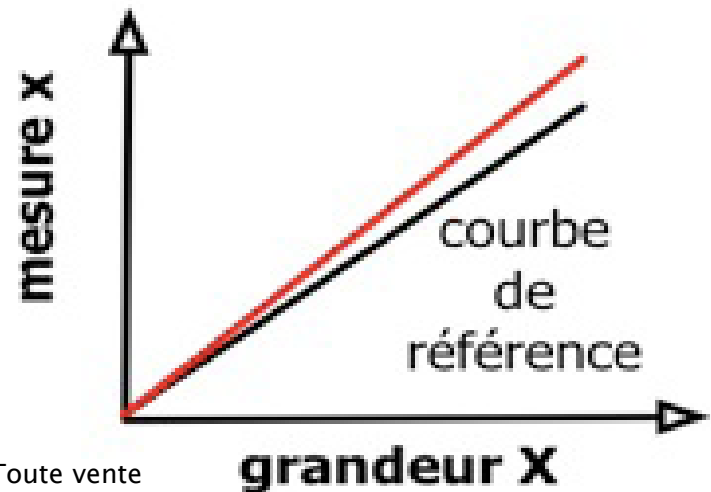
## Erreur de zéro ou offset

- ▶ Ne dépend pas de la valeur de la grandeur mesurée
- ▶ Valeur de  $x$  quand  $X=0$



## Erreur d'échelle ou erreur de Gain

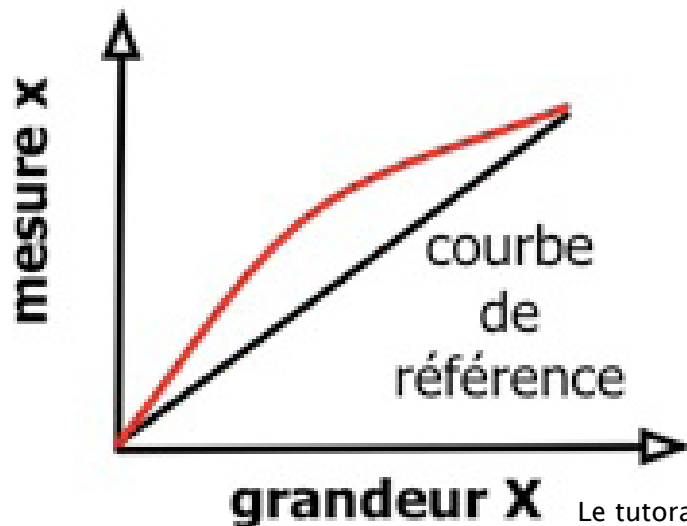
- ▶ Dépend de façon linéaire de la valeur de la grandeur mesurée



# Erreur de Mesure

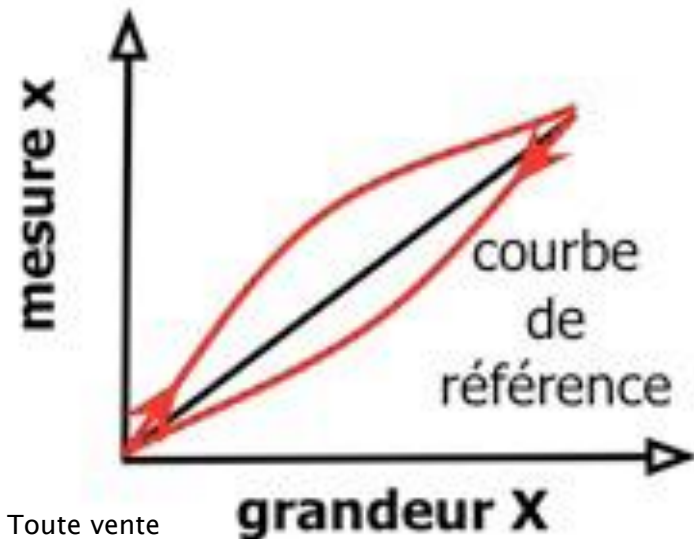
## Erreur de linéarité

- ▶ La caractéristique n'est pas une droite



## Erreur due au phénomène d'hystérésis

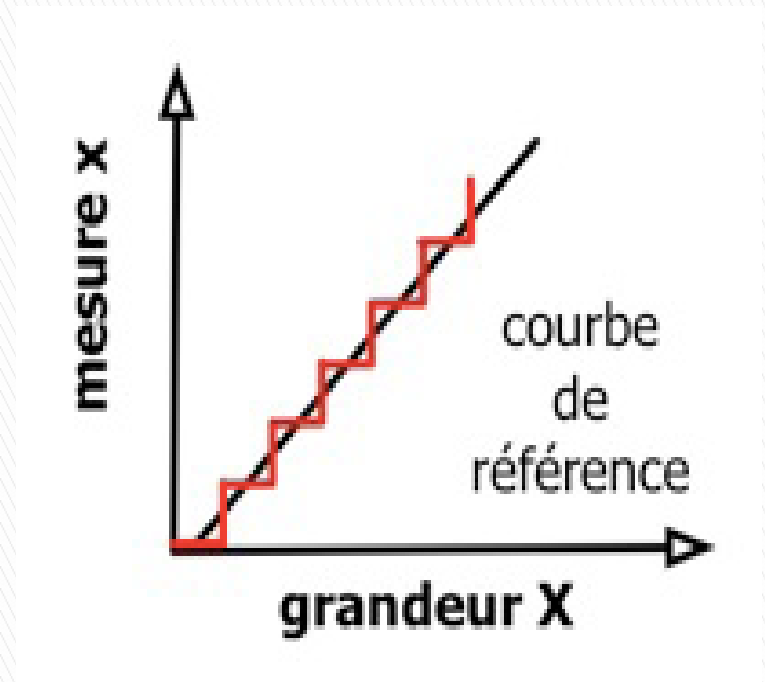
- ▶ Il y a phénomène d'hystérésis lorsque le résultat de la mesure dépend de la précédente mesure
- ▶ Ex : effet de viscosité



# Erreur de Mesure

## Erreur de Mobilité

- ▶ La caractéristique est en escalier
- ▶ Souvent due à une numérisation du signal c'est-à-dire une discrétisation d'une valeur continue en classe



# Notation Scientifique

»» *Chose vue et revue un milliard de fois mais hé, il faut bien faire les bases nan ?*

# Notation Scientifique

- ▶ Un signe de la virgule
- ▶ Un nombre de chiffres à droite de la virgule

Ex :

- ▶ Une puissance de dix entière

Ex :

65.9

- ▶ La précision du résultat doit avoir autant de chiffres significatifs que la donnée ayant le moins de chiffres significatifs

# Notation Scientifique

- ▶ Quels sont les bonnes notations scientifiques ?
- A.  $0,1456 \cdot 10^5$
- B.  $1,45 \cdot 10^{3/8}$
- C. 5,4
- D.  $5,0748^{90}$
- E. Tout est faux

# Notation Scientifique

- A. Faux : le zéro avant les chiffres n'étant pas significatif, la virgule doit être déplacée d'un cran sur la droite
- B. Faux : la puissance de dix doit être entière
- C. Faux : la notation scientifique requiert une puissance de dix (oui je sais c'est con)
- D. Faux : il doit y avoir une puissance de dix, ce n'est pas le chiffre lui-même qui doit avoir une puissance
- E. Vrai

# Arrondi avec un logarithme / une exponentielle

»» *Encore un truc pourri inutile oui je  
sais j'ai la partie la plus inutile... et  
pourrie...*

# Arrondi avec un logarithme

- ▶ Le logarithme en base 10 d'un nombre conserve autant de chiffres dans la mantisse (partie à droite de la virgule) qu'il y a de chiffres significatifs dans le nombre de départ

- ▶ Logarithme :

X chiffres dans le nombre de départ = X chiffres après la virgule dans le résultat

- ▶ Exemple :

$x$	$\log(x)$	arrondi
$1,613 \cdot 10^1$	1,207634	1,2076

# Arrondi avec une exponentielle

- ▶ Inversement, la valeur de l'exponentielle en base 10 d'un nombre comporte autant de chiffres significatifs qu'il y a de décimales dans ce nombre
- ▶ Exponentielle :  
X décimales dans le nombre de départ = X chiffres significatifs dans le résultat

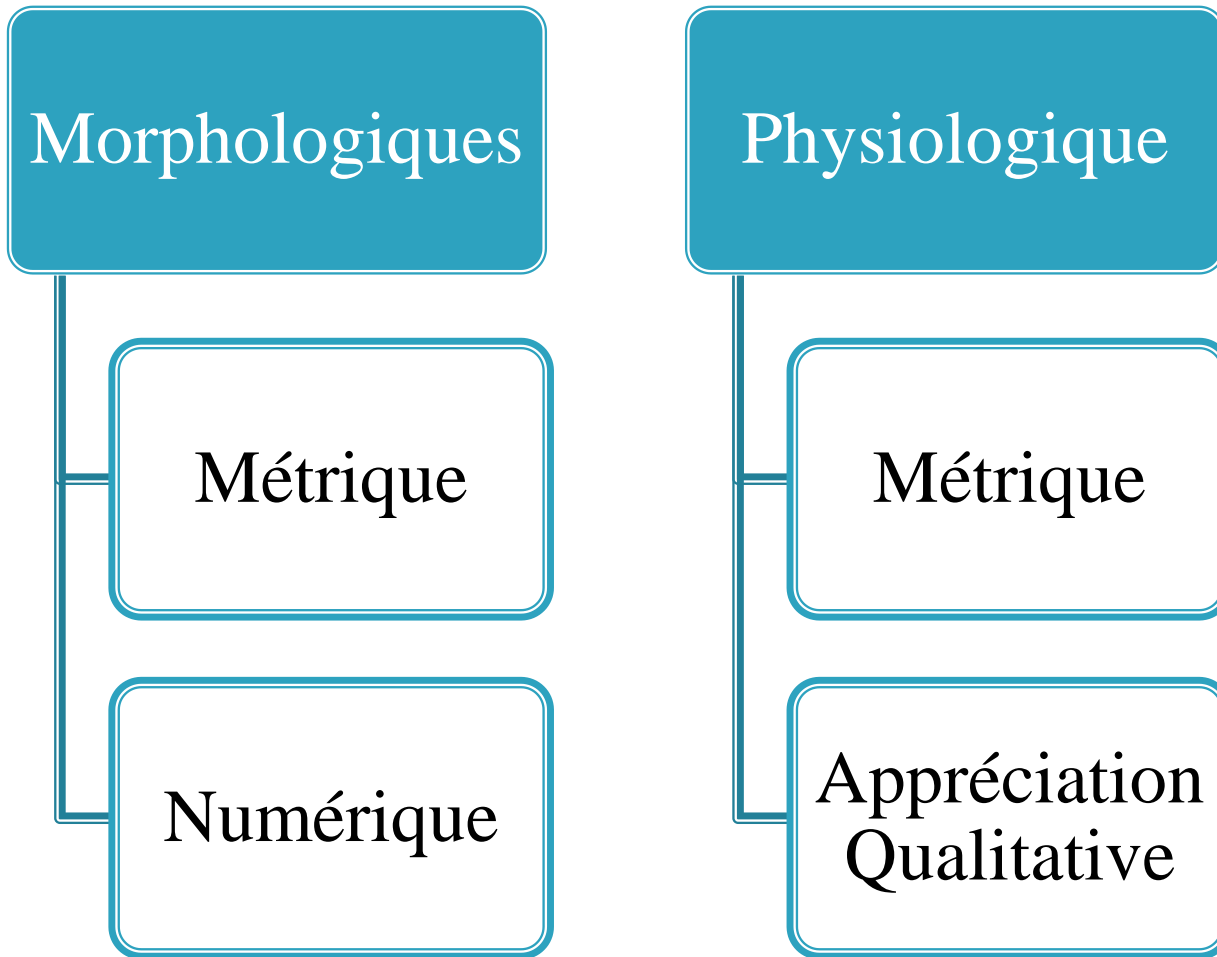
## Exemple :

▶ x	10x	arrondi
▶ -4,122	7,550922.10 <sup>-5</sup>	7,55.10 <sup>-5</sup>

# Éléments de Biométrie

»» *Ou comment apprendre des noms de trucs qu'on utilise au quotidien sans s'en rendre compte*

# Différents types de caractères



# Différents types de caractères

## ▶ Morphologiques

- ❑ Ont trait à la **forme** des individus

- ❑ Métrique : peuvent être mesurés

Ex : taille, poids

- ❑ Numérique : basée sur le décompte

Ex : la Numération de Formule Sanguine

# Différents types de caractères

## ▶ Physiologiques

□ Ont trait au **fonctionnement** de l'organisme

## □ Métrique

Ex : pression artérielle

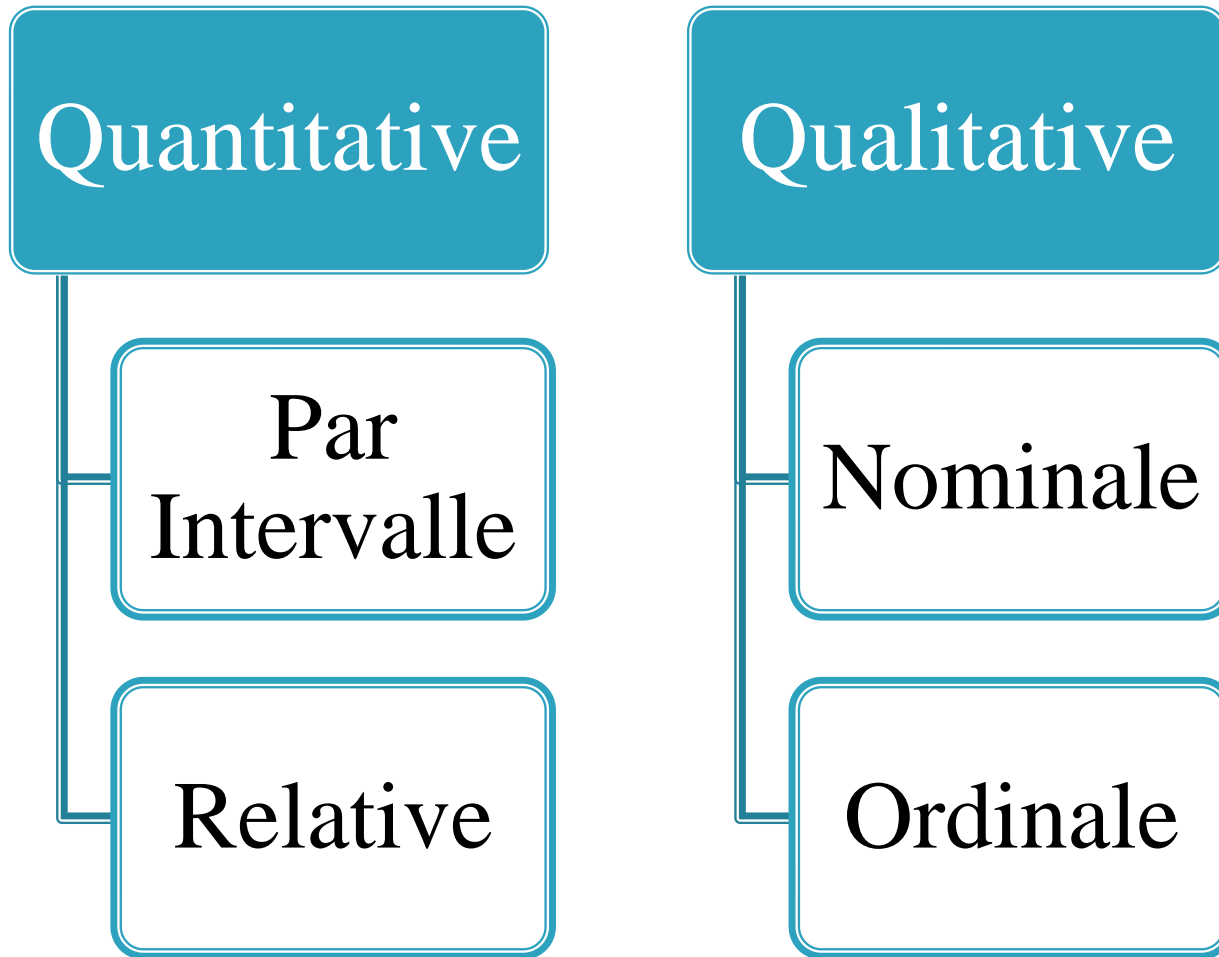
## □ Appréciation Qualitative

Ex : calvitie, adiposité

# Classification des Variables

»» *Si vous avez un collègue qui dort à côté de vous réveillez-le, c'est LA partie à retenir pour toute l'année*

# Classification des variables



# Variable Quantitative

= Variable qui peut être mesurée ou dénombrée

# Variable Quantitative

- ▶ Elle peut être
- ▶ **Discrète** : ne prend que des **valeurs isolées**, généralement **entières**, dans un intervalle  
Sont souvent issues d'un **dénombrement**  
Ex : le nombre d'enfant
- ▶ **Continue** : susceptible de prendre **toutes les valeurs** d'un intervalle  
Sont souvent issues d'une **mesure**  
Ex : le poids
- ▶ **Discrétisation d'une variable Continue**

# Variable Quantitative

## Par Intervalle

- ▶ Possède une **valeur Nulle arbitraire**
- ▶ La distance qui sépare deux catégories **est connue**
- ▶ Ex : l'échelle de température en Celsius

## Relative

- ▶ Le **zéro n'est pas arbitraire**, il correspond à **l'absence ou la nullité**
- ▶ L'égalité des rapports **peut être déterminée**
- ▶ Ex : l'échelle de température en Kelvin

# Variable Qualitative

= Variable ne pouvant être mesurée mais susceptible de classement

# Variable Qualitative

## Nominale ou Catégorielle

- ▶ Les valeurs sont
  - **Collectivement exhaustives**
  - **Mutuellement exclusives**
- ▶ L'ordre des catégories et les distances existants entre elles **sont ignorés**
- ▶ Chaque valeur / catégorie doit être **bien définie**
- ▶ Ex : Homme / Femme

## Ordinale

- ▶ Les valeurs possibles sont classées en rang, ou ordonnées selon **un critère commun**
- ▶ La **distance existant entre deux catégories n'est pas connue et peut varier**
- ▶ Ex : degré de satisfaction

# Codage numérique d'une variable Qualitative...

## Nominale

- ▶ Permet souvent de faciliter le traitement informatique
- ▶ Est très arbitraire

Ex :

- 1 : homme
- 2 : femme

## Ordinale

- ▶ On désigne une modalité par un nombre ou un score
- ▶ Elle ne définit pas une quantité objectivable mais un rang
- ▶ Mais ce nombre est moins arbitraire que pour le codage nominal, car ici il montre une progression

Ex :

- 1 : mauvais
- 2 : moyen

# A retenir

- ▶ Incertitude : [valeur trouvée  $\pm$  incertitude]
- ▶ Erreur absolue  $e$  :  $e = x - X$
- ▶ Erreur Relative  $e_r$  :  $e_r = e/X$
- ▶ Erreurs systématiques = biais / aléatoires
- ▶ Justesse
- ▶ Fidélité
- ▶ Erreur de zéro, d'échelle, de linéarité....
- ▶ Variables qualitative/quantitative

# Fin du Premier Chapitre

»» *Voilà voilà j'espère ne pas avoir été trop assommante ... De toute façon quand vous aurez les cours après vous allez vous dire que celui-là était fun !*