

# Tut' Rentrée

## UE 4 – Biostatistiques

Introduction à la biométrie  
et à la métrologie  
Cours 1 du Pr. Staccini



# Définitions

- Biométrie : Mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres vivants.

# Définitions

- Biométrie : Mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres vivants.
- Le mesurage : C'est l'ensemble des **opérations** ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur physique.

# Définitions

- Biométrie : Mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres vivants.
- Le mesurage : C'est l'ensemble des **opérations** ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur physique.
- La mesure : C'est l'**évaluation** d'une grandeur par **comparaison** avec une autre grandeur de même nature prise pour unité.

# Définitions

- Grandeur physique : Tout attribut repérable qualitativement et mesurable quantitativement.

# Définitions

- Grandeur physique : Tout attribut repérable qualitativement et mesurable quantitativement.
- Unité : une unité est une grandeur particulière choisie comme référence à laquelle toutes les autres sont comparées.

# Définitions

- Grandeur physique : Tout attribut repérable qualitativement et mesurable quantitativement.
- Unité : une unité est une grandeur particulière choisie comme référence à laquelle toutes les autres sont comparées.
- Etalonnage : Ensemble des opérations établissant la relation entre la quantité indiquée par un système de mesure et la valeur vraie de la variable mesurée réalisée par des étalons.

# Unités

- Les « unités de base » : il y en a 7. Elles sont indépendantes les unes des autres.

<b>Grandeur</b>	<b>Unité</b>
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
Intensité lumineuse (I)	Candela (cd)

# Unités

- Les autres unités du SI : « unités dérivées », font souvent appel à des constantes.

<b>Grandeur</b>	<b>Unité</b>
Force	Newton (N)
Travail / Energie	Joule (J)
Puissance	Watt (W)
Pression	Pascal (Pa)
Fréquence	Hertz (Hz)
Charge électrique	Coulomb (C)
Potentiel électrique	Volt (V)
Résistance électrique	Ohm ( $\Omega$ )
Capacité	Farad (F)
Champ magnétique	Tesla (T)
Inductance	Henry (H)

# Unités

- QCM : Quelles grandeurs font toutes parties des unités dérivées ?
- A – Force, puissance, fréquence, charge électrique
- B – Travail, pression, résistance électrique, capacité
- C – Inductance, champ magnétique, courant électrique, énergie
- D – Intensité lumineuse, résistance électrique, force, pression
- E – Aucune proposition juste

# Unités

- QCM : Quelles grandeurs font toutes parties des unités dérivées ?
- **A – Force, puissance, fréquence, charge électrique**
- **B – Travail, pression, résistance électrique, capacité**
- C – Inductance, champ magnétique, courant électrique, énergie
- D – Intensité lumineuse, résistance électrique, force, pression
- E – Aucune proposition juste

# Préfixes

➤ Giga :  $10^9$

➤ Méga :  $10^6$

➤ Kilo :  $10^3$

➤ Hecto :  $10^2$

➤ Déca :  $10^1$

➤ Déci :  $10^{-1}$

➤ Centi :  $10^{-2}$

➤ Milli :  $10^{-3}$

➤ Micro :  $10^{-6}$

➤ Nano :  $10^{-9}$

# Incertitude et erreurs

- L'incertitude ( $dx$ ) : Le résultat de la mesure ( $x$ ) d'une grandeur ( $X$ ) n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple ( $x, dx$ ) et une unité de mesure.  $dx$  est l'incertitude sur  $x$ .

# Incertitude et erreurs

- L'incertitude (dx) : Le résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple (x, dx) et une unité de mesure. dx est l'incertitude sur x.

Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure. L'incertitude quantifie la qualité, la fiabilité du résultat.

# Incertitude et erreurs

- L'incertitude (dx) : Le résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple (x, dx) et une unité de mesure. dx est l'incertitude sur x.

Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure. L'incertitude quantifie la qualité, la fiabilité du résultat.

$$x-dx < X < x+dx$$

# Incertitude et erreurs

- L'incertitude (dx) : Le résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple (x, dx) et une unité de mesure. dx est l'incertitude sur x.

Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure. L'incertitude quantifie la qualité, la fiabilité du résultat.

$$x-dx < X < x+dx$$

- Erreur absolue (e) :  $e = x - X$

# Incertitude et erreurs

- L'incertitude (dx) : Le résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple (x, dx) et une unité de mesure. dx est l'incertitude sur x.

Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure. L'incertitude quantifie la qualité, la fiabilité du résultat.

$$x-dx < X < x+dx$$

- Erreur absolue (e) :  $e = x - X$
- Erreur relative (er) :  $er = e / X$

# Incertitude et erreurs

➤ Exemple : Le Tour de France

(Valeurs fictives)

Concentration maximale de testostérone autorisée :  $5 \mu\text{g/l}$

Analyse au laboratoire de référence :  $6,2 \mu\text{g/l}$

Incertitude de la mesure : 20%

Triche ?

# Incertitude et erreurs

$6,2 \mu\text{g}/1 \pm 20\%$

$4,96 \leq 6,2 \leq 7,44$

$4,96 \mu\text{g}/1$  est  $<$  au seuil fixé à  $5 \mu\text{g}/1$

→ On n'est pas certain que le coureur ait triché, ça peut être du à l'incertitude de mesure de l'appareil.

# Erreurs de mesure

- Erreurs systématiques = biais : reproductibles, reliées à une loi physique, éliminables par correction.

# Erreurs de mesure

- Erreurs systématiques = biais : reproductibles, reliées à une loi physique, éliminables par correction.
- Erreurs aléatoires : non reproductibles, obéissent à des lois statistiques

# Erreurs de mesure

- Erreurs systématiques = biais : reproductibles, reliées à une loi physique, éliminables par correction.
- Erreurs aléatoires : non reproductibles, obéissent à des lois statistiques
- Erreurs accidentelles : pas prises en compte

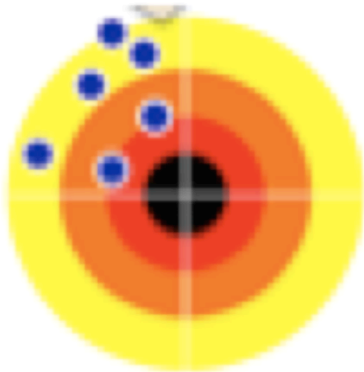
# Erreurs de mesure

- Fidélité : traduit l'étroitesse entre une série de mesures et la **moyenne** des valeurs trouvées. Fournit une indication sur les **erreurs dues au hasard**.

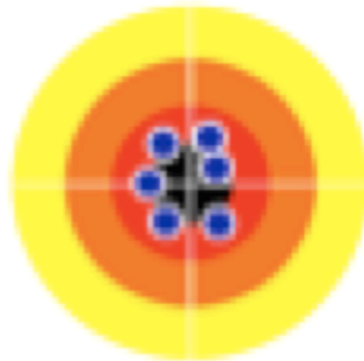
# Erreurs de mesure

- Fidélité : traduit l'étroitesse entre une série de mesures et la **moyenne** des valeurs trouvées. Fournit une indication sur les **erreurs dues au hasard**.
- Justesse : traduit l'étroitesse entre la valeur trouvée et celle de **référence**. Fournit une indication sur les **erreurs systématiques = biais**.

# Erreurs de mesure



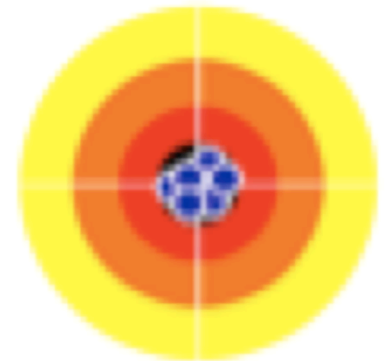
1



2



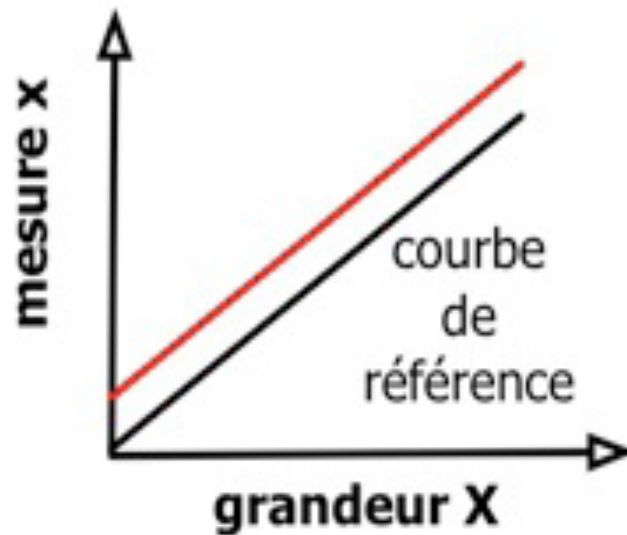
3



4

# Erreurs de mesure

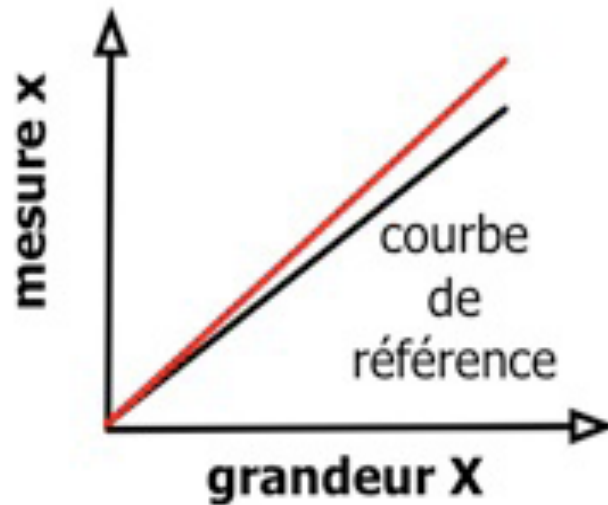
- Erreur de zéro (offset) :



# Erreurs de mesure

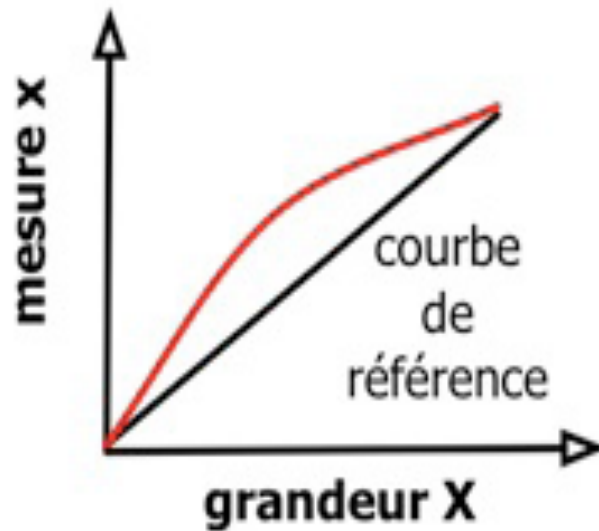
- Erreur d'échelle (gain) :

$$\text{dB} = 20 \log (x / X)$$



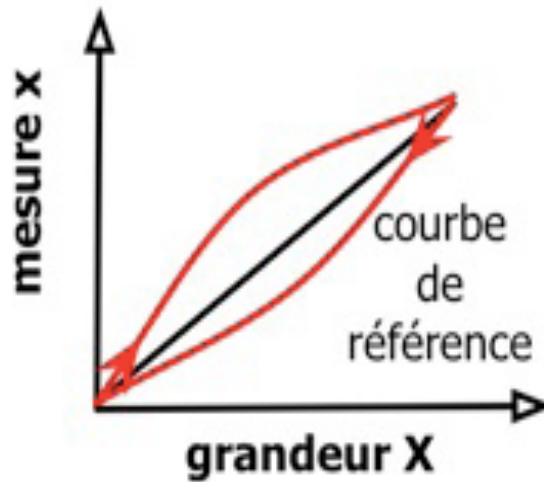
# Erreurs de mesure

- Erreur de linéarité :



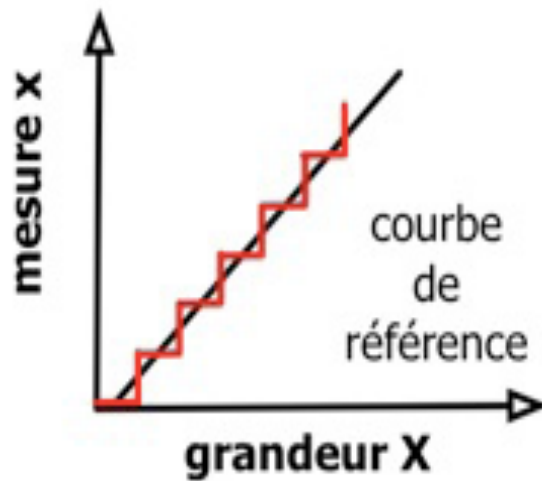
# Erreurs de mesure

- Erreur due au phénomène d'hystérésis :



# Erreurs de mesure

- Erreur de mobilité :



# Notation scientifique

$$\blacktriangleright 250 \times 50 =$$

A – 12500

B –  $12,5 \times 10^3$

C –  $1,2 \times 10^4$

D –  $1,3 \times 10^4$

E –  $1,25 \times 10^4$

# Notation scientifique

➤  $250 \times 50 =$

A – 12500

B –  $12,5 \times 10^3$

C –  $1,2 \times 10^4$

**D –  $1,3 \times 10^4$**

E –  $1,25 \times 10^4$

# Notation scientifique

$$\blacktriangleright 250 \times 50 = 1,3 \cdot 10^4$$

3 chiffres    **2** chiffres     $\rightarrow$     **2** chiffres

1,2**5**  $\rightarrow$  arrondi par excès

# Notation scientifique

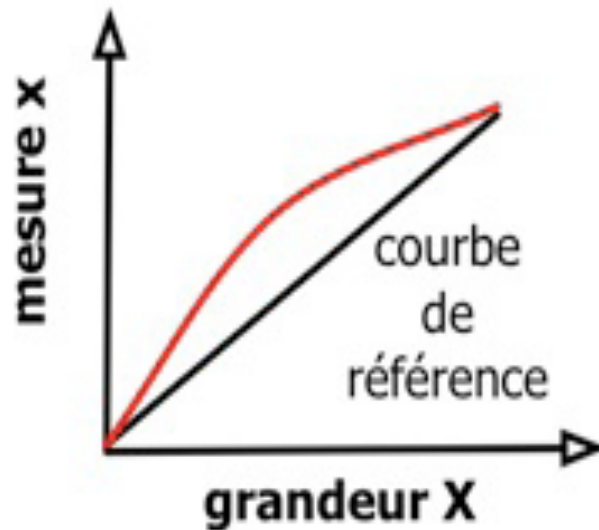
➤ Arrondi avec un logarithme :

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

➤ x	$10^x$	arrondi
-4,122	$7,550922 \cdot 10^{-5}$	$7,55 \cdot 10^{-5}$

# Erreurs de mesure

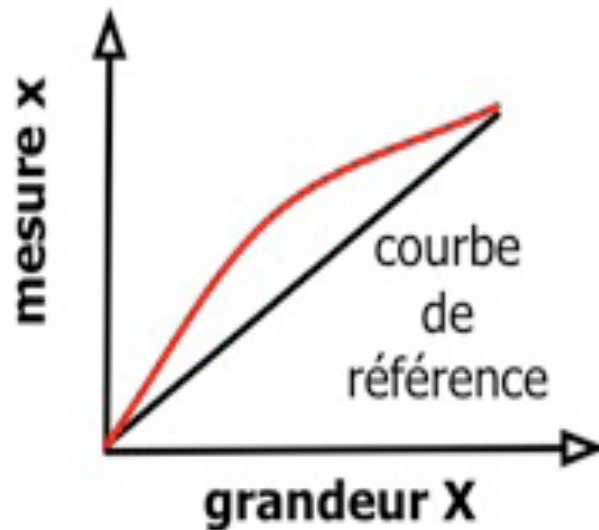
- QCM : Quelle est cette courbe ?



- A – Erreur de offset
- B – Erreur due au phénomène d'hystérésis
- C – Erreur de mobilité
- D- Erreur de gain
- E – Aucune proposition juste

# Erreurs de mesure

- QCM : Quelle est cette courbe ?



A – Erreur de offset

B – Erreur due au

phénomène d'hystérésis

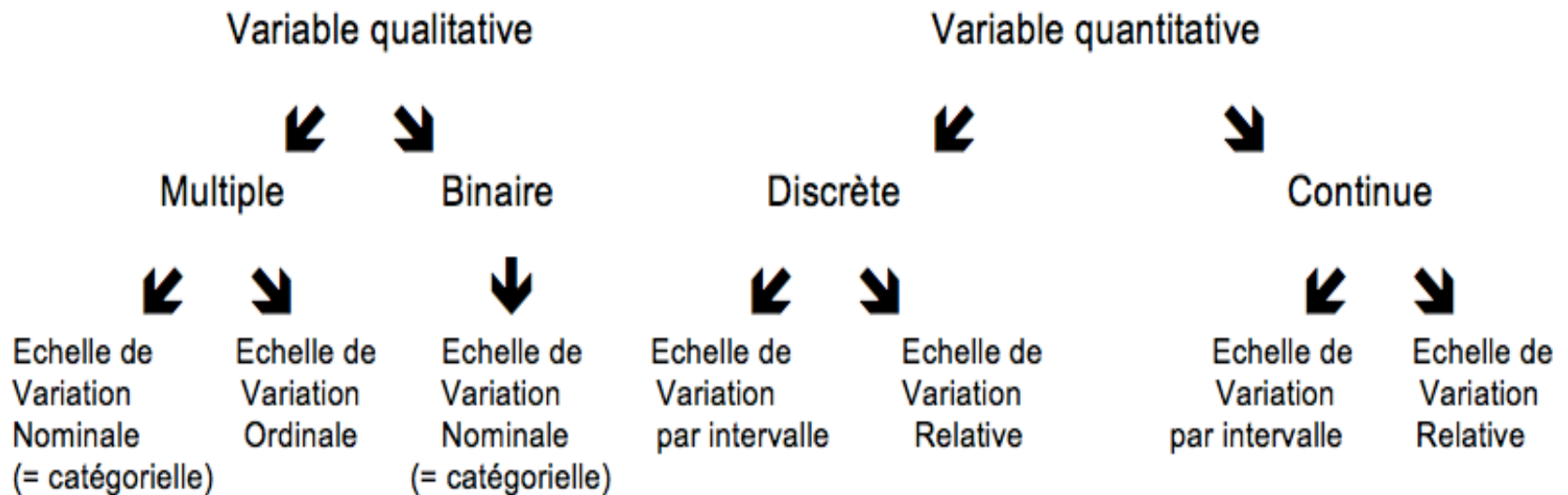
C – Erreur de mobilité

D- Erreur de gain

**E – Aucune proposition juste**

# Classification des variables

## ➤ Vision d'ensemble



# Variable qualitative nominale

- Les valeurs sont collectivement exhaustives et mutuellement exclusives.

# Variable qualitative nominale

- Les valeurs sont collectivement exhaustives et mutuellement exclusives.
- L'ordre des catégories et les distances existant entre elles sont ignorés.

# Variable qualitative ordinaire

- Valeurs classées en rangs.

# Variable qualitative ordinale

- Valeurs classées en rangs.
- La distance entre deux catégories est inconnue, peut varier.

# Variable qualitative ordinaire

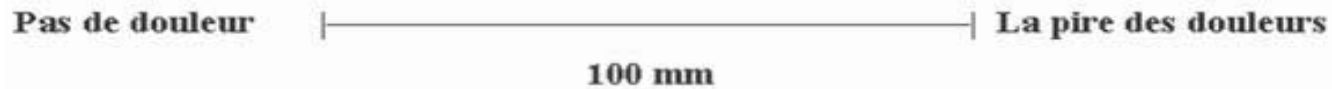
- Font parti de la variation ordinaire :

# Variable qualitative ordinaire

- Font parti de la variation ordinaire :
- Le score d'Apgar

# Variable qualitative ordinaire

- Font parti de la variation ordinaire :
- Le score d'Apgar
- L'échelle visuelle analogique

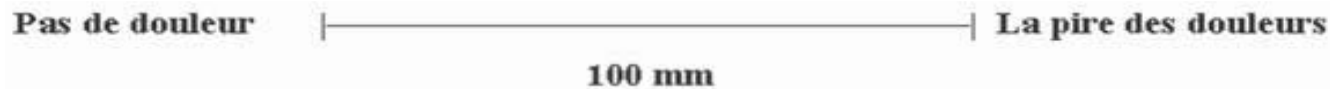


# Variable qualitative ordinale

- Font parti de la variation ordinale :

- Le score d'Apgar

- L'échelle visuelle analogique



- L'échelle d'évaluation numérique

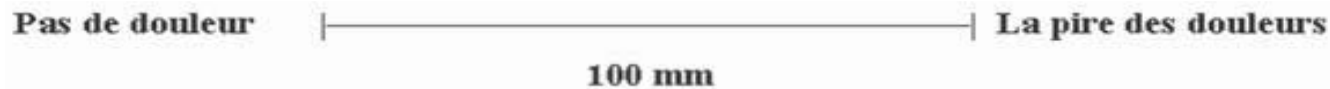


# Variable qualitative ordinaire

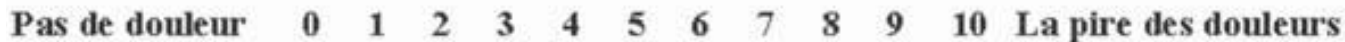
- Font parti de la variation ordinaire :

- Le score d'Apgar

- L'échelle visuelle analogique



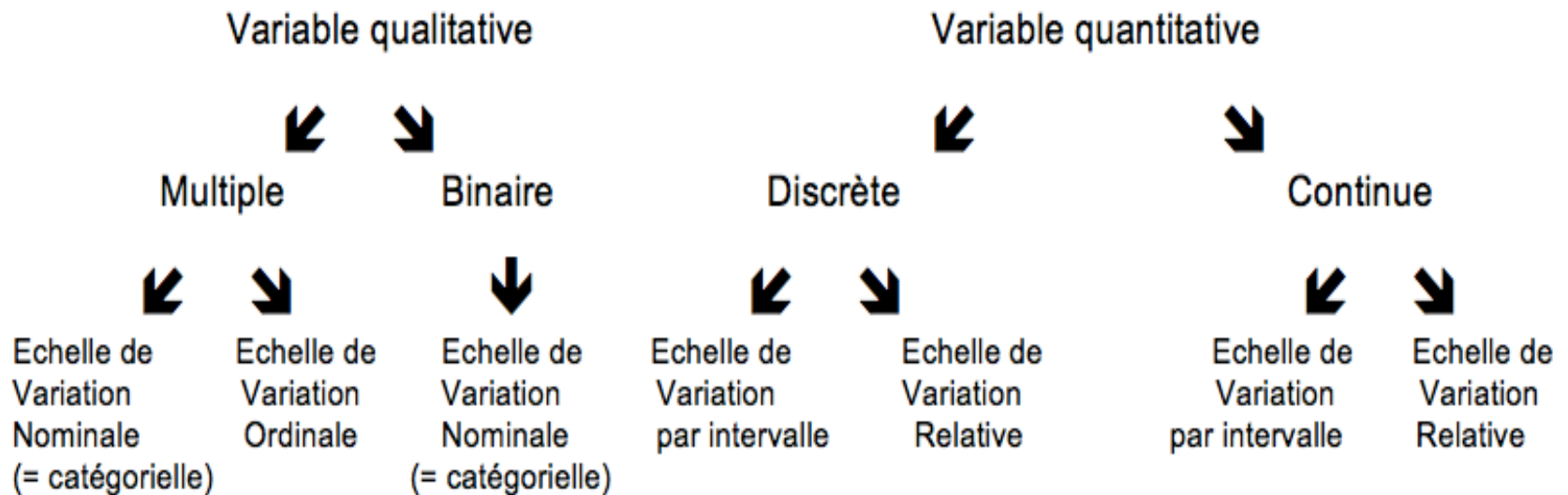
- L'échelle d'évaluation numérique



- L'échelle d'évaluation verbale

# Classification des variables

➤ Vision d'ensemble



# Valeurs discrètes et continues

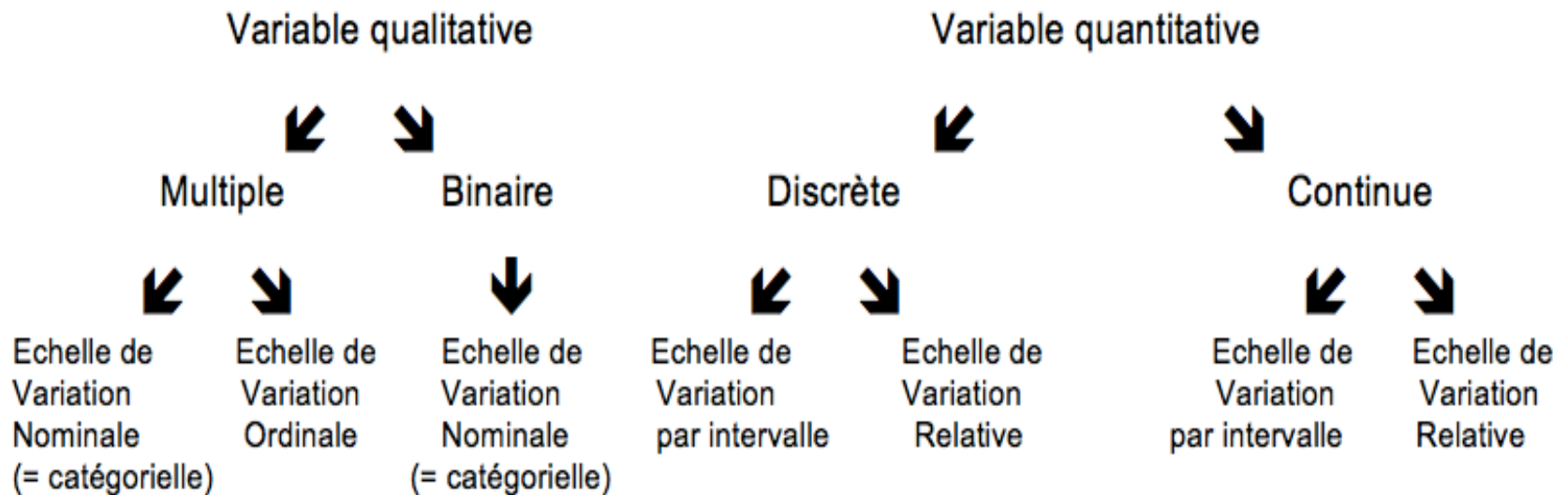
- Discrète = discontinue : valeurs isolées d'un intervalle.  
issues d'un dénombrement

# Valeurs discrètes et continues

- Discrète = discontinue : valeurs isolées d'un intervalle.  
issues d'un dénombrement
  
- Continue : toute valeur d'un intervalle  
issues d'une mesure

# Classification des variables

## ➤ Vision d'ensemble



# Echelle de variation par intervalle

- Valeur nulle arbitraire
- La distance entre deux catégories est connue

# Echelle de variation relative

- Zéro : absence / nullité
- Egalité d'intervalles et de rapports

# Les variables

- QCM : Donner les associations correctes :
- A – Nombre de métastases d'une tumeur : variable quantitative discrète
- B – Satisfaction du malade (0, +, ++, +++): variable qualitative nominale
- C – Auto-évaluation de la douleur (de 0 à 10) : variable quantitative discrète
- D – Le nombre de plaquettes dans le sang : variable quantitative continue
- E – Aucune réponse juste

# Les variables

- QCM : Donner les associations correctes :
- **A – Nombre de métastases d'une tumeur : variable quantitative discrète**
- B – Satisfaction du malade (0, +, ++, +++): variable qualitative nominale
- C – Auto-évaluation de la douleur (de 0 à 10) : variable quantitative discrète
- D – Le nombre de plaquettes dans le sang : variable quantitative continue
- E – Aucune réponse juste

# Codage numérique

➤ D'une variable nominale :

Facilite le traitement informatique. Ne modifie en rien la nature de la variable

# Codage numérique

- D'une variable nominale :

Facilite le traitement informatique. Ne modifie en rien la nature de la variable

- D'une variable ordinale :

Plus courant. On donne un rang → moins arbitraire (progression)

# Codage numérique

- QCM : Loïk fait une étude sur la satisfaction des patients dans sa clinique. Les patients remplissent un formulaire indiquant leur statut et leur degré de satisfaction. Il code donc de la façon suivante sur son ordinateur : Célibataire – 1 ; En couple – 2 ; Marié – 3 ; Divorcé – 4 ; Veuf – 5 ... Très insatisfait – 6 ; Insatisfait – 7 ; Neutre – 8 ; Satisfait – 9 ; Très satisfait – 10.
- A – 1, 2, 3, 4, 5 est donc une variable quantitative discrète
- B – 1, 2, 3, 4, 5 est donc une variable qualitative nominale comme 6, 7, 8, 9, 10.
- C – 6, 7, 8, 9, 10 est donc une variable qualitative ordinale
- D – 6, 7, 8, 9, 10 est donc une variable qualitative nominale
- E – Aucune proposition juste

# Codage numérique

- QCM : Loïk fait une étude sur la satisfaction des patients dans sa clinique. Les patients remplissent un formulaire indiquant leur statut et leur degré de satisfaction. Il code donc de la façon suivante sur son ordinateur : Célibataire – 1 ; En couple – 2 ; Marié – 3 ; Divorcé – 4 ; Veuf – 5 ... Très insatisfait – 6 ; Insatisfait – 7 ; Neutre – 8 ; Satisfait – 9 ; Très satisfait – 10.
- A – 1, 2, 3, 4, 5 est donc une variable quantitative discrète
- B – 1, 2, 3, 4, 5 est donc une variable qualitative nominale comme 6, 7, 8, 9, 10.
- **C – 6, 7, 8, 9, 10 est donc une variable qualitative ordinale**
- D – 6, 7, 8, 9, 10 est donc une variable qualitative nominale
- E – Aucune proposition juste

# Discrétisation d'une variable continue



- Discrétiser = découper en classes, partitionner.

# Discrétisation d'une variable continue

- Discrétiser = découper en classes, partitionner.
- Ex : Etude sur la taille dans une classe de terminale : effectif de 30 élèves

# Discrétisation d'une variable continue



- Discrétiser = découper en classes, partitionner.
- Ex : Etude sur la taille dans une classe de terminale : effectif de 30 élèves
- On sépare en classes :  $[1,30 ; 1,50]$ ,  $[1,50 ; 1,60]$ ,  $[1,60 ; 1,70]$ ,  $[1,70 ; 1,80]$ ,  $[1,80 ; 1,90]$ ,  $[1,90 ; 2,20]$

# Discrétisation d'une variable continue

- Discrétiser = découper en classes, partitionner.
- Ex : Etude sur la taille dans une classe de terminale : effectif de 30 élèves
- On sépare en classes : [1,30 ; 1,50], [1,50 ; 1,60], [1,60 ; 1,70], [1,70 ; 1,80], [1,80 ; 1,90], [1,90 ; 2,20]
- Ne pas faire : [1,30 ; 1,70], [1,70 ; 2], [2 ; 2,20]

# Discrétisation d'une variable continue

- Discrétiser = découper en classes, partitionner.
- Ex : Etude sur la taille dans une classe de terminale : effectif de 30 élèves
- On sépare en classes :  $[1,30 ; 1,50]$ ,  $[1,50 ; 1,60]$ ,  $[1,60 ; 1,70]$ ,  $[1,70 ; 1,80]$ ,  $[1,80 ; 1,90]$ ,  $[1,90 ; 2,20]$
- Ne pas faire :  $[1,30 ; 1,70]$ ,  $[1,70 ; 2]$ ,  $[2 ; 2,20]$
- Ne pas faire :  $[1,30 ; 1,35]$ ,  $[1,35 ; 1,40]$ ,  $[1,40 ; 1,45]$ ,  $[1,45 ; 1,50]$ ,  $[1,50 ; 1,55]$ ,  $[1,55 ; 1,60]$ ,  $[1,50 ; 1,65]$ ,  $[1,65 ; 1,70]$ ,  $[1,70 ; 1,75]$ ,  $[1,75 ; 1,80]$ ,  $[1,80 ; 1,85]$ ,  $[1,85 ; 1,90]$ ,  $[1,90 ; 1,95]$ ,  $[1,95 ; 2]$ ,  $[2 ; 2,05]$ ,  $[2,05 ; 2,10]$ ,  $[2,10 ; 2,15]$ ,  $[2,15 ; 2,20]$

# Biométrie

- Biométrie clinique → examen clinique

# Biométrie

- Biométrie clinique → examen clinique
- Biométrie biologique → analyses, liquides biologiques, troubles lipidiques, diabète...

# Biométrie

- Biométrie clinique → examen clinique
- Biométrie biologique → analyses, liquides biologiques, troubles lipidiques, diabète...
- Biométrie composite → indices cliniques / biologiques

# QCM pour finir

- QCM : Chris mets dans une urne 5 boules noires, et 3 boules rouges. Il pioche 2 boules, et compte le nombre de boules rouges qui sont sorties. Quelle est la variable associée à cette expérience ?
- A – Qualitative nominale
- B – Qualitative binaire
- C – Quantitative discrète
- D – Quantitative continue
- E – Aucune proposition juste

# QCM pour finir

- QCM : Chris mets dans une urne 5 boules noires, et 3 boules rouges. Il pioche 2 boules, et compte le nombre de boules rouges qui sont sorties. Quelle est la variable associée à cette expérience ?
- A – Qualitative nominale
- B – Qualitative binaire
- **C – Quantitative discrète**
- D – Quantitative continue
- E – Aucune proposition juste

# Le mot de la fin

- Merci de votre attention 😊
- Bon courage pour les révisions du CB, et l'entrée en PAES !
- N'hésitez pas à venir poser des questions maintenant, ou sur le forum n'importe quand.
- La fiche sera disponible sur le forum [www.carabinsnicois.fr](http://www.carabinsnicois.fr) dès le Mardi 28 août au soir.