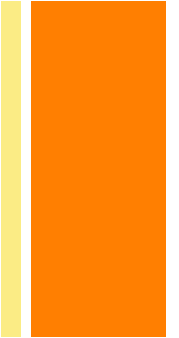




# Science ou sciences, Méthodes et mesures

Paul Robineau  
À partir de R. Perron (2010)

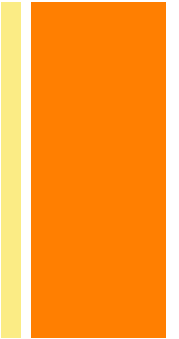
# + Un peu de de contexte



- L'ingénieur et le scientifique manipulent des équations
- Est-ce que cela implique qu'il en comprenne les implications ?
- Les nombres, omniprésents dans notre vie de tous les jours
- En cause : l'idée de « Science », une idéalisation du modèle des sciences exactes



# Des modèles de démarche scientifique



La taxonomie



L'analyse fonctionnelle



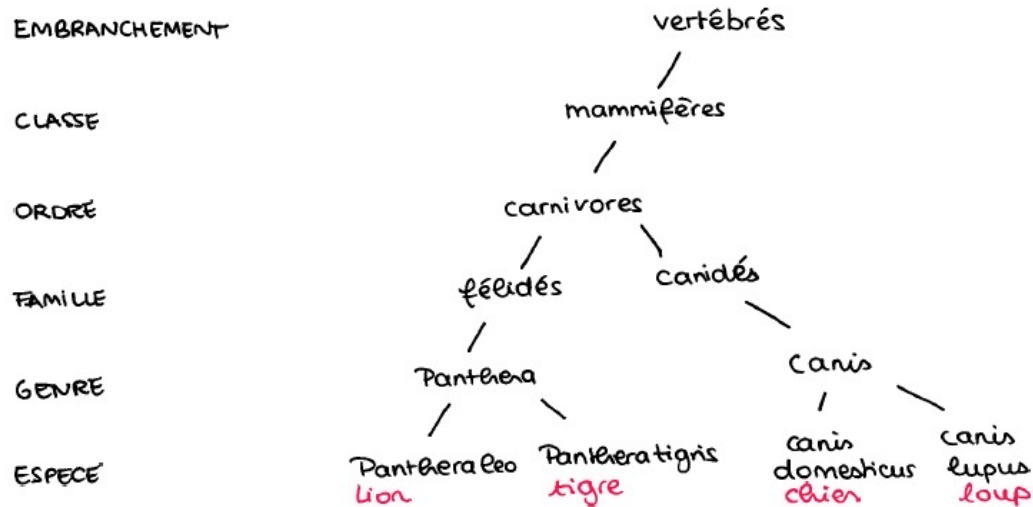
L'approche clinique  
et l'approche historique



Le modèle des sciences exactes

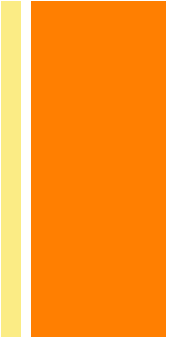
# + La taxonomie

- Aristote : organiser les connaissances sur le monde
- Schéma de Linné (XVIII<sup>e</sup>) :
  - Classification du vivant en une arborescence
  - Des classes exclusives





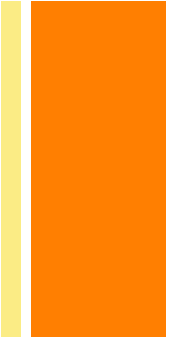
# La taxonomie



- Problème épistémologique : quels critères retenir pour établir la classification ?



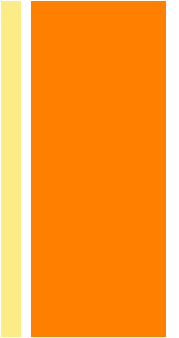
# La taxonomie



- Problème épistémologique : quels critères retenir pour établir la classification ?
- Exemple de l'alezan :



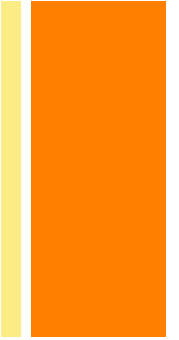
# La taxonomie



- Problème épistémologique : quels critères retenir pour établir la classification ?
- Exemple de l'alezan :
  - Être vivant



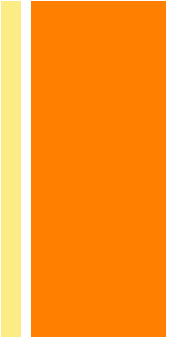
# La taxonomie



- Problème épistémologique : quels critères retenir pour établir la classification ?
- Exemple de l'alezan :
  - Être vivant
    - Mammifère



# La taxonomie



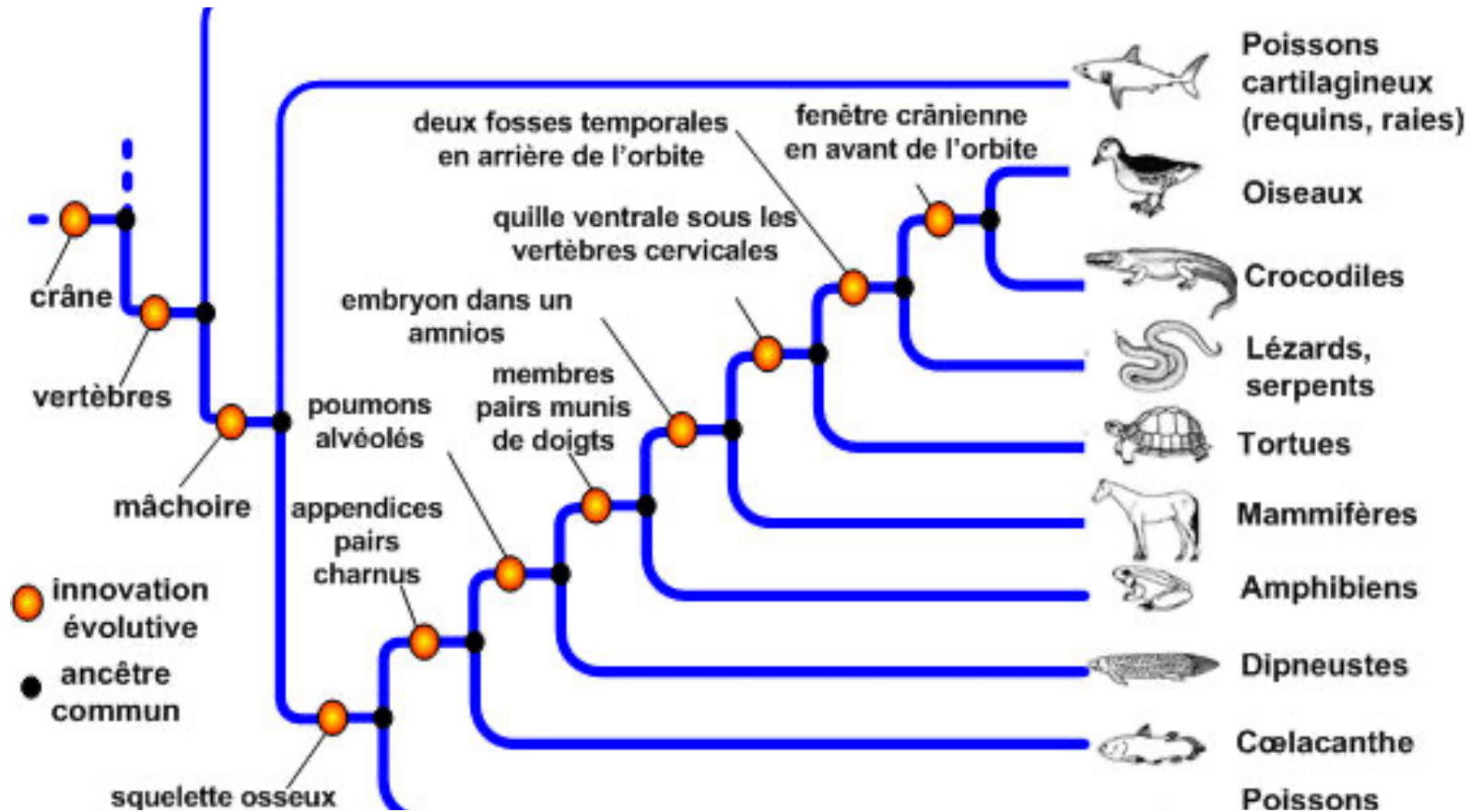
- Problème épistémologique : quels critères retenir pour établir la classification ?
- Exemple de l'alezan :
  - Être vivant
    - Mammifère
      - Cheval

# + La taxonomie

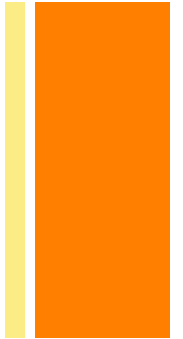
- Problème épistémologique : quels critères retenir pour établir la classification ?
- Exemple de l'alezan :
  - Être vivant
    - Mammifère
      - Cheval
        - **Roux**



# + La taxonomie

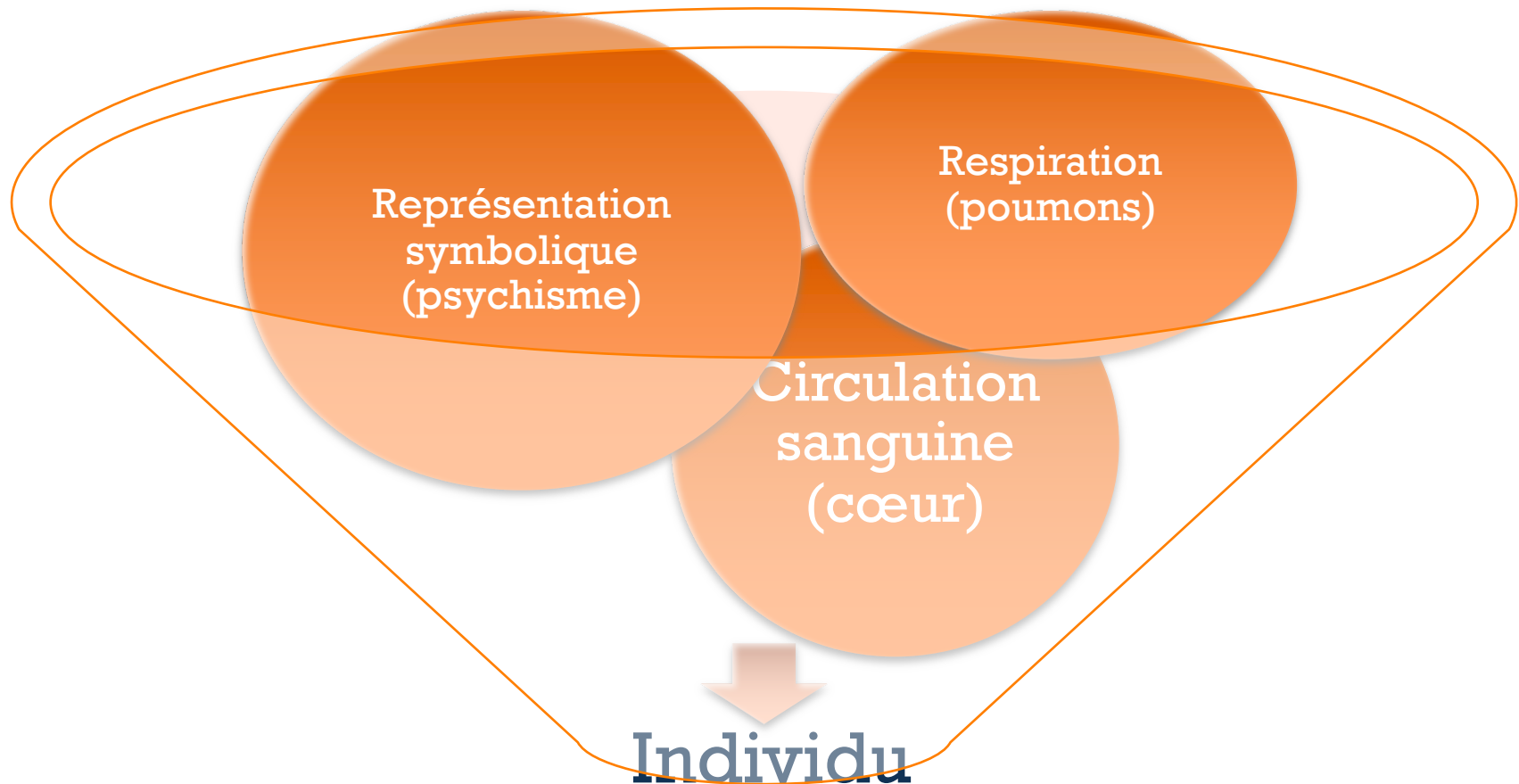


# + L'analyse fonctionnelle



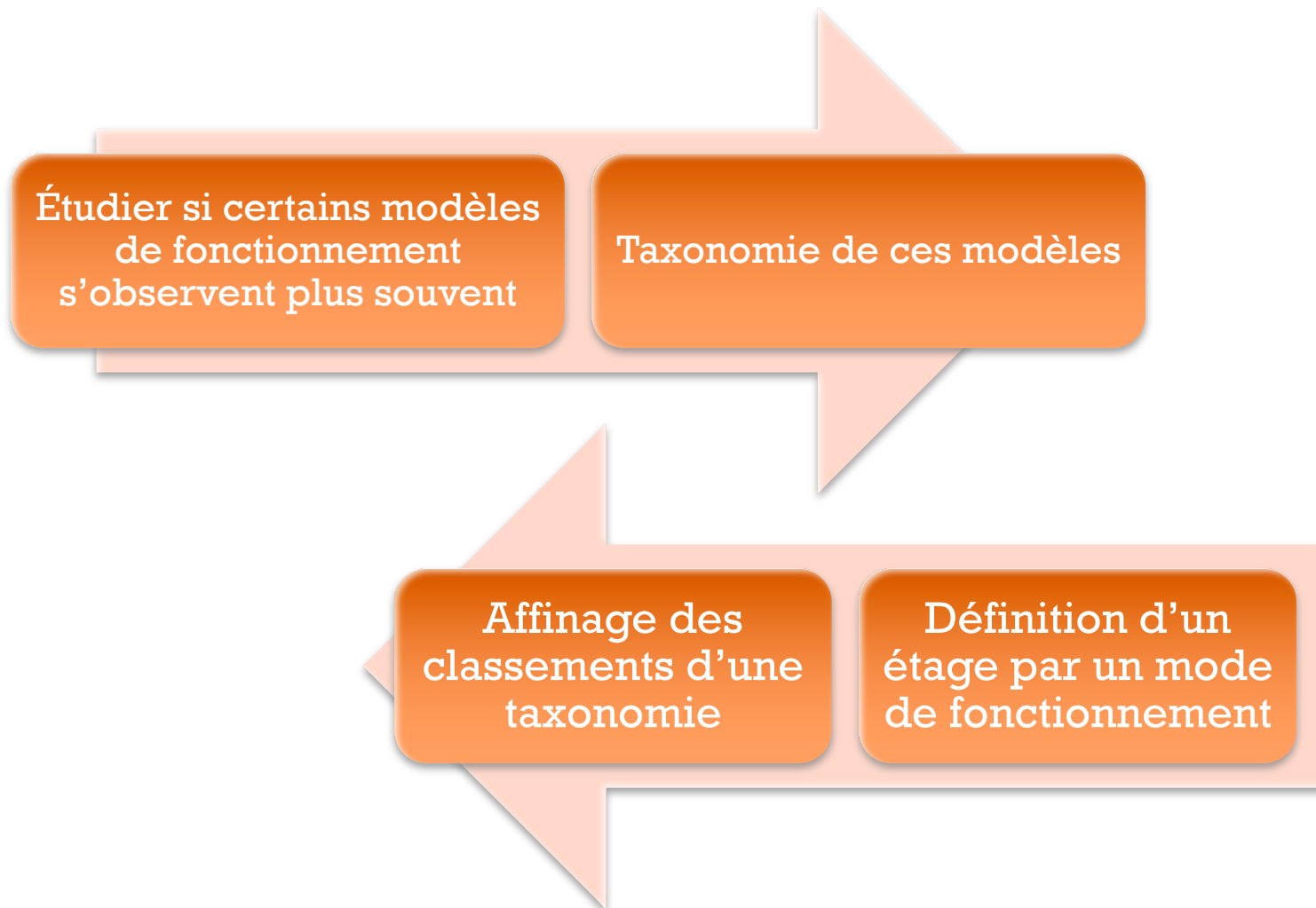
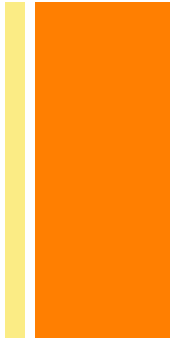
- XVII<sup>e</sup> siècle : William Harvey et l'analogie cœur/pompe
- XIX<sup>e</sup> siècle : Claude Bernard démontre la fonction glycogénique du foie (1848)
- Principe :
  - Observation de modes de fonctionnement considérés typiques
  - Abstraction d'un modèle de fonctionnement
    - Confrontation du modèle à de nouveaux cas pour perfectionnement étape par étapes

# + L'analyse fonctionnelle

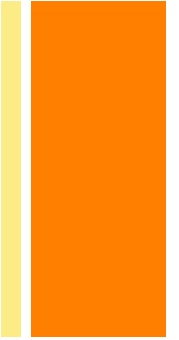




# Interactions des démarches

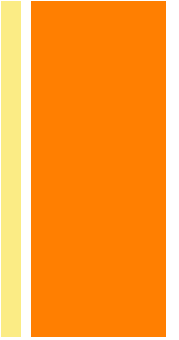


# + L'approche clinique



- Hybridation des démarches dans la médecine du début du XX<sup>e</sup> siècle :
- Taxonomie des pathologies en y ajoutant la prise en compte de l'évolution des symptômes dans le temps
- Allers retours entre les modèles de fonctionnement généraux et les expérimentations sur les patients

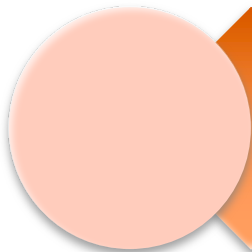
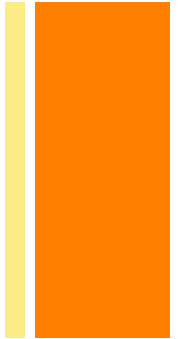
# + L'approche historique



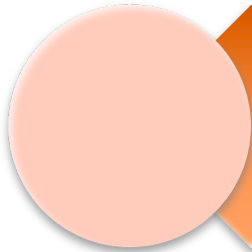
- Recueil d'éléments dits historiques
  - Témoignages écrits
  - Plans de bâtiments
  - Études archéologiques
  - Etc.
- Construction d'une articulation des éléments
- Prudence nécessaire : pas de correspondance totale avec la réalité événementielle



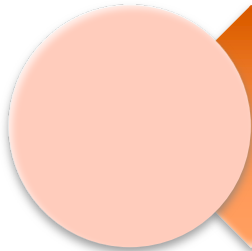
# Le modèle des sciences exactes, « La démarche de la preuve »



L'objectivité,  
l'inter subjectivité



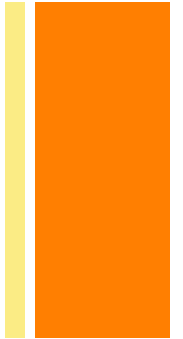
La répétabilité des  
expériences



La réfutabilité des  
hypothèses



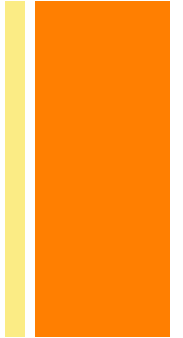
# L'objectivité, l'intersubjectivité



- Prouver une assertion scientifique
  - Logique mathématique : la proposition est cohérente avec d'autres propositions précédemment acceptées
  - Vérification par l'expérience objective, non dépendante de la personne qui la réalise
- Problème : l'objectivité n'existe pas.
  - Omniprésence du contexte, des humains qui interprètent des résultats : on a plutôt affaire à de l'inter subjectivité
- Particulièrement évident en mécanique quantique :
  - Tendre vers l'objectivité = commenter les liens entre interprétations d'équations mathématiques et interprétations d'expériences, il n'y a pas d'observation « pure »



# La répétabilité des expériences

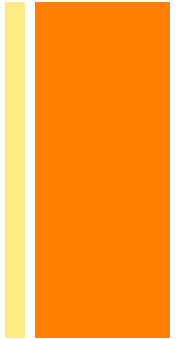


- Utile pour vérifier l'invariance de certains résultats
  - Chute d'un croque-monsieur
  - Réactivité chimique
- Lié à une volonté de prédiction
- Ne peut se suffire à elle-même
  - Problème de la démarche inductive :





# La répétabilité des expériences



- Utile pour vérifier l'invariance de certains résultats
  - Chute d'un croque-monsieur
  - Réactivité chimique
- Lié à une volonté de prédiction
- Ne peut se suffire à elle-même
  - Problème de la démarche inductive :



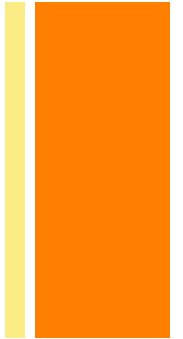
# + La répétabilité des expériences

- Inutile dans beaucoup de démarches scientifiques :





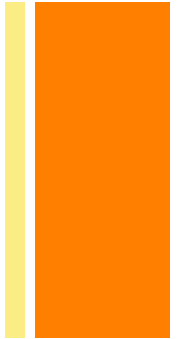
# La réfutabilité des hypothèses



- *La logique de la découverte scientifique* (Karl Popper, 1935)
  - Traduction anglaise en 1959, française en 1973
- Une théorie ne peut être prouvée vraie, on peut seulement établir qu'elle est fausse
  - Si l'hypothèse testée est réfutée par l'expérience, on la rejette définitivement
  - Si l'expérience n'invalide pas l'hypothèse, on la considère « provisoirement vraie »
- Énoncé scientifique ssi sa forme logique est réfutable :
  - *Il pleuvra demain* VS *Il pleuvra ou ne pleuvra pas demain*



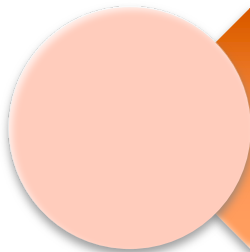
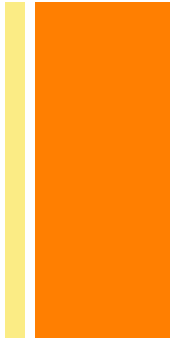
# La réfutabilité des hypothèses



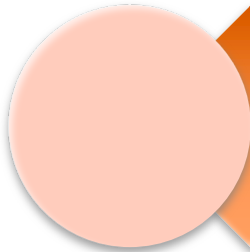
- Manque de prudence !
  - Un unique critère pour séparer science et non science ?
- Grandes difficultés d'application :
  - On ne teste jamais une seule hypothèse mais un ensemble d'hypothèses
- Imaginé pour la physique
  - Utile pour des sciences prédictives
  - Inutile pour les sciences explicatives *a posteriori* comme la biologie évolutionniste



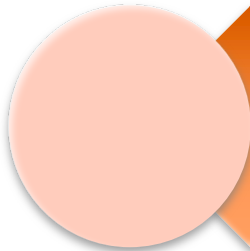
Réfléchir pour mesurer plutôt que  
mesurer pour réfléchir



L'opposition  
*quantitatif VS qualitatif*



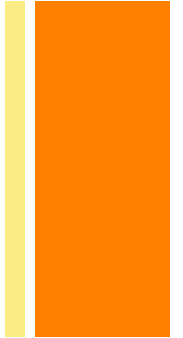
Définir une classe  
homogène



Définir une échelle  
de mesure



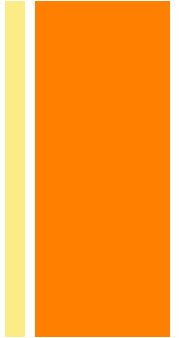
# L'opposition *quantitatif VS qualitatif*



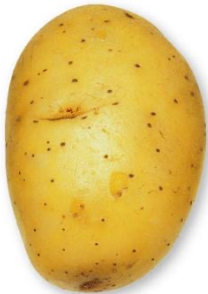
- Opposition impropre !
  - Un résultat quantitatif procède obligatoirement d'une définition qualitative
- Dans le cadre d'une mesure, une classe homogène, c'est :
  - Un ensemble d'éléments dont on va mesurer une variation particulière, en négligeant toutes les autres variations présentes le temps de la mesure
  - Réduction à l'identique



# L'opposition *quantitatif VS qualitatif*

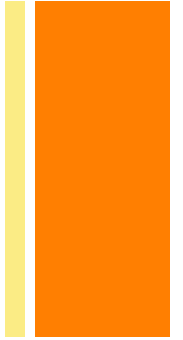


- Opposition impropre !
  - Un résultat quantitatif procède obligatoirement d'une définition qualitative

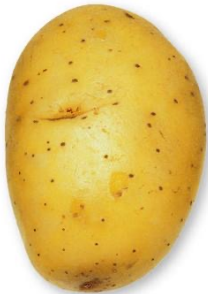




# L'opposition *quantitatif VS qualitatif*

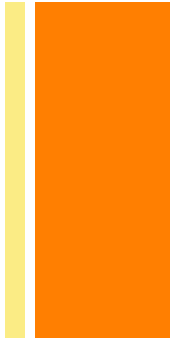


- Opposition impropre !
  - Un résultat quantitatif procède obligatoirement d'une définition qualitative

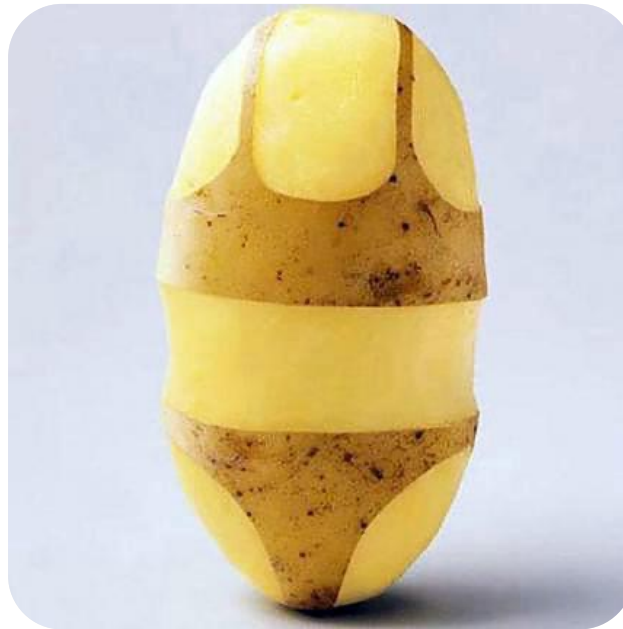
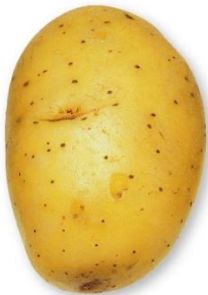




# L'opposition *quantitatif VS qualitatif*

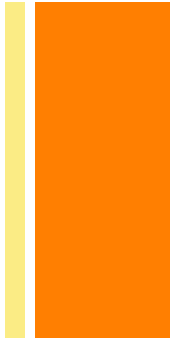


- Opposition impropre !
  - Un résultat quantitatif procède obligatoirement d'une définition qualitative

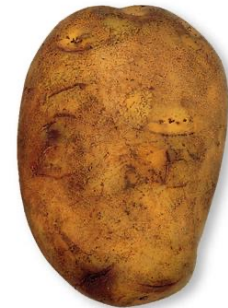
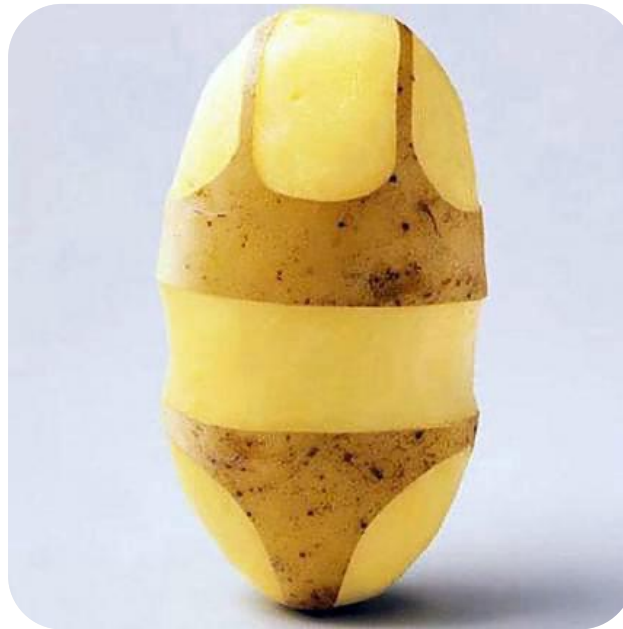
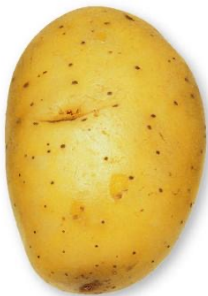




# L'opposition *quantitatif* VS *qualitatif*



- Opposition simpliste !
  - Un résultat quantitatif procède obligatoirement d'une définition qualitative





# Exemple pratique

## Les fans de Star Wars seraient plus narcissiques que la moyenne

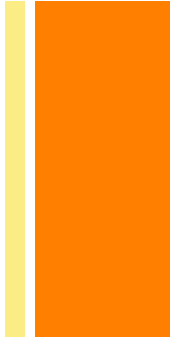
Par Direct Matin | Mis à jour le 27 Décembre 2015 à 19:17 | Publié le 27 Décembre 2015 à 17:43



Un fan de Star Wars déguisé en Chewbacca lors d'un rassemblement à Los Angeles. Photo d'illustration. [CC / Ewen Roberts].

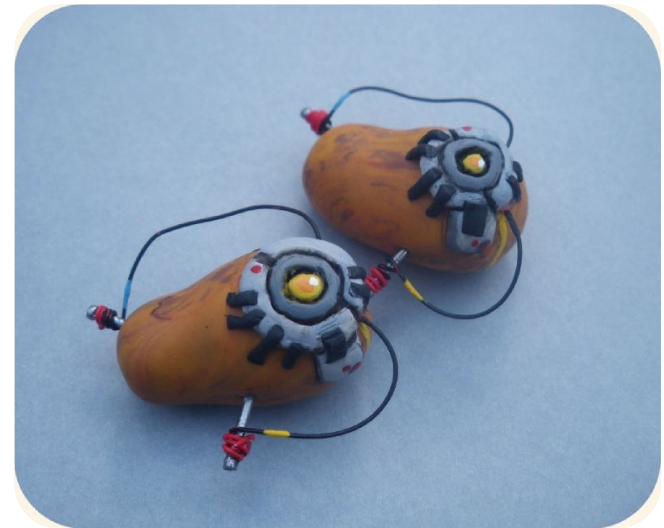


# Définir une classe homogène



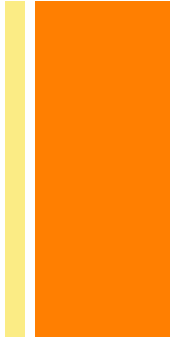
- Définir « geek », définir « l'adhésion », définir « narcissisme »
  - Ok
- Moyen pratique d'isoler la part des narcissiques dans l'échantillon supposé représentatif de la population adhérant à la culture geek ?
- Problème : les participants à l'étude ne sont pas évalués cliniquement mais par l'utilisation d'échelles de mesures du narcissisme
  - Équivaut à « le narcissisme, c'est ce que mesure mon échelle de mesure du narcissisme »
  - Réduction du narcissisme à une collection de symptômes

+ Les humains  
ne sont pas des patates !





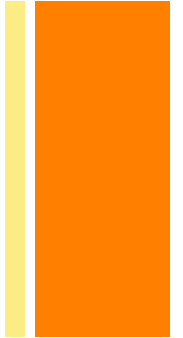
# Définir une échelle de mesure



- **Mesure nominale**
  - Objets distribués en classes exclusives
  - Décompte du nombre d'objets par classe
- **Mesure ordinale**
  - + organisation des éléments à l'intérieur d'une classe
- **Mesure via une échelle à intervalle**
  - + postulat d'un écart égal entre chaque élément
- **Mesure via une échelle absolue**
  - + postulat du 0 comme absence de la quantité mesurée. Toutes les opérations arithmétiques sont alors légitimes



# Définir une échelle de mesure



- Mesure du poids des patates : mesure via une échelle absolue
- Mesure du narcissisme : uniquement par échelles nominales ou ordinales :
  - M. Carotte obtient un score de 5 ; M. Navet obtient un score de 10
  - Narcissisme (M. Navet)  $\neq 2 \times$  Narcissisme (M. Carotte) !



# Exemple pratique



## HSNS

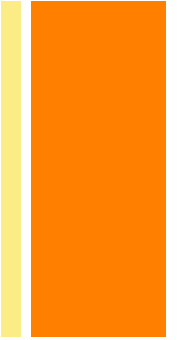
Please answer the following questions by deciding to what extent each item is characteristic of your feelings and behavior. Fill in the blank next to each item by choosing a number from the scale printed below.

- 1 = very uncharacteristic or untrue, strongly disagree
- 2 = uncharacteristic
- 3 = neutral
- 4 = characteristic
- 5 = very characteristic or true, strongly agree

- \_\_\_\_ 1. I can become entirely absorbed in thinking about my personal affairs, my health, my cares or my relations to others.
- \_\_\_\_ 2. My feelings are easily hurt by ridicule or the slighting remarks of others.



# Conclusion



- Le modèle des sciences exactes
  - A ses limitations
  - Ne peut pas être utilisé dans tous les domaines
- Il faut donner du sens aux nombres
  - Se poser la question de la pertinence de la démarche
  - Ne pas succomber à la dictature du résultat chiffré
- Les sciences plutôt que « la Science »
  - Multiplicité des démarches de recherche
  - N'implique pas de hiérarchie entre les démarches