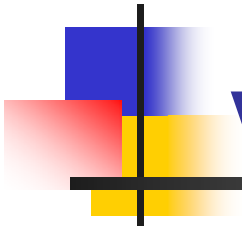
Psy1004 – Section 11: Hétérogénéité des variances et transformations non linéaires

Plan du cours:

- Varia
- 11.0: Période de questions sur les ANOVA à 1 et 2 facteurs?
- 11.1: ANOVA à plus de deux facteurs
- 11.2: Arbre de décision
- 11.3: Hétérogénéité des variances pour l'ANOVA
  - comment la détecter
  - comment la corriger
- 11.4: Relations linéaire et non linéaire
- 11.5: Effets courbes et transformations non linéaires.

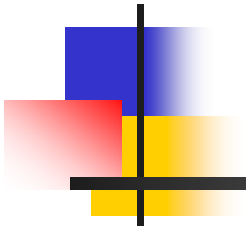
Disponible sur: http://mapageweb.umontreal.ca/cousined/home/course/PSY1004



Varia

- Le TP4 est arrivé:
  - Plus court
  - Récapitulatif sur l'ensemble des tests statistiques vus.
  - À faire seul, à deux ou encore à trois si ce ne sont pas les mêmes trois coéquipiers que dans aucun des TP précédents.

11.0: Période de questions sur les ANOVA à 1 et 2 facteurs?



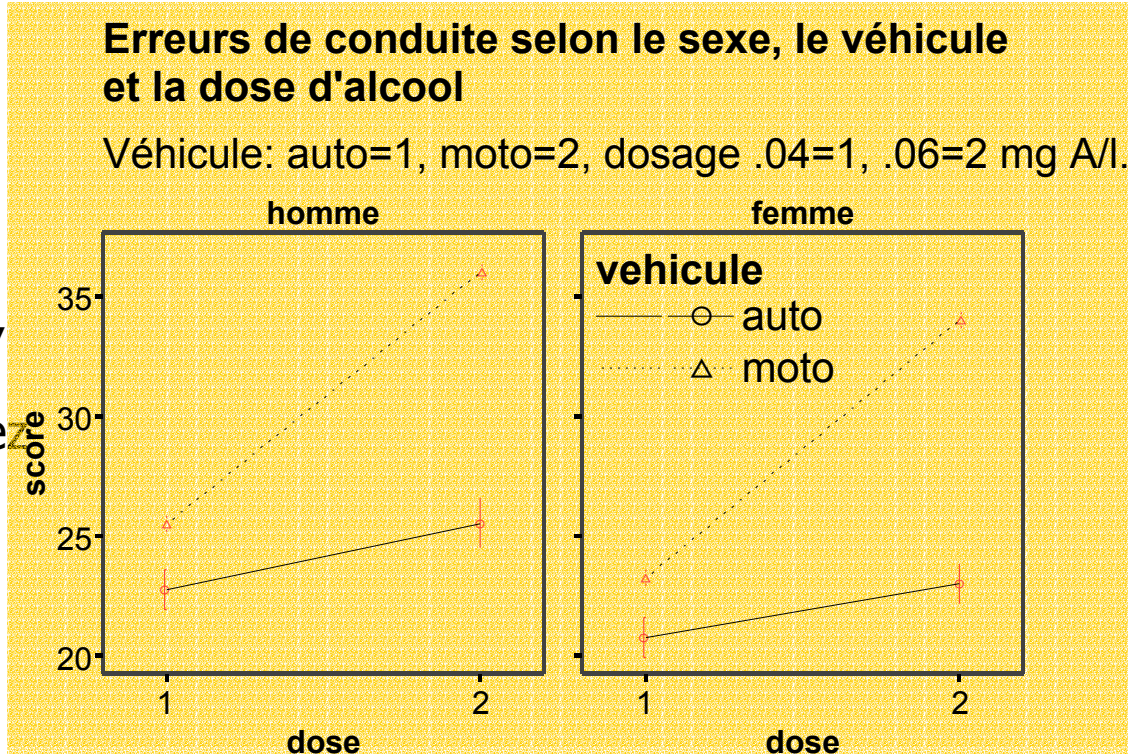
Fin des ANOVA

Disponible sur: http://mapageweb.umontreal.ca/cousined/home/course/PSY1004

11.1: ANOVA à plus de deux facteurs (1/3)

- Il peut y avoir plus de deux facteurs dans une ANOVA.
- Par exemple, les effets de la dose d'alcool, du sexe, et du type de véhicule sur les erreurs de conduites dans un simulateur de conduite.
- On décide de prendre des personnes différentes pour chaque condition
- Il s'agit d'un plan 2 x 2 x 2 à 8 groupes indépendants.

Les résultats semblent indiquer chez les hommes, une interaction entre dose et type de véhicule, et chez les femmes, la même chose. Cependant, les hommes font plus d'erreur que les femmes.



11.1: ANOVA à plus de deux facteurs (2/3)

- Une ANOVA à trois facteurs contient une interaction triple, trois interactions doubles, et 3 effets principaux. Chaque interaction est susceptible d'être significative et peut donc nécessiter des effets simples. Dans notre cas, seul l'interaction D x V l'est. On fait donc les effets simples de D pour auto et D pour moto. Pour ce qui est de S, puisqu'il n'interagit pas, on rapporte son effet principal.

Détails

	SC	dl	CM	F
Intergroupe				
Sexe (A)	38.28	1	38.28	18.28
Dosage (B)	344.53	1	344.53	164.55
Véhicule (C)	357.78	1	357.78	170.88
Sexe x Dose (AxB)	0.03	1	0.03	0.01
Sexe x Véhicule (AxC)	0.03	1	0.03	0.01
Dose x Véhicule (BxC)	132.03	1	132.03	63.06
Sexe x Dose x Véhicule (AxBxC)	0.28	1	0.28	0.13
Erreur (S|AB)	50.25	24	2.09	
Total	923.21	31		

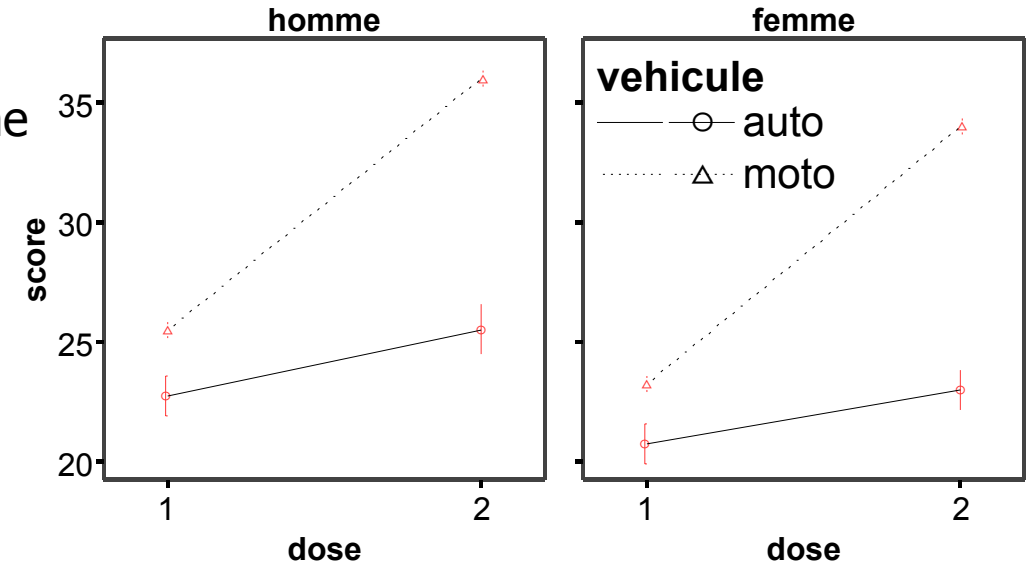
	SC	dl	CM	F
Dose pour l'auto (B|C1)	25.00	1	25.00	1.62
Dose pour la moto (B|C2)	451.56	1	451.56	29.32
Erreur (S|AB)	446.66	29	15.40	

11.1: ANOVA à plus de deux facteurs (3/3)

- "L'effet du sexe des participants est significatif ($F(1,24)=18.28$, $p<.05$). Les hommes font en moyenne 27 erreur contre 25 pour les femmes. L'interaction Dose par Véhicule étant significative ($F(1,24)=63.06$, $p<.05$), nous avons choisi de décomposer suivant le type de véhicule. Pour les auto, l'effet de la dose d'alcool n'est pas significatif ($F(1,29)=1.62$, $p>.05$). Il y a en moyenne 23 accidents lors de la conduite simulée d'une voiture. Pour les moto, l'effet de la dose d'alcool est significatif ($F(1,29)=29.32$, $p<.05$). Les accidents passe en moyenne de 24 à 35 après la consommation d'une dose d'alcool."

Erreurs de conduite selon le sexe, le véhicule et la dose d'alcool

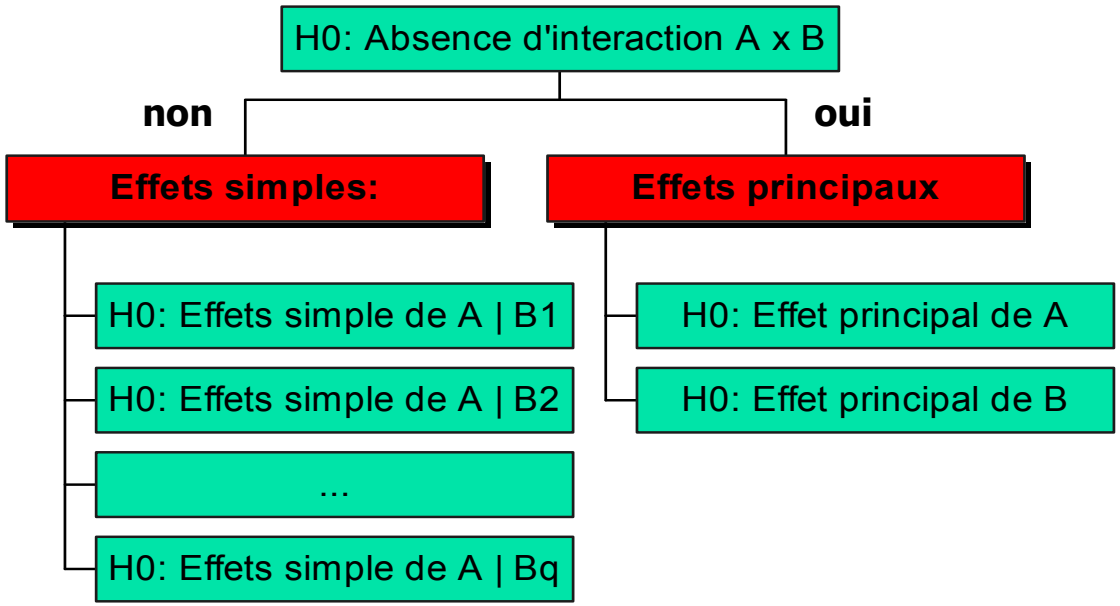
Véhicule: auto=1, moto=2, dosage .04=1, .06=2 mg A/l.



11.2: Arbre de décision
a) étapes pour plan à deux facteurs

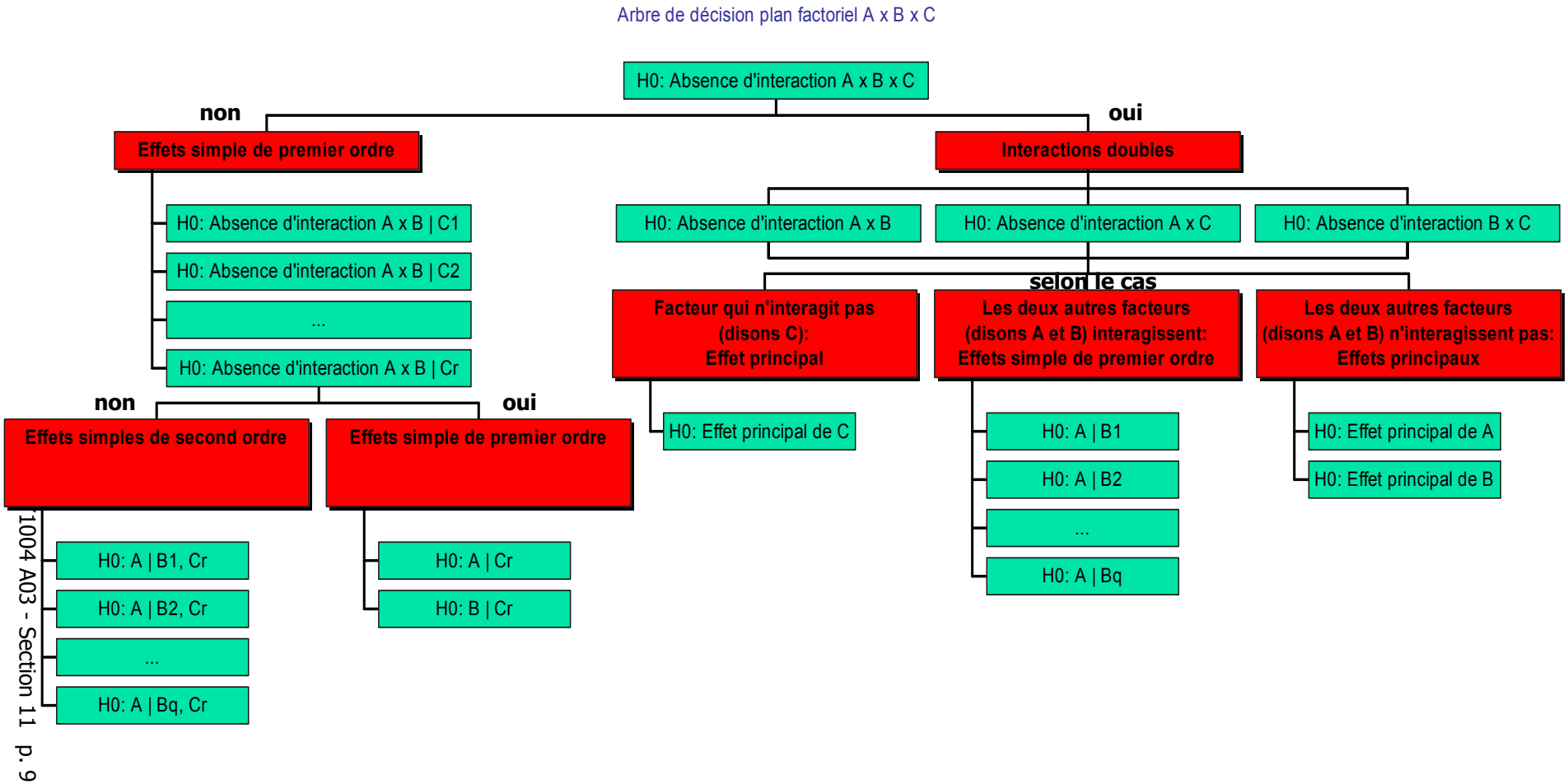
(groupes indépendants, à mesures répétés ou mixtes)

Arbre de décision plan factoriel A x B



11.2: Arbre de décision
a) étapes pour plan à trois facteurs

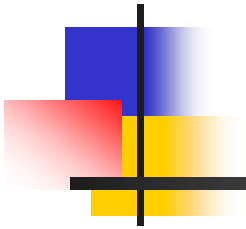
(groupes indépendants, à mesures répétés ou mixtes)



11.2: Arbre de décision
b) écrire une interprétation (style)

- Si l'interaction est significative:
  - Rapporter l'interaction en premier
  - Indiquer quelle décomposition est choisie (A | Bi -ou- B | Ai)
  - Rapporter chaque effet simple tour à tour
- Sinon
  - Rapporter chaque effet principal tour à tour
  - Indiquer que l'interaction n'est pas significative

- Exemple:
  "Le type de maladie influence significativement le score obtenu sur l'échelle de Pfizt ($F(1,12)=14.58$, $p < .05$). Les schizo sont en moyenne 6.33 plus haut que les dépressifs. De plus, le dosage améliore significativement l'état des patients ($F(2,12)=35.74$, $p < .05$). Avec une dose de 3, les patients atteignent 38 sur l'échelle de Pfizt alors qu'ils étaient à 28 avec le placebo. Finalement, l'interaction Maladie par Dosage n'est pas significative ($F(2,12) < 1$)."



Hétérogénéité des variances

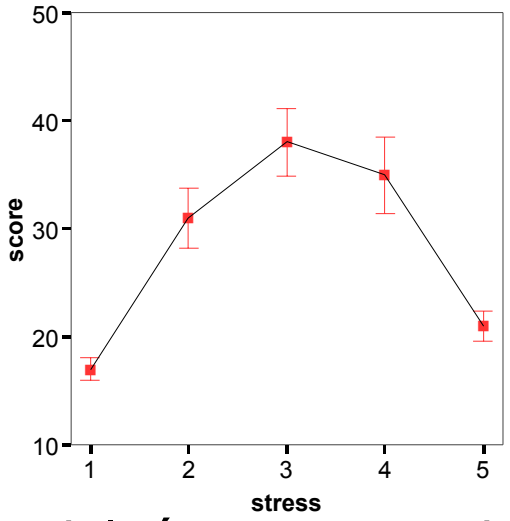
Disponible sur: http://mapageweb.umontreal.ca/cousined/home/course/PSY1004

11.3: Hétérogénéité des variances a) comment la détecter (1/3)

- La variance intra groupe (ou intra traitement) sert à estimer l'erreur expérimentale.
- En principe, on retrouve la même erreur expérimentale dans chaque cellule, ce qui permet de regrouper ensemble les $SC_{S|Ai}$.
- Ex. Étude sur le stress (plan 5 à 5 groupes indépendants):

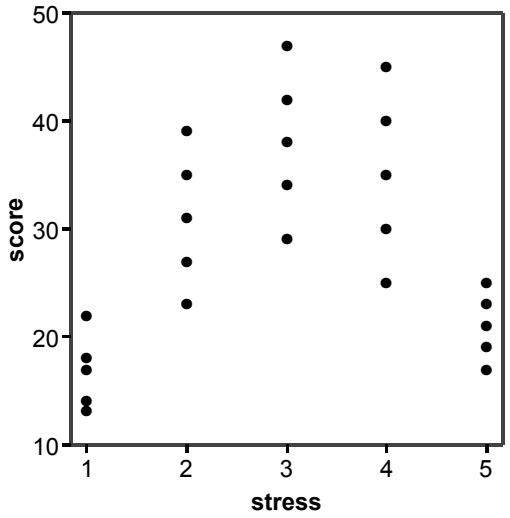
Effet du stress sur la mémoire

pour 5 niveaux de stress lors d un test de rappels de mots.



Effet du stress sur la mémoire

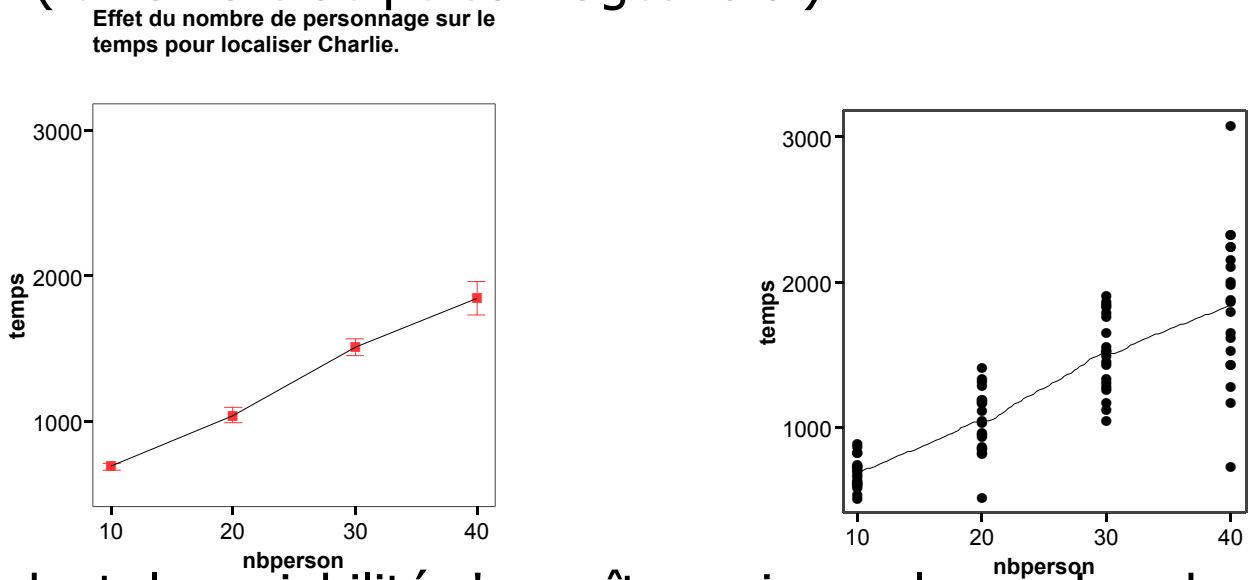
pour 5 niveaux de stress lors d'un test de rappels de mots.



La variabilité est comparable dans toutes les conditions. La variance est "homogène". Le terme d'erreur, Cm_e est donc fiable.

11.3: Hétérogénéité des variances a) comment la détecter (2/3)

- Exemple 2 (plan 4 à quatre groupes indépendants): "Où est Charlie?". Il s'agit d'une expérience de recherche visuelle souvent étudiée. On sait que dans des situations où l'objet à retrouver (Charlie) est difficile à reconnaître, le temps de recherche s'accroît avec le nombre d'objet total (le nombre de personnages total):



Cependant, la variabilité s'accroît aussi avec le nombre de personnage (hétérogénéité des variances), ce qui peut réduire la fiabilité des conclusions d'une ANOVA. Il faut donc pouvoir détecter l'hétérogénéité des variance, et la réduire le cas échéant.

11.3: Hétérogénéité des variances a) comment la détecter (3/3)

Test statistique pour détecter l'hétérogénéité des variances:

- a) Hypothèses: H_0: $\sigma_1 = \sigma_2 = \ldots = \sigma_p$
  H_1: $\sigma_i \neq \sigma_j$ pour au moins une paire i, j
- b) Seuil de 5%
- c) Choisir le test: Test de Bartlett-Box
- d) Calcul et conclure:
  - F(3,10397) = 14.03, p < .05
  - "Les variances sont significativement hétérogènes (Bartlett-Box F(3,10397=14.03, p < .05)."

Étude sur:

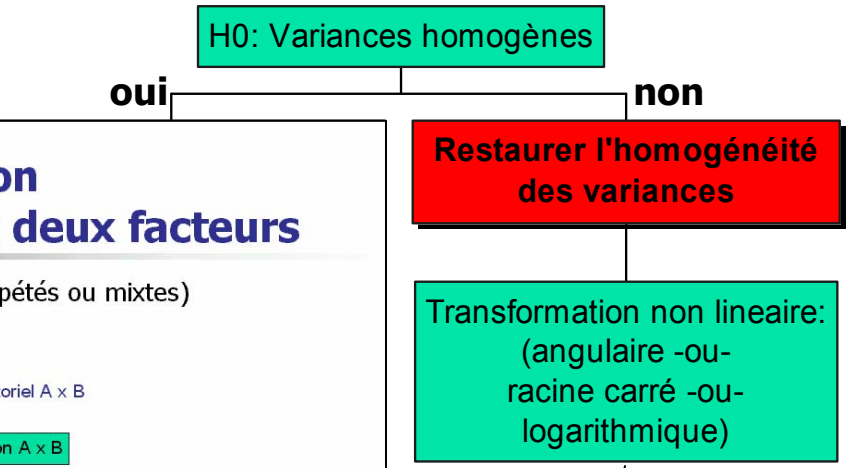
Le stress: Détails

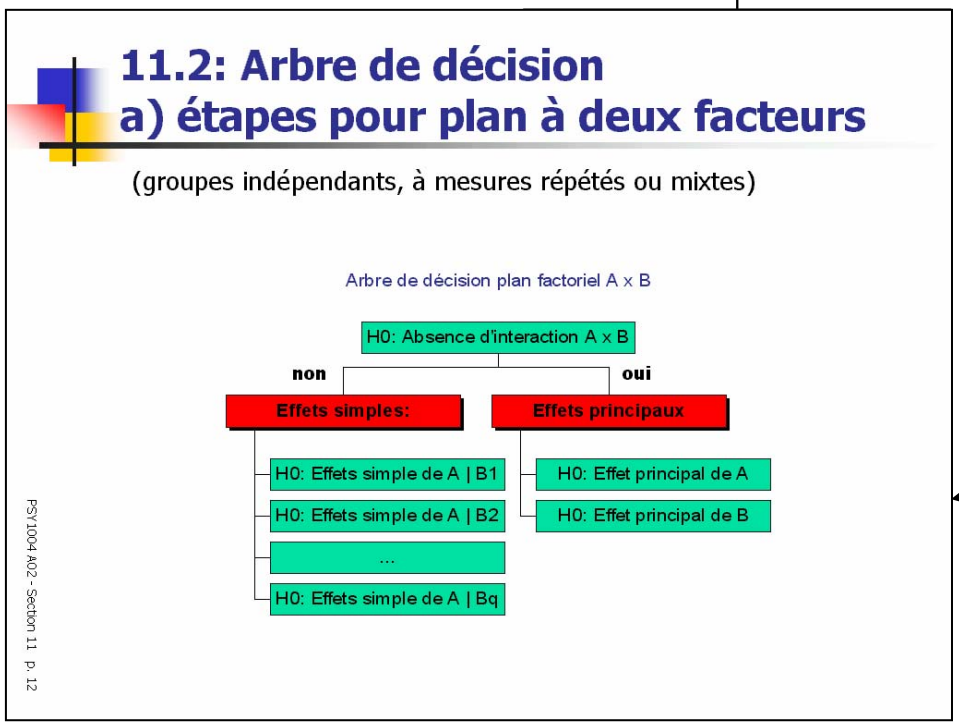
Où est Charlie: Détails

- Si les variances sont hétérogènes:
  - il faut exécuter une transformation (non linéaire) pour réduire les variances, les variances élevées étant réduites le plus. Réaliser ensuite l'ANOVA sur les données transformées.
- Si les variances sont homogènes:
  - Réaliser une ANOVA sur les données d'origines.

11.2: Arbre de décision (bis)
c) hétérogénéité des variances

Arbre de décision incluant un test
de l'hétérogénéité des variances





Note: le test d'homogénéité
des variances n'existe que
pour des groupes indépendants.
Le Greenhouse-Geiser fait
l'équivalent pour les mesures répétées.

11.3: Hétérogénéité des variances b) comment la corriger (1/3)

- Si les variances sont hétérogènes, différentes transformations sont possibles:
  - Transformation par la racine carrée, lorsque la variable mesurée représente une fréquence (nombre d'erreur, nombre de personnes, etc.)
    - Score_b ← RacineCarré(score + 0.5)
    - Pour réaliser une transformation par la racine carrée dans SPSS, ajouter: `COMPUTE SCORE_B = SQRT( SCORE + 0.5 ).` (n'oubliez pas le ".")
  - Transformation par le logarithme, lorsque la variable mesurée représente des temps de réponses ou des scores ayant une asymétrie positive:
    - Score_b ← Log(score + 1)
    - Pour réaliser une transformation par le log dans SPSS, ajouter la ligne: `COMPUTE SCORE_B = LN( SCORE + 1 ).` (n'oubliez pas le ".")
  - Transformation angulaire, lorsque la variable mesurée représente des pourcentages:
    - Score_b ← 2 ArcSin(RacineCarrée(score))
    - Pour réaliser une transformation angulaire dans SPSS, ajouter la ligne: `COMPUTE SCORE_B = 2 * ARSIN( SQRT( temps ) ).`

11.3: Hétérogénéité des variances b) comment la corriger(2/3)

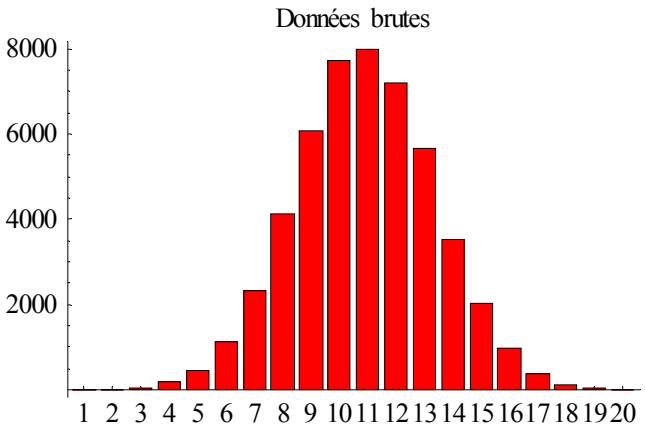
	SC	dl	CM	F
Nbre personnages (A)	10.66	3	3.55	68.72
Erreur (S|A)	3.93	76	0.05	
Total	14.59	79		

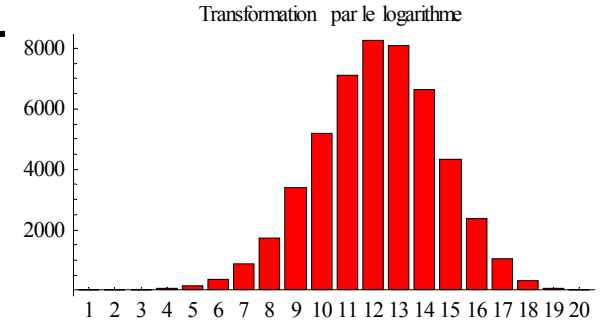
- Interprétation:

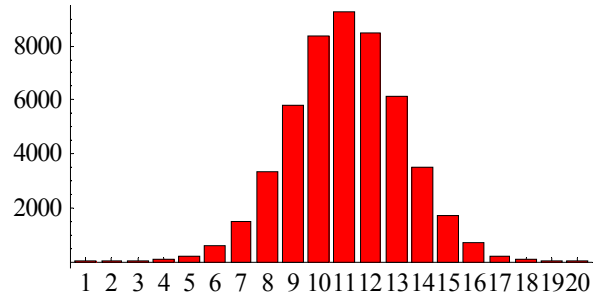
"Puisque les variances sont significativement hétérogènes (Bartlett-Box F(3, 10397)=14.03, p < .05), nous avons procédé à une ANOVA sur les données après une transformation logarithmique des temps pour localiser Charlie. L'effet du nombre de personnage est significatif (F(3,76)=68.72, p < .05). Le temps moyen pour localiser Charlie est plus long lorsqu'il est entouré de 40 personnages (1.7 s.) que lorsqu'il est entouré de seulement 10 personnages (0.9 s.)."

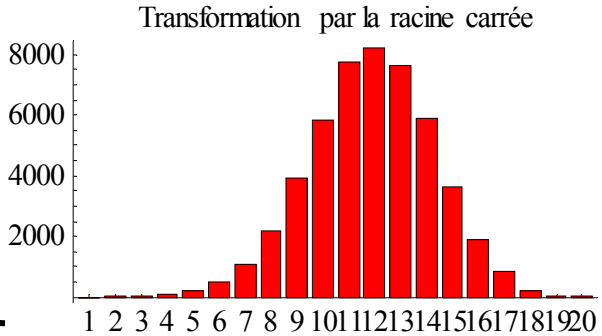
11.3: Hétérogénéité des variances b) comment la corriger(3/3)

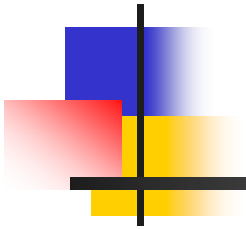
- Les transformations ci-haut sont des transformations non linéaires; cependant, elles sont choisie de telle façon que si les données sont à peu près normale avant la transformation, elles le seront encore après:









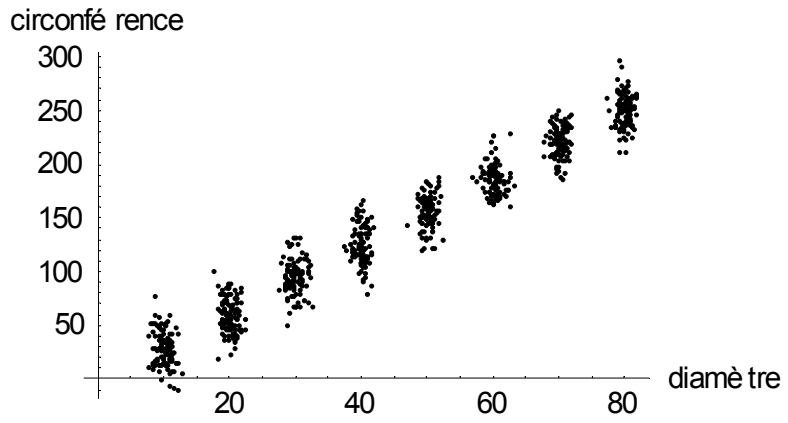


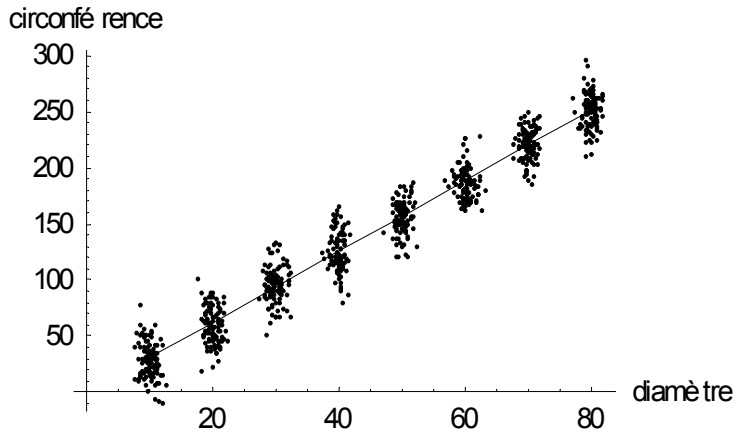
Relations entre deux variables

Disponible sur: http://mapageweb.umontreal.ca/cousined/home/course/PSY1004

11.4: Relations linéaire et non linéaire (1/2)

- Exemple:
  - Soit la relation entre le diamètre d'un cercle et sa circonférence. Existe-t-il une relation?
  - Nous procédons à un échantillonnage de différents cercles, puis mesurons leur diamètre et leur circonférence le mieux qu'on peut:





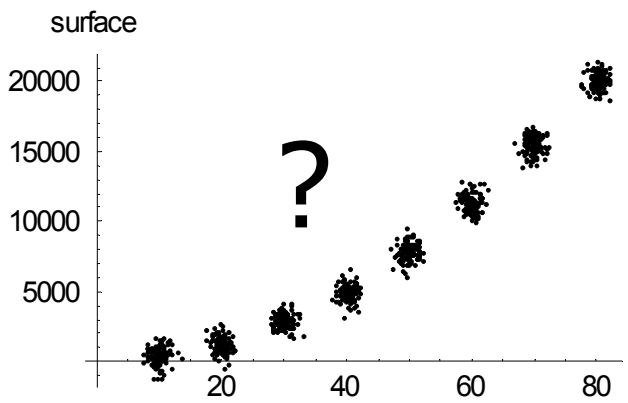
  - Il semble y avoir une relation simple entre le diamètre et la circonférence, relation linéaire:

    `circonférence = constante x diamètre`

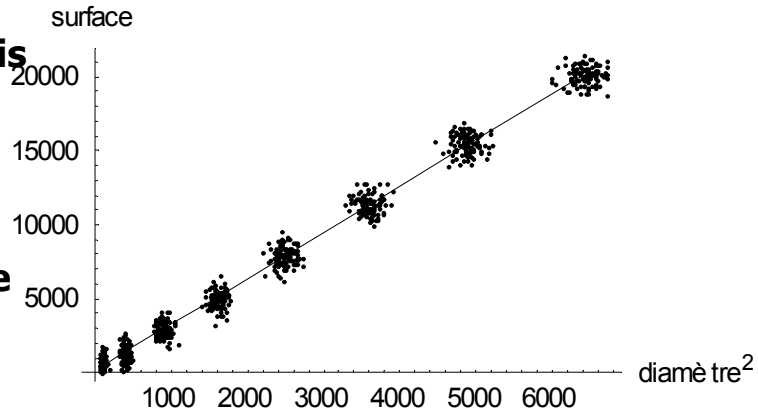
    la pente nous donne la constante, et on trouve ~ 3.14

11.4: Relations linéaire et non linéaire (2/2)

- Exemple 2:
  - Soit la relation entre la surface d'un cercle et sa circonférence. Existe-t-il une relation?
  - Nous procédons à un échantillonnage de différents cercles:



Il semble y avoir une relation (mais elle n'est pas simple) entre le diamètre et la circonférence; peut-on la rendre linéaire? ➔



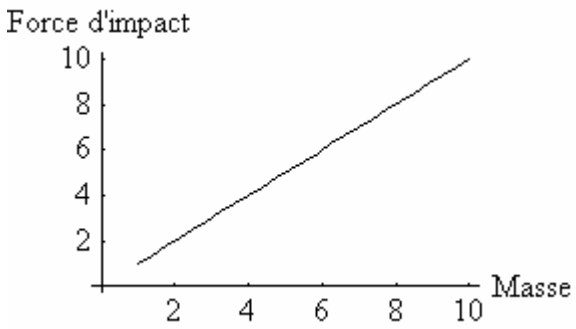
  - Il semble y avoir une relation linéaire entre la surface et le diamètre au carré:

    $\mathbf{surface} = \mathbf{constante} \times \mathbf{diamètre}^2$

    la pente nous donne la constante, et on trouve ~ 3.14

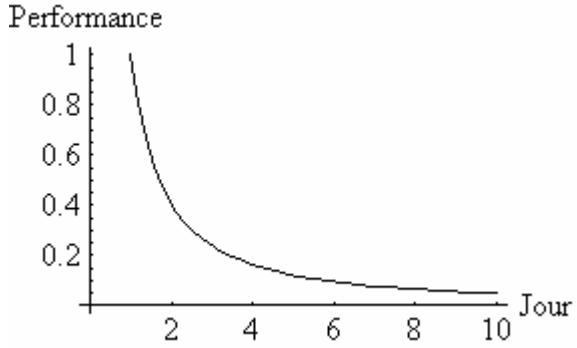
11.5: Effets courbes et (autres) transformations non linéaires (1/3)

- La psychologie expérimentale est une science difficile car
  - (il y a beaucoup de "bruit" i.e. de variabilité dans nos mesures)
  - il y a très peu d'effet linéaires
- Exemples:

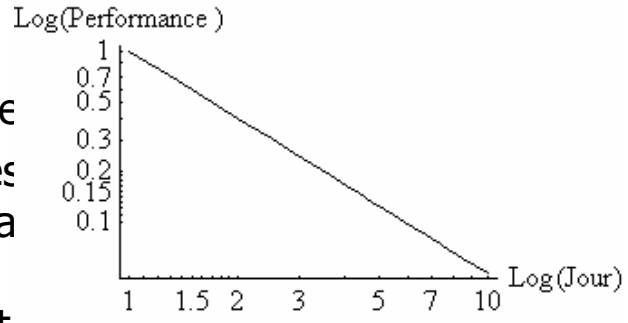


Force d'un mobile en fonction de la masse ➔ linéaire!

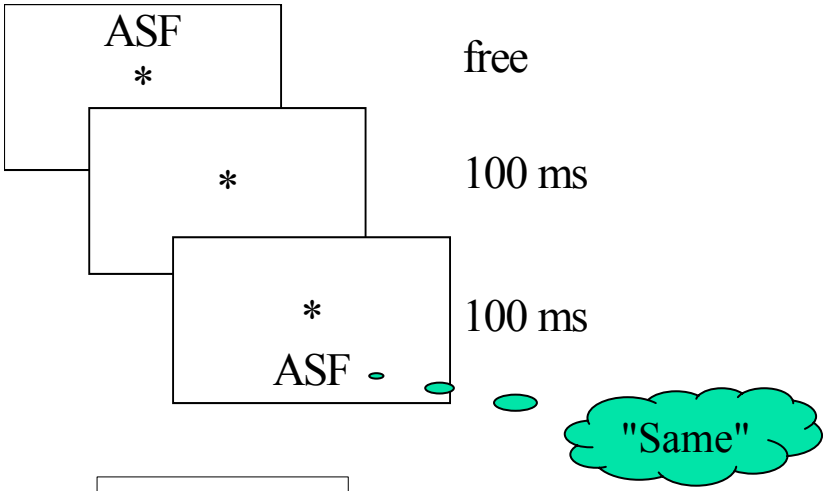
Une partie du travail du chercheur est de trouver dans quelles conditions un phénomène devient simple à décrire: conditions d'observations **ou** conditions de représentation

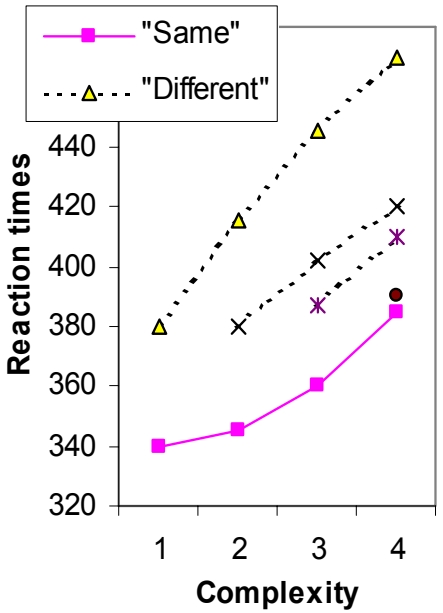


En psychologie, on obtient souvent ce genre d'effet, un effet non linéaire, par exemple les effets de la pratique sur les performances. Ces effets n'éta pas "simple", est-ce que la psychologie expérimentale est une cause perdue? Non, il existe une façon de voir les résultats qui les rendent simples.

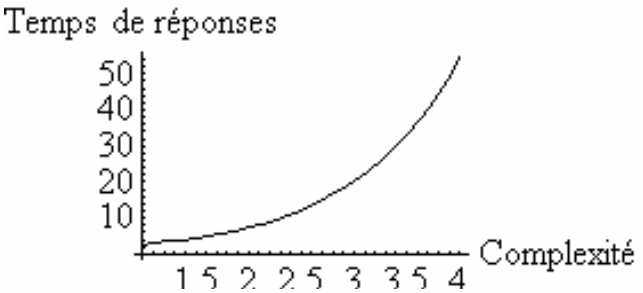


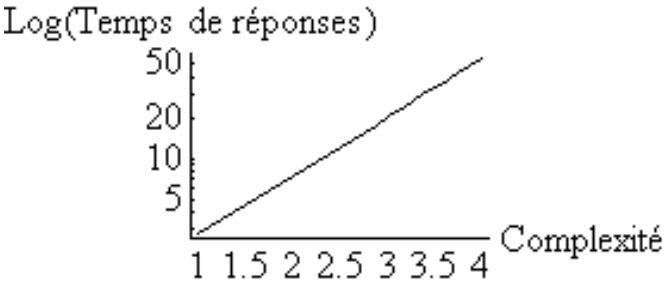
11.5: Effets courbes et (autres) transformations non linéaires (2/3)





- Le temps pour dire que deux chaînes de caractères s'accroît non linéairement avec la longueur de la chaîne à comparer.





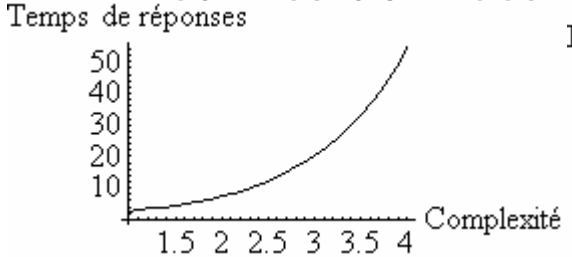
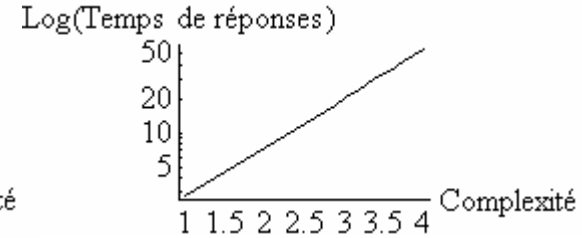
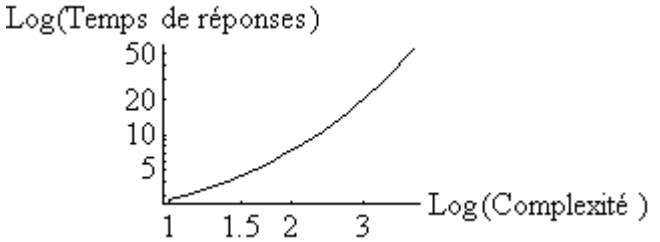
Dans ce cas-ci, une seule transformation logarithmique des temps de réponses permet de rendre l'effet linéaire ("simple").

11.5: Effets courbes et (autres) transformations non linéaires (3/3)

- Quelles sont les transformations souvent utilisées pour linéariser des courbes?
  - a) La transformation log-log (i.e. la courbe s'appelle alors une courbe de puissance). Dans cet exemple, les deux échelles sont transformées avec des commandes SPSS du genre:

```
COMPUTE PERF_2 = LN(PERF + 1).
COMPUTE TEMPS_2 = LN(TEMPS + 1).
```

  - b) la transformation log (i.e. la courbe s'appelle alors une courbe exponentielle). Dans cet exemple, seule l'échelle verticale est transformées avec cette commande:

```
COMPUTE TR_2 = LN(TR + 1).
```

- Comment savoir? Essayer les deux et regarder laquelle transforme le mieux les données en une ligne droite! **Détails**