

Stroop effect

Mesures comportementales



Étudiants : Nereis DUGALEIX et Mathis RUFFIEUX

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| I) Introduction | 3 |
| II) Hypothèses | 3 |
| III) Site Web de l'expérience | 4 |
| Les pages du site web | 4 |
| Le nombre de trials | 4 |
| Le pairage des mots | 4 |
| Une interface neutre | 4 |
| La distance entre les boutons | 4 |
| Génération d'ID aléatoire | 5 |
| Le stimulus "Speed up" | 6 |
| Signalement d'erreur | 6 |
| VI) Analyse des données | 7 |
| Statistiques descriptives | 7 |
| L'impact de la congruence et des blocs sur RT | 9 |
| L'impact de la congruence et des blocs sur IT | 10 |
| Le temps de réaction en fonction des erreurs | 12 |
| RT en fonction de congruence et le type de bloc, sans les données avec erreur | 13 |
| Impact de la congruence et du type de bloc sur AUC | 14 |
| V) Conclusion | 17 |

I) Introduction

Afin de mesurer l'effet Stroop, nous avons essayé de reproduire le plus fidèlement possible l'expérience d'un article de recherche écrit par Carsten Bundt, Marit F. L. Ruitenberg, Elger L. Abrahamse et Wim Notebaert.

L'effet Stroop est l'interférence produite par une information non pertinente lors de l'exécution d'une tâche cognitive. La difficulté causée par cette interférence peut mener à une augmentation des erreurs ou du temps de réaction.

Dans notre expérience, le sujet est confronté à un mot d'une certaine couleur et doit cliquer sur le bouton correspondant à la couleur du mot le plus vite possible.

L'interférence est représentée par le sens du mot. Par exemple, le mot **VERT** écrit en rouge cause une interférence au sujet. Certains mots sont dits congruents (le sens du mot équivaut à sa couleur) et d'autres non afin de comparer les deux.

Nous avons mesuré pour chaque trial, le temps de réaction des sujets, l'erreur (succès ou échec) et la trajectoire de la souris afin de voir si cette interférence a un impact sur la tâche cognitive qui leur est demandée.

II) Hypothèses

Hypothèse 1 : L'effet Stroop (modélisé par la non congruence des mots) augmente le temps de réaction des sujets (RT).

Hypothèse 2 : L'effet Stroop augmente le temps d'initiation des réponses des sujets (IT).

Hypothèse 3 : L'aire sous la courbe entre le point du bouton Start et le point de la réponse cliquée est augmentée lorsque les mots sont incongruents (AUC).

III) Site Web de l'expérience

1) Les pages du site web

Notre site web est composé de 4 pages, accessibles depuis le footer :

- Les règles de l'expérience
- Les conditions d'utilisation et un bouton de consentement
- L'expérience
- Les crédits

2) Le nombre de trials

Notre expérience débute avec une phase de training puis 4 blocs comprenant 10 trials chacun, soit 40 trials au total (hors phase de training).

- La phase de training a 4 trials dont 2 congruents et 2 incongruents (50% congruence)
- Les deux premiers blocs ont 10 trials chacun dont 8 congruents et 2 incongruents (80% congruence)
- Les deux derniers blocs ont aussi 10 trials chacun mais avec 2 congruents et 8 incongruents (20% congruence)

3) Le pairage des mots

Pour éviter les problèmes de première contingence, les couleurs sont associées par pair. Les mots "rouge" et "vert" peuvent être écrits en rouge ou en vert uniquement, et les mots "bleu" et "jaune" peuvent être écrits en bleu ou en jaune uniquement.

4) Une interface neutre

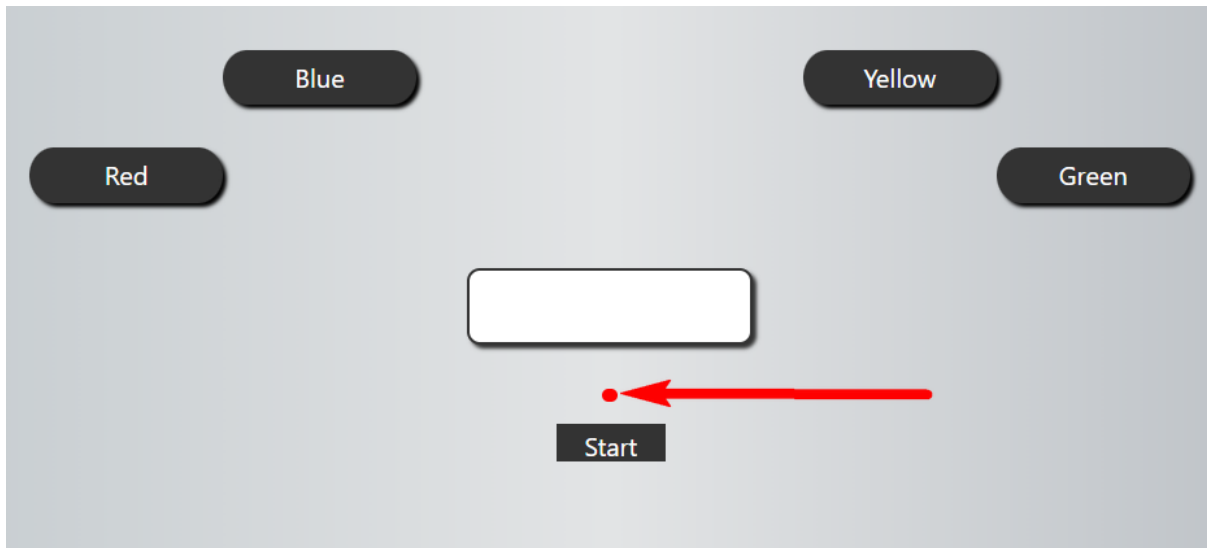
Les couleurs du site sont faites de nuances de gris pour ne pas influencer l'utilisateur sur ses choix pendant l'expérience.

5) La distance entre les boutons

Les boutons sont équidistants par rapport au point sur lequel on clique pour démarrer chaque trial. Le respect de cette distance est important pour ne pas que l'utilisateur n'ait plus de distance à parcourir avec la souris pour une réponse que pour une autre.

Le bouton start est un point rouge, pour que la souris de l'utilisateur soit pile au centre de la page lorsqu'il clique dessus.

(Il est de couleur rouge pour que l'utilisateur le voit et comprenne qu'il faut cliquer dessus, pas sur la chaîne de caractère "Start" située en dessous.)



6) Génération d'ID aléatoire

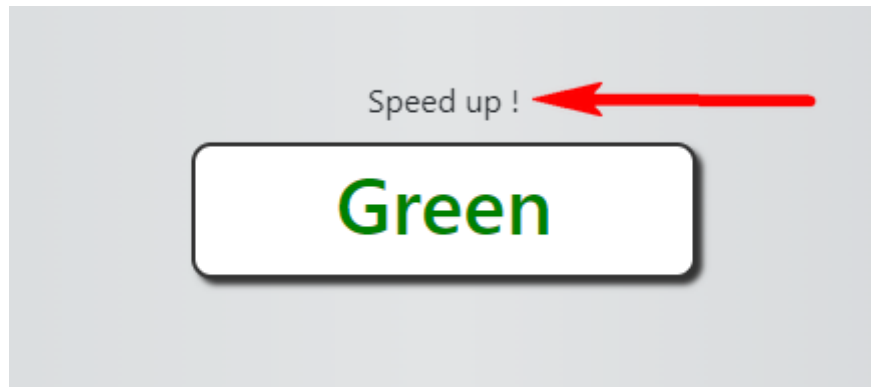
Lorsqu'on débute l'expérience, une chaîne de 8 caractères aléatoires apparaît représentant l'ID d'une personne pour la rendre anonyme. Ce pseudo unique nous permet de distinguer les utilisateurs dans les données, mais aussi de supprimer les données d'une personne si on nous le demande (en fournissant l'ID).



7) Le stimulus "Speed up"

Lorsqu'on clique sur le bouton démarrer, il disparaît.

Mais si on ne déplace pas sa souris hors du champ du bouton (représenté par le point rouge) avant 0.5s, un stimulus "Speed up" apparaît. Ce stimulus disparaît lorsqu'on commence à déplacer sa souris.



8) Signalement d'erreur

Si l'utilisateur fait une erreur en cliquant sur la mauvaise réponse, une croix rouge apparaît pendant 2s lui indiquant qu'il s'est trompé. Le bouton start ne réapparaît qu'une fois que la croix disparaît.



VI) Analyse des données

Les données que nous avons analysées sont basées sur 11 sujets de 40 trials chacun, soit 440 trials au total. Nous avons retiré les sujets ayant réalisés l'expérience sur tablette tactile car ils n'ont pas de données de la souris.

1) Statistiques descriptives

Statistiques descriptive de IT (Initiation Time) en ms

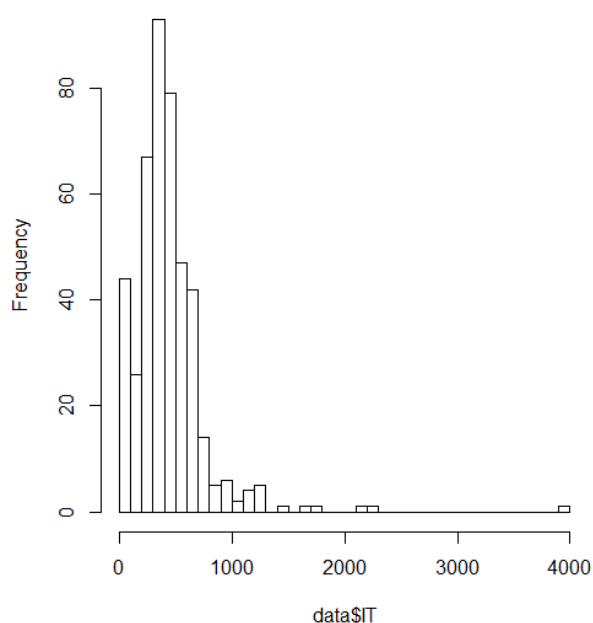
| Min | 1er quartile | Median | Moyenne | 3. quartile | Max |
|-----|--------------|--------|---------|-------------|--------|
| 3.0 | 237.5 | 386.0 | 431.1 | 542.5 | 3968.0 |

Statistiques descriptive de RT (Reaction Time)

| Min | 1er quartile | Median | Moyenne | 3. quartile | Max |
|-----|--------------|--------|---------|-------------|------|
| 664 | 1036 | 1336 | 1518 | 1766 | 9285 |

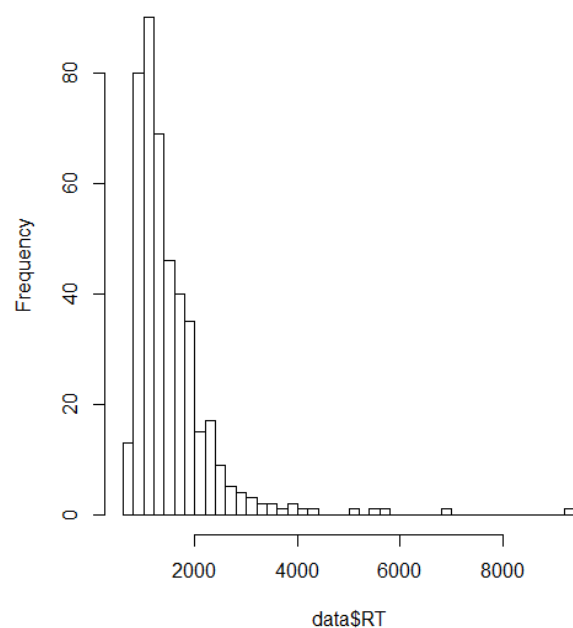
Histogramme des IT en ms

Histogram of data\$IT



Histogramme des RT en ms

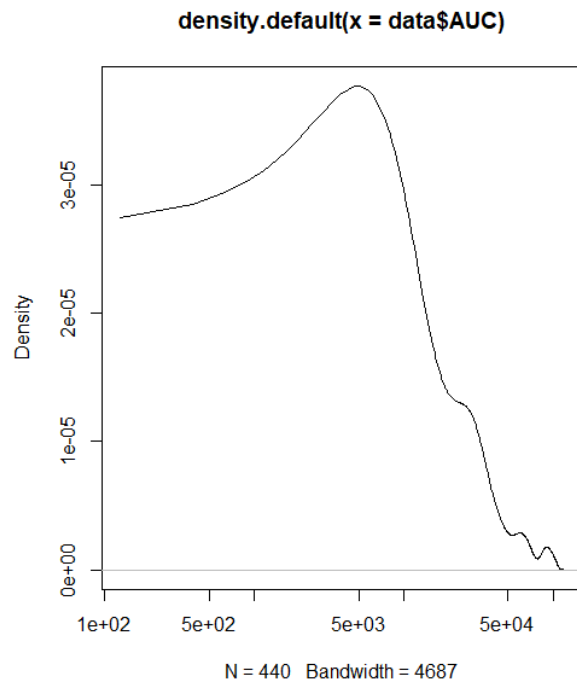
Histogram of data\$RT



Statistiques descriptive de AUC (Air sous la courbe)

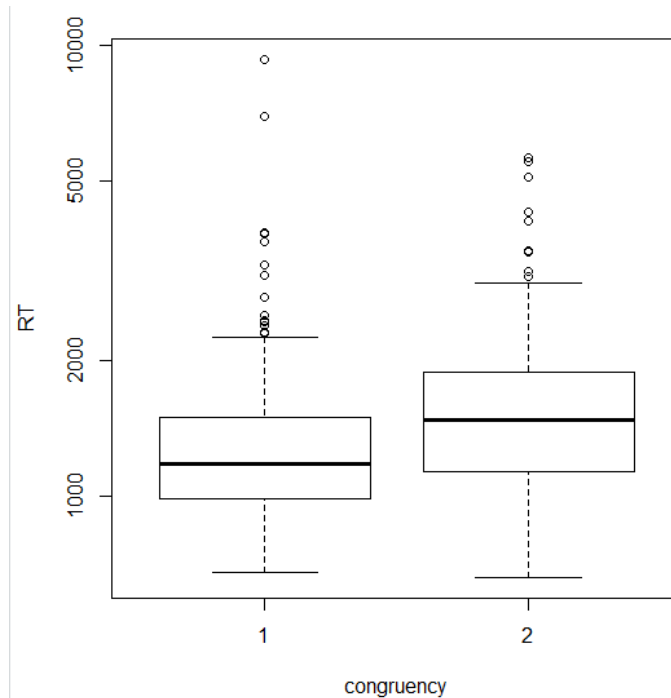
| Min | 1er quartile | Median | Moyenne | 3. quartile | Max |
|-----|--------------|---------|---------|-------------|----------|
| 8.5 | 4058.6 | 10496.2 | 19464.1 | 27633.9 | 103622.5 |

Densité de AUC en échelle logarithmique



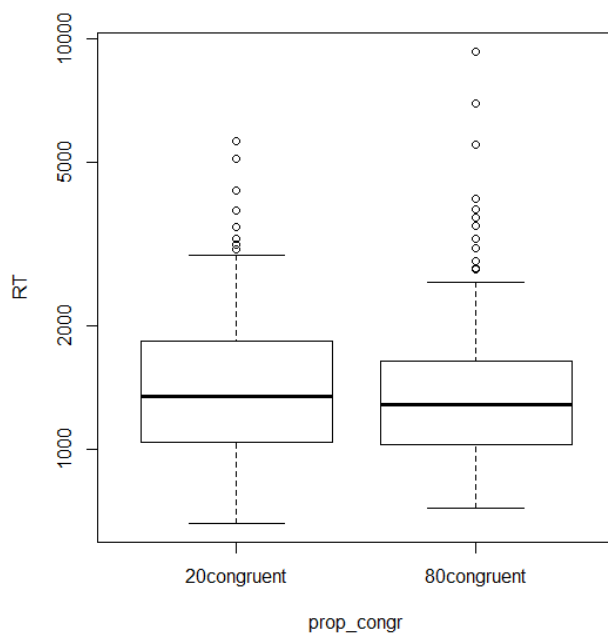
2) L'impact de la congruence et des blocs sur RT

Boxplot de la congruence par rapport à RT



Visuellement, les trials congruents (1) sont en moyenne plus rapide que les trials non congruents (2)

Boxplot des types de blocs par rapport à RT



Ici on peut voir que le fait d'être dans un bloc à 20% de congruence, ou à 80% de congruence n'a pas beaucoup d'impact sur le Reaction Time.

Nous avons réalisé une ANOVA pour comparer ces données.

```

Response: RT
              Df    Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
congruency      1    6250133  6250133   9.7157 0.001948 **
prop_congr      1    2026001  2026001   3.1494 0.076654 .
congruency:prop_congr  1      7016    7016   0.0109 0.916874
Residuals     436  280480547   643304
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

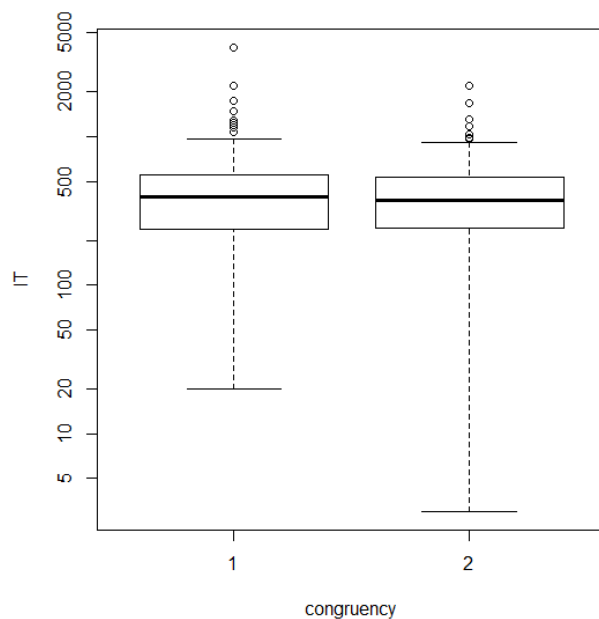
```

D'après l'ANOVA, la congruence a un impact significatif sur le RT, car sa pvalue est inférieure à 5%.

Cependant, le fait d'être dans un bloc à 20% ou 80% de congruence (variable prop_congr) n'a pas un impact significatif, mais marginalement significatif (pvalue comprise entre 5 et 10%)

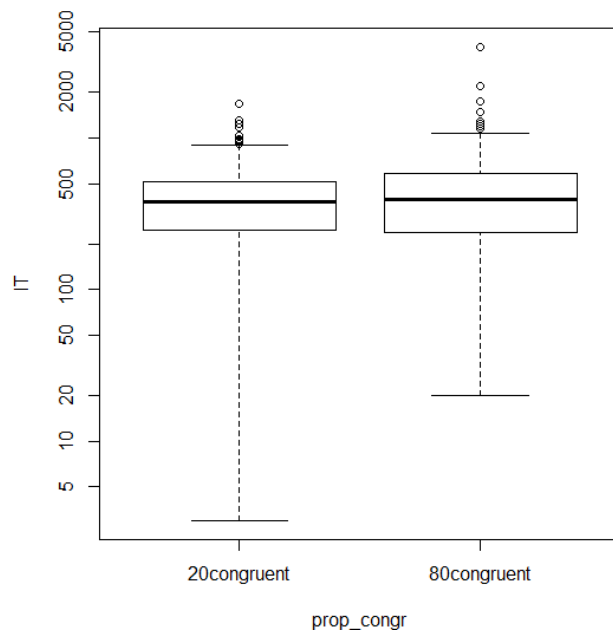
3) L'impact de la congruence et des blocs sur IT

Boxplot de la congruence par rapport à IT



Visuellement, les trials congruents (1) et incongruents (2) n'ont pas d'impact sur IT

Boxplot des types de blocs par rapport à IT



Ici on peut voir que le fait d'être dans un bloc à 20% de congruence, ou à 80% de congruence n'a pas d'impact du tout sur IT.

On réalise une ANOVA pour vérifier ces hypothèses

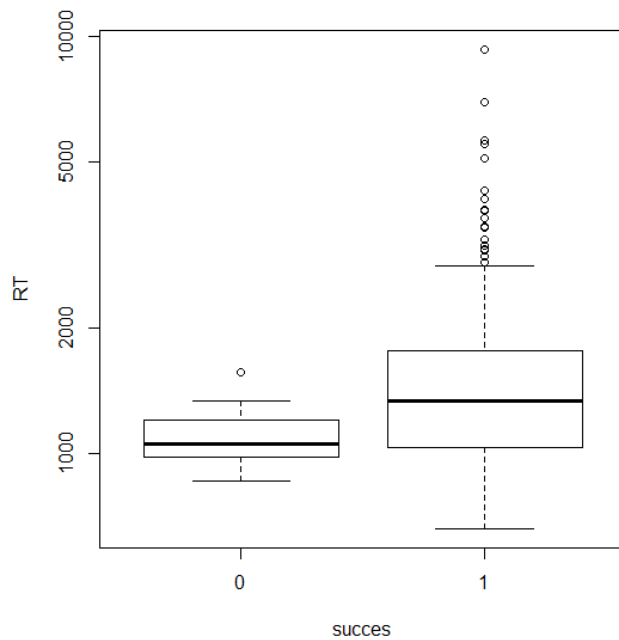
Response: IT

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------------------|-----|----------|---------|---------|--------|
| congruency | 1 | 165404 | 165404 | 1.5230 | 0.2178 |
| prop_congr | 1 | 175920 | 175920 | 1.6199 | 0.2038 |
| congruency:prop_congr | 1 | 37500 | 37500 | 0.3453 | 0.5571 |
| Residuals | 436 | 47350093 | 108601 | | |

D'après cette ANOVA, ni la congruence ni le type de bloc (20 ou 80%) n'ont d'impact sur le Reaction Time.

4) Le temps de réaction en fonction des erreurs

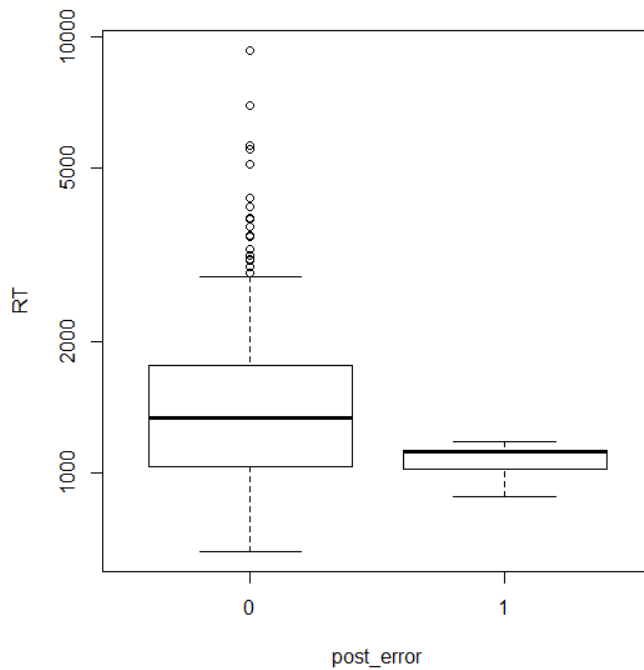
Boxplot des erreurs et succès en fonction de RT



Dans nos données, nous avons seulement 7 erreurs pour 433 succès.

Dans ce graphique, on peut voir que les trials avec des erreurs (0) ont été répondus en moyenne plus rapidement que les trials sans erreurs (1)

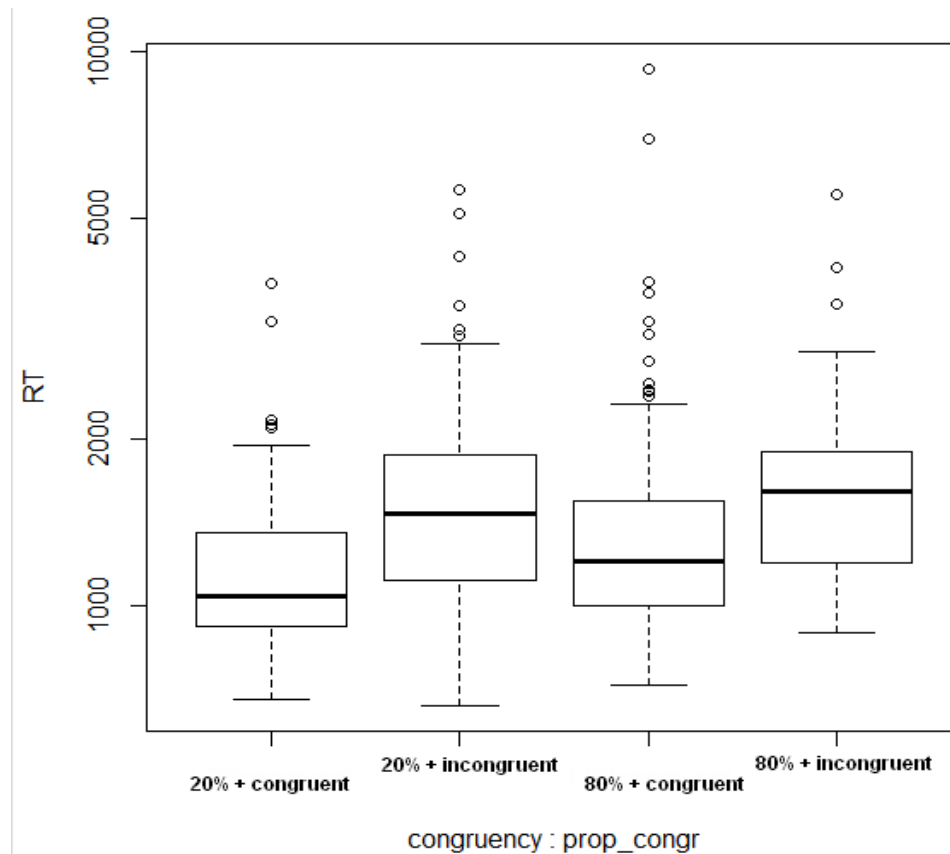
Boxplot des post_error en fonction des RT



Ici est représenté le temps de réaction RT pour le trial qui précède les succès (0) ou les erreurs (1). On peut voir que malgré que les utilisateurs aient fait une erreur, donc aient été notifiés de leur erreur par une croix rouge, ils continuent à répondre plus vite que la moyenne.

5) RT en fonction de congruence et le type de bloc, sans les données avec erreur

Cette fois-ci, on retire les données avec erreur pour voir à nouveau l'impact du type de bloc et de la congruence sur RT.



On refait une ANOVA avec lmer

```

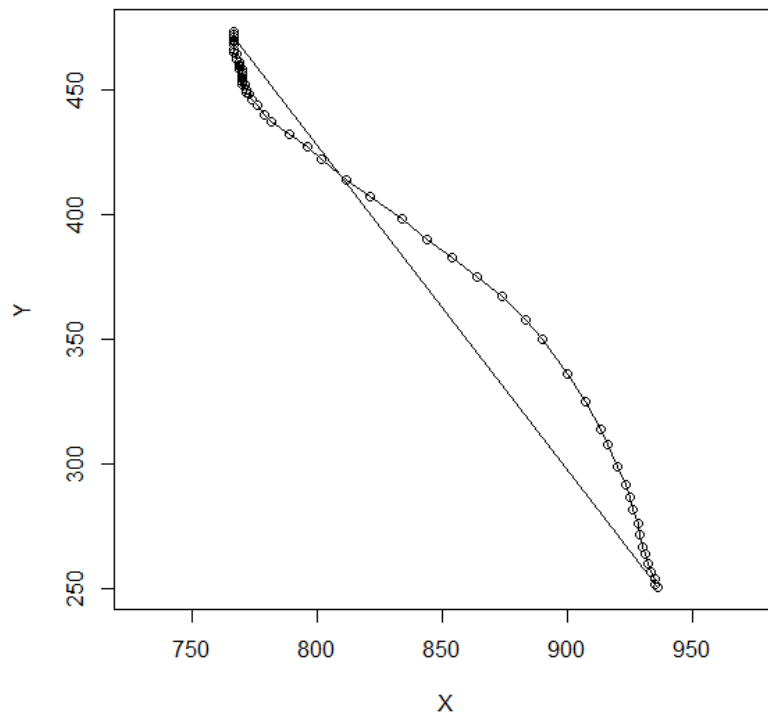
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
              Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F value
congruency      8097013  8097013      1  418.03  16.0038
prop_congr      161488   161488      1  418.04   0.3192
congruency:prop_congr    1916     1916      1  418.05   0.0038
              Pr(>F)
congruency      7.476e-05 ***
prop_congr       0.5724
congruency:prop_congr  0.9510

```

En ayant retiré les données avec erreur, on observe que la congruence a toujours un impact sur RT mais que la prop_congr n'en a toujours pas. Le type de bloc (prop_congr) est encore marginalement significatif.

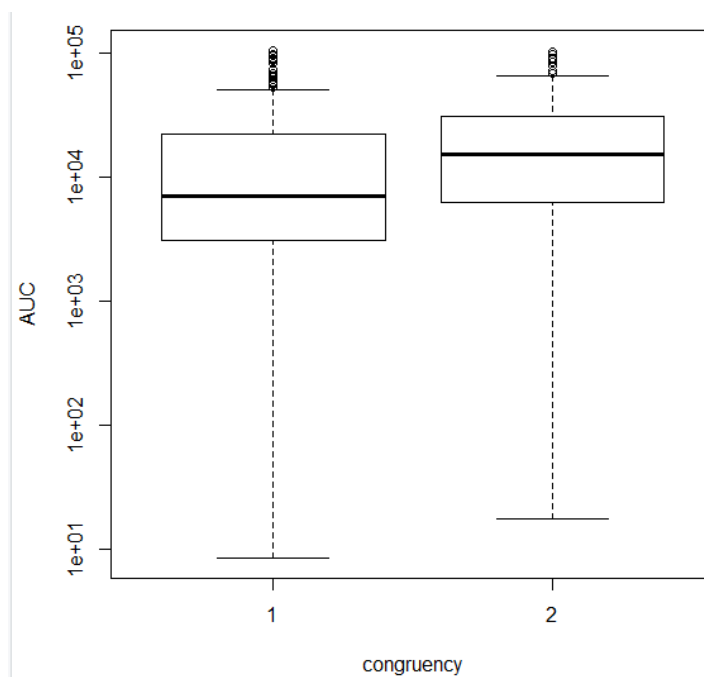
6) Impact de la congruence et du type de bloc sur AUC

Voici un exemple de la trajectoire de la souris du trial 81 des données



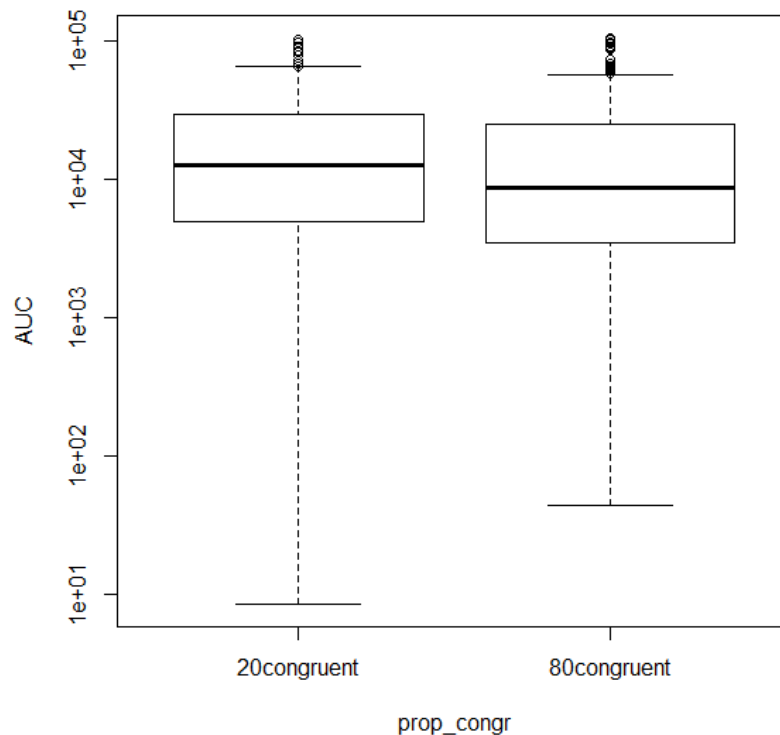
Nous avons calculé l'air sous la courbe (valeur AUC) pour chacun des trials.

Boxplot de la congruence par rapport à AUC



Visuellement, l'air sous la courbe est légèrement moins élevé pour les trials congruents que incongruents.

Boxplot du type de bloc par rapport à AUC



Visuellement, les trials situés dans un bloc à 80% congruents ont une air sous la courbe un peu moins élevée.

On effectue une ANOVA

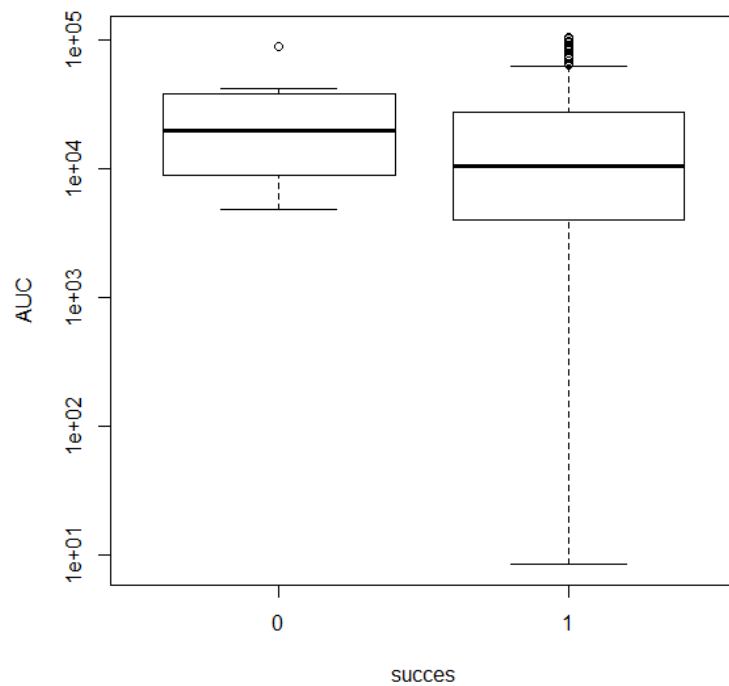
```

Response: AUC
          Df    Sum Sq   Mean Sq F value    Pr(>F)
congruency  1 4.7156e+09 4715574976  9.9207 0.001747 **
prop_congr  1 4.3560e+08  435603538  0.9164 0.338944
congruency:prop_congr  1 1.9622e+08  196216669  0.4128 0.520887
Residuals 436 2.0724e+11  475324466
---

```

D'après cette ANOVA, la congruence a un impact significatif sur AUC, mais pas le type de blocs (prop_congr).

Boxplot des erreurs en fonction de AUC



Ici, on observe que pour les trials avec erreur (0), l'air sous la courbe est plus importante que pour les trials avec succès. En effet, une personne "sûre d'elle" pourra déplacer sa souris directement vers la bonne réponse, alors qu'une personne hésitante effectue plus de mouvements de la souris.

V) Conclusion

Avec ces données, nous pouvons répondre à nos hypothèses.

Pour l'hypothèse 1 (Validée) :

RT est plus élevé lorsque les mots sont incongruents, donc l'effet Stroop a un impact significatif sur le temps de réaction des sujets.

Pour l'hypothèse 2 (Non validée) :

IT n'est pas impacté ni par la congruence ni par le type de blocs, donc IT n'est pas impacté par l'effet Stroop.

Pour l'hypothèse 3 (Validée) :

La trajectoire de la souris est plus prononcée lorsque les trials sont incongruents que lorsqu'ils sont congruents