

# Space Fortress Stat Recap

## Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Description des données</b>	<b>2</b>
2.1	Valeurs Aberrantes . . . . .	2
2.2	Données démographiques . . . . .	2
2.3	Densités des Scores . . . . .	2
<b>3</b>	<b>ZScores</b>	<b>3</b>
3.1	Régression sur les ZScores . . . . .	4
3.1.1	Pour tous les jours (D1 à D14) . . . . .	4
3.1.2	Pour les jours de la première semaine (D1 à D5) . . . . .	5
3.2	MANOVA sur les ZScores . . . . .	7
3.3	Analyse en composantes principales (PCA) (Premier essai de PCA) . . . . .	8
3.3.1	Avec les ZScores des Sous-Scores . . . . .	8
3.3.2	Avec les Sous-Scores . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Scores Par minute</b>	<b>10</b>

## 1 Introduction

Les scores extraits des fichiers bruts du jeu Space Fortress représentent la performance au jeu du participant sur la durée de la session (10min ici). Ces scores sont calculés selon les règles énoncées à chaque participant (rappel de la distribution des points Tableau 1). À partir des Scores, quatre Sous-Scores peuvent être distingués. La somme des Sous-Scores est égale au Score total. Les quatre Sous-Scores sont les suivants:

- Score de Vol (Flight)
- Score de Bonus (Bonus)
- Score de Mine (Mine)
- Score de Fortress (Fortress)

Event	Loss or Gain	Sub-Score Type
Ship Damage	-50	Flight
Ship Destruction	-100	Flight
Border Crossing	-35	Flight
Fortress Collision	-35	Flight
Point Bonus Capture	+100	Bonus
Shots Bonus Capture	+50	Bonus
Bonus Failure	-50	Bonus
Friend Mine Destruction	+60	Mine
Foes Mine Destruction	+50	Mine
Mine Extinction	-50	Mine
Fortress Destruction	+250	Fortress

Table 1: Tableau Récapitulatif des Gains et Pertes de Points pendant le jeu Space Fortress

## 2 Description des données

### 2.1 Valeurs Aberrantes

Dans la première série de participants (groupe SD) deux participants ont été considérés comme "outliers". Le premier (EC1603) en raison de sa performance au jeu trop élevée et le second (LM2411) pour son âge (50 ans) plus élevé que les pré-requis du protocole (max 30 ans). Pour la suite, ces deux participants ont été exclus du traitement des données.

### 2.2 Données démographiques

Différentes informations sur les participants peuvent être prises en compte et observées pour les deux groupes:

- Le niveau d'étude
- L'âge
- Le genre
- Le niveau de jeu

Pour comparer ces données entre les groupes, des tests de Student ont été effectués (Figure 1). Il existe une différence significative pour la performance de jeu de la première partie entre les deux groupes ( $p=0.046$ ).

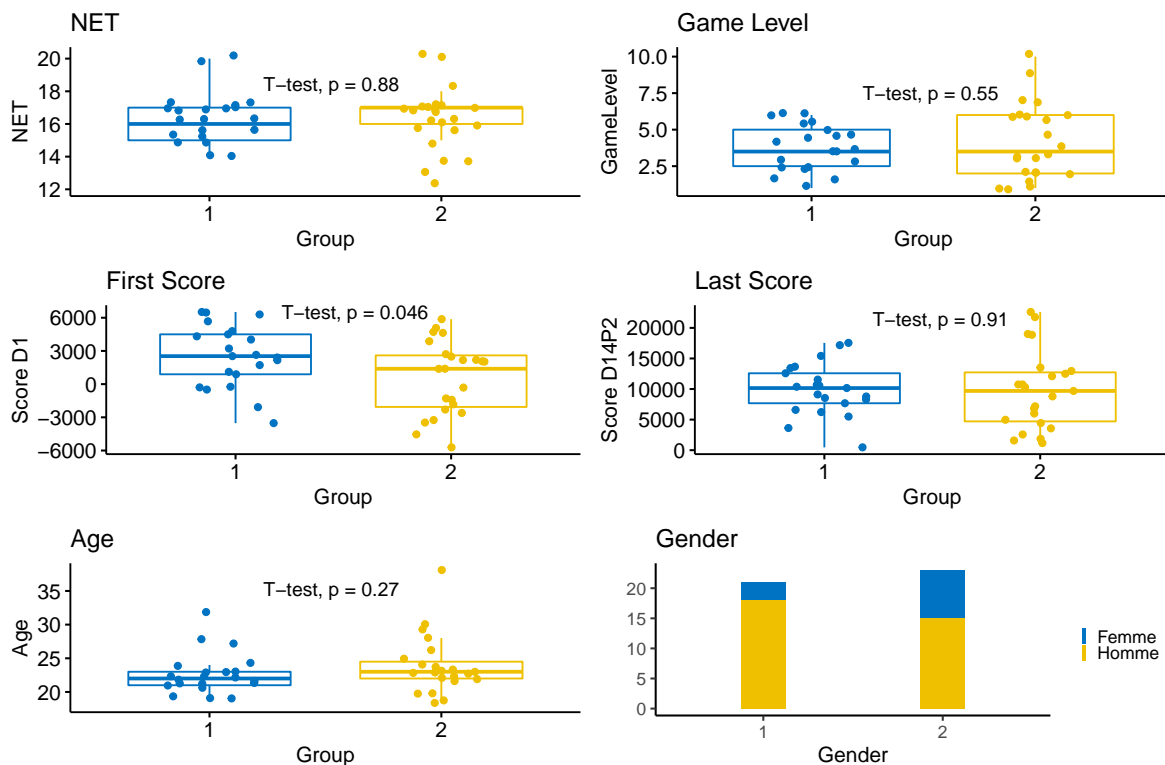


Figure 1: **T-test sur les données démographiques.** A .Niveau d'étude. B. Niveau de Jeu. C. Score à la première partie. D. Score à la dernière partie. E. Âge. F. Genre

### 2.3 Densités des Scores

Avec une population de 46 participants (-2 outliers) et 11 parties de jeu pour chacun d'entre eux, 484 performances de jeu ont été mesurées. Un test de Shapiro-Wilk ne peut pas être utilisé pour montrer

la normalité des données ( $n > 50$ ). Sur la Figure 2, la densité du Score Total et celle des Sous-Scores sur la Figure 3.

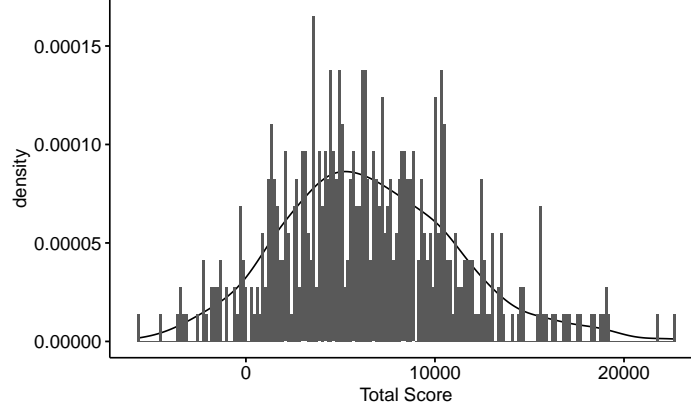


Figure 2: Densité du Score Total

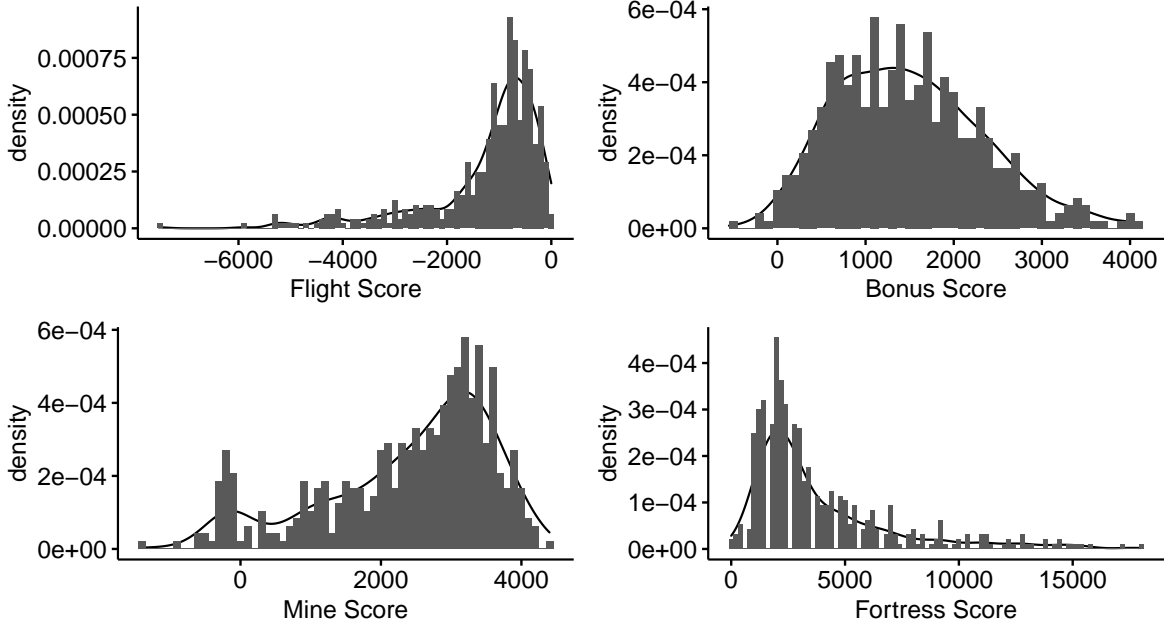


Figure 3: Densité des Sous-Scores A. Score de Vol. B. Score de Bonus. C. Score de Mine. D. Score de Fortress.

### 3 ZScores

Après l'extraction des données Space Fortress en Scores Totaux et Sous-Scores, les ZScores ont été calculés ( $ZScore = \frac{Score - Moyenne}{ÉcartType}$ ). Toutes les sessions de tous les participants sont prises en compte. Les ZScores ont été calculé de cette façon pour le Score total ainsi que les Sous-Scores. Cependant, la distribution des Sous-Scores (Section 2.3) doit être prise en compte dans la fiabilité des ZScores correspondants.

### 3.1 Régression sur les ZScores

#### 3.1.1 Pour tous les jours (D1 à D14)

A partir des ZScores de la deuxième session de jeu de chaque participant, deux propositions de modèle ont été faites:

- $y = a + r * \ln(t)$
- $y = a + r * t$

Avec  $y$  le ZScore,  $a$  le ZScore initial (à  $t_0$ ),  $r$  le coefficient d'apprentissage et  $t$  le jour de passation (de 1 à 14).

Pour la première proposition, on obtient :  $Y = -1.189 + 0.747 * \ln(t)$

Pour la seconde proposition, on obtient la fonction :  $Y = -0.991 + 0.165 * t$

Les critères d'information d'Akaike pour chacun des modèles:

- Pour  $Y = -1.189 + 0.747 * \ln(t)$  : AIC = 1217.957
- $Y = -0.991 + 0.165 * t$  : AIC = 1224.001

Le critère de la première proposition étant le plus petit, le première modèle semble mieux correspondre aux attentes.

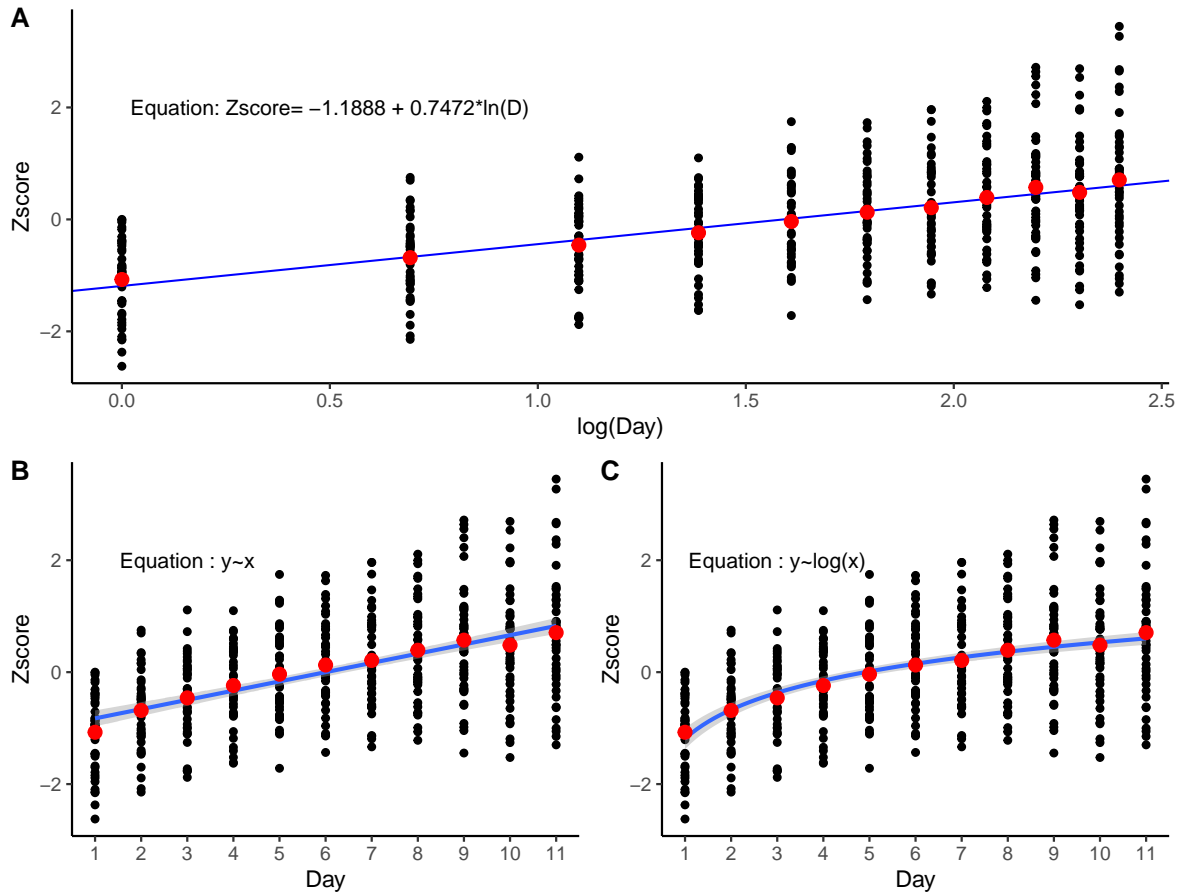


Figure 4: **Régressions des ZScores.** A. Échelle logarithmique de la première proposition de régression. B.  $y = a + r * t$ . C.  $y = a + r * \ln(t)$ . En rouge, les moyennes de chaque session.

Les deux propositions de régression sont représentées sur la Figure 4. La première proposition, suivant un modèle logarithme est conservée pour la suite.

A partir de ce modèle, le coefficient d'apprentissage de chaque participant peut être calculé et une corrélation est faite entre ces coefficients et le score initial. Le coefficient de corrélation est de 0.22 et la p-value de 0.15, comme illustré sur la Figure 5.

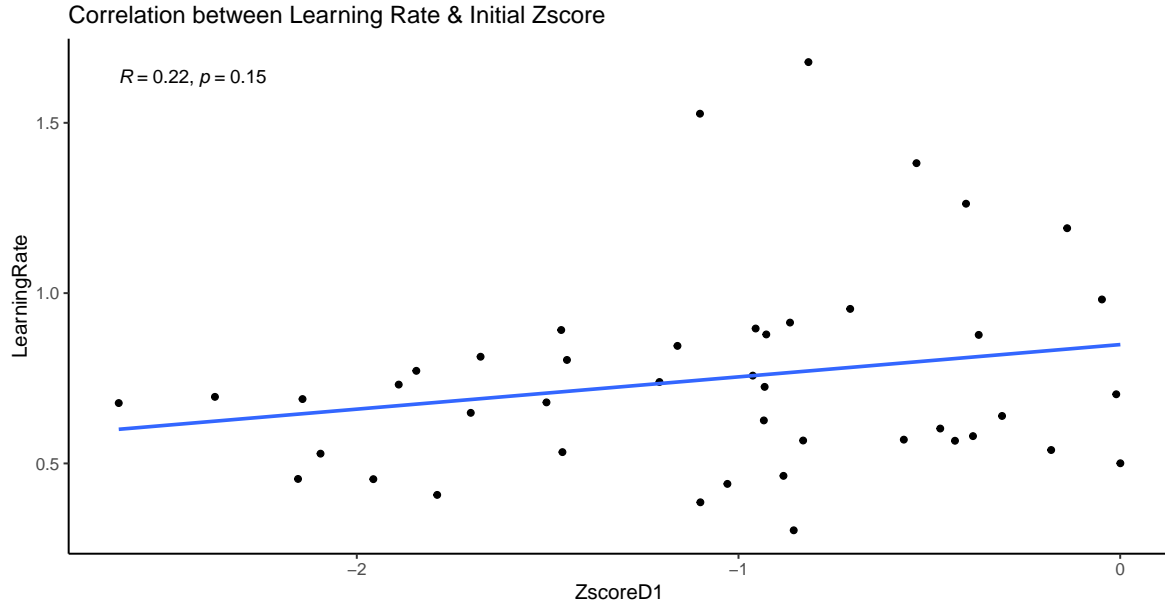


Figure 5: **Corrélation entre le ZScore initial et le coefficient d'apprentissage, pour tous les participants**

### 3.1.2 Pour les jours de la première semaine (D1 à D5)

**La même méthode mais sans prendre le dernier jour (D14) en compte:**

Pour la première proposition, on obtient :  $Y = -1.175 + 0.733 * \ln(t)$

Pour la seconde proposition, on obtient la fonction :  $Y = -1.09 + 0.192 * t$

Les critères d'information d'Akaike pour chacun des modèles:

- Pour  $Y = -1.189 + 0.747 * \ln(t)$  :  $AIC = 937.8267$
- $Y = -0.991 + 0.165 * t$  :  $AIC = 938.8724$

De même qu'avec le dernier jour, la première proposition avec le modèle logarithmique correspond mieux selon les critères d'information d'Akaike.

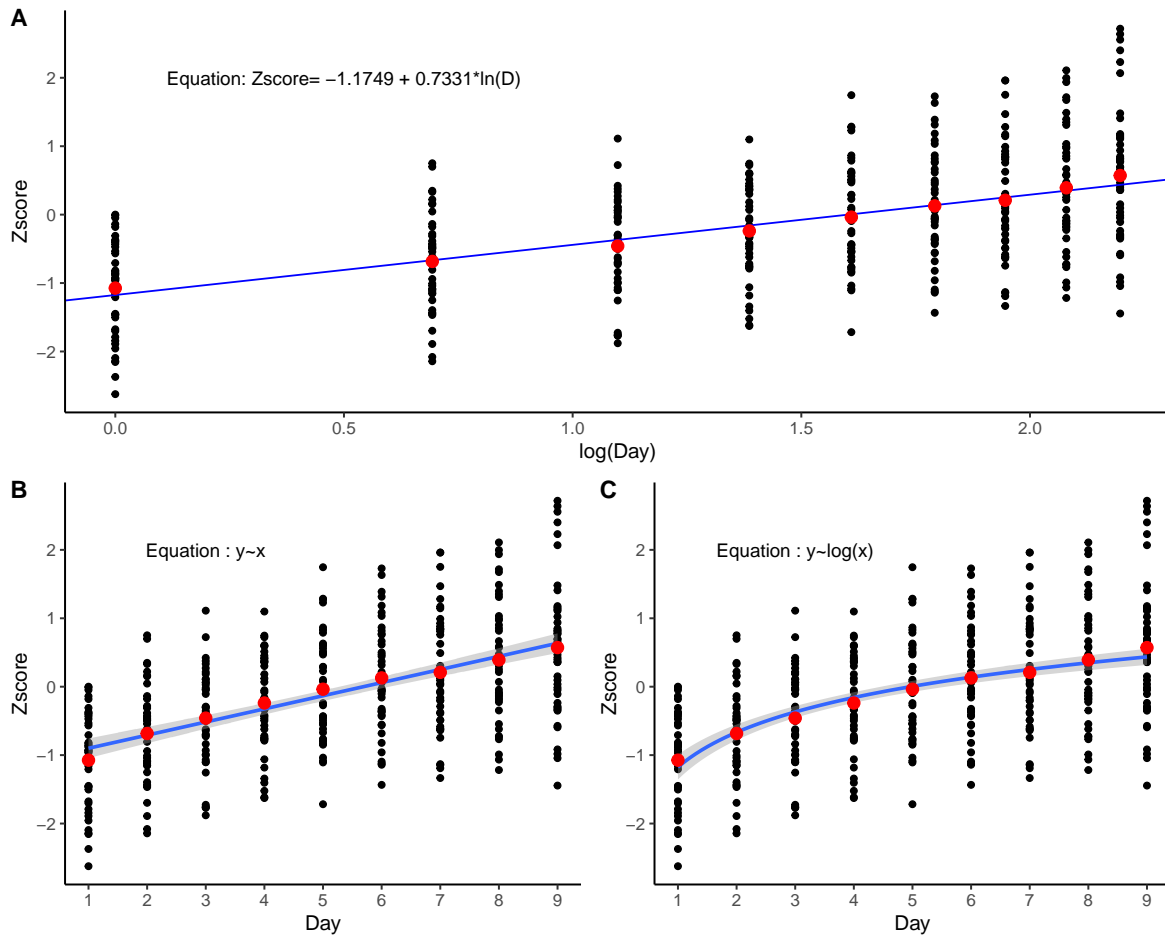


Figure 6: Régressions des ZScores sans D14. A. Échelle logarithmique de la première proposition de régression. B.  $y = a + r * t$ . C.  $y = a + r * \ln(t)$ . En rouge, les moyennes de chaque session.

La corrélation entre le ZScore initial et le coefficient d'apprentissage sans le dernier jour:

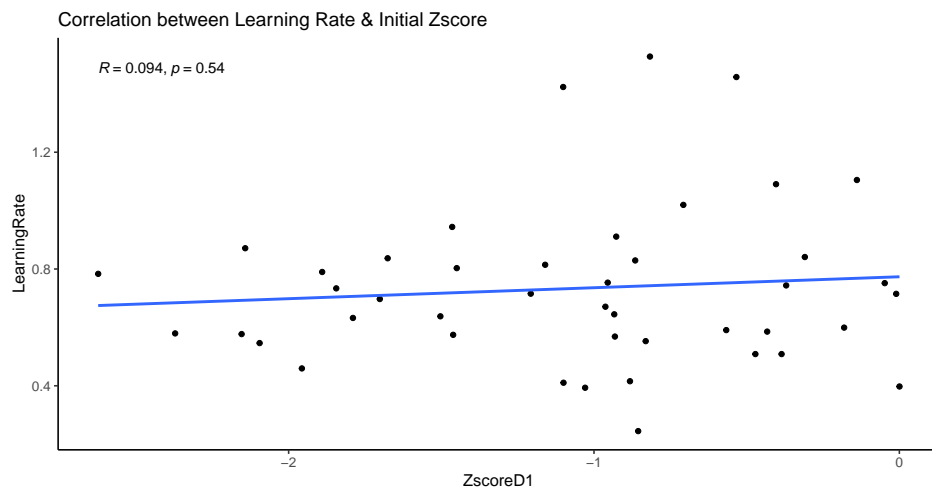


Figure 7: Corrélation entre le ZScore initial et le coefficient d'apprentissage, pour tous les participants, sans le dernier jour

Un test de Student entre le coefficient d'apprentissage et le groupe est représenté Figure 8. La p-value pour ce test est de 0.16.

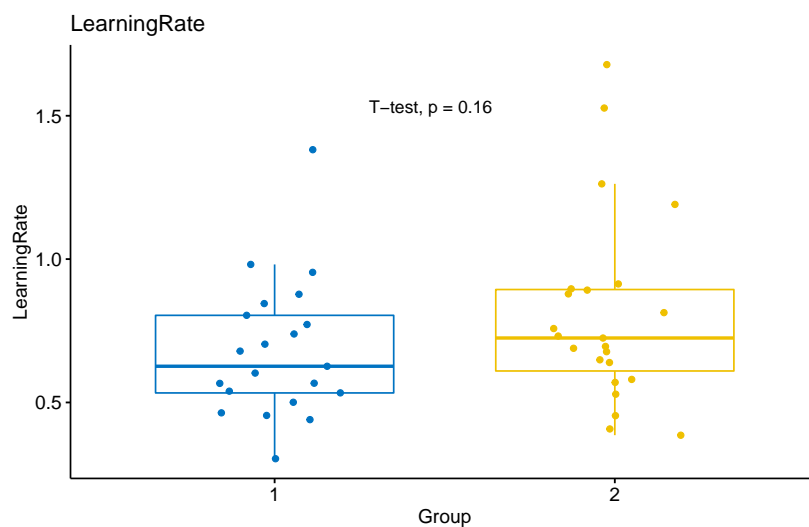


Figure 8: **T-test entre le coefficient d'apprentissage et le groupe**

### 3.2 MANOVA sur les ZScores

Ensuite pour regarder l'interaction du type de stimulation (Stim ou Sham) et des différentes sessions de jeu, une MANOVA est calculée (Figure 9).

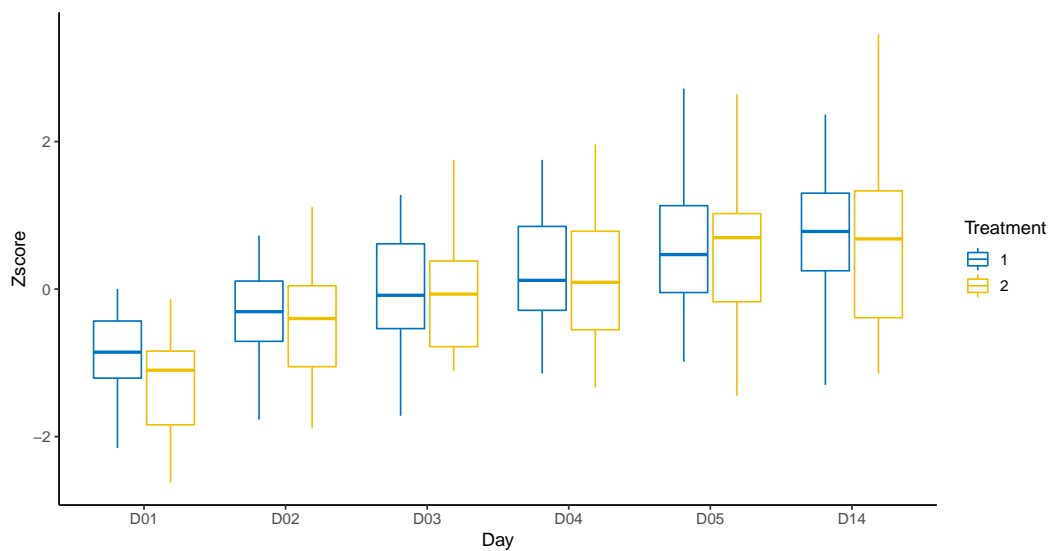


Figure 9: **Boxplot des ZScore pour chaque Session.**

On obtient, avec la fonction `MANOVA.RM::RM()` les résultats suivants (Tableau 2):

	p-value
Group	0.596
Session	< 0.001
Group:Session	0.159

Table 2: Tableau des Résultats de la MANOVA

Ensuite, un test de Tukey sur les sessions est conduit (Tableau 3) et donne les résultats suivants:

Session	Session	p-value	signifiante
D01	D02	0.01	*
D02	D03	0.22	ns
D03	D04	0.78	ns
D04	D05	0.38	ns
D05	D14	0.98	ns

Table 3: Tableau des Résultats du test de Tukey pour toutes les Sessions

Pour comparer, un test de Tukey sur toutes les sessions avec une séparation pour les deux groupes (Tableau 4):

Group	Session	Session	p-value	signifiante
1	D01	D02	0.29	ns
1	D02	D03	0.58	ns
1	D03	D04	0.89	ns
1	D04	D05	0.81	ns
1	D05	D14	0.98	ns
2	D01	D02	0.13	ns
2	D02	D03	0.61	ns
2	D03	D04	0.96	ns
2	D04	D05	0.69	ns
2	D05	D14	1.00	ns

Table 4: Tableau des Résultats du test de Tukey par Groupe

### 3.3 Analyse en composantes principales (PCA) (Premier essai de PCA)

Dans le but d'inspecter l'importance des Sous-Scores, une analyse en composantes principales est faite avec les ZScores des Sous-Scores.

#### 3.3.1 Avec les ZScores des Sous-Scores

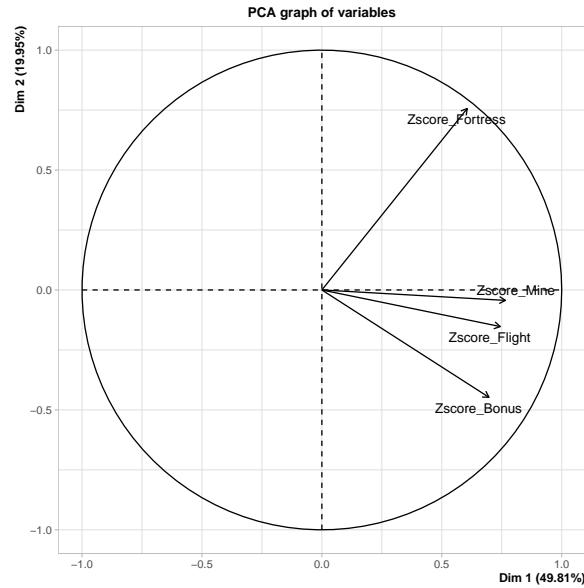


Figure 10: Représentation des Z-Sous-Scores en composantes principales



Pour 3 principales composantes, les résultats suivants sont obtenus:

	Dim.1	Dim.2	Dim.3
Zscore_Flight	0.74	-0.15	-0.53
Zscore_Bonus	0.70	-0.45	0.54
Zscore_Mine	0.77	-0.04	-0.14
Zscore_Fortress	0.61	0.76	0.20

Table 5: Corrélations des variables pour les ZScores des Sous-Scores et 3 dimensions

### 3.3.2 Avec les Sous-Scores

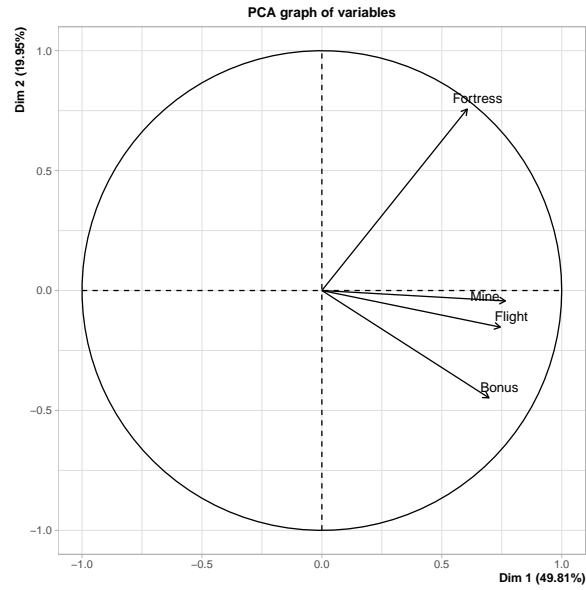


Figure 11: Représentation des Sous-Scores en composantes principales

Pour 3 principales composantes, les résultats suivants sont obtenus:

	Dim.1	Dim.2	Dim.3
Flight	0.74	-0.15	-0.53
Bonus	0.70	-0.45	0.54
Mine	0.77	-0.04	-0.14
Fortress	0.61	0.76	0.20

Table 6: Corrélations des variables pour les Sous-Scores et 3 dimensions

## 4 Scores Par minute

*note: Les scores par minute ne sont pas sous forme de ZScores.*

Afin d'inspecter les performances de jeu d'un différent point de vue des Scores et Sous-Scores globaux, les scores par minutes ont été calculés.

Chaque session de 10min de jeu a été découpée en fenêtres de 60 s glissantes, par pas d'une seconde. Avec cette mesure, 540 fenêtres sont extraites de chaque session de 10min de jeu. Sur chacune de ces fenêtres, un score est calculé de la même façon que le Score total l'avait été sur toute la partie. De même pour les Sous-Scores.

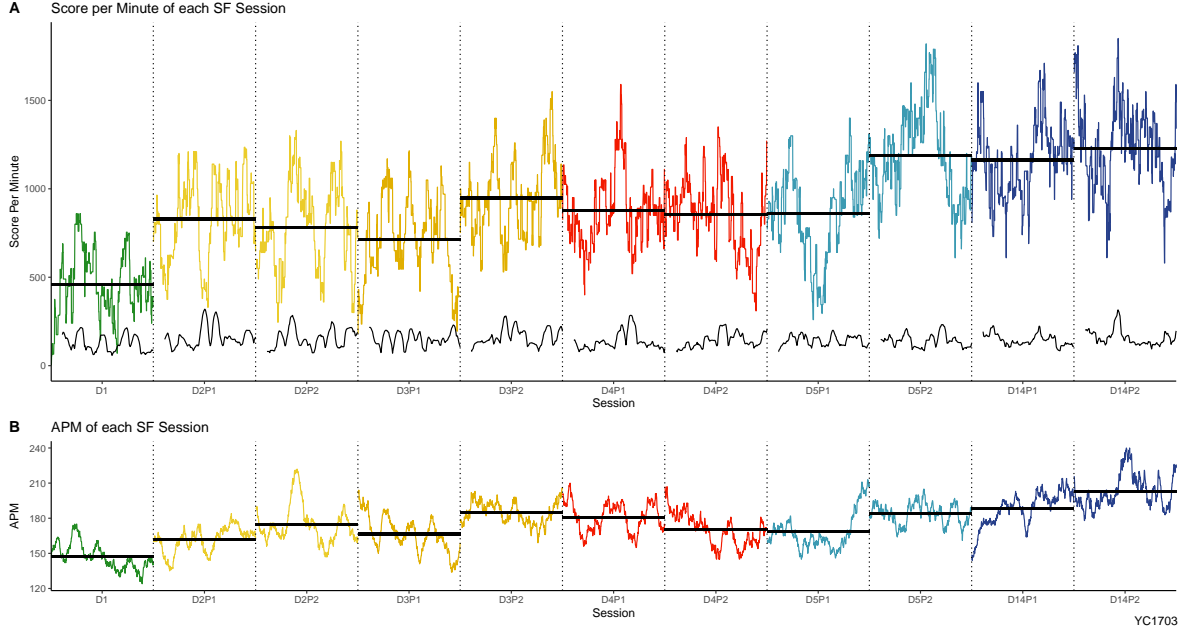


Figure 12: **Scores par minute d'un participant** A. Score par minute et écart-type glissant (ligne noire). B. Appuis par minutes (APM).

Ces informations peuvent également être extraites pour les Sous-Scores (Figure 13).

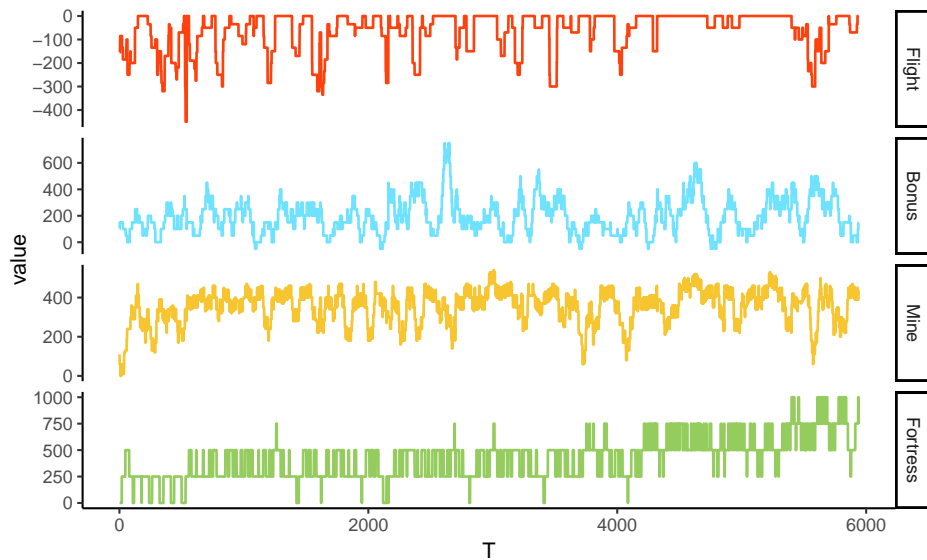


Figure 13: **Sous-Scores par minute d'un participant**

Les calculs peuvent être faits sur des fenêtres de différentes longueurs et peuvent aussi être juxtaposée (plutôt que glissantes). Sur la Figure 12.A, un exemple des Scores par minute (sur fenêtres glissantes) d'un participant, sur toutes les sessions (de D01 à D14). En noir sur cette figure, l'écart type glissant du Score par minute.

Une fois ces Scores et Sous-Scores par minute obtenus, différentes mesures peuvent être explorées dans le but d'évaluer la variabilité et la stabilité de la performance au cours de la session.

Ici, un bilan des différentes mesures d'écarts-types:

Score		Mesure	Utilisation
Score/Min	Glissant	SD fixe	Écart-type entre les fenêtres (superposées) dans le jeu
		SD glissant	Moyenne(SD glissant): valeur difficile à interpréter et à utiliser.
		MSSD	Mean square of successive differences
Score Cumulé	Juxtaposé	SD fixe	Écart-type entre les fenêtres (non superposées) dans le jeu
		SD glissant	Progression du score à chaque fenêtre

Table 7: Tableau récapitulatif des différentes mesures d'écarts-type pour les Scores par Minute

Pour la représentation de la variabilité avec l'écart type, l'utilisation de la moyenne de l'écart type glissant pourrait être difficile à justifier et à utiliser. La MSSD ( $\delta^2 = \frac{\sum (x_{i+1} - x_i)^2}{n-1}$ ) propose une alternative à l'écart type mais son utilisation ne semble pas être justifiée dans le cas présent.

D'autres mesures peuvent être considérées pour la variabilité de la performance:

- Le temps moyen sans marquer de points
- Le temps accordé à chaque Sous-Score
- Pour les mines et le bonus: la proportion de saisie

Cependant, le calcul du temps accordé à un ajout ou retrait de point étant bref (il apparaît sur un instant unique), il semble difficile à mesurer. Néanmoins, le nombre d'actions accordées à chaque tâche du jeu, ainsi que leur ordre d'apparition pourraient être utilisés comme représentation d'une partie de la stratégie du joueur. Ainsi, il est possible d'observer avec quelle méthode un joueur augmente le plus son Score Total.

Le nombre d'appui par minute (Figure 12 B) et le score par minute sont corrélés ( $r=0.74$ ). Sur la Figure 14, tous les points des Scores par minute en fonction des appuis par minute.

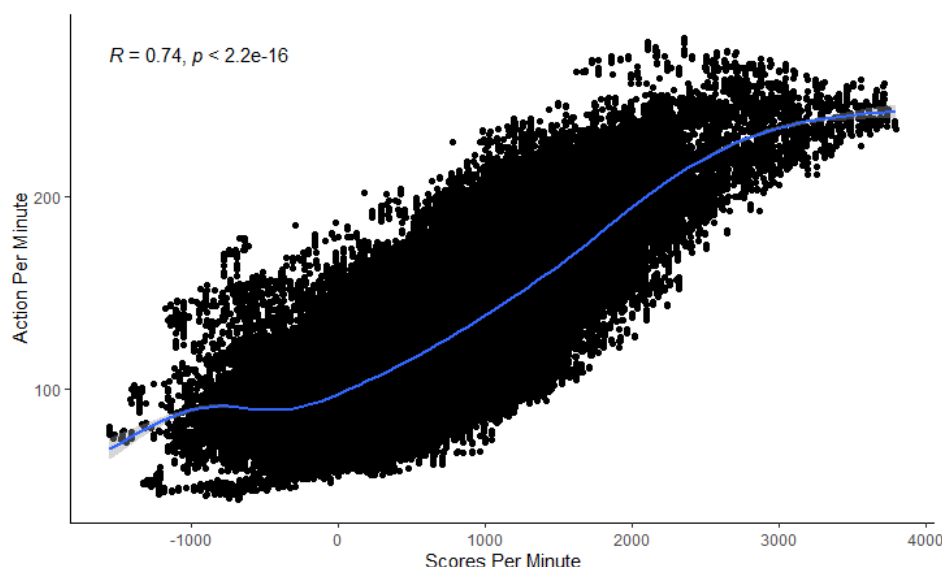


Figure 14: Corrélation des Appuis par minute et des Scores par minute pour tous les participants