Sommaire exécutif

Ce rapport présente une analyse approfondie de l'effet de l'amphétamine sur le comportement des souris de laboratoire privées d'eau. Les données ont été collectées à partir de deux études, avec des facteurs tels que la vitesse initiale, le niveau de dosage d'amphétamine et le nombre de coups de levier nécessaires pour obtenir de l'eau. L'analyse a été effectuée en utilisant un modèle GLM en mesure répétée, en prenant en compte les effets principaux et les interactions doubles entre les facteurs. Nous avons réalisé une analyse pour l'étude 1 et une autre pour les deux études combinées, en prenant en compte la variable XA_Levier, qui indique le nombre de coups de levier fixes nécessaires pour obtenir de l'eau. Les résultats de nos analyses ont permis de déterminer les facteurs qui influencent significativement le comportement des souris, et donc le nombre de coups de levier durant une session.

Les résultats de cette étude ont démontré que la vitesse initiale et le niveau de dosage d'amphétamine ont des effets significatifs sur la réponse comportementale des souris de laboratoire privées d'eau. En effet, les souris avec une vitesse initiale plus élevée ont montré une réponse plus importante que celles avec une vitesse initiale plus faible, tandis que les souris ayant reçu des doses plus élevées ont montré une réponse comportementale moins importante que celles ayant reçu des doses plus faibles. De plus, nous avons également observé que le nombre de coups de levier fixes nécessaires pour obtenir de l'eau a également un effet significatif sur la réponse comportementale. Enfin, des effets d'interaction double significatifs entre les facteurs ont également été identifiés pour les 2 etudes.

TABLE DES MATIERES

Sommaire exécutif 2
32a-Nature et le rôle des facteurs du modèle d'analyse de variance 4
32b-Classification de la vitesse initiale des souris 5
32c-Administration de la dose d'amphétamine dans un ordre aléatoire 5
32d-Modèle d'analyse pour l'étude 1 6
30e-Modèle d'analyse de variance pour l'étude 1 et 2 combinées 10
Conclusion 14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nouveau tableau des données 6
Tableau 2: Tableau d'analyse de la variance &Tableau 3: Tableau des tests univariés 7
Tableau 4: Test de Wilks multivariée en mesures répétées 7
Tableau 5: Test de sphéricité de Mauchley 8
Tableau 6: Test de Tukey HSD pour XB_vitesse et XC_Dose 8
Tableau 7: Nouveau tableau pour les 2 études combinées 10
Tableau 8: Tableau d'Anova en mesure repetée pour les 2 études 11
Tableau 9&10: Tests multivariés de Willk et Tests univariés pour les 2 études 11
Tableau 11: Test de sphéricité de Mauchley pour les 2 études 12
Tableau 12: Tests de Tukey pour les 2 études combinées 12

LISTE DES GRAPHIQUES

Figure 1:Variation de la réponse en fonction de XB_vitesse et XC_Dose 8
Figure 2: Graphiques LS Means de la réponse 9
Figure 3: Graphiques LS Means pour les 2 études 13
Figure 4: Graphique des residus pour les 2 études combinées 13

32a-Nature et le rôle des facteurs du modèle d'analyse de variance

Dans le but de faire une bonne analyse de la variance et de la covariance des deux études, il est crucial de commencer par décrire le rôle et la nature des facteurs pris en compte. Tout d'abord, dans l'étude 1, on cherche à tester si la vitesse initiale des souris (XB_vitesse) et la dose d'amphétamine reçue (XC_dose) ont un effet significatif sur la réponse mesurée Y.En d'autres termes, on veut savoir si ces deux facteurs ont un impact sur la capacité des souris à appuyer sur le levier et à obtenir de l'eau. L'étude 2 a impliqué 12 souris supplémentaires et a utilisé le même protocole expérimental que l'étude 1. Dans les deux études, plusieurs facteurs sont pris en compte pour analyser l'effet de l'amphétamine sur le comportement des souris. Voici la nature et le rôle des facteurs dans chaque étude :
Pour les deux études, on aura les variables (XB_Vitesse), qui représente la vitesse initiale des souris pour activer le levier, (XC_dose), qui représente le niveau de dosage de l'amphétamine administré aux souris, et (XA_Levier), qui représente le nombre de coups nécessaires pour que la souris reçoive de l'eau, qui est de deux pour l'étude 1 et cinq pour l'étude 2.

Tout d'abord, (XB_vitesse) est un facteur catégorique, car il représente la vitesse initiale des souris pour activer le levier, qui est classée en trois catégories nominales : lente, moyenne et rapide. Son rôle est d'évaluer si la vitesse initiale a un impact sur la réponse des souris au traitement à l'amphétamine. Le facteur (XC_dose), quant à lui, est de nature continue, car il représente le niveau de dosage de l'amphétamine administré aux souris, mesuré en mg/kg. Il varie avec quatre modalités fixées : 0 (solution saline), 0,5, 1,0 et 1,8 mg/kg. Son rôle est d'évaluer l'effet du dosage de l'amphétamine sur le comportement des souris. Le facteur (XA_levier) est de nature discrète, car il représente le nombre de coups fixe nécessaires pour que la souris reçoive de l'eau. Dans l'étude 1, la modalité est fixe a deux coups. Son rôle est de contrôler la condition expérimentale de la souris avant l'administration de l'amphétamine.

La variable "rep_dose" est un facteur de répétition, qui indique le nombre de fois que chaque dose a été administrée (1 ou 2). Elle est catégorique, car elle représente des catégories discrètes et distinctes. Son rôle est de prendre en compte l'effet potentiel de l'administration répétée d'une dose sur la réponse des souris. En incluant cette variable dans l'analyse, on peut évaluer si les effets des autres facteurs (XB_vitesse, XC_dose, XA_levier) sur la réponse Y varient en fonction du nombre de fois que la

dose a été administrée. Ainsi, la variable de répétition permet de contrôler les effets potentiels de la variabilité due à l'administration répétée d'une dose, ce qui peut améliorer la précision et la fiabilité des résultats.

32b-Classification de la vitesse initiale des souris

L'amphétamine est une substance psychoactive qui stimule le système nerveux central en augmentant la quantité de neurotransmetteurs tels que la dopamine et la noradrénaline dans le cerveau. Cette augmentation peut provoquer une variété d'effets, tels que l'amélioration de l'énergie, de la vigilance et de l'humeur, ainsi que la suppression de l'appétit.

Les chercheurs ont classé les souris en catégories de vitesse pour mieux comprendre l'impact de l'amphétamine sur leur comportement. En effet, les souris ont été entraînées à activer un levier afin de recevoir de l'eau, et ont été classées en trois catégories (lente, moyenne, vite) selon leur vitesse d'activation du levier. Cette classification selon le niveau de vitesse initial permet de prendre en compte les différents comportements pré-existants des souris avant de leur administrer de l'amphétamine, tels que leur niveau d'anxiété, leur niveau d'activité initial et leur niveau d'exploration de leur environnement. La classification des souris en catégories de vitesse a donc été réalisée pour avoir une idée de leur niveau d'activité initial et de leur comportement pré-existant. Cela permet de mieux comprendre comment l'amphétamine affecte l'apprentissage des souris selon leur niveau initial d'activité avant administration de l'amphétamine. En connaissant leur vitesse initiale, les chercheurs peuvent évaluer si l'amphétamine a un effet plus important sur les souris qui étaient initialement moins actives ou anxieuses que sur celles qui étaient plus actives et exploratrices.

32c-Administration de la dose d'amphétamine dans un ordre aléatoire

Les souris reçoivent la dose d'amphétamine dans un ordre dicté par le hasard afin de minimiser les biais potentiels et les effets confondants liés à l'ordre d'administration. Cette approche permet de s'assurer que les résultats observés sont attribuables aux doses d'amphétamine plutôt qu'à d'autres facteurs externes ou à l'ordre d'administration lui-même. En effet, si on administre la même dose d'amphétamine dans un ordre fixe, non aléatoire, cela risque de créer un biais dans les résultats. Ce biais serait dû, par exemple, au fait que les souris auraient déjà développé une tolérance ou une sensibilité à la dose d'amphétamine administrée, ce qui affecterait

leur comportement et leur réponse lors des tests ultérieurs. De plus, si l'ordre d'administration n'est pas aléatoire, il est possible que les souris soient plus ou moins actives ou anxieuses lors des tests en fonction de l'ordre d'administration, ce qui affecterait également les résultats.
En resumé, La randomisation utilise dans ce plan d'experience permet d'attenuer l'effet des facteurs externes ou inconnus et non controlable qui pourraient affecter la variable de réponse et de s'assurer que les résultats obtenus sont fiables et généralisables.

32d-Modèle d'analyse pour l'étude 1

Afin de procéder à notre analyse, nous avons le choix entre le module VEPAC et GLM en mesure répétée. Nous avons opté pour le modèle GLM en mesure répétée qui nous permet de prendre en compte les variables intra-sujet et inter-sujet ainsi que les effets d'interaction double. Nous avons réorganisé notre tableau de données en filtrant les informations relatives uniquement à l'étude 1. Ensuite, nous avons divisé les résultats obtenus en fonction de la première et de la deuxième répétition pour les 4 modalités différentes de la dose d'amphétamine administrée. En effet, pour cette étude, nous avons identifié deux facteurs intra : XC_Dose et Rep_Dose, ainsi qu'un facteur inter qui est XB_Vitesse. Comme présenté dans le Tableau 1, nous avons 12 sujets, chacun étant caractérisé par une vitesse initiale XB_Vitesse, qui est notre facteur intra pour l'étude 1, ainsi que par Y_Rep1_Dose0 jusqu'à Y_Rep2_Dose1.8, qui identifient le numéro de la répétition et la dose administrée dans l'étude 1 pour chaque sujet.

Tableau 1 : Nouveau tableau des données

1 Sujet	2 XB_Vitesse	3 Y_Rep1_Dose0	4 Y_Rep1_Dose0.5	5 Y_Rep1_Dose1	6 Y_Rep1_Dose1.8	7 Y_Rep2_Dose0	8 Y_Rep2_Dose0.5	9 Y_Rep2_Dose1	10 Y_Rep2_Dose1.8
s01	lente	0,81	0,80	0,82	0,50	0,84	0,85	0,88	0,58
s02	lente	0,77	0,78	0,79	0,51	0,72	0,73	0,74	0,42
s03	lente	0,80	0,82	0,83	0,52	0,73	0,76	0,75	0,48
s04	lente	0,95	0,95	0,91	0,60	0,89	0,90	0,97	0,67
s05	moyenne	1,03	1,13	1,04	0,82	1,11	1,02	1,12	0,75
s06	moyenne	0,96	0,93	1,02	0,63	1,01	1,05	0,95	0,72
s07	moyenne	0,98	1,00	0,98	0,74	1,05	1,07	1,05	0,79
s08	moyenne	1,17	1,20	1,18	0,91	1,12	1,13	1,11	0,83
s09	vite	1,20	1,24	1,27	0,96	1,28	1,17	1,21	0,91
s10	vite	1,25	1,23	1,30	1,01	1,21	1,31	1,22	0,93
s11	vite	1,23	1,20	1,18	0,95	1,16	1,15	1,23	1,02
s12	vite	1,31	1,42	1,41	1,08	1,40	1,33	1,35	1,20

Tout d'abord, dans le tableau 2 ci-dessous, nous présentons les résultats de notre analyse de variance en mesure répétée. Nous observons que les variables XB_vitesse, XC_dose, ainsi que l'intercept sont significatives au seuil alpha de 5%, avec des valeurs de Mean Square de 1.58, 0.45

et 92 respectivement. Cependant, les effets d'interaction d'ordre 2, que ce soit XC_DoseXB_vitesse, REP_DoseXB_vitesse ou Rep_Dose*XC_Dose, ne sont pas significatifs, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'effet d'interaction entre la vitesse initiale et la dose d'amphétamine administrée.

Tableau 2: Tableau d'analyse de la variance

Repeated Measures Analysis of Variance (Spreadsheet in 2023-
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 0,21

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	92,02208	1	92,02208	1996,938	0,000000
XB_Vitesse	3,17627	2	1,58813	34,464	0,000060
Error	0,41473	9	0,04608		
REP_DOSE	0,00065	1	0,00065	0,136	0,721126
REP_DOSE*XB_Vitesse	0,00290	2	0,00145	0,302	0,746259
Error	0,04318	9	0,00480		
XC_DOSE	1,37318	3	0,45773	826,490	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	0,00643	6	0,00107	1,935	0,111170
Error	0,01495	27	0,00055		
REP_DOSE*XC_DOSE	0,00284	3	0,00095	0,393	0,759251
REP_DOSE*XC_DOSE*XB_Vitesse	0,00666	6	0,00111	0,460	0,831536
Error	0,06520	27	0,00241		

Tableau 3: Tableau des tests univariés

Univariate tests for repeated measure: DV_1 (Spreadsheet in 20:
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
REP_DOSE	0,000651	1	0,000651	0,1357	0,721126
REP_DOSE*XB_Vitesse	0,002902	2	0,001451	0,3024	0,746259
Error	0,043184	9	0,004798		
XC_DOSE	1,373178	3	0,457726	826,4897	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	0,006431	6	0,001072	1,9354	0,111170
Error	0,014953	27	0,000554		
REP_DOSE*XC_DOSE	0,002845	3	0,000948	0,3927	0,759251
REP_DOSE*XC_DOSE*XB_Vitesse	0,006665	6	0,001111	0,4600	0,831536
Error	0,065203	27	0,002415		

Le tableau 3, quant à lui, montre les effets du facteur intra XC_Dose et Rep_Dose ainsi que leurs effets d'interaction. Nous constatons qu'un seul facteur intra est significatif, à savoir XC_Dose. Dans le tableau 4 ci-dessous, les résultats des tests multivariés en mesure répétée indiquent que le facteur intra XC_Dose ainsi que son interaction avec le facteur inter XB_vitesse sont significatifs pour la réponse Y, avec un seuil alpha de 5%. Les quatre tests effectués (Wilks, Pillais, Hotellin et Roy) confirment cette significativité.

Tableau 4: Test de Wilks multivariée en mesures répétées

Multivariate tests for repeated measure: DV_1 (Spreadsheet in 20
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
REP_DOSE	Wilks	0,985148	0,1357	1	9	0,721126
REP_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,937030	0,3024	2	9	0,746259
XC_DOSE	Wilks	0,007029	329,6082	3	7	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,120946	4,3760	6	14	0,010753
REP_DOSE*XC_DOSE	Wilks	0,864731	0,3650	3	7	0,780667
REP_DOSE*XC_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,700441	0,4547	6	14	0,830084
XC_DOSE	Wilks	0,0070	329,6082	3	7	0,000000
	Pillai's	0,9930	329,6082	3	7	0,000000
	Hotellin	141,2606	329,6082	3	7	0,000000
	Roy's	141,2606	329,6082	3	7	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,1209	4,3760	6	14	0,010753
	Pillai's	1,1481	3,5936	6	16	0,018920
	Hotellin	5,0439	5,0439	6	12	0,008417
	Roy's	4,5557	12,1485	3	8	0,002390

Le tableau 5 présente le test de sphéricité de Mauchly, qui permet de vérifier si les données de l'analyse de variance en mesures répétées ont des variances homogènes pour chaque combinaison des facteurs. Dans ce cas, le test indique que la variable XC_Dose est significative au seuil de 5%, ce qui suggère que les variances ne sont pas homogènes pour toutes les combinaisons de doses et qu'une correction est requise. Cependant, l'interaction REP_DOSE * XC_DOSE n'est pas significative, ce qui signifie que la sphéricité est respectée pour cette interaction. Ainsi, cela indique que la variance de la réponse Y dans notre modèle en mesure répétée est respectée pour tous les niveaux de cette interaction.

Tableau 5: Test de sphéricité de Mauchley

Effect	Mauchly Sphericity Test (Spreadsheet in 2(Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	W	Chi-Sqr.	df	p
REP_DOSE	1,000000			
XC_DOSE	0,102681	17,57678	5	0,003526
REP_DOSE*XC_DOSE	0,875824	1,02389	5	0,960616

Le test de Tukey est un test statistique utilisé pour comparer les moyennes de plusieurs groupes. Dans ce cas, le tableau 6 représente les résultats du test de Tukey effectué sur les deux variables XB_vitesse et XC_Dose. Le test permet de déterminer si des différences significatives existent entre les différentes modalités de ces deux variables. Les résultats indiquent qu'il y a une différence significative entre chaque niveau de vitesse (lente, moyenne et vite) pour XB_vitesse. Pour XC_Dose, on observe une différence significative entre la dose 1.8 et les autres doses (0, 0.5 et 1). Cela signifie que ces niveaux ont des moyennes significativement différentes entre eux.

Tableau 6: Test de Tukey HSD pour XB_vitesse et XC_Dose

Cell No.	Tukey HSD test; variable DV_1 (Spreadsheet in 2023- Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MSE = ,04608, df = 9,0000			
	XB_Vitesse	{1} ,75219	{2} ,98750	{3} 1,1975
1	lente		0,004620	0,000217
2	moyenne	0,004620		0,009062
3	vite	0,000217	0,009062	

Cell No.	Tukey HSD test; variable DV_1 (Spreadsheet in 2023-MTH8302-D Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Within MSE = ,00055, df = 27,000				
	XC_DOSE	{1} 1,0408	{2} 1,0488	{3} 1,0546	{4} ,77208
1	1		0,653325	0,204418	0,000167
2	2	0,653325		0,825887	0,000167
3	3	0,204418	0,825887		0,000167
4	4	0,000167	0,000167	0,000167	

Les graphiques de la figure 1 viennent renforcer nos conclusions issues de l'analyse de Tukey. Nous constatons que pour la variable XC_Dose, les doses de 0, 0.5 et 1 montrent une réponse constante avec une légère augmentation, alors que pour la dose de 1.8, nous observons une baisse significative de Y, confirmant ainsi les résultats de l'analyse de Tukey. Pour la variable XB_vitesse, nous observons une augmentation significative de Y lorsque la vitesse initiale augmente. Cette observation vient confirmer la différence significative de moyenne entre chaque modalité de XB_Vitesse.

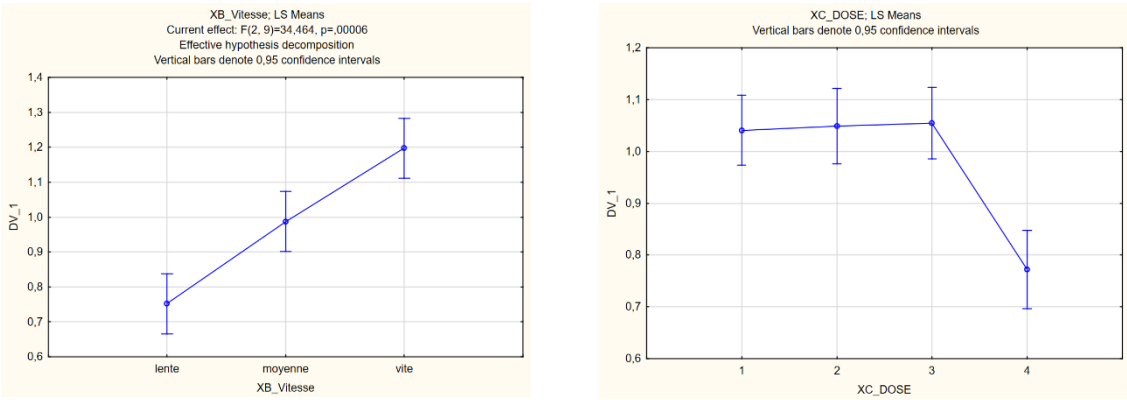

Figure 1:Variation de la réponse en fonction de XB_vitesse et XC_Dose

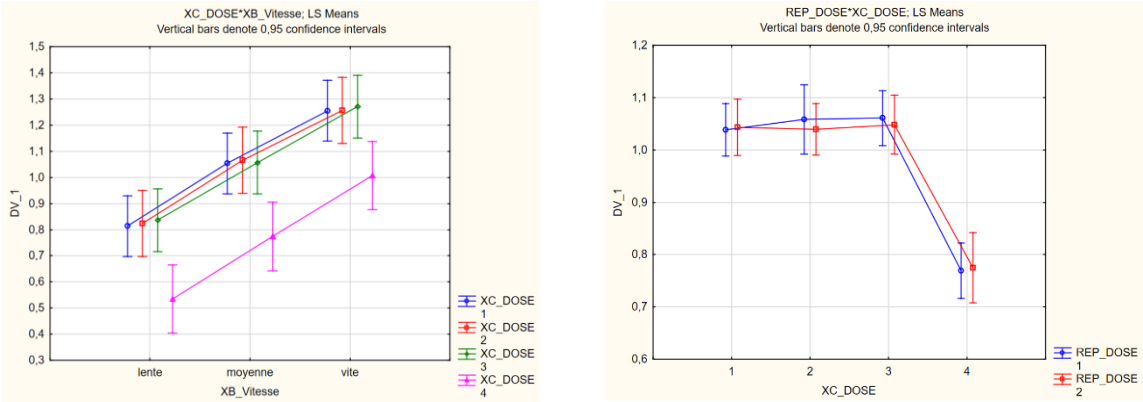

Figure 2: Graphiques LS Means de la réponse

Les graphiques de la figure 2 montrent que les effets d'interaction ne sont pas significatifs, que ce soit entre XC_Dose et XB_Vitesse ou entre XC_Dose et le nombre de répétitions. Cela est visible car les droites sont parallèles entre elles, ce qui indique que l'effet de XC_Dose sur la réponse Y est le même pour chaque niveau de XB_Vitesse et pour chaque nombre de répétitions. On observe que plus la vitesse initiale des souris est grande, plus les valeurs moyennes de la réponse sont élevées. On observe également qu'il y a une chute de la moyenne obtenue une fois que l'on administre la dose 4 de XC_Dose, qui représente la dose maximale de 1,8 mg/kg. Cela peut indiquer qu'une dose trop élevée est contre-productive et a un impact négatif sur la réponse. Les meilleures doses, selon le graphique, seraient comprises entre 0 et 1.

En conclusion, l'analyse GLM en mesure répétée sur la variable inter XB_vitesse et intra XC_dose a montré que ces deux variables ont un effet significatif sur Y, le nombre de coups sur le levier par unité de temps. Les résultats indiquent également qu'il n'existe aucun effet d'interaction significatif d'ordre deux entre les variables. En utilisant le test de Tukey, nous avons observé des différences significatives dans la moyenne de Y entre les modalités de XB_vitesse et XC_Dose. Les résultats ont confirmé que la dose d'amphétamine administrée aux souris ainsi que leur vitesse initiale ont tous deux un effet significatif sur la variable Y. En effet, nous avons pu observer qu'une vitesse initiale élevée était associée à une réponse moyenne plus élevée, tandis qu'un dosage trop élevé d'amphétamine était contre-productif et donnait une moyenne significativement plus faible que les trois autres niveaux de dosage.

30e-Modèle d'analyse de variance pour l'étude 1 et 2 combinées

Nous allons maintenant procéder à l'analyse combinée des deux études avec le modèle GLM en mesure répétée. Nous avons ajouté XA_levier comme nouvelle valeur inter avec deux valeurs fixes, 2 pour l'étude 1 et 5 pour l'étude 2. Les nouvelles variables Y_Rep_Dose prennent en compte les valeurs obtenues de Y pour chaque répétition et pour toutes les doses d'amphétamine XC_Dose administrées.

Tableau 7: Nouveau tableau pour les 2 études combinées

1 Sujet	2 XA_Levier	3 XB_Vitesse	4 Y_Rep1_Dose0	5 Y_Rep1_Dose0.5	6 Y_Rep1_Dose1	7 Y_Rep1_Dose1.8	8 Y_Rep2_Dose0	9 Y_Rep2_Dose0.5	10 Y_Rep2_Dose1	11 Y_Rep2_Dose1.8
s01	2	lente	0,81	0,80	0,82	0,50	0,84	0,85	0,88	0,58
s02	2	lente	0,77	0,78	0,79	0,51	0,72	0,73	0,74	0,42
s03	2	lente	0,80	0,82	0,83	0,52	0,73	0,76	0,75	0,48
s04	2	lente	0,95	0,95	0,91	0,60	0,89	0,90	0,97	0,67
s05	2	moyenne	1,03	1,13	1,04	0,82	1,11	1,02	1,12	0,75
s06	2	moyenne	0,96	0,93	1,02	0,63	1,01	1,05	0,95	0,72
s07	2	moyenne	0,98	1,00	0,98	0,74	1,05	1,07	1,05	0,79
s08	2	moyenne	1,17	1,20	1,18	0,91	1,12	1,13	1,11	0,83
s09	2	vite	1,20	1,24	1,27	0,96	1,28	1,17	1,21	0,91
s10	2	vite	1,25	1,23	1,30	1,01	1,21	1,31	1,22	0,93
s11	2	vite	1,23	1,20	1,18	0,95	1,16	1,15	1,23	1,02
s12	2	vite	1,31	1,42	1,41	1,08	1,40	1,33	1,35	1,20
s13	5	lente	2,18	2,44	1,92	0,92	2,26	2,40	1,99	0,99
s14	5	lente	2,02	2,20	1,75	0,82	1,96	2,18	1,81	0,78
s15	5	lente	2,06	2,28	1,86	0,80	2,10	2,24	1,92	0,88
s16	5	lente	2,28	2,46	1,90	0,90	2,35	2,49	1,95	0,96
s17	5	moyenne	2,62	2,58	2,21	1,03	2,68	2,64	2,17	0,96
s18	5	moyenne	2,60	2,60	2,34	1,14	2,66	2,62	2,28	1,23
s19	5	moyenne	2,39	2,41	2,09	0,90	2,43	2,48	2,16	0,84
s20	5	moyenne	2,70	2,64	2,23	1,02	2,66	2,70	2,27	0,98
s21	5	vite	2,98	2,64	2,34	1,28	2,94	2,70	2,44	1,33
s22	5	vite	3,10	2,85	2,40	1,35	3,20	2,91	2,45	1,39
s23	5	vite	2,80	2,48	2,16	1,01	2,84	2,53	2,23	1,07
s24	5	vite	3,21	2,92	2,56	1,40	3,31	2,98	2,47	1,51

Nous allons commencer par analyser les tableaux des résultats obtenus pour les deux études combinées. Tout d'abord, le tableau d'analyse de la variance (tableau 8) montre que les facteurs inter XA_Levier et XB_Vitesse sont tous deux significatifs, ce qui signifie que le nombre de coups sur le levier fixé par les chercheurs influence significativement la réponse,ce qui indique que les souris agissent differement selon si le nombre de coup necessaire pour recevoir de l'eau est de 5 ou de 2, tout comme la vitesse initiale des souris après l'administration d'amphétamines, ce qui est similaire à l'étude 1. On observe également que la variable intra XC_Dose est significative, ce qui concorde avec l'étude 1, ainsi la dose d'amphétamine administrée a un effet significatif sur Y. Enfin, on observe plusieurs effets d'interaction double significatifs, notamment REP_DOSE*XA_Levier, XC_Dose*XA_Levier, XC_Dose*XB_Vitesse, ainsi que l'effet d'interaction triple REP_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse.

Tableau 8: Tableau d'Anova en mesure repetée pour les 2 études

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Repeated Measures Analysis of Variance (Spreadsheet in 2023- Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 0,30					
Intercept	453,5011	1	453,5011	4972,013	0,000000
{1}XA_Levier	59,7417	1	59,7417	654,985	0,000000
{2}XB_Vitesse	7,9959	2	3,9979	43,832	0,000000
XA_Levier*XB_Vitesse	0,0946	2	0,0473	0,519	0,603839
Error	1,6418	18	0,0912		
{3}REP_DOSE	0,0088	1	0,0088	3,136	0,093503
REP_DOSE*XA_Levier	0,0169	1	0,0169	6,013	0,024638
REP_DOSE*XB_Vitesse	0,0015	2	0,0008	0,270	0,766270
REP_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	0,0064	2	0,0032	1,138	0,342479
Error	0,0505	18	0,0028		
{4}XC_DOSE	25,9021	3	8,6340	3061,186	0,000000
XC_DOSE*XA_Levier	12,3610	3	4,1203	1460,863	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	0,3517	6	0,0586	20,780	0,000000
XC_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	0,3704	6	0,0617	21,887	0,000000
Error	0,1523	54	0,0028		
REP_DOSE*XC_DOSE	0,0018	3	0,0006	0,302	0,823748
REP_DOSE*XC_DOSE*XA_Levier	0,0013	3	0,0004	0,214	0,885979
REP_DOSE*XC_DOSE*XB_Vitesse	0,0149	6	0,0025	1,247	0,297375
3*4*1*2	0,0054	6	0,0009	0,449	0,842442
Error	0,1074	54	0,0020		

Effectivement, l'analyse du test multivarié de Wilks (tableau 9) a permis d'observer que le facteur inter XC_Dose est significatif ainsi que les interactions XC_DOSEXA_Levier, ce qui indique que la dose administrée aux souris donne des résultats significativement différents en fonction du nombre de coups de levier fixé par les chercheurs. De même, l'interaction XC_DoseXB_Vitesse montre que les souris réagissent différemment à la dose d'amphétamine administrée en fonction de leur vitesse initiale. Enfin, l'interaction REP_Dose*XA_Levier indique que le nombre de répétitions de la dose interagit significativement avec le nombre de coups nécessaires pour recevoir de l'eau. Ces résultats sont similaires à ceux observés dans le tableau 10 des tests univariés.

Tableau 9: Tests multivariés de Willk des 2 études combinées

Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Multivariate tests for repeated measure: DV_1 (Spreadsheet in 20 Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition						
REP_DOSE	Wilks	0,851619	3,136	1	18	0,093503
REP_DOSE*XA_Levier	Wilks	0,749606	6,013	1	18	0,024638
REP_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,970853	0,270	2	18	0,766270
REP_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	Wilks	0,887754	1,138	2	18	0,342479
XC_DOSE	Wilks	0,002030	2621,817	3	16	0,000000
XC_DOSE*XA_Levier	Wilks	0,005121	1036,053	3	16	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,016298	36,443	6	32	0,000000
XC_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	Wilks	0,016807	35,805	6	32	0,000000
REP_DOSE*XC_DOSE	Wilks	0,955603	0,248	3	16	0,861705
REP_DOSE*XC_DOSE*XA_Levier	Wilks	0,967403	0,180	3	16	0,908596
REP_DOSE*XC_DOSE*XB_Vitesse	Wilks	0,674662	1,160	6	32	0,351846
REP_DOSE*XC_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	Wilks	0,861664	0,412	6	32	0,865401

Tableau 10: Tests univariés pour les 2 études

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Univariate tests for repeated measure: DV_1 (Spreadsheet in 20 Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
REP_DOSE	0,00880	1	0,008802	3,136	0,093503
REP_DOSE*XA_Levier	0,01688	1	0,016875	6,013	0,024638
REP_DOSE*XB_Vitesse	0,00152	2	0,000758	0,270	0,766270
REP_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	0,00639	2	0,003194	1,138	0,342479
Error	0,05052	18	0,002807		
XC_DOSE	25,90210	3	8,634032	3061,186	0,000000
XC_DOSE*XA_Levier	12,36104	3	4,120345	1460,863	0,000000
XC_DOSE*XB_Vitesse	0,35167	6	0,058611	20,780	0,000000
XC_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	0,37040	6	0,061733	21,887	0,000000
Error	0,15231	54	0,002820		
REP_DOSE*XC_DOSE	0,00180	3	0,000601	0,302	0,823748
REP_DOSE*XC_DOSE*XA_Levier	0,00128	3	0,000426	0,214	0,885979
REP_DOSE*XC_DOSE*XB_Vitesse	0,01488	6	0,002480	1,247	0,297375
REP_DOSE*XC_DOSE*XA_Levier*XB_Vitesse	0,00536	6	0,000893	0,449	0,842442
Error	0,10738	54	0,001989		

Le tableau 12 présente le test de sphéricité de Mauchly, qui permet de vérifier si les données de l'analyse de variance en mesures répétées ont des variances homogènes pour chaque combinaison des facteurs. Dans ce cas, le test indique que la variable XC_Dose est significative au seuil de 5%, ce qui suggère que les variances ne sont pas homogènes pour toutes les combinaisons de doses et qu'une correction est requise. Cependant, l'interaction REP_DOSE * XC_DOSE n'est pas significative, ce qui signifie que la sphéricité est respectée pour cette

interaction. Ce qui est simillaire aux resultats obtenues pour l'étude 1.

Tableau 11: Test de sphéricité de Mauchley pour les 2 études

Effect	Mauchly Sphericity Test (Spreadsheet in 2(Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	W	Chi-Sqr.	df	p
REP_DOSE	1,000000			
XC_DOSE	0,213376	25,83077	5	0,000096
REP_DOSE*XC_DOSE	0,916420	1,45953	5	0,917692

Les tests HSD de Tukey sur le tableau 13 ont été effectués pour les 3 variables. On observe que pour XC_DOSE, à l'exception de la paire {2,1}, toutes les autres paires de doses d'amphétamines ont une différence significative dans leur moyenne. De même, pour XA_Levier, nous constatons qu'il y a une différence significative entre la valeur 2 fixée pour l'étude 1 et 5 pour l'étude 2 en termes de moyenne. Enfin, comme pour l'étude 1, il existe une différence significative entre les moyennes observées pour les 3 vitesses initiales.

Tukey HSD test; variable DV_1 (Spreadsheet in 2023-MTH8302-D
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests
Error: Within MSE = ,00282, df = 54,000

Cell No.	XC_DOSE	{1} 1,8190	{2} 1,8029	{3} 1,6085	{4} ,91708
1	1		0,456656	0,000161	0,000161
2	2	0,456656		0,000161	0,000161
3	3	0,000161	0,000161		0,000161
4	4	0,000161	0,000161	0,000161	

Tukey HSD test; variable DV_1 (Spreads
Approximate Probabilities for Post Hoc T
Error: Between MSE = ,09121, df = 18,0

Cell No.	XA_Levier	{1} ,97906	{2} 2,0947
1	2		0,000161
2	5	0,000161	

Tukey HSD test; variable DV_1 (Spreadsheet in 2023
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests
Error: Between MSE = ,09121, df = 18,000

Cell No.	XB_Vitesse	{1} 1,2831	{2} 1,5447	{3} 1,7828
1	lente		0,000444	0,000149
2	moyenne	0,000444		0,000948
3	vite	0,000149	0,000948	

Tableau 12: Tests de Tukey pour les 2 études combinées

La figure 3 permet de visualiser la variation de la moyenne selon les modalités des différents facteurs ainsi que leurs interactions. Comme observé dans l'étude 1, plus la vitesse initiale de la souris est élevée, plus la réponse moyenne obtenue est élevée. On observe la même chose pour la variable XA_levier, en effet, plus le nombre de coups de levier est grand, plus le nombre de coups durant la session est

élevé, ce qui est normal puisque plus de coups sont nécessaires pour obtenir de l'eau. Comme mentionné précédemment, une dose de 1.8 mg/kg d'amphétamine réduit la performance des souris, avec une performance globalement qui diminue à mesure que la dose d'amphétamine administrée augmente.

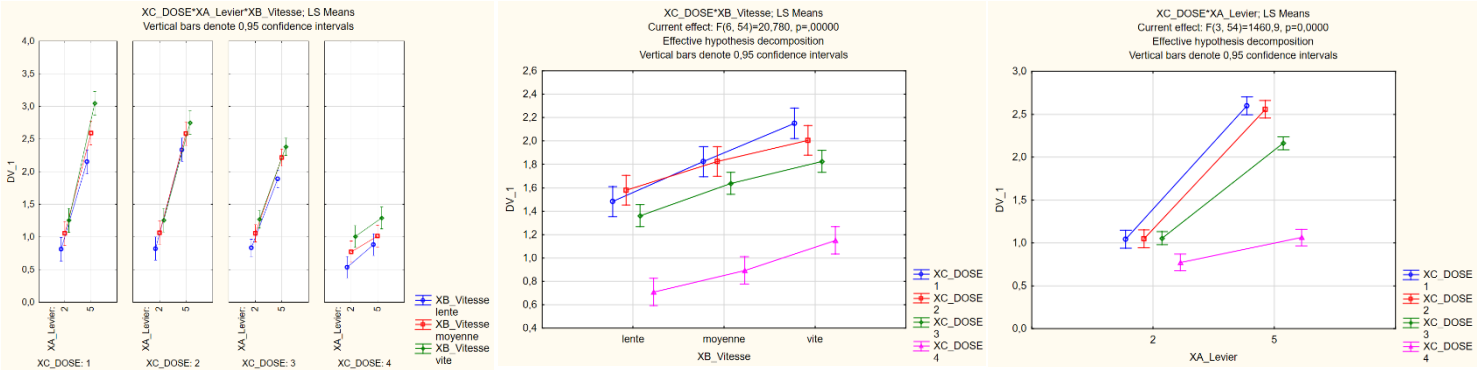

Figure 3: Graphiques LS Means pour les 2 études

En ce qui concerne l'analyse des résidus, on observe que ces derniers suivent une distribution normale et respectent donc l'hypothèse de normalité. De plus, on constate une dispersion homogène des observations sur le graphique "predicted vs residuals", ce qui indique une homogénéité de la variance. Enfin, aucune donnée aberrante n'a été relevée sur la figure "residuals vs deleted", que ce soit pour les deux études combinées et pour l'étude 1. Ainsi, les hypothèses de normalité et d'homoscédasticité sont respectées.

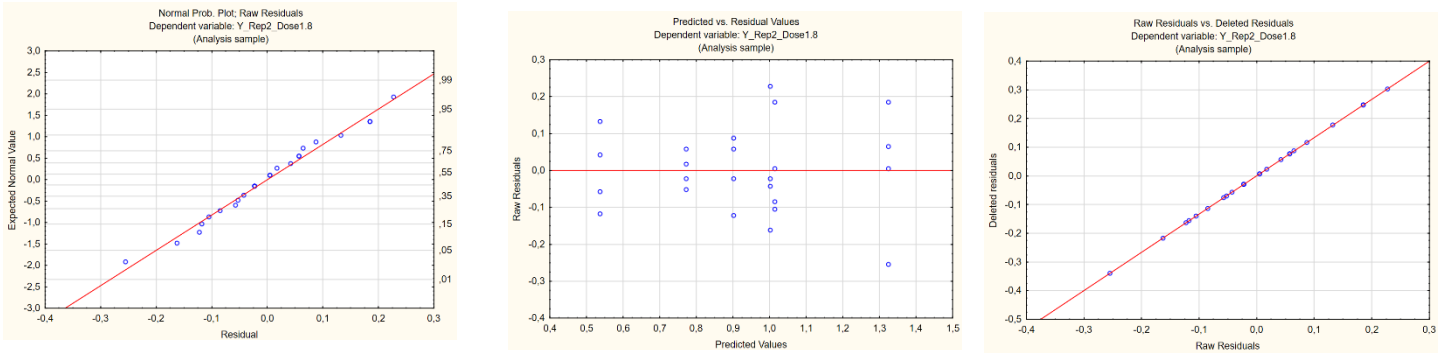

Figure 4: Graphique des residus pour les 2 études combinées

En conclusion, l'analyse combinée des deux études a permis de mettre en évidence les facteurs principaux qui ont un impact significatif sur la réponse comportementale des souris à l'amphétamine. Nous avons observé que la vitesse initiale, la dose d'amphétamine administrée et le nombre de coups de levier nécessaires pour obtenir

de l'eau sont tous des facteurs significatifs. De plus, plusieurs interactions doubles significatives entre ces variables ont été mises en évidence, ce qui montre que ces variables interagissent significativement les unes avec les autres. Nous avons également constaté des différences significatives entre les moyennes des différentes modalités des variables.

Conclusion

En conclusion, cette étude a permis d'analyser de manière approfondie l'effet de l'amphétamine sur le comportement des souris privées d'eau en laboratoire. Les résultats ont montré que la vitesse initiale et le niveau de dosage d'amphétamine ont des effets significatifs sur la réponse comportementale des souris, ainsi que le nombre de coups de levier fixes nécessaires pour obtenir de l'eau. Des effets d'interaction double significatifs ont également été identifiés pour les deux études, ce qui suggère que la dose optimale d'amphétamine doit être ajustée en fonction de la vitesse initiale des souris et du nombre de coups de levier nécessaires pour obtenir de l'eau. En outre, ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte les interactions entre les différents facteurs lors de l'évaluation des effets de l'amphétamine sur le comportement des souris.