

Valentin PETITRENAUD

Stage :

15 Avril 2013 au 21 juin 2013



Etablissement formateur

IUT d'Avignon – Site Agroparc

DUT « Statistique et Informatique décisionnelle »

Année universitaire : 2012- 2013

Influence de la surface à griffer sur l'induction du comportement de griffade en présence ou non du FIS (*Feline Interdigital Semiochemical*)

IRSEA

Le Rieu Neuf

84490 Saint Saturnin Les Apt

+33 (0)4 90 75 57 00



Institut de Recherche en Sémiologie et Ethologie Appliquée

Note :

Tout écrit pouvant être incompris est défini dans le lexique de fin.

Les mots définis dans le lexique de fin précéderont le symbole « ° ».

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier Mr Hugues Lucas De Leyssac et le Professeur Pageat pour m'avoir accueilli dans leurs locaux.

Merci à Alessandro Cozzi pour sa confiance, ses conseils et son aide.

Je souhaite également remercier particulièrement mon maître de stage Céline Lafont Lecuelle pour son dévouement, sa patience, sa gentillesse, son aide et toute sa compétence pour le bon déroulement de ce stage.

Je voudrais aussi remercier ma voisine de bureau, Sandra, pour son amabilité et son aide administrative au quotidien durant ces 10 semaines.

Je tiens également à remercier Marion Degois pour son aide et ses explications concernant l'éthologie du chat. Merci d'avoir répondu à mes nombreuses questions.

Je tiens à remercier individuellement toute l'équipe de l'Institut de Recherche en Sémiologie et Ethologie^o Appliquée, où chacun m'a montré avec passion son travail personnel (notamment lors d'une semaine riche en découvertes), ainsi que les stagiaires présents pour m'avoir si gentiment accueilli et pour le temps précieux que chacun d'entre eux m'a accordé pour la réalisation de ce projet. Merci à Camille, Laurent, Cécile, Johanna, Benjamin, Caroline, Dominique, Elisa, Simon, Marion, Manuel, Philippe, Carlos, Pietro, Florian, Piotr, Héloïse et Cyril.

Remerciements à mes deux colocataires, Julien et Myriam, pour avoir partagé un appartement dont je remercie l'institut pour son prêt.

Merci au personnel responsable du parc animalier, Didier, Adrien, Morgan et Charles, de s'occuper au quotidien de nos amis les animaux, ainsi qu'à l'équipe d'entretien, Patricia et Mireille, pour avoir pris soin des tenus de terrain chaque jour.

Je remercie également l'équipe enseignante de l'Institut Universitaire de Technologie d'Avignon et en particulier notre secrétaire Florence IEOLA pour son investissement important dans les démarches administratives.

Je souhaite enfin remercier mon tuteur de stage, Pierre-Michel Bousquet, pour tous les renseignements, les réponses aux questions et son professionnalisme pour le bon déroulement de ce stage.

Sommaire

Présentation de l'IRSEA	1
A. Sites d'étude	1
B. Historique	1
C. Objectif	2
D. Financement	2
E. Sémiochimie	2
F. Rôle de la sémiochimie	3
G. Les services.....	3
G. Les missions	5
I. Introduction.....	6
II. Matériel et méthode	8
A. Sites d'étude	8
B. Sélection des animaux	8
1. Critères d'inclusion	8
2. Critères de non-inclusion.....	8
3. Exclusions de l'étude.....	9
C. Traitements	9
1. Généralités des traitements.....	10
2. Traitement verum :.....	11
3. Traitement Placebo :	11
D. Procédure d'aveugle	11
E. Les sujets:	11
F. Protocole de l'étude.....	12
1. Schéma de l'essai :	12
2. Assurance qualité :	12
3. Plan de randomisation	12

4. Matériel.....	13
5. Plan expérimental	13
6. Déroulement de l'essai	14
7. Événements indésirables	16
8. Recueil des données	16
9. Variables réponse	16
10. Comparaisons souhaitées	17
G. Objectif et méthodologie	18
1. Objectif.....	18
2. Méthodologie.....	18
3. Statistiques bivariées	18
4. Statistiques descriptives	19
5. Tester la normalité et l'homoscédasticité :.....	19
6. Transformations de données.....	19
7. Blocs complets équilibrés sans répétition	20
6. Tests utilisées.....	22
III. Résultats.....	27
A. Statistiques bivariées : Vérification de la fiabilité inter-observateurs par variable	28
B. Statistiques descriptives	31
1. Statistiques Descriptives pour le traitement A	31
2. Statistiques Descriptives pour le traitement B	31
3. Statistiques Descriptives pour le traitement C	31
4. Statistiques Descriptives pour le traitement D	32
5. Graphiques par variable des différents traitements	32
C. Blocs complets équilibrés sans répétition	34
1. Vérification des conditions d'application de l'Anova :	34
2. Vérification des conditions de l'Anova sur données transformées.....	38

3. Recherche de l'effet principal du facteur « Traitement » et du facteur « Bloc » ➔ Anova.....	41
4. Test de comparaison de moyennes multiple de Newman-Keuls	45
5. Test non paramétrique de Friedman pour remplacer l'Anova (effet du facteur « Traitement »).....	46
6. Test non paramétrique de Friedman pour remplacer l'Anova (effet du facteur « Bloc »).....	47
7. Modèle d'Anova à 2 facteurs « texture » et « produit ».....	48
D. Préférence des chats	49
1. Test de Friedman pour le facteur « Traitement »	49
2. Test de Wilcoxon.....	50
3. Test de Friedman pour le facteur « Bloc »	51
IV. Discussion.....	52
V. Conclusion :	54
VI. Lexique	55
VII. Bibliographie	57
VIII. Annexes	59

Présentation de l'IRSEA

A. Sites d'étude

Mon stage se déroule au sein de l'Institut de Recherche en Sémiochimie et Ethologie Appliqué (IRSEA) à Saint Saturnin Lès Apt, dans le Vaucluse (84). Voici un plan localisant l'institut.



B. Historique

L'IRSEA est un institut de recherche spécialisé en éthologie appliquée ainsi qu'en communication chimique. Il est fondé en 1995 par le Professeur Patrick Pageat et Mr Hugues Lucas De Leyssac, dans la commune de Saint Saturnin Lès Apt (84).



C. Objectif

L'objectif de l'IRSEA est d'approfondir les connaissances sur les comportements et la physiologie^o des animaux domestiques, de rente, sauvage ou encore qui nous sont nuisibles, et de développer des moyens de communication adaptés pour interagir avec eux.

D. Financement

L'IRSEA est un Institut de Recherche privé. Son mode de fonctionnement consiste à faire breveter les découvertes majeures issues de leurs travaux et de vendre une licence d'exploitation, avec paiement au comptant, aux entreprises commerciales intéressées par ces brevets. Ainsi, les fonds utilisés pour financer leurs travaux de recherche reposent principalement sur le succès des recherches précédentes. Une part de leur financement provient également de l'Europe et du gouvernement français, par le biais de programmes de subventions de la recherche.

Les brevets ne sont jamais vendus, ce qui permet de garder le contrôle sur la manière dont ils vont être utilisés par les laboratoires les exploitants. Ces laboratoires pharmaceutiques sont leurs clients et l'institut de recherche reste la propriété de ses deux membres fondateurs, ce qui est une manière efficace de conserver leur indépendance. Grâce à cette dernière, ils peuvent allouer une part significative de leur budget à la recherche fondamentale, sans se soucier de la possibilité qu'elle ait, à plus ou moins long terme, une application pratique.

E. Sémiochimie

La sémiochimie est une science qui regroupe l'ensemble des substances chimiques émises par les organismes vivants, et servant de support à la communication entre ces derniers (Lehn & Pousse 1997). Il existe plusieurs familles de substances telles que les phéromones^o, les allomones, les kairomones ou encore les synomones (Van den Hurk 2007). Chacune d'entre elles possède un rôle spécifique dans la

communication comme par exemple le marquage du territoire (Wyatt 2003), le message d'alarme (Arnaud et al. 2003), le message sexuel (Zumdahl 1999), le message d'apaisement (Pageat 2002). Les phéromones sont perçues uniquement entre individus d'une même espèce (Karlson & Lüscher 1959), alors que les allomones, kaïromones et synomones sont des substances à caractères interspécifiques. Ces trois dernières se différencient en fonction du bénéfice apporté. Les allomones sont des substances émises qui profitent à l'émetteur, les kaïromones sont bénéfiques au récepteur et enfin les synomones sont bénéfiques aux deux protagonistes (Brossut 1997).

F. Rôle de la sémiochimie

A l'aide des études réalisées sur les signaux chimiques intervenants dans la communication entre les animaux (Sémiochimie, du grecque *semeion* : signe), le développement de certaines molécules a été mené. Il constitue aujourd'hui un moyen validé scientifiquement pour faciliter l'adaptation dans certaines situations vécues et de remédier à certains troubles comportementaux chez différentes espèces. La synthèse de nombreux analogues de sémiochimiques^o est développée et constitue ainsi un moyen efficace de traitement ou pour contourner d'autres méthodes plus coercitives. Actuellement le travail d'IRSEA est concrétisé par le dépôt de plus 215 brevets internationaux, dont près des deux tiers ont fait l'objet de licences de fabrication et de commercialisation.

G. Les services

Cette structure repose sur plusieurs départements de recherche scientifique à savoir :

- Département Chimie Biotechnologie (DCB -> Laurent Bougrat)
- Département Agronomie Aquaculture (DAA -> Patrick Pageat)
- Département Sciences Cliniques (DSC -> Alessandro Cozzi)
- Service technique et animalerie de l'IRSEA (Didier Boccheciampe)

- Service de direction (regroupe le directeur général, l'Assistante de Direction, la Statisticienne et le Chargé du développement)

Le service animalerie est responsable de l'hygiène de vie des animaux présents sur le site IRSEA, à savoir chiens, chats, chevaux, brebis, béliers, cobayes, et permet aux chercheurs d'avoir des sujets sains et en bonne santé à disposition pour les essais menés sur place.

Ces différents départements tentent de trouver des solutions quant-aux troubles comportementaux chez les chiens, les chats et les chevaux. Plusieurs traitements ont déjà prouvé leur efficacité et trouvent leur place sur les marchés pharmaceutiques, tel que Feliway (phéromone faciale féline), Felifriend (phéromone d'allomarquage du chat), Feliscratch (phéromone de griffades du chat), Equanimity (phéromone apaisante équine), DAP (phéromone apaisante du chien).

L'institut regroupe actuellement une trentaine d'employés, comprenant des titulaires d'un Doctorat d'Université, des doctorants, des vétérinaires, des chargés de recherche, des techniciens de recherche et des agents d'entretien, afin d'explorer, comprendre et valoriser la communication chimique et le comportement des animaux. De plus, chaque année, le site accueille une quinzaine d'étudiants qui joignent leurs connaissances et compétences scientifiques aux équipes de recherche.

En 2010, l'IRSEA a créé, grâce au support de CEVA, la World Wildlife Library of Pheromones and Semiochemicals (WWLPS) pour la sauvegarde des espèces sauvages et pour améliorer les connaissances concernant la communication chimique entre les espèces sauvages. Le personnel de l'IRSEA participe à des expéditions d'introduction, de déplacement dans des réserves sauvages à travers le monde. L'exemple le plus récent concerne le transport sous la phéromone apaisante maternelle équine des chevaux de Przewalski en Mongolie, zone dans laquelle ils se trouvent à l'état sauvage.

G. Les missions

L'IRSEA couvre un domaine de recherche très vaste qui ne peut être abordé sans des équipes pluridisciplinaires, étroitement connectées à un réseau de recherche international.

Sa mission est basée sur la recherche fondamentale, la recherche appliquée et l'enseignement.

L'objectif de cette organisation est d'assurer la meilleure coordination des équipes scientifiques ainsi que d'optimiser leurs interactions avec les domaines d'application de leurs recherches.

La Direction de l'IRSEA est assurée par le Directeur Général en charge de la gestion financière et juridique. Il est assisté dans sa tâche par un Conseil de Direction regroupant les Chefs de Département et le Doyen. Il dispose également d'une équipe administrative et technique assurant le fonctionnement de l'IRSEA et de ses installations.

La recherche et l'enseignement sont organisés par le Conseil de l'Enseignement et de la Recherche, formé de l'ensemble des chercheurs titulaires d'un PhD° et présidé par le Doyen.

Ce conseil dispose d'une équipe de collaborateurs chargée des fonctions scientifiques et techniques transversales nécessaires au bon déploiement des projets et stratégies de recherche et d'enseignement de l'IRSEA (gestion et analyse des données, mais aussi analyse stratégique, économique et logistique).

Introduction

Ces dernières décennies, la population de chats a augmenté dans le monde entier de façon à ce que dans certains pays d'Europe, le nombre de chats soit supérieur au nombre de chiens présents dans les foyers (Beaver, 2003 ; Mattos de Souza-Dantas, 2009 ; Mengoli *et al.*, 2013). La communication visuelle associée à des messages olfactifs est présente chez les chats et correspond aux marquages. On y retrouve entre autre la griffade (Pageat *et al.*, 2010 ; Cozzi *et al.*, 2013 ; Mengoli *et al.*, 2013). Lors des marquages, le chat va déposer des sécrétions qui peuvent contenir des phéromones. Elles sont sécrétées par différentes glandes sébacées présentes sur le corps du chat au niveau de la zone interdigitale (Pageat & Gaultier, 2003). La griffade est un comportement normalement présent dans l'éthogramme du chat. Le comportement de griffade peut être gênant pour les propriétaires lorsque le chat l'effectue sur un support inadapté tel qu'un canapé, un tapis ou n'importe quel autre meuble (Heidenberger, 1997 ; Beaver, 2003 ; Pageat and Gaultier, 2003 ; Fatjo et al, 2006 ; Casey, 2009 ; Cozzi et al., 2013).

De nos jours, différents types de griffoirs existent dans le commerce, principalement des griffoirs en carton et en corde sisal. En milieu naturel, les chats expriment régulièrement leur comportement de griffade sur des troncs d'arbres ou des planches. Des griffoirs en bois pourraient donc également être intéressant pour leur permettre d'exprimer ce comportement et améliorer leur bien-être. Pour éviter les problèmes comportementaux liés à la griffade, les propriétaires devraient d'abord sélectionner un endroit bien visible où placer le griffoir, choisir ensuite un type de surface à griffer et prendre un modèle stable et résistant.

En parallèle, le FIS (Feline interdigital Semiochemical ou Feliscratch®) est un analogue synthétique de la phéromone interdigitale du chat qui a été synthétisé et qui permet de rediriger le comportement de griffade sur une cible adaptée améliorant le bien-être de l'animal ainsi que sa relation avec le propriétaire (Cozzi *et al.*, 2013). L'optimisation du traitement contre les griffades inappropriées pourrait se faire en associant l'analogue de la phéromone interdigitale à une texture de griffoir particulièrement appréciée par le chat.

L'objectif de la présente étude est le suivant : en plus de l'utilisation de Feliscratch il est intéressant de savoir si le chat a une préférence concernant la texture du griffoir afin d'optimiser l'efficacité du traitement.

Un protocole a été rédigé afin de constater l'influence de la surface à griffer sur l'induction du comportement de griffade en présence ou non de le FIS. Pour cela, un test a été mis en place et sera décrit tout au long de ce rapport.

Matériel et méthode

A. Sites d'étude

Cette étude a été réalisée au sein de l'Institut de Recherche en Sémiologie et Ethologie Appliquée (IRSEA) à Saint Saturnin Lès Apt, dans le Vaucluse.

L'institut présente une capacité de 20 chats, divisé en deux chatteries composées de 7 compartiments afin de séparer certains mâles non castrés des femelles entières notamment ; ou certains chats qui auraient quelques différents entre eux pour une période donnée. Cela a donc permis de réaliser cette étude dans des conditions optimales.

B. Sélection des animaux

1. Critères d'inclusion

Le sexe du chat n'est pas un critère de sélection. L'âge minimal requis pour participer à l'essai est de 1 an ; aucune limite supérieure d'âge n'est requise. Seuls les chats en condition d'émettre tout le répertoire comportemental de l'espèce parce que ne présentant pas de troubles organiques et comportementaux seront inclus dans l'essai (et notamment les chats évalués comme émetteurs de griffades en chatterie).

2. Critères de non-inclusion

Seront non inclus dans cette étude :

- Tout animal dont la détention est en contradiction avec la législation du pays.
- Tout animal placé dans des conditions de vie non conformes aux besoins de l'espèce (situations de maltraitance avérée et/ou conditions de détention ou de mode de vie objectivement inadaptées).

- Tout animal dont le tableau clinique laisserait présager, selon l'expertise de l'investigateur, un danger pour son entourage. Notamment les chats agressant de manière imprévisible ou chez qui il y a une disparition des signaux de menace.
- Tout animal dont le comportement d'agression apparaît lié à toute autre cause que la communication sociale.
- Tout animal en gestation ou en lactation.
- Tout animal présentant un déficit sensoriel (vision, olfaction, audition) ou un état algique.
- Tout animal dont l'état de conscience est altéré, ou présentant un désordre neurologique.
- Tout animal recevant ou ayant reçu des psychotropes°, un produit phytothérapeutique°, un régime carencé (ou enrichi) en tryptophane° ou tout autre produit réputé actif dans le traitement des troubles du comportement dans les deux semaines précédentes.
- Tout animal recevant ou ayant reçu des corticoïdes° et/ou un traitement hormonal (notamment contraceptifs) dans les trois derniers mois.

3. Exclusions de l'étude

Les éventuels chats qui n'auront pas émis de comportement de griffade durant les 10 minutes seront exclus de l'analyse des données.

C. Traitements

Chaque essai est le suivant : un chat dans la zone de test en présence de quatre griffoirs :

- Un griffoir FIS corde.
- Un griffoir FIS carton.
- Un griffoir Placebo° corde.
- Un griffoir Placebo carton.

1. Généralités des traitements

Le traitement verum° est le FIS (Feline Interdigital Semiochemical), un analogue synthétique de la phéromone de griffade qui permet de rediriger le comportement de griffade sur une cible adaptée et ainsi améliorer le bien-être de l'animal et sa relation avec le propriétaire.

Les griffades, comme le marquage urinaire, déposent des phéromones qui font partie des phéromones territoriales *sensu stricto*, c'est-à-dire qu'elles signalent la présence du chat-résident aux autres chats. Les marques territoriales sont constituées par des marques olfactives (phéromones) et des marques visuelles. Ce sont les marques urinaires (Giffroy 2000, Pageat 1997).

Le chat :

- repère visuellement le support,
- effectue parfois un flehmen,
 - ⇒ Le flehmen permet l'accès privilégié des phéromones aux récepteurs olfactifs de l'organe voméronasal. Le chat relève la lèvre supérieure, ouvre partiellement la gueule et inspire par la bouche. Cette mimique est accompagnée de rapides mouvements de la langue.
- se dresse sur ses pattes postérieures en s'étirant au maximum,
- plante les griffes dans le support et le lacère de haut en bas.

Les griffades sont effectuées sur des supports le plus souvent verticaux, obliques, mais quelquefois horizontaux. Elles ont un double but :

- laisser des marques verticales ostensibles°, c'est pourquoi les objets griffés sont en général visibles de loin;
- déposer une odeur spécifique émise par les glandes podales, situées entre les coussinets (ou pelotes) des pattes.

Les griffades signalent la présence du chat occupant des lieux à d'autres chats considérés comme des intrus. Les griffades provoqueraient un évitement des zones marquées, zones comme les champs d'isolement, les lieux de chasse, le lieu d'élimination, en quelque sorte, toutes les zones où le chat pratique des comportements solitaires et supporte mal les intrus (Aron 2000, Goldberg 1998).

2. Traitement verum :

La forme galénique^o est un liquide contenant un colorant naturel violet ainsi que le principe actif à savoir, la phéromone de sécrétions odorantes de griffades (FIS) (0,5%). Le produit est contenu dans une pipette en plastique.

3. Traitement Placebo :

Le produit Placebo est un liquide identique en tous points au traitement verum avec suppression du principe actif. Aucune caractéristique visuelle ou olfactive ne permet de distinguer le traitement Placebo du traitement verum.

D. Procédure d'aveugle

Les manipulateurs de l'essai et les personnes en charge du recueil et du traitement des données n'ont pas connaissance du traitement attribué aux différents chats.

Pour les manipulateurs, l'aveugle est maintenu car aucune caractéristique visuelle ou olfactive ne permet de distinguer le traitement verum du traitement placebo. Pour les manipulateurs ainsi que pour les personnes en charge du recueil et du traitement des données, l'aveugle est maintenu grâce à l'attribution d'un code (de 1 à 48) sur les seringues, correspondant au traitement appliqué sur le griffoir. L'aveugle est maintenu pour le produit appliqué (FIS et son placebo) mais pas pour la nature des 2 surfaces à griffer (carton & corde). L'aveugle n'est en conséquence pas total pour les manipulateurs. On parlera d'aveugle partiel.

E. Les sujets:

Les sujets proviennent de la chatterie de l'IRSEA (Annexe 1). Ils sont tous de race européenne. Il y a des femelles, des mâles et des mâles castrés. Ils ont tous plus d'un an. Ils vivent séparés en groupes dans des cages différentes de la chatterie de l'IRSEA. Les cages (2-3-4-6-7) ont été choisies parce que cohérentes avec les critères d'inclusion (cf. Paragraphe « critères d'inclusion »).

F. Protocole de l'étude

1. Schéma de l'essai :

Il s'agit d'un essai réalisé en aveugle partiel, randomisé, sur un groupe unique, suivant un plan expérimental en blocs complets équilibrés (BCE) sans répétition. Par conséquent, chaque bloc représente un chat. De plus, chaque bloc contient toutes les unités expérimentales k (4 ici) : chaque traitement est attribué une fois dans l'ensemble des blocs.

Autrement dit, bloc=chat ; l'unité expérimentale et statistique de l'étude est le griffoir. (cf. § plan expérimental pour explications).

2. Assurance qualité :

L'ensemble des données sera certifié exact par le directeur de l'étude.

Conformément à loi française et s'agissant d'une étude mettant en jeu des animaux vertébrés, l'essai a été soumis à l'accord préalable du comité d'éthique IRSEA (code rural et de la pêche maritime, arrêté du 1^{er} février 2013 concernant l'évaluation éthique et l'autorisation des projets impliquant l'utilisation d'animaux dans des procédures expérimentales).

3. Plan de randomisation

L'attribution du traitement sera effectuée au hasard sur le griffoir dans la zone de test.

Il s'agit de tirer au sort, pour chaque unité expérimentale de chaque bloc, le traitement qui lui sera affecté, en respectant scrupuleusement la structure de BCE (Blocs Complets Equilibrés) de l'ensemble de l'expérience.

⇒ Randomisation des traitements à l'intérieur des blocs.

⇒ Randomisation des blocs.

Chaque chat passera seulement une fois par journée de test (cf. annexe 5 pour calendrier et liste de randomisation).

La liste de randomisation a été effectuée à l'aide du logiciel SAS version 9.0 dont le programme est le suivant :

```
proc factex;  
factors block / nlev=12; /* 12 blocs ⇔ 12 chats */  
output out=blocks  
block nvals=(1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12);  
run;  
factors trt / nlev=4; /* Car 4 traitements dans cette étude */  
output out=rcbd  
designrep=blocks  
randomize (101)  
trt cvals=('A' 'B' 'C' 'D'); /* Le numéro des 4 traitements */  
run;  
proc print data=rcbd;  
run;
```

4. Matériel

Cet essai préconise un certain matériel dont voici la liste :

- ⇒ Les documents destinés au recueil des données (Observation vidéo essai – Annexe 2 et Observation directe – Annexe 6)
- ⇒ Zone de test (serre).
- ⇒ 24 pipettes FIS
- ⇒ 24 pipettes Placebo
- ⇒ 24 griffoirs en carton
- ⇒ 24 griffoirs cordes
- ⇒ 4 bases lavables pour fixer les griffoirs
- ⇒ Matériel de capture vidéo : appareil photo numérique ; 2 caméras disque dur ;
- ⇒ Deux montres polar servant de chronomètre (une pour chaque technicien de l'essai).
- ⇒ Matériel pour nettoyer après chaque test : éponge, seau, papier, produits nettoyage (Vigor® surpuissant).
- ⇒ 2 cages de transport.
- ⇒ Gants et masques de protection en cas d'urgence.
- ⇒ 2 manipulateurs.

5. Plan expérimental

Rappel rapide de la méthode des blocs : qu'est ce que la méthode des blocs ? C'est répartir un ensemble relativement hétérogène de sujets d'expérience (d'unités expérimentales) en sous-groupes plus homogènes, au sein desquels

seront confrontés l'ensemble des traitements à comparer (Lellouch & Lazar, 1993).

Dans l'exemple particulier de notre étude, le bloc est constitué par le chat ; l'unité expérimentale et statistique de l'étude est le griffoir.

On a $k=4$ unités expérimentales obtenues par bloc c'est-à-dire 4 traitements : placebo corde / placebo carton / verum corde / verum carton.

Il s'agit d'un plan en blocs complets équilibrés sans répétition (sans répétition car chacun des 4 traitements n'est attribué qu'une et une seule fois à l'intérieur de chaque bloc).

Il est prévu d'inclure 12 chats (blocs) pour la réalisation de cette étude.

Le nombre d'unités expérimentales requis est en conséquence de 48 griffoirs.

Le test de préférence effectué ici évoque les procédures utilisées en analyse sensorielle : cette méthode consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, le classer ou l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse. Ainsi, chaque chat est considéré comme juge et chaque traitement est considéré comme produit testé. En revanche et dans notre cas, il n'y a pas de répétitions de chacun des 4 traitements testés au sein de chaque bloc car les sujets testés et les infrastructures (zone de test limitée en dimensions) ne le permettent pas.

6. Déroulement de l'essai

Pour chaque test, les techniciens de l'essai prennent un chat prévu par la liste de randomisation. Pour le test comportemental, on observe le comportement de griffades dans la zone de test (cf. annexe 4).

Tous les chats passent une fois dans la zone de test et reçoivent les 4 traitements testés positionnés dans la zone de test au hasard suivant la liste de randomisation.

Tous les tests sont vidéo enregistrés à l'aide de deux caméras numérique.

4 chats passent par matinée.

Le test consiste en une simulation de situation fréquente dans une maison : chat dans une pièce en présence de griffoirs. Ces tests comportementaux permettent de déterminer la préférence des chats pour la texture des griffoirs en présence ou non de le FIS. Les chats sont choisis selon la liste de randomisation.

Les techniciens de l'essai utilisent les chats selon le calendrier de la fiche de tests (annexe 5). Ensuite, Chaque chat est amené par un technicien dans une

cage à l'entrée de la zone de test (annexe 4). La phase de préparation doit durer 5 minutes.

Le traitement est appliqué sur les quatre griffoirs présents dans la zone de test par le technicien seulement 5 minutes avant le début du test.

Les pipettes pour chaque test sont identifiées à l'aide d'un numéro (de 1 à 48). Les sachets sont en tous points identiques.

Après le début du test (5 minutes après l'application par un des techniciens du traitement sur les griffoirs), le chat est laissé dans la zone de test pour un temps maximal de 10 minutes.

La zone de test est une zone identique pour tous les chats de l'essai.

Le « test comportemental » est filmé par deux caméras (une de chaque côté pour observer les quatre griffoirs) afin d'obtenir un enregistrement complet de chaque test.

Un « test comportemental » doit durer max 10 minutes (plus les 5 minutes après l'application du traitement). Pour chaque test un chat est impliqué.

Le test est composé de 3 phases (Annexe 4) :

- ⇒ Pré entrée du chat dans la zone de test : Le chat est retiré de la chatterie par un technicien. Au même moment, l'autre technicien applique le traitement verum ou placebo dans la zone de test sur les griffoirs. Le chat est amené dans la zone de test et la cage est ouverte 5 minutes après l'application du traitement à l'aide d'un mécanisme activé par le technicien qui a appliqué le traitement. L'autre technicien lance les caméras numériques et se positionne avec le chronomètre au point d'observation.
- ⇒ Post entrée du chat dans la zone de test : Exactement au moment de l'entrée du chat dans la zone de test, les techniciens feront démarrer les chronomètres; le chat est retiré après 10 minutes et le test est terminé. Cette phase dure au maximum 10 minutes. Si après 10 minutes il n'y a pas eu apparition du comportement de griffades, les caméras sont arrêtées et le test est terminé.
- ⇒ Retrait du matériel : à la fin de la phase « post entrée du chat dans la zone de test », les techniciens entrent dans la zone de test afin de remettre le chat dans sa cage habituelle ; après cela ils doivent nettoyer la zone de test

et remplacer les griffoirs pour le test comportemental suivant. Cette phase dure 10 minutes.

Un nouveau « test comportemental » avec un nouveau chat peut alors débuter. Entre un test et l'autre il y aura une pause de 5 minutes.

7. Événements indésirables

En cas de forts signes de stress d'un chat pendant le test, le technicien doit intervenir avec des gants de protection, porter des lunettes de protection et arrêter le test. Le chat est ensuite ramené dans sa cage en chatterie. Tous les événements indésirables seront notés dans l'annexe observation directe (annexe 6) dans la case « note ».

8. Recueil des données

Les données seront recueillies à l'aide d'une fiche par deux observateurs (une fiche par observateur) :

⇒ Fiche pour observation vidéo essai - annexe 2.

Les données seront recueillies à l'aide d'une lecture des vidéos des rencontres par les techniciens de l'essai. Après la lecture des vidéos, les données seront transférées sur des fichiers Excel pour analyse.

⇒ Fiche d'observation directe – annexe 6

La présence ou non du comportement de griffade et l'emplacement de ce comportement (griffoir corde ou carton) pourra être noté en observation directe par les techniciens de l'essai. Les données seront ensuite transférées sur des fichiers Excel pour analyse.

9. Variables réponse

Le paramètre principal d'évaluation de l'essai est la durée totale des griffades obtenue sur chacun des 4 griffoirs présentés aux sujets dans la zone de test. En effet, il est logique de considérer que plus la quantité de griffade en termes de durée est élevée et plus la détérioration des meubles & autres substrats griffés

chez les propriétaires est importante ; en tout cas certainement plus dégradante que les griffades mesurées en fréquence. En conséquence, rediriger le comportement de griffade est intéressant pour le contrôle de ce comportement au sein d'un foyer surtout en termes de durée traduisant le fait que le comportement est en effet redirigé sur le griffoir et que le chat effectue ce comportement surtout sur le support adapté à cet effet.

Les paramètres secondaires d'évaluation de l'essai sont : fréquence totale des griffades obtenue sur chacun des griffoirs testés au cours de l'étude ; fréquence totale des frottements obtenue sur chacun des griffoirs testés au cours de l'étude ; la préférence des chats pour les différents griffoirs : score de 1 à 4. En effet, afin d'évaluer la préférence des chats pour les différents griffoirs, on observera le temps total griffé de chaque griffoir par chat. Ainsi, on pourra établir un classement (de 1 à 4) où le griffoir le plus griffé sera noté 1 et le moins griffé sera noté 4.

10. Comparaisons souhaitées

On souhaite comparer les 4 modalités du facteur « traitement » (placebo carton / FIS carton / placebo corde / FIS corde) pour les variables réponses étudiées.

Comparaison de moyennes si l'effet du facteur « traitement » est significatif :

- Comparaison placebo carton versus FIS carton,
- Comparaison placebo carton versus FIS corde,
- Comparaison placebo corde versus FIS corde,
- Comparaison placebo corde versus FIS carton.

Les comparaisons placebo carton versus placebo corde et FIS carton versus FIS corde sont intéressantes mais ne semblent pas, aux vues des connaissances sur le produit testé et de la littérature disponible sur les surfaces à griffer, a priori laisser envisager une différence significative observée.

On souhaite également comparer les textures d'une part et les produits d'autre part ainsi que leur interaction.

G. Objectif et méthodologie

1. Objectif

L'objectif principal de ce projet était d'étudier l'influence de la surface à griffer sur l'induction du comportement de griffade en présence ou non de le FIS (Feline Interdigital Semiochemical). Pour y parvenir, nous avons procédé à 3 étapes distinctes :

- Dans un premier temps, il a fallu rédiger le protocole de l'étude.
- Ensuite, nous avons participé à la phase terrain avec les différents chats.
- Enfin, nous avons analysé les données de cette expérience pour répondre à la problématique.

2. Méthodologie

Les données étudiées se présentaient sous forme de tableaux Excel réunissant un certain nombre d'informations chez 12 individus qui sont ici des chats. Ces informations étaient regroupées sous plusieurs variables qui se comptaient au nombre de 8. 3 de ces variables étaient quantitatives, 5 étaient qualitatives (cf. annexe 11). Nous possédions 2 tables Excel à comparer (1 pour chaque observateur) puis une seule pour l'analyse des données (moyenne des données des deux observateurs si la fiabilité inter observateurs est vérifiée).

Toute notre étude a été réalisée à l'aide des logiciels SAS version 9.0 (Statistical Analysis System) et Statistica version 10.0. L'un avec l'aide de l'autre permet d'effectuer l'ensemble des techniques statistiques requises pour cette étude.

3. Statistiques bivariées

Avant d'analyser les données, nous vérifions la fiabilité de la saisie des données entre les deux observateurs (fiabilité inter-observateurs) en calculant le coefficient de corrélation afin de voir si la fiabilité est vérifiée (Measuring Behaviour, Paul Martin and Patrick Bateson 2005).

4. Statistiques descriptives

Dans un premier temps, nous effectuons des statistiques descriptives pour étudier l'échantillon de population sélectionné en fonction des différentes variables d'intérêt. Ainsi, nous avons calculé la moyenne, l'écart-type ou encore la médiane pour décrire chaque variable. Ensuite, la réalisation de graphiques en 2 dimensions nous a autorisés à rechercher d'éventuelles valeurs atypiques ; également, le calcul de l'écart-type multiplié par 3 en valeur absolue pour chaque variable nous a conduits à la détection de valeurs atypiques si ces dernières étaient en dehors de l'intervalle ainsi obtenu. La suppression de ces valeurs de l'analyse des données doit être justifiée sur le plan clinique et donc renseigné par les experts. Dans le cas contraire, les valeurs concernées sont conservées.

5. Tester la normalité et l'homoscédasticité :

Pour réaliser une Anova, certaines conditions doivent être vérifiées. En effet, on se doit de tester préalablement la normalité et l'homoscédasticité, respectivement avec un test de Shapiro-Wilk et un test de Bartlett ; l'hypothèse nulle correspond à une distribution normale d'une part et à des variances homogènes (homoscédasticité) d'autre part. Aussi, les conditions d'application de l'Anova sont vérifiées si l'hypothèse nulle est acceptée ce qui correspond à l'obtention d'une valeur de p supérieure à 0,05.

6. Transformations de données

Dans le cas où les conditions de l'Anova ne sont pas vérifiées, on procède à la transformation de données. Dès lors, deux types de considérations sont à prendre en compte (Dagnelie, 1998).

- Considérations théoriques :

On parle de transformation logarithmique lorsque la moyenne et l'écart-type de la variable initiale sont proportionnels ; en d'autres termes, lorsque le coefficient de variation (CV) de cette variable est constant.

On parle de transformation racine lorsque moyennes et variances sont proportionnelles.

En matière biologique, l'utilisation de la transformation logarithmique est fréquente pour des processus de croissance (poids, rendements, etc.) mais aussi pour des nombre d'organismes (nombre de pucerons, nombre d'insectes, etc.)

L'utilisation de la transformation racine est adaptée aux variables suivant une distribution de Poisson.

La transformation logarithmique est justifiée quand une série de variances observées doivent être soumises à l'analyse de la variance.

- Considérations empiriques :

Tracé de diagramme de dispersion : nuage de points avec le logarithme des moyennes en abscisses et le logarithme des variances en ordonnées => la pente du nuage de points permet d'orienter le choix de la transformation.

La pente est estimée par le coefficient de régression des logarithmes des variances en fonction des logarithmes des moyennes.

Si le coefficient de régression ou coefficient angulaire est proche de 2 => transformation logarithmique.

Si ce coefficient est proche de 1 => transformation racine.

Chaque considération sera exploitée dans la partie « résultats » afin de trouver la meilleure transformation pour chacune des variables réponses étudiées.

7. Blocs complets équilibrés sans répétition

Ensuite, l'analyse des données sera réalisée à l'aide d'une analyse de variance, si les conditions d'application de cette dernière sont vérifiées, dans laquelle 3 termes sont retrouvés :

- Un terme entre blocs,
- Un terme entre traitements,
- Un terme résiduel.

Analyse de la variance pour un plan en blocs complets équilibrés : on calcule la somme des carrés des observations, la somme des carrés des totaux de cases, la somme des carrés des totaux de blocs, la somme des carrés des totaux de traitements et le total général des observations.

Ainsi, on peut dresser le tableau d'analyse de la variance dont la conclusion est que les traitements diffèrent ou non significativement dans leur ensemble selon la valeur de p obtenue et le seuil de significativité choisi. Dans cette Anova, on calcule la différence entre cases, entre blocs et entre traitements.

Dans ce plan sans répétition, on ne dispose pas d'une estimation directe de la variance résiduelle comme dans le cas où il existe des répétitions ; on la remplace par le terme qui, dans le plan à répétitions, sert à tester l'interaction. On ne peut plus dès lors tester l'existence d'une telle interaction, et on est conduit à faire l'hypothèse qu'elle n'existe pas (Lellouch & Lazar, 1993).

Le test de comparaison de moyennes multiple *a posteriori* de Student Newman Keuls autorisera les comparaisons de moyennes.

Si les conditions ne le permettent pas (si les variances ne sont pas homogènes), on fera l'analyse des données en non paramétrique en effectuant le test de Friedman afin de voir s'il y a un effet significatif du facteur « Traitement » d'une part et du facteur « bloc » d'autre part.

La correction de Bonferroni est en conséquence utilisée pour les comparaisons par paires (test de Wilcoxon pour échantillons appariés) réalisées *a posteriori* lorsque le test de Friedman est significatif. Son principe permet d'éviter l'augmentation de l'erreur de type I avec la multiplication des tests en divisant le seuil de significativité α , par le nombre de tests effectué. Dans notre étude, pour une variable à quatre modalités A, B, C et D liées significativement avec les variables à expliquer, six comparaisons (A vs B, A vs C, A vs D, B vs C, B vs D et C vs D) ont été réalisées donc le seuil α de 0.05 a été divisé par 6 et le nouveau seuil de significativité requis est d'environ 0.008.

Une modèle complet d'Anova à 2 facteurs « texture » et « produit » autorisera la recherche des effets principaux de ces 2 facteurs ainsi que de leur interaction ; la méthode des contrastes sera manipulée pour les effets principaux des 2 facteurs cités.

6. Tests utilisées

⇒ Le coefficient de corrélation

La corrélation mesure l'association linéaire entre deux variables. Les coefficients de corrélation sont compris dans l'intervalle -1,00 à +1,00. La valeur -1,00 représente une parfaite corrélation négative tandis que la valeur +1,00 représente une parfaite corrélation positive. La valeur 0 représente une absence de corrélation (ou l'indépendance entre les variables) (Saporta G., 1990)

$$r_p = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Formule :

σ_{xy} désigne la covariance entre les variables x et y, et σ_x , σ_y leur écart type.

⇒ Le test du coefficient de corrélation

Ce test vise à tester l'indépendance de deux caractères statistiques. L'hypothèse nulle que l'on souhaite tester est $H_0 : \rho = 0$: les variables ne sont pas corrélées, l'hypothèse alternative est $H_1 : \rho \neq 0$: les variables sont corrélées (cf. Bouyer, chapitre 12, 2000).

Formule : $t_0 = r\sqrt{n-2}/\sqrt{1-r^2}$

Ainsi, il y a une liaison entre deux variables lorsque l'on rejette l'hypothèse nulle c'est-à-dire lorsque la valeur de p est inférieure à 0,05.

⇒ Le test de Shapiro-Wilk

Le test de Shapiro-Wilk teste l'hypothèse nulle selon laquelle un échantillon $X_1, \dots, X_n$ est issu d'une population normalement distribuée. Il a été publié en 1965 par Samuel Shapiro et Martin Wilk.

La statistique de test est:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Où

- $X(i)$ (avec des parenthèses entourant l'indice i) désigne le i ème plus petit nombre dans l'échantillon;
- $\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + \dots + x_n)$ est la moyenne de l'échantillon;
- Une constante a_i .

Ainsi, il nous sert à tester la normalité pour les corrélations et l'Anova.

⇒ Le test de Bartlett

Le test de Bartlett est utilisé pour tester l'hypothèse nulle H_0 que toutes les k variances sont égales contre l'alternative que deux au moins sont différentes.

S'il y a k échantillons de taille n_i et de variance S_i^2 , la statistique du test de Bartlett est :

$$X^2 = \frac{(N - k) \ln(S_p^2) - \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \ln(S_i^2)}{1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{n_i - 1} \right) - \frac{1}{N - k} \right)}$$

•

$$N = \sum_{i=1}^k n_i \quad S_p^2 = \frac{1}{N - k} \sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2$$

• Où est l'estimation globale de la variance.

⇒ Le test de l'Anova

Voici comment se calcule le tableau de l'Anova avec les formules pour un plan en blocs complets équilibrés sans répétition (Lellouch & Lazar, 1993) :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F
(A)	Effet du Traitement	$\frac{\sum T_i^2}{b} - \frac{T_G^2}{bt}$	$t - 1$	$S_T^2 = (2) / (3)$	S_T^2 / S^2
(B)	Effet du Bloc	$\frac{\sum B_j^2}{t} - \frac{T_G^2}{bt}$	$b - 1$	$S_B^2 = (2) / (3)$	S_B^2 / S^2
(C)	Erreur résiduelle	$(D) - (A) - (B)$	$(t - 1)(b - 1)$	$S^2 = (2) / (3)$	
(D)	Total	$\sum y^2 - \frac{T_G^2}{bt}$	$bt - 1$		

Le caractère quantitatif mesuré est noté y . On appelle t le nombre des traitements, b le nombre des blocs, T_i le total du traitement i , B_j le total du bloc j et T_G le total général.

Si la 5^{ème} colonne à une valeur de p supérieure à 0,05 alors il y a un effet significatif du facteur correspondant.

L'hypothèse nulle H_0 : les moyennes de la variable sont égales. L'hypothèse alternative H_1 : il y a au moins deux catégories pour lesquelles les moyennes de la variable sont différentes.

De plus, on utilisera également l'Anova (à l'aide du logiciel SAS) pour rechercher l'effet des facteurs « produit » et « texture » ainsi que leur interaction (Texture*Produit) : l'objectif est de constater si l'efficacité du produit dépend de la texture. En effet, si l'interaction est non significative, on pourra conclure que l'efficacité du produit ne dépend pas de la texture du griffoir.

⇒ **Le test de Newman-Keuls**

L'idée du test de Newman-Keuls est de comparer un minimum de moyennes entres elles, elle permet donc de ramener le risque de première espèce global à un niveau plus raisonnable. Pour cela, il faut commencer par classer les I moyennes par ordre croissant. Ensuite, pour faire le test, on utilise la formule statistique suivante :

$$q = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{MSE}{n}}},$$

Où q représente l'intervalle selon la valeur Student, $\bar{X}_A$ et $\bar{X}_B$ sont les deux moyennes extrêmes, MSE est la variance de l'erreur effectuée à partir de la table Anova, et n est la taille de l'échantillon (nombre d'observations dans l'échantillon).

On réitère cette étape. On arrête lorsqu'à une étape, aucun des tests n'est significatifs (Dagnelie, 1998).

⇒ **La méthode des contrastes**

Les contrastes permettent la comparaison d'une moyenne, ou d'un ensemble de moyennes, à une autre (à l'aide d'une différence de moyennes, comme pour le test t, $\mu_1 - \mu_2$).

Deux contrastes sont orthogonaux si le produit de leur coefficient de contraste est nul.

Formule:

$$\Phi = \sum_{i=1}^k c_i x_i, \text{ avec } \sum_i c_i = 0$$

Exemple : 4 échantillons : x_1, x_2, x_3, x_4

- $H_0 : \mu_1 = \mu_4$ $c = [-1 \ 0 \ 0 \ 1]$
- $H_0 : (\mu_1 + \mu_2)/2 = (\mu_3 + \mu_4)/2$ $c = [-1 \ -1 \ 1 \ 1]$.

De plus, pour tester la nullité d'un contraste, il faut calculer la somme des carrés des écarts. La statistique utilisée est : $F_0 = SC \ E_0 / CM_R$.

Pour un ensemble I de populations, cette statistique suit une loi de Fisher à $(1, I(n-1))$ degrés de liberté sous l'hypothèse H_0 de nullité du contraste. On rejette H_0 si $F_0 \geq F_{1-\alpha}(1, I(n-1))$.

Remarque : Un contraste est défini *a priori* et selon les objectifs de l'étude pour répondre à des questions particulières (Dagnelie & Saporta, 1998 & 1990).

⇒ **Le test de Friedman**

Le test de Friedman est un test non paramétrique à utiliser en présence de k échantillons appariés correspondant à k traitements portant sur les mêmes blocs, afin de mettre en évidence une différence entre les traitements (Dagnelie, 1998).

Formule : $Q = 12 / (nk(n+1)) \sum_{i=1..k} [R_i^2 - 3n(k+1)]$

n étant le nombre de sujets

k étant le nombre de tests

R_i étant la somme des rangs de chaque effectif

Si on désigne par M_i le paramètre de position de l'échantillon i , les hypothèses nulle H_0 et alternative H_1 du test de Friedman sont les suivantes :

- $H_0 : M_1 = M_2 = \dots = M_k$
- $H_1 : \text{il existe au moins un couple } (i, j) \text{ tel que } M_i \neq M_j$

⇒ Le test de Wilcoxon pour échantillons appariés

Ce test permet de comparer deux mesures d'une variable quantitative effectuées sur les mêmes sujets (mesures définies par les modalités de la variable qualitative).

Ainsi, on pourra effectuer ce test pour connaître quel griffoir les chats préfèrent si le test de Friedman est significatif.

Statistique de rangs signés de Wilcoxon :

Formule :

$$W = \sum_{\text{signe le moins fréquent}} r_i$$

r représente le rang associé à la i ème valeur.

La valeur la plus importante représente le rang 1, la moins importante le rang 4.

Par exemple, si deux traitements A et B sont équivalents, donc si H_0 est vraie, la somme des rangs ayant un signe positif et celle des rangs ayant un signe négatif devraient être à peu près égales.

Mais si la somme des rangs de signes positifs est très différente de celle des rangs de signes négatifs, nous en déduirons que le traitement A diffère du traitement B, et l'hypothèse nulle sera rejetée.

Remarque : à l'aide de la procédure « proc univariate » de SAS, les comparaisons par paires seront effectuées à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon ; attention, ce test est quelque peu différent du test de Wilcoxon pour échantillons appariés. C'est pourquoi la statistique de test (S en l'occurrence) et la valeur de p sont différentes de celles mentionnées ci-dessus.

Résultats

Sur les 12 chats prévus, 12 chats ont été réellement inclus et ont participé à l'essai dans son entier. Cependant, il a été décidé de supprimer un chat du jeu de données proposé pour analyse : Rose car satisfait au critère d'exclusion « les éventuels chats qui n'auront pas de comportement de griffade durant les 10 minutes seront exclus de l'analyse des données ». L'effectif passe ainsi de 12 à 11 chats au total (cf. paragraphe « exclusions de l'étude » page 8). L'analyse des données a été réalisée en grande partie avec le logiciel Statistica* version 10.0 mais également avec le logiciel SAS version 9.0. De la sorte, la vérification des résultats obtenus avec les 2 logiciels est possible. De plus, travailler avec le logiciel SAS autorise la réalisation de la méthode des contrastes notamment.

Pour les 3 variables réponses étudiées, l'analyse des données correspond à une Anova à 2 facteurs : facteur « traitement » et « bloc (chat) » sans interaction (le modèle n'est pas complet, nous reviendrons sur ce point ultérieurement), si les conditions d'application de cette dernière sont vérifiées (normalité & homoscedasticité).

Lorsque l'analyse des données fut terminée au sein de l'Institut, nous avons pu lever l'aveugle. Ainsi, nous savons désormais que le produit 1 est le FIS et que le produit 2 est le Placebo. Pour rappel, les griffoirs A et C ont reçu le produit 1 alors que les griffoirs B et D ont reçu le produit 2. De plus, concernant la texture, les griffoirs A et B sont en carton alors que les griffoirs C et D sont en corde.

Définition des abréviations présentes dans la suite de l'analyse des données :

MD = Marion Degois (observateur numéro 1).

PM = Philippe Monneret (observateur numéro 2).

Griff_tot = Durée totale des griffades par griffoir (en seconde).

Freq_griff = fréquence totale des griffades par griffoir (en nombre de fois).

Freq_frott = fréquence totale des frottements par griffoir (en nombre de fois).

De plus, il faut se reporter à l'annexe 7 (Programme SAS) pour consulter les procédures énoncées et à l'annexe 10 (Sortie SAS) pour tous les tableaux créés à partir de SAS.

A. Statistiques bivariées : Vérification de la fiabilité inter-observateurs par variable

Avant de vérifier la fiabilité inter-observateurs, la normalité des 2 variables impliquées dans la recherche d'une corrélation éventuelle est testée à l'aide du test de Shapiro Wilk ; ci-dessous les résultats obtenus avec la procédure « proc univariate » du logiciel SAS (le module statistiques élémentaires de Statistica aboutit aux mêmes conclusions) :

<u>griff_tot MD</u>			
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.805095	Pr < W 0.0110

<u>griff_tot PM</u>			
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.806184	Pr < W 0.0113

<u>freq_griff MD</u>			
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.943265	Pr < W 0.5596

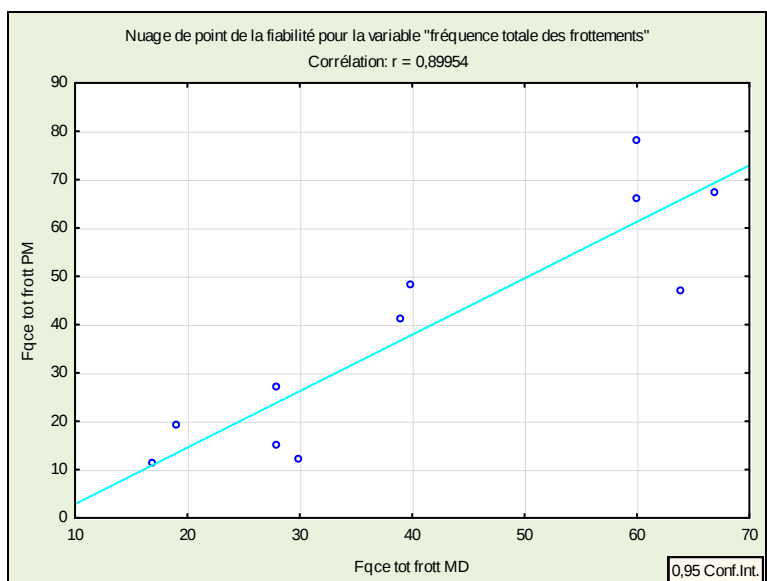
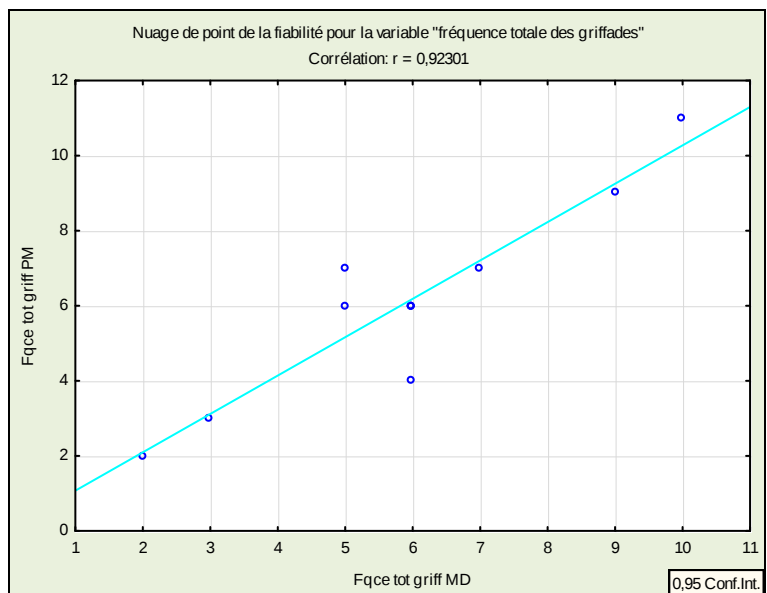
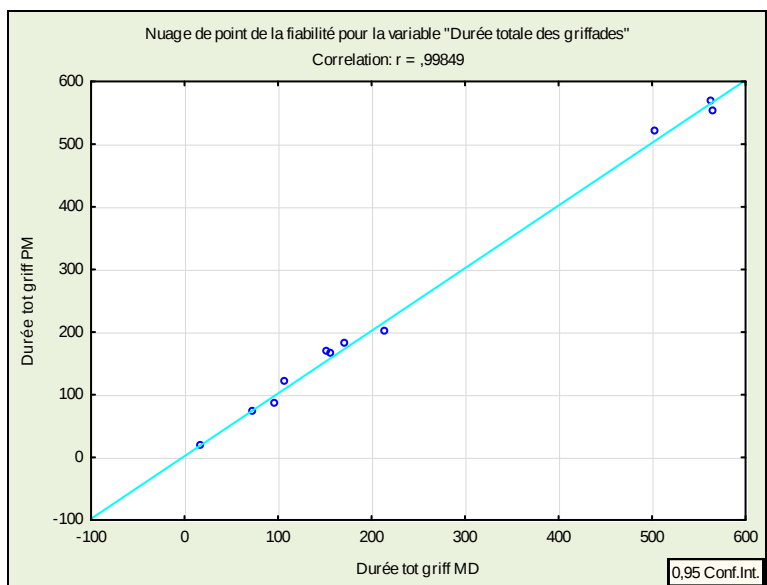
<u>freq_griff PM</u>			
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.949498	Pr < W 0.6375

<u>freq_frott MD</u>			
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.890469	Pr < W 0.1410

<u>freq_frott PM</u>			
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.912095	Pr < W 0.2582

La normalité est vérifiée pour les variables : « freq_griff_MD », « freq_griff_PM », « freq_frott_MD » et « freq_frott_PM ».

Observons maintenant le nuage de point pour chacune des trois corrélations :



Même si la normalité de 2 variables sur 6 n'est pas vérifiée, les conditions d'application du coefficient de corrélation de Pearson semblent être réunies puisque graphiquement il n'y a pas de structure particulière du nuage de points obtenu pour chaque variable : une relation linéaire existe entre les 2 observateurs pour les 3 variables réponses étudiées.

Regardons maintenant les résultats de la vérification de la fiabilité inter-observateurs grâce au calcul de la matrice des corrélations à l'aide du logiciel Statistica :

Variable	Corrélations :		
	Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$		
	griff_tot_PM	freq_griff_PM	freq_frott_PM
griff_tot_MD	0,998495	-0,169029	0,265907
freq_griff_MD	0,045350	0,923010	-0,336787
freq_frott_MD	0,264927	-0,262193	0,899539

Les valeurs en rouge sont significatives ($p < 0.05$)

Pour vérifier la fiabilité inter-observateurs, il suffit d'observer la diagonale de cette matrice des corrélations pour obtention des résultats du calcul du coefficient ainsi que les résultats correspondant au test du coefficient de corrélation. Ainsi, nous pouvons constater qu'ils sont significativement d'accord car : le coefficient de corrélation est significativement différent de 0 (test du coefficient de corrélation) et est toujours supérieur à 0,9 (lorsque $0,9 < r < 1$, on parle de corrélation très élevée, lien marqué entre les 2 variables, (Measuring Behaviour, Paul Martin and Patrick Bateson 2005). Ainsi et pour la suite de l'analyse des données, nous ferons la moyenne de leurs deux saisies de données. Pour vérifier ces résultats et afin de manipuler le logiciel SAS, nous allons calculer les coefficients de corrélations à l'aide de la procédure « proc corr » pour voir si on trouve la même chose. On obtient les 3 captures d'écran suivantes :

Coefficient de corrélation de Pearson, N=11	
	griff_tot_PM
griff_tot_MD	0.99849 < .0001

Coefficient de corrélation de Pearson, N=11	
	freq_griff_PM
freq_griff_MD	0.92301 < .0001

Coefficient de corrélation de Pearson, N=11	
	freq_frott_PM
freq_frott_MD	0.89954
	0.0002

De plus, à l'aide de SAS, on observe la valeur de p du test du coefficient de corrélation qui est hautement inférieure à 0,05 pour chacune des corrélations testée ce qui confirme les corrélations élevées.

B. Statistiques descriptives

1. Statistiques Descriptives pour le traitement A

Variable	Traitement=A Statistiques Descriptives					
	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Ecart-Type
griff_tot	11	113,5	28	0	559,5	169,7
freq_griff	11	2,1	1	0	7,5	2,2
freq_frott	11	13,3	5,5	0	67	19,9

2. Statistiques Descriptives pour le traitement B

Variable	Traitement=B Statistiques Descriptives					
	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Ecart-Type
griff_tot	11	35,5	5,5	0	140,5	53,1
freq_griff	11	1,7	1	0	5	2
freq_frott	11	14	5,5	0	64	20,7

3. Statistiques Descriptives pour le traitement C

Variable	Traitement=C Statistiques Descriptives					
	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Ecart-Type
griff_tot	11	89,2	10,5	0	409	136,2
freq_griff	11	2	1,00000	0	6	2
freq_frott	11	12,8	7,00000	0	46,5	14,4

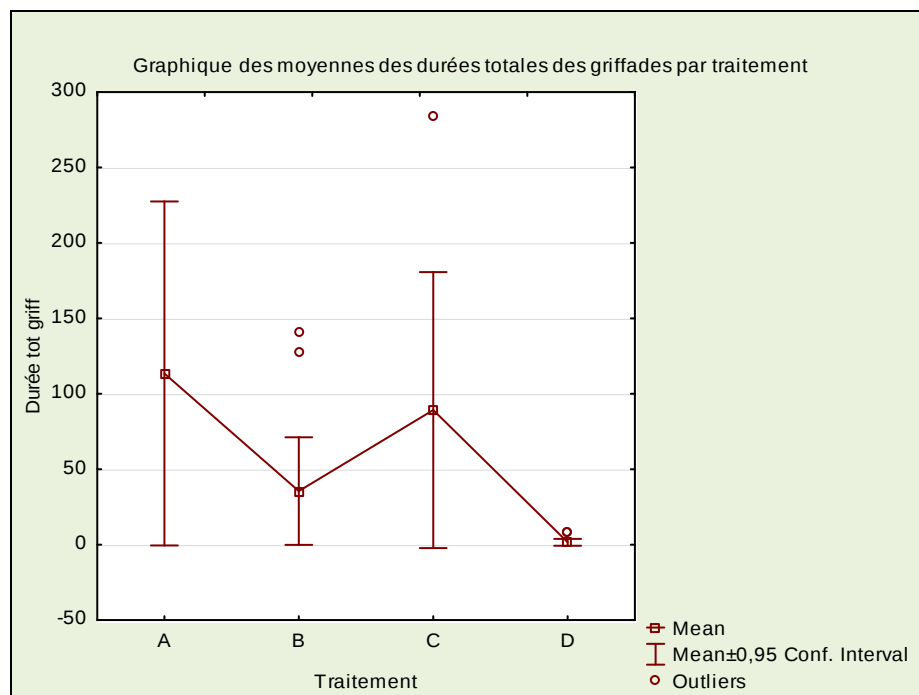
4. Statistiques Descriptives pour le traitement D

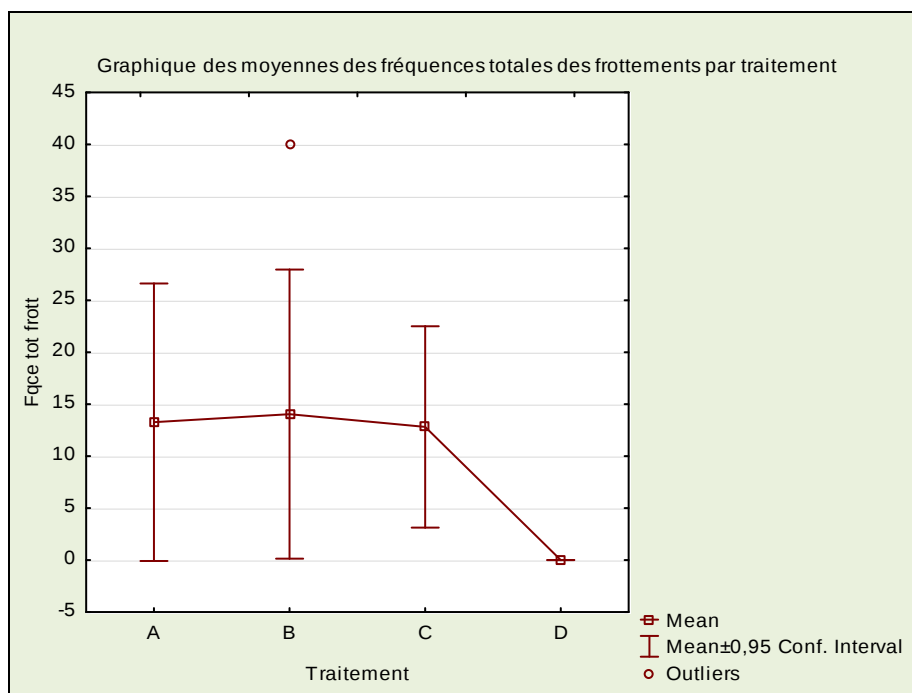
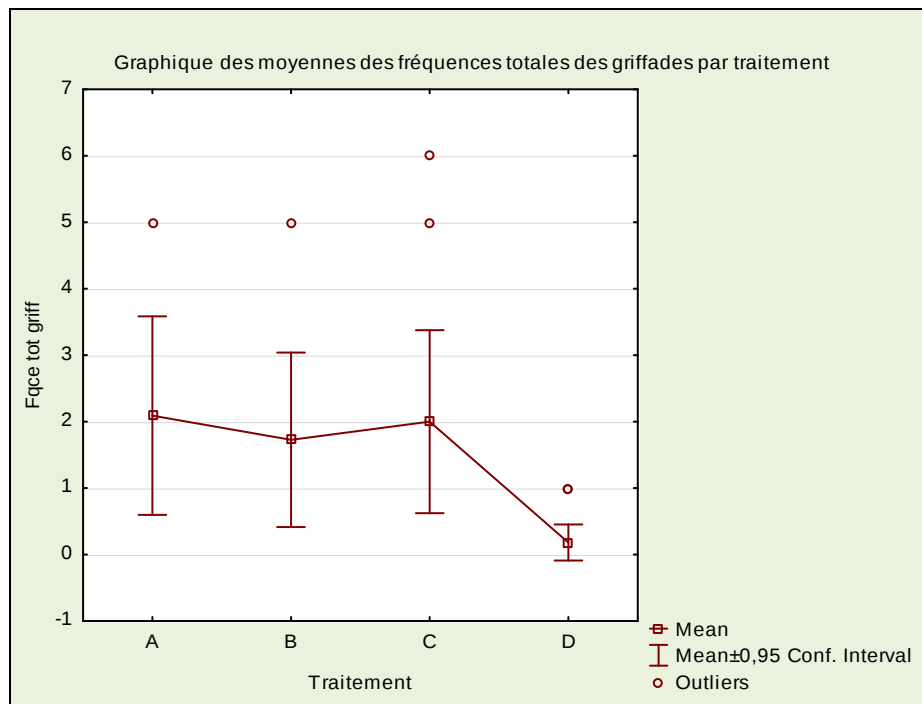
Variable	Traitement=D					
	Statistiques Descriptives					
	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Ecart-Type
griff_tot	11	1,6	0	0	8,5	3,4
freq_griff	11	0,2	0	0	1	0,4
freq_frott	11	0,	0	0	0	0

Nous pouvons constater que les statistiques descriptives étudiées présentent des moyennes pour les traitements A et C (FIS carton et FIS corde respectivement) souvent plus élevées que celles des traitements B et D (Placebo carton et Placebo corde respectivement). En effet, prenons l'exemple de la moyenne de la variable « durée totale griffades sur griffoir (seconde) », on observe une moyenne de 113,5 pour le traitement A et 89,2 pour le traitement C alors que le traitement B a une moyenne de 35,5 et seulement 1,6 pour le traitement D. Ainsi, une première tendance se dégage lors de l'observation de ces données : Il semble y avoir un effet du facteur « traitement ».

Là encore, nous avons vérifié ces résultats avec le logiciel SAS à l'aide de la procédure « proc tabulate » pour accord. On obtient 4 captures d'écran (1 pour chaque traitement) ; résultats identiques à ceux obtenus avec Statistica (voir annexe 10 : sorties SAS).

5. Graphiques par variable des différents traitements





Chaque graphique représente une variable réponse :

- ➔ Durée totale des griffades sur griffoir (en seconde).
- ➔ Fréquence totale griffade sur griffoir (en nombre de fois).
- ➔ Fréquence totale frottement sur griffoir (en nombre de fois).

Ces graphiques confirment nos observations et nous renseignent des « outliers » (observations atypiques). Ainsi, la tendance du facteur « traitement » semble se confirmer à la vue de ces graphiques.

Toujours en observant ces graphiques, on obtient certaines valeurs atypiques. On peut alors se demander si ce sont des valeurs aberrantes. On a alors recherché s'il existait des valeurs aberrantes à l'aide d'Excel en centrant et réduisant chaque donnée. Sont considérées aberrantes toute valeur centrée réduite supérieure à 3 en valeur absolue. Or, aucune de nos valeurs n'est supérieure à 3 (voir annexe 11 tableau des données). Par conséquent, notre jeu de données ne contient pas de valeurs aberrantes.

C.Blocs complets équilibrés sans répétition

1. Vérification des conditions d'application de l'Anova :

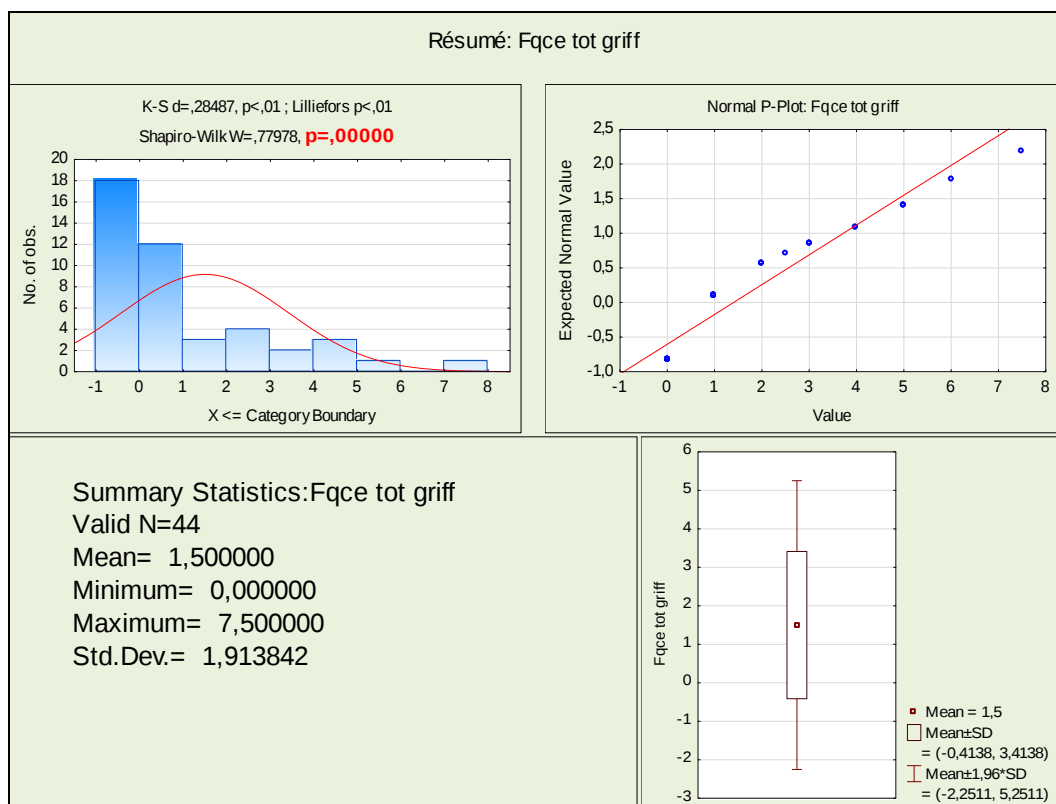
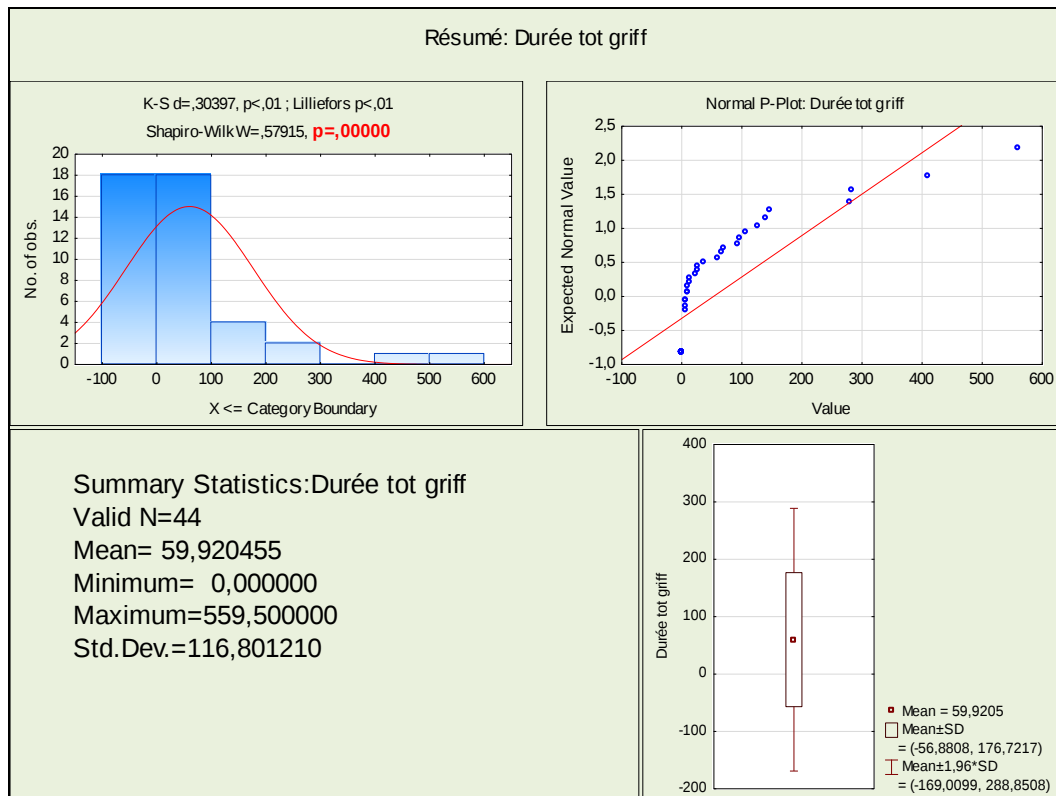
a. Homogénéité des variances (homoscédasticité) :

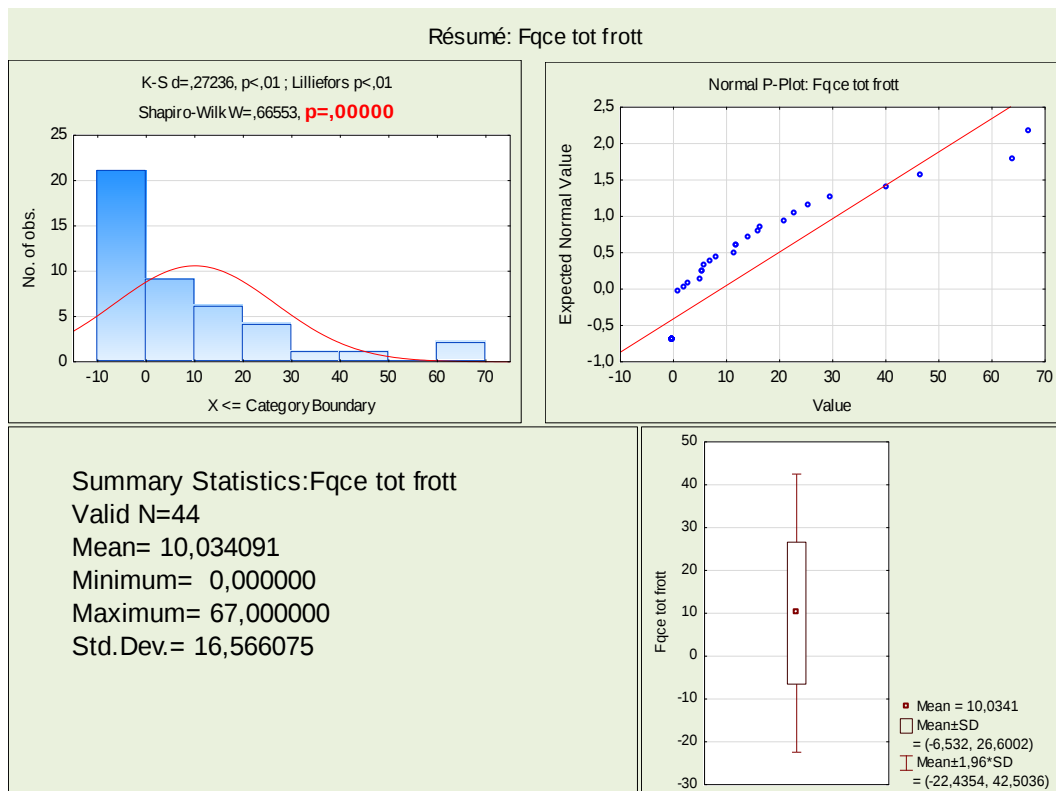
	Tests homogénéités des variances Effet: "Traitement"				
	Hartley	Cochran	Bartlett	ddl	p
griff_tot	2435,45	0,57	69,48	3	0,000
freq_griff	30,20	0,38	21,03	3	0,000
freq_frott		0,42	-6,89	2	1,000

	Tests homogénéités des variances. Effet: Bloc				
	Hartley	Cochran	Bartlett	ddl	p
griff_tot	2403,38	0,49	42,30	10	0,000
freq_griff	33,69	0,23	10,01	10	0,440
freq_frott	66,02	0,31	21,10	10	0,020

Les variances ne sont pas homogènes (hétéroscédasticité) => l'Anova est donc invalide. Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables à l'aide de la macro « % Bartlett » en annexe 9 et trouvé les mêmes résultats (annexe 10). Les conditions de l'Anova ne sont pas vérifiées non plus avec SAS pour les données brutes.

b. Normalité :





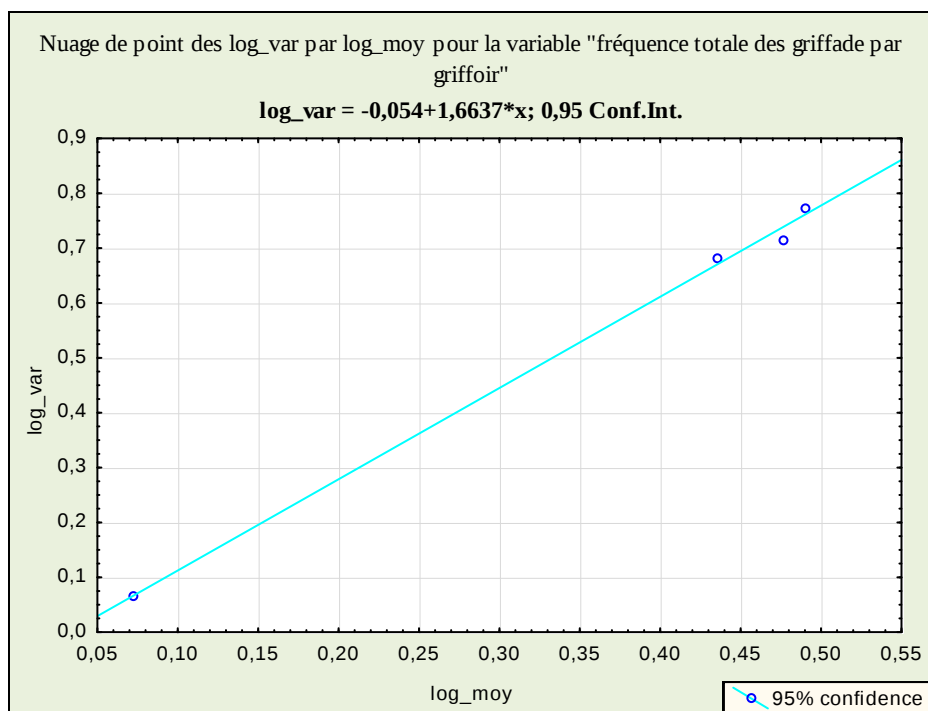
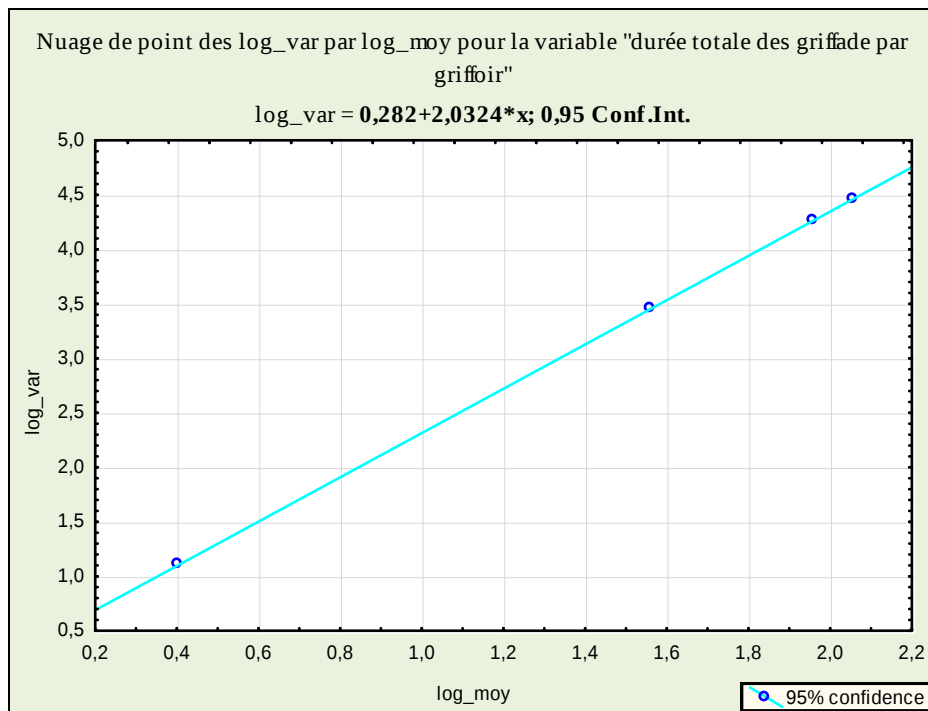
On observe les mêmes conclusions pour la normalité, les conditions ne sont également pas vérifiées.

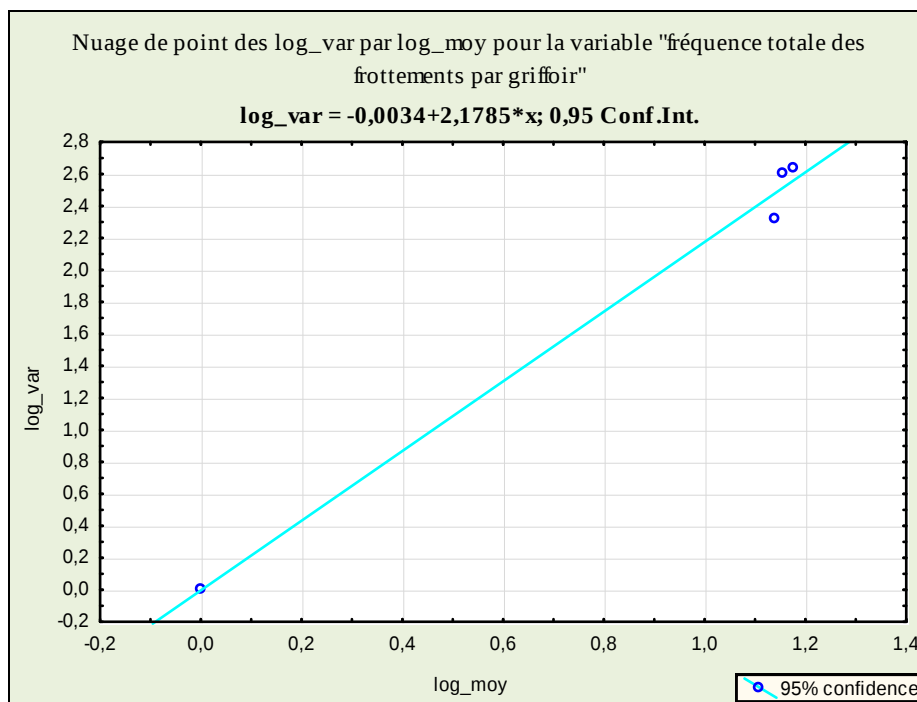
Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables à l'aide de la macro « % normalite » en annexe 9 ainsi que la procédure « proc univariate » et trouvé les même résultats (annexe 10). Les conditions de l'Anova ne sont également pas vérifiées avec SAS pour les données brutes.

Ainsi, nous devons transformer les données pour tenter de satisfaire aux conditions d'application de l'Anova. Nous avons donc calculé le coefficient de variation (CV = écart-type / moyenne) de chaque variable pour observer si la transformation logarithmique est la mieux adaptée. Nous avons fait la même chose pour savoir s'il valait mieux choisir la transformation racine carré (K = variance / moyenne). Ainsi, en comparant les CV et les K obtenus, on se rend compte que les CV sont de meilleures qualités que les K : les CV sont plus constants pour une même variable contrairement aux K.

griff_tot	CV	K	freq_griff	CV	K	freq_frott	CV	K
A	149,56	25378,94	A	106,31	236,3	A	149,74	2976,10
B	149,59	7943,46	B	113,14	221,08	B	147,39	3051,07
C	152,67	20787,52	C	102,47	210,00	C	112,52	1622,82
D	222,52	765,04	D	222,51	90,11	D	#DIV/0!	#DIV/0!

Ensuite, nous avons cherché à confirmer ces résultats avec le diagramme de dispersion (nuage de points avec le logarithme des moyennes en abscisses et le logarithme des variances en ordonnées où la pente du nuage de points permet d’orienter le choix de la transformation, (cf. paragraphe transformations de données page 17). On obtient les nuages de points suivant :





Ainsi, pour chacune des 3 variables réponses, on obtient respectivement un coefficient de régression de 2,03 ; 1,67 et 2,18 (proche de 2). Cela confirme les considérations théoriques. On peut utiliser la transformation logarithmique pour la suite de l'analyse des données dont la formule est : $\log(X + 1)$. On ajoute 1 car on a des valeurs nulles.

Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables (voir annexe 7 pour le programme SAS et l'annexe 10 pour les 3 graphiques de sortie SAS) et on obtient les mêmes résultats.

2. Vérification des conditions de l'Anova sur données transformées

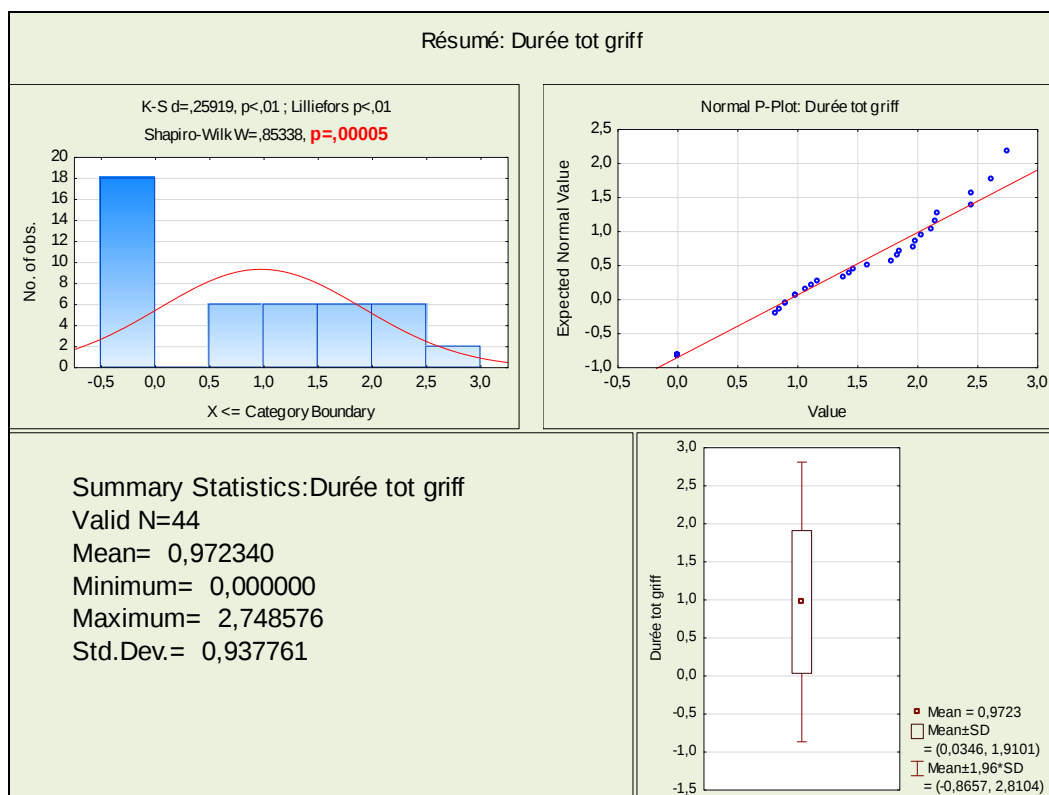
c. Homogénéité des variances (homoscédasticité) :

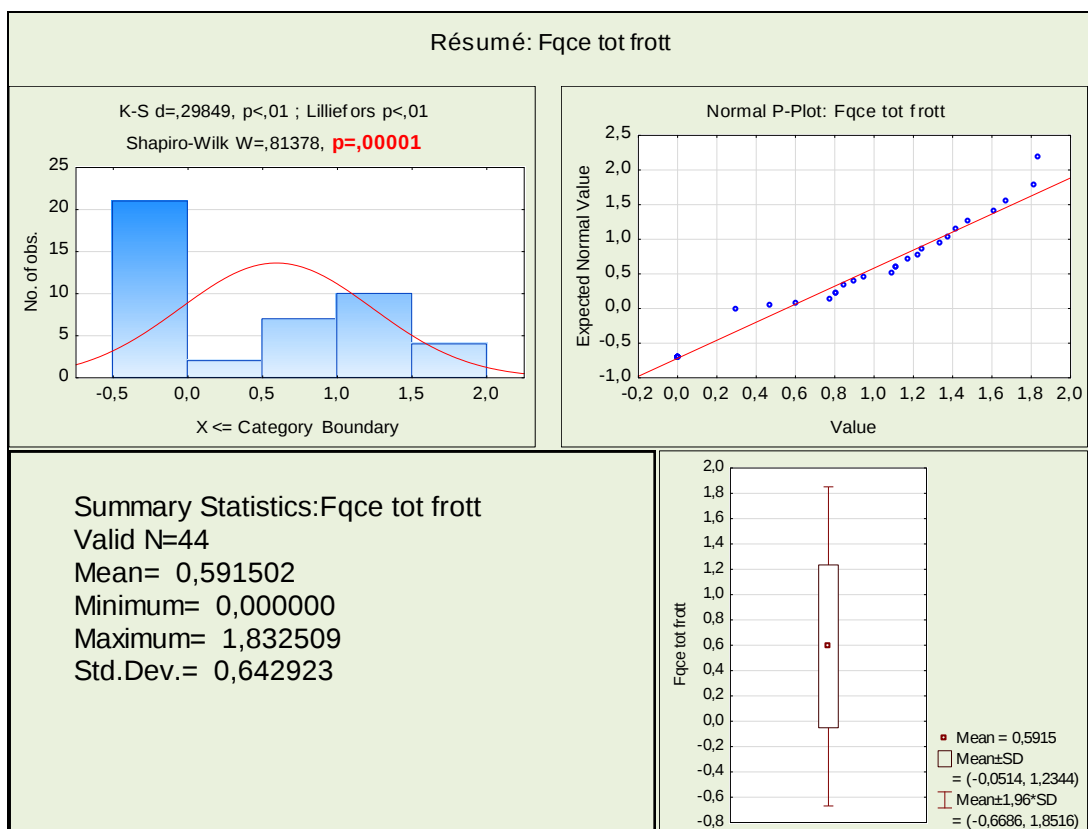
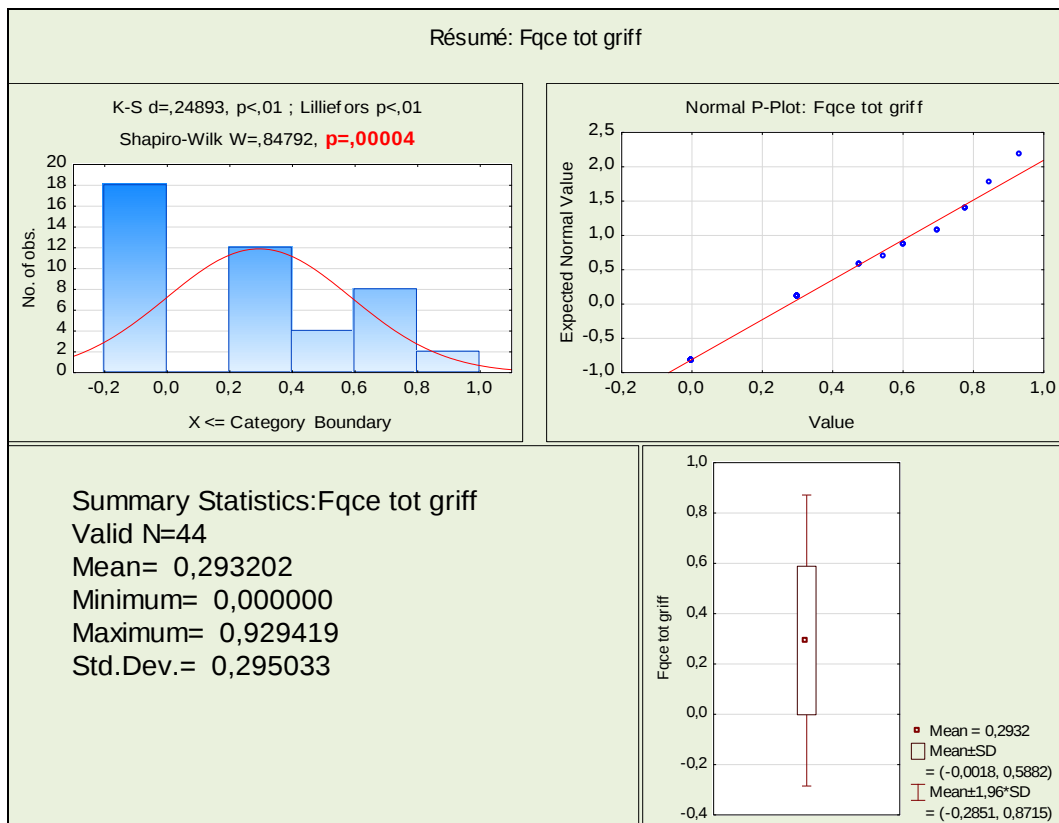
	Tests homogénéités des variances				
	Effet: "Traitement"				
	Hartley	Cochran	Bartlett	ddl	p
griff_tot	6,24	0,38	7,70	3	0,053
freq_griff	7,51	0,39	8,99	3	0,029
freq_frott		0,42	-7,77	2	1

	Tests d'homogénéité des variances				
	Effet: Bloc				
	Hartley	Cochran	Bartlett	ddl	p
griff_tot	6,18	0,17	3,57	10	0,965
freq_griff	5,01	0,13	2,71	10	0,987
freq_frott	3,09	0,15	1,77	10	0,998

Avec Statistica, les variances sont homogènes (homoscedasticité) pour le facteur « Bloc ». Pour le facteur « traitement », la variable « fréquence totale des griffes » expose encore des variances hétérogènes (hétéroscedasticité) => l'Anova est donc invalide. Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables à l'aide de la macro « % Bartlett » en annexe 9 => obtention des mêmes résultats. Les conditions de l'Anova ne sont pas vérifiées non plus avec SAS pour les données transformées et pour une variable en particulier.

d. Normalité :





On observe une fois de plus que la normalité n'est pas vérifiée que ce soit avec les données brutes ou avec les données transformées. En vérifiant avec SAS, on obtient les mêmes résultats (voir annexe 10 Sorties SAS).

Les conditions de l'Anova sont meilleures avec les données transformées qu'avec les données brutes quel que soit le logiciel utilisé (pour l'homoscédasticité). L'Anova est relativement robuste à la non normalité des données (D. Howell, 1998). L'Anova n'est pas valide pour la variable réponse « fréquence totale des griffades » (hétéroscédasticité). Néanmoins, nous allons tout de même l'effectuer pour cette variable et nous confirmerons ensuite les résultats obtenus avec l'utilisation de l'approche non paramétrique. En effet, à la place de l'Anova sera effectué le test de Friedman sur données brutes pour chaque variable. L'effet des facteurs « traitement » puis « bloc » seront recherchés.

3. Recherche de l'effet principal du facteur « Traitement » et du facteur « Bloc » → Anova.

Effet	Résultats univariés → Anova : Griff_tot				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	41,6	41,6	55,83	0,000
Traitement	3	12,07	4,02	5,4	0,004
Bloc	10	3,39	0,34	0,46	0,905
Erreur	30	22,35	0,75		
Total	43	37,81			

Effet	Résultats univariés → Anova : Freq_griff				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	3,78	3,78	44,64	0,000
Traitement	3	0,88	0,29	3,46	0,029
Bloc	10	0,32	0,03	0,38	0,946
Erreur	30	2,54	0,08		
Total	43	3,74			

Effet	Résultats univariés → Anova : Freq_frott				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	15,39	15,39	41,20	0,000
Traitement	3	5,24	1,75	4,67	0,009
Bloc	10	1,33	0,13	0,36	0,956
Erreur	30	11,21	0,37		
Total	43	17,77			

D'après les tableaux de l'Anova, nous observons un effet significatif du facteur « Traitement ». En effet, la valeur de p est inférieure à 0,05 (seuil de significativité fixé classiquement à 0,05) quelle que soit la variable réponse étudiée.

En revanche, nous pouvons également observer qu'il n'y a aucune significativité pour le facteur « Bloc ». En effet, quelle que soit la variable réponse étudiée, la valeur de p est toujours supérieure à 0,05 (seuil de significativité).

L'Anova a aussi été réalisée avec SAS à l'aide de la procédure « proc glm » pour vérifier les résultats (voir annexe 7 et 10 programme SAS et sorties SAS).

On observe les mêmes conclusions avec SAS : effet du facteur « Traitement » et aucun effet du facteur « Bloc » quelle que soit la variable réponse.

Rappelons que l'effet du facteur « bloc », à caractère aléatoire, contrôle la potentielle hétérogénéité d'un chat à l'autre mais regroupe aussi certainement toute une série de facteurs très divers correspondant à des facteurs de variabilité opératoire ; ce contrôle aboutit à l'obtention d'une plus grande puissance dans la recherche des différences entre traitements. Le gain en puissance dépend directement de l'importance de l'hétérogénéité des résultats entre les divers sous-groupes (Lellouch J. & Lazar P. 1976). Or ici, l'effet du facteur « bloc » est non significatif : en conséquence, on ne peut plus parler de gain de puissance puisque les sous-groupes ne sont pas significativement différents. Nous allons simplifier le modèle en retirant l'effet du facteur « bloc » de ce dernier pour la recherche des différences entre traitements. Nous obtenons alors les tableaux de l'Anova suivant :

Effet	Résultats univariés → Anova : Griff_tot				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	41,6	41,6	64,63	0,000
Traitement	3	12,07	4,02	6,25	0,001
Error	40	25,75	0,64		
Total	43	37,81			

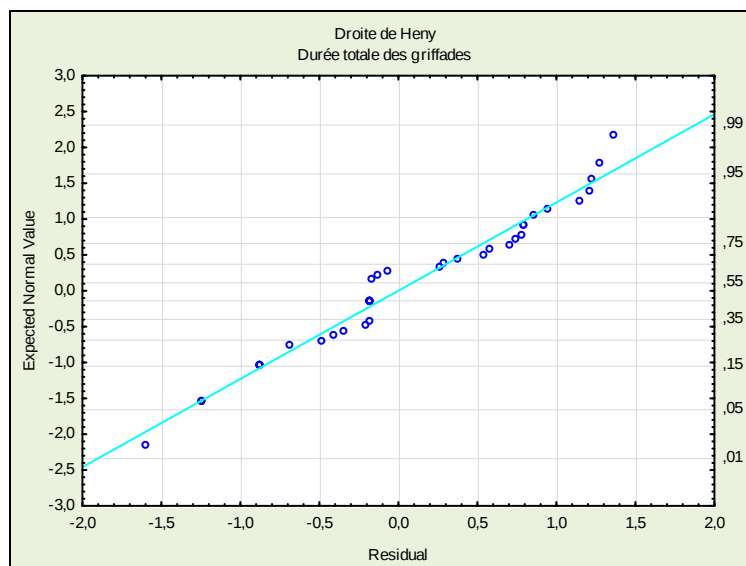
Effet	Résultats univariés → Anova : Freq_griff				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	3,78	3,78	52,83	0,000
Traitement	3	0,88	0,29	4,09	0,013
Error	40	2,86	0,07		
Total	43	3,74			

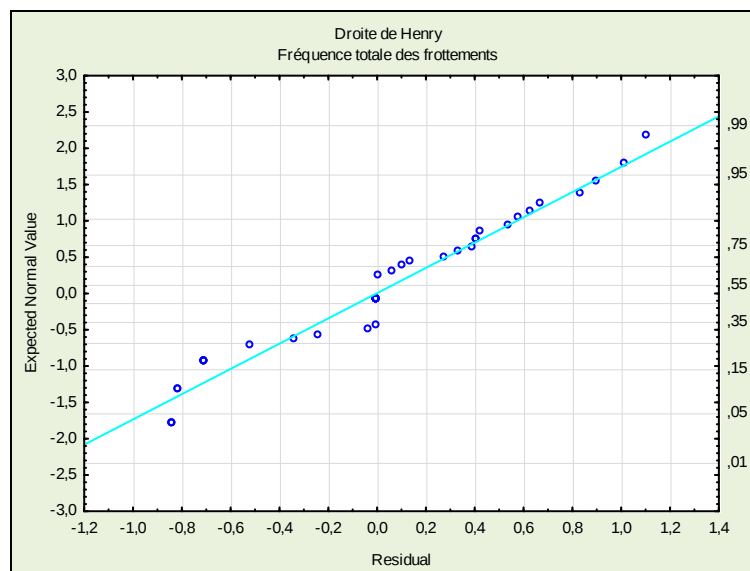
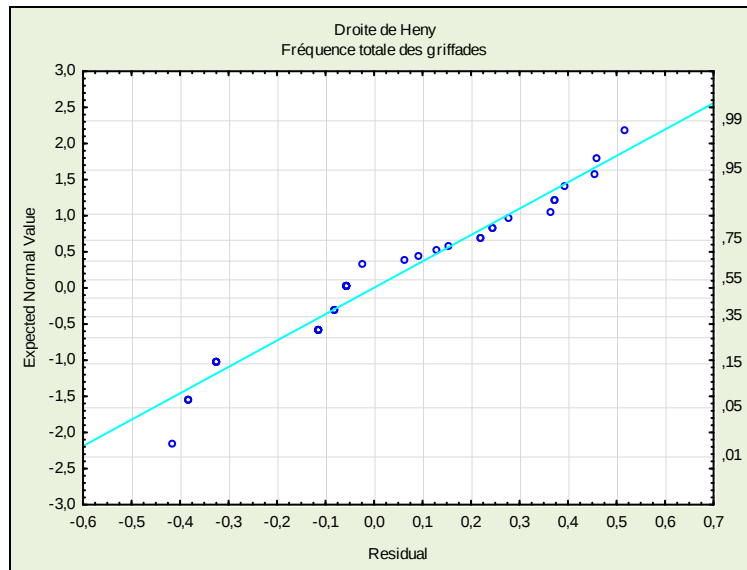
Effet	Résultats univariés → Anova : Freq_frott				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	15,39	15,39	49,12	0,000
Traitement	3	5,24	1,75	5,57	0,003
Error	40	12,54	0,31		
Total	43	17,77			

Le modèle est donc simplifié et l'effet du facteur « traitement » est nettement marqué avec notamment une valeur de p inférieure à 0.01 pour la variable réponse « durée totale des griffades ». On observe bien que l'Anova a gagné en puissance en retirant le facteur « bloc » non significatif.

Rappelons que les résultats obtenus à partir du modèle Anova pour la variable réponse « fréquence totale des griffades » doivent être interprétés avec précaution puisque les conditions d'application de l'Anova ne sont pas vérifiées ; les résultats du test de Friedman pour cette variable sont à préférer en conséquence. En revanche, pour le paramètre principal de l'étude (variable durée totale des griffades par griffoir en secondes), les conditions de l'Anova étaient valides donc il semble y avoir un effet significatif du facteur « Traitement » pour la variable cible.

Vérifions maintenant la normalité des résidus en traçant les droites de Henry pour chacune des variables réponses étudiées :





Vérification également de la normalité des résidus à l'aide du test de Shapiro-Wilk à l'aide du logiciel SAS:

Résidus griff tot			
Test	-Statistique-		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.981823	Pr < W 0.7067
Kolmogorov-Smirnov	D	0.072362	Pr > D >0.1500

Résidus freq griff			
Test	-Statistique-		-Seuil de significativité-
Shapiro-Wilk	W	0.973669	Pr < W 0.4049
Kolmogorov-Smirnov	D	0.080355	Pr > D >0.1500

Résidus freq frott				
Test	-Statistique--		-Seuil de significativité-	
Shapiro-Wilk	W	0.968373	Pr < W	0.2648
Kolmogorov-Smirnov	D	0.110571	Pr > D	>0.1500

Ainsi, nous pouvons constater que la normalité des résidus est vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk ainsi qu'avec le test de Kolmogorov-Smirnov.

4. Test de comparaison de moyennes multiple de Newman-Keuls

Les comparaisons 2 à 2 à l'aide de test de comparaison de moyennes multiple *a posteriori* sont effectuées pour le facteur « traitement » à l'aide du test de comparaison de moyennes multiple de Newman-Keuls.

Test de Newman-Keuls totale des griffades par griffoir (en seconde)				
Traitement	A	B	C	D
	1,59	0,88	1,24	0,18
A		0,11	0,32	0,00
B	0,11		0,29	0,04
C	0,32	0,29		0,01
D	0,00	0,04	0,01	

Test de Newman-Keuls Fréquence totale des griffades par griffoir (en nombre)				
Traitement	A	B	C	D
	0,41	0,32	0,38	0,05
A		0,72	0,8	0,02
B	0,72		0,61	0,02
C	0,8	0,61		0,02
D	0,02	0,02	0,02	

Test de Newman-Keuls Fréquence totale des frottements par griffoir (en nombre)				
Traitement	A	B	C	D
	0,82	0,71	0,84	0
A		0,66	0,92	0,00
B	0,66		0,85	0,01
C	0,92	0,85		0,01
D	0,00	0,01	0,01	

Le test de Newman-Keuls confirme les résultats de l'Anova. En effet, il semble y avoir un effet du facteur « Traitement » et des différences entre les griffoirs A et D, B et D puis C et D.

Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables. Avec SAS, Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes. Ainsi, on observe les mêmes différences pour les mêmes variables réponses étudiées (voir annexe 10 sorties SAS).

5. Test non paramétrique de Friedman pour remplacer l'Anova (effet du facteur « Traitement »)

Variable	Test de Friedman Khi deux = 10,69 p = 0,014			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Durée tot griff A	3,14	34,5	113,45	169,69
Durée tot griff B	2,59	28,5	35,5	53,1
Durée tot griff C	2,77	30,5	89,18	136,16
Durée tot griff D	1,5	16,5	1,55	3,44

Variable	Test de Friedman Khi deux = 9,31 p = 0,025			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Fqce tot griff A	2,91	32	2,09	2,22
Fqce tot griff B	2,68	29,5	1,73	1,95
Fqce tot griff C	2,86	31,5	2	2,05
Fqce tot griff D	1,55	17	0,18	0,4

Variable	Test de Friedman Khi deux = 12,09 p = 0,007			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Fqce tot frott A	2,95	32,5	13,27	19,88
Fqce tot frott B	2,55	28	14,05	20,70
Fqce tot frott C	3,05	33,5	12,82	14,42
Fqce tot frott D	1,45	16	0	0

D'après ces tableaux du test de Friedman, nous pouvons observer un effet significatif du facteur « Traitement ». D'après le test de Friedman, nous pouvons conclure qu'il y a un effet significatif du facteur « Traitement ».

Ainsi, nous pouvons maintenant regarder s'il y a un effet significatif du facteur « Bloc ».

6. Test non paramétrique de Friedman pour remplacer l'Anova (effet du facteur « Bloc »)

Variable	Test de Friedman Khi deux = 6,71 p = ,753			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Durée tot griff BARBOUILLE	6,5	26	40	41,04
Durée tot griff BATCAT	4,75	19	18	32,12
Durée tot griff BETTYBOOP	6,25	25	40,5	59,12
Durée tot griff BULMA	7,38	29	44,25	65,23
Durée tot griff ECAILLE	5,25	21	139,88	279,75
Durée tot griff EDELWEISS	7	28	141,38	163,25
Durée tot griff ENCRE	6	24	51,75	69,51
Durée tot griff GOURMANDE	4	16	4,38	5,71
Durée tot griff GUIMAUVE	8,13	32,5	127,75	192,19
Durée tot griff GUINNESS	4,75	19	28,5	52,44
Durée tot griff PERLE	6	24	22,75	32,31

Variable	Test de Friedman Khi deux = 5,35 p = ,867			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Fqce tot griff BARBOUILLE	6,5	26	1,75	1,5
Fqce tot griff BATCAT	5,5	22	1,5	2,38
Fqce tot griff BETTYBOOP	6	24	1,5	1,73
Fqce tot griff BULMA	6,63	26,5	1,5	1,73
Fqce tot griff ECAILLE	5	20	1,25	2,5
Fqce tot griff EDELWEISS	4,88	19,5	0,75	0,96
Fqce tot griff ENCRE	6,38	25,5	1,38	1,60
Fqce tot griff GOURMANDE	4,38	17,5	0,5	0,58
Fqce tot griff GUIMAUVE	8,13	32,5	2,25	2,63
Fqce tot griff GUINNESS	5,63	22,5	1,5	2,38
Fqce tot griff PERLE	7	28	2,63	3,35

Variable	Test de Friedman Khi deux = 4,65 p = ,913			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Fqce tot frott BARBOUILLE	7,25	29	10	9,86
Fqce tot frott BATCAT	5,25	21	4,75	5,85
Fqce tot frott BETTYBOOP	5,75	23	11	19,37
Fqce tot frott BULMA	4,63	18	5,25	10,5
Fqce tot frott ECAILLE	5,5	22	16,75	33,5
Fqce tot frott EDELWEISS	7,25	29	15,75	21,93
Fqce tot frott ENCRE	5,25	21	3,5	4,12
Fqce tot frott GOURMANDE	6	24	17,25	31,26
Fqce tot frott GUIMAUVE	5,75	23	6,88	12,45
Fqce tot frott GUINNESS	5,75	23	5,38	7,54
Fqce tot frott PERLE	7,63	30	13,88	12,11

D'après ces tableaux du test de Friedman, nous pouvons observer qu'il n'y a pas d'effet significatif du facteur « Bloc ». En effet, la valeur de p est largement supérieure au seuil de significativité de 0,05 pour chacune des variables réponses étudiées.

D'après le test de Friedman, nous pouvons conclure qu'il n'y a pas d'effet significatif du facteur « Bloc ».

Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables. Ainsi, nous pouvons observer les mêmes conclusions avec SAS : effets significatifs du facteur « Traitement » (voir annexe 10 sorties SAS).

Nous sommes également intéressés par la recherche de la texture des griffoirs tous produits confondus, par l'influence du produit testée (FIS) toutes textures confondues ainsi que par l'interaction Texture*Produit : une Anova semble indiquée pour répondre à cette problématique.

7. Modèle d'Anova à 2 facteurs « texture » et « produit »

Nous travaillons sur le jeu de données transformées car les conditions sont meilleures par rapport aux données brutes : en effet, nous avons vérifié la normalité et l'homogénéité des variances (voir annexe 10 sorties SAS) : les conditions ne sont pas vérifiées pour la variable « fréquence totale des griffades » seulement. Ainsi, nous obtenons le tableau suivant (l'effet du facteur « Bloc » était non significatif, il a été retiré pour simplifier le modèle comme précédemment) :

Effet	Résultats univariés → Anova : Griff_tot				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	41,6	41,6	64,63	0,000
texture	1	3,00	3,00	4,67	0,037
produit	1	8,72	8,72	13,55	0,001
produit*texture	1	0,34	0,34	0,53	0,471
Error	40	25,75	0,64		
Total	43	37,81			

Effet	Résultats univariés → Anova : Freq_griff				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	3,78	3,78	52,83	0,000
texture	1	0,24	0,24	3,42	0,072
produit	1	0,48	0,48	6,67	0,014
produit*texture	1	0,16	0,16	2,19	0,147
Error	40	2,86	0,07		
Total	43	3,74			

Effet	Résultats univariés → Anova : Freq_frott				
	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Interception	1	15,4	15,4	49,12	0,000
texture	1	1,3	1,3	4,14	0,049
produit	1	2,46	2,46	7,86	0,008
produit*texture	1	1,48	1,48	4,72	0,036
Error	40	12,54	0,31		
Total	43	17,77			

Ces tableaux montrent un effet significatif du facteur « produit ». On observe également un effet significatif du facteur « texture ». En revanche, l'interaction texture*produit n'est pas significative pour deux des trois variables réponse seulement. Et elle est surtout non significative pour la variable cible (durée totale des griffades en secondes) : il est en conséquence possible d'affirmer que le produit fonctionne quelle que soit la texture du griffoir.

Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS pour chacune des variables. Ainsi, nous pouvons observer les mêmes conclusions avec SAS (voir annexe 10 sorties SAS).

D. Préférence des chats

1. Test de Friedman pour le facteur « Traitement »

Nous avons créé quatre variables à partir des durées totales des griffades par griffoir (une pour chaque traitement). Ainsi, on a établi un classement (de 1 à 4) où le griffoir le plus griffé a été noté 1 et le moins griffé a obtenu la note de 4. Nous effectuons donc le test de Friedman sur ces variables (cf. paragraphe variables réponses).

Variable	Test de Friedman Khi deux = 10,69 p = ,014			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Score A	1,86	20,5	1,86	0,84
Score B	2,41	26,5	2,41	1,14
Score C	2,23	24,5	2,23	1,13
Score D	3,5	38,5	3,5	0,39

Nous pouvons observer que les colonnes « moyenne des rangs » et « moyenne » sont identiques car ces variables ont été construites en calculant les rangs. On observe une valeur de p inférieure au seuil de significativité de 0,05. Nous pouvons donc effectuer un test de Wilcoxon pour échantillons appariés pour départager les griffoirs par paire.

Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS. Ainsi, on obtient la même conclusion: p est inférieur à 0,05 (voir annexe 10 sorties SAS), donc on peut effectuer le test de Wilcoxon.

2. Test de Wilcoxon

Comme le test de Friedman est significatif, nous effectuons le test de Wilcoxon pour échantillons appariés afin d'observer s'il y a des différences significatives pour les différentes comparaisons souhaitées (A vs B, A vs C, A vs D, B vs C, B vs D et C vs D). On rappelle que l'on doit utiliser la correction de Bonferroni. Son principe permet d'éviter les accumulations d'erreur en divisant le seuil de significativité alpha, par le nombre de tests réalisés. Dans notre étude, pour une variable à quatre modalités A, B, C et D liées significativement avec les variables à expliquer, six comparaisons (voir ci-dessus) ont été réalisées donc le seuil alpha de 0.05 a été divisé par 6. Le nouveau seuil de significativité requis est donc de 0,008. On obtient ainsi le tableau suivant :

Variables par paire	Test de Wilcoxon Test significatif pour p < 0,008			
	Effectif	T	Z	p-value
Score A & Score B	11	19,5	1,20	0,230
Score A & Score C	11	23,5	0,84	0,398
Score A & Score D	10	0	2,80	0,005
Score B & Score C	10	24	0,36	0,721
Score B & Score D	7	1	2,2	0,028
Score C & Score D	9	2	2,43	0,015

Il y a donc une différence significative entre les griffoirs A et D.

Nous avons quand même vérifié ces résultats avec SAS. On tire exactement les mêmes conclusions entre les deux logiciels puisque avec la correction de Bonferroni, la seule différence significative notable est entre les griffoirs A et D.

3. Test de Friedman pour le facteur « Bloc »

Nous avons créé 11 variables à partir des durées totales des griffades par griffoir (une pour chaque bloc). Ainsi, on a établi un classement (de 1 à 4) où le griffoir le plus griffé a été noté 1 et le moins griffé a obtenu la note de 4. Nous effectuons donc le test de Friedman sur ces variables (cf. paragraphe variables réponses).

Variable	Test de Friedman Khi deux = 1,31 p = 0,999			
	Moyenne des rangs	Somme des rangs	Moyenne	Ecart-Type
Score BARBOUILLE	6,88	27,5	2,5	1,29
Score BATCAT	6,13	24,5	2,5	1,22
Score BETTYBOOP	6,75	27	2,5	1,29
Score BULMA	5,5	22	2,5	1,29
Score ECAILLE	4,88	19,5	2,5	1
Score EDELWEISS	6,13	24,5	2,5	1,22
Score ENCRE	5,75	23	2,5	1,22
Score GOURMANDE	5,88	23,5	2,5	1,22
Score GUIMAUVE	5,63	22,5	2,5	1,29
Score GUINNESS	6,13	24,5	2,5	1,22
Score PERLE	6,38	25,5	2,5	1,29

On observe une valeur de p largement supérieure au seuil de significativité de 0,05, il n'y a pas d'effet du facteur « bloc ».

On peut donc conclure que les chats ont une préférence pour le griffoir A. Cela démontre bien l'influence de l'effet du traitement. En revanche, il n'y a pas d'influence sur l'effet du bloc c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence significative entre chats.

Discussion

L'interprétation des résultats devrait être réalisée sur données transformées comme suit :

Pour estimer les moyennes, exprimer leurs différences ou leurs rapports à partir de données transformées, la solution la plus adéquate selon Dagnélie, 1998 est de considérer les différences de logarithme et de revenir à des rapports de moyennes par la transformation inverse (cf. annexe 12).

Ainsi et pour la variable cible, le griffoir placebo corde permet d'obtenir une durée de griffades égale à 2.2% de la durée de griffades relevée sur le griffoir FIS carton (cf. annexe 12 pour l'interprétation des deux autres variables réponse).

Dans la suite de la discussion et pour plus de lisibilité, les résultats seront commentés à l'aide de statistiques descriptives obtenues à partir des données brutes. De plus, l'interprétation de ces derniers sera principalement centrée sur la variable cible « durée totale des griffades par griffoir (en seconde) » car elle est le témoin choisie dès le départ de l'efficacité du produit testé.

Les résultats montrent un effet significatif du facteur traitement. En effet, les chats ont nettement préféré le griffoir carton/FIS (griffé en moyenne 113,5 secondes). Ils ont ensuite opté pour le griffoir corde/FIS (griffé en moyenne 89,2 secondes) puis pour le griffoir carton/placebo (griffé en moyenne 35,5 seconde). Enfin, les chats n'étaient vraiment pas attirés par le griffoir corde/placebo (griffé seulement 1,6 seconde en moyenne). Ce dernier est significativement différent des 3 autres griffoirs (cf. paragraphe 4 p46 résultats du test de comparaison de moyennes multiple de Newman-Keuls). Cependant, il semblerait que le FIS, quelle que soit la texture, a réussi à diriger le comportement de griffade sur les 2 griffoirs où elle a été déposée.

Ensuite, nous avons observé un effet non significatif du facteur Bloc. Cela veut donc dire qu'il n'y a pas de différence entre les chats. L'hétérogénéité envisagée entre les différents sous-groupes n'est pas vérifiée et a conduit à la simplification du modèle : retrait du facteur Bloc.

Nous avons également recherché les effets des facteurs « texture » et « produit » à l'aide d'un modèle complet d'Anova à deux facteurs. Ainsi, nous avons constaté un effet significatif du facteur produit (les griffoirs ayant reçu le FIS ont été griffé 202,7 secondes en moyenne alors que les griffoirs ayant reçu le

placebo ont été griffé 37,1 secondes en moyenne). Cela confirme les suppositions évoquées précédemment. Egalement, un effet significatif du facteur texture est observé (les griffoirs cartons ont été griffé 149 secondes en moyenne alors que les griffoirs cordes ont été griffé 90,8 secondes en moyenne) : les chats s'approchent de la texture « préférée » (le carton) de façon similaire en présence ou non de le FIS. Ce modèle complet d'analyse de variance a deux facteurs révèle un effet non significatif de l'interaction texture*produit. Cela démontre bien que le produit fonctionne toutes textures confondues et que la texture a une influence quelle que soit le produit associé.

Ainsi, utiliser une surface appréciée par le chat avec une phéromone qui redirige le comportement de griffade peut être un moyen à prendre en compte pour optimiser le contrôle des griffades inappropriées.

Cette étude a été réalisée sans répétition car nous ne disposions pas d'une zone de test aux dimensions autorisant le test de plus de 4 griffoirs par chat. De plus en augmentant le nombre de griffoirs, la durée de l'épreuve serait ainsi plus importante pour permettre aux chats d'exprimer leur comportement de griffades : à une durée de test augmentée peut correspondre une source de stress augmentée. En résumé, nous avons procédé de la sorte car le plan utilisé répondait de manière optimale à une grande partie des contraintes de la problématique et aux moyens dont on disposait pour y répondre. Ainsi, l'absence de répétitions au sein de chaque bloc entraîne l'impossibilité du test de l'interaction Bloc*Traitement. On est dès lors obligé de supposer que l'interaction est non significative. Lorsque l'interaction est significative, la différence entre les traitements n'est pas la même d'un chat à l'autre. Dans notre exemple, nous avons constaté une nette préférence des chats pour le griffoir A (et notamment pour les griffoirs ayant reçu le FIS et pour les griffoirs en carton, paragraphe préférence des chats page 48). Ainsi, on peut supposer que la différence entre les traitements est constante d'un chat à l'autre, en d'autres termes qu'il n'y a pas d'interaction significative Bloc*Traitement.

Pour optimiser cette expérience, il aurait été très intéressant de travailler avec des répétitions, c'est-à-dire par exemple toujours les 12 chats mais que chaque bloc soit composé de 12 griffoirs (3 griffoirs pour chaque traitement par exemple). Il aurait alors été possible de tester l'interaction bloc*traitement. En conséquence, le plan correspondrait à un plan en blocs complets avec répétitions.

L'essai a été réalisé dans des conditions contrôlées pour pouvoir mesurer des paramètres précis. Elle ouvre la perspective de la réalisation d'une étude clinique pour tester différentes textures de griffoir directement chez les propriétaires subissant le problème de griffade inappropriée en présence de phéromones.

D'autres questions peuvent également être intéressante, notamment sur la préférence du chat, en proposant d'autres types de support tels que le bois ou encore un support spécial en tissus.

Conclusion :

Pour conclure et répondre à la problématique de l'étude, on peut affirmer que les chats ont préféré les griffoirs en carton et notamment en présence de le FIS.

Ainsi, nous pouvons recommander des griffoirs FIS carton aux propriétaires de chats. En effet, même si les griffoirs en carton reviennent légèrement plus cher pour le propriétaire (rapport prix/durabilité supérieur pour le carton), ils sont plus efficaces.

Ce stage de 10 semaines dans cet institut m'a beaucoup enrichi. C'est ma première expérience professionnelle dans mon domaine d'activité et ce fut une chance pour moi de pouvoir découvrir le milieu de la recherche scientifique. De plus, j'ai pu mettre en application des connaissances acquises en statistiques pendant les deux ans du DUT STID et apprendre de nouvelles notions. Ce stage m'a conforté dans le choix de continuer dans cette voie.

Lexique

C

Corticoïdes : désignent à la fois des hormones naturelles et des médicaments anti-inflammatoires.

E

Ethologie : C'est l'étude du comportement des diverses espèces animales dans leur milieu naturel.

G

Galénique : Une forme galénique (ou forme pharmaceutique ou encore forme médicamenteuse), désigne la forme individuelle sous laquelle sont mis les principes actifs et les excipients (matières inactives) pour constituer un médicament.

O

Olfactif : relatif à l'odorat, sens de l'homme et de l'animal qui permet de percevoir les odeurs.

Ostensile : Que l'on ne cache pas ou que l'on désire montrer.

P

PhD : doctorat de recherche, qui est l'aboutissement d'un premier travail de recherche original, suivi de la rédaction d'une thèse et de sa soutenance devant un jury académique.

Placebo : médicament sans principe actif. Il n'a donc de ce fait aucun effet pharmacologique dans la pathologie qu'il est censé traiter.

Phéromone : substance chimique émises par la plupart des animaux, et certains végétaux, et qui agissent comme des messagers entre les individus d'une même espèce.

Physiologie : partie de la biologie qui étudie les fonctions et les propriétés des organes et des tissus des êtres vivants. Elle s'applique aussi bien au règne animal qu'au règne végétal.

Phytothérapeutique : la phytothérapie est le traitement des maladies par les plantes.

Psychotrope : substance qui agit principalement sur l'état du système nerveux central en y modifiant certains processus biochimiques et physiologiques cérébraux, sans préjuger de sa capacité à induire des phénomènes de dépendance, ni de son éventuelle toxicité.

S

Sémiochimique : qualifie une substance chimique émise par une plante ou un animal dans l'environnement et qui a valeur de signal entre les êtres vivants.

T

Tryptophane : acide aminé, qui dans sa configuration est l'un des 22 acides aminés constituant des protéines.

V

Verum : médicament ayant une action pharmacologique prouvée.

Bibliographie

Aron S., Passera L. - Les sociétés animales - DeBoeck Université, Bruxelles, 336 p., 2000.

Arnaud L, Detrain C, Gaspar C & Haubruge E. 2003. *Insectes et communications*. Le journal des ingénieurs 87:25-28.

Bouvenot G, Vray M. *Essais cliniques : théorie, pratique et critique*. Paris: Médecines-Sciences Flammarion; 1996.

Bouyer J : Méthodes Statistiques. Médecine – Biologie. ESTEM, Les Editions INSERM, 1996.

Code rural et de la pêche maritime, arrêté du 1^{er} février 2013 concernant l'évaluation éthique et l'autorisation des projets impliquant l'utilisation d'animaux dans des procédures expérimentales ; NOR : AGRG1238767 A

Cozzi A, Lecuelle CL, Monneret P, Articlaux F, Bougrat L, Mengoli M, Pageat P. The induction of scratching behaviour in cats: efficacy of synthetic feline interdigital semiochemical. *J Feline Med Surg*. In press (2013).

Dagnelie P. – Statistique théorique et appliquée (tome 2) – 2011

Giffroy J.M. (Prof. Université de Namur, Belgique) - L'éthogramme du chat - 3^{ème} cycle professionnel des écoles nationales vétérinaires, Toulouse, 2000.

Goldberg - Les Sociétés animales. Communication, hiérarchie, territoire, sexualité, Delachaux et Niestlé, 1998.

Howell D., Méthodes statistiques en sciences humaines, De Boeck Université, 1998.

Laplanche A., Com-Nougué C. Flamant R. Méthodes statistiques appliquées à la recherche clinique : Médecine – sciences Flammarion, 1987.

Lehn JM& Pousse A. 1997. *La chimie supramoléculaire : concepts et perspectives*. DeBoeck Université, Bruxelles, 288p.

Lellouch J., Lazar P. : Méthodes Statistiques en expérimentation biologique. Flammarion Médecine – Sciences. Paris 1976.

Martin P. & Bateson P., 1996, *Measuring Behaviour. An introductory guide*, Cambridge University Press.

Mengoli, M., Mariti, C., Cozzi, A., Cestarollo, E., Lafont-Lecuelle, C., Pageat, P., Gazzano, A. 2013. Scratching behaviour and its features: a questionnaire-based study in an Italian sample of domestic cats. *Journal of feline medicine and surgery*.

Pageat P. 2002. Intérêt de l'utilisation des phéromones en élevage. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 88(4):47-51.

Pageat P. & Gaultier E. 2003. Current research in canine and feline pheromones. *The Veterinary Clinics Small Animal Practice* 33: 187-211.

Pageat P. & Crowell-Davis S. In: BSAVA Manual of Behavioural Medicine. Mills D., Horvitz D. (Eds). BSAVA. In Press.

Saporta G. (1990) - Probabilité, analyse des données et statistique, Technip, Paris.

Siegel et Castellan: NonParametric Statistics For the Behavioral Sciences, 1956.

Wyatt TD. 2003. *Pheromones and animal behaviour: communication by smell and taste*. Cambridge University Press, 391p.

Zumdahl SS. 1999. *Chimie générale 2^{ème} édition*. DeBoeck Université, Bruxelles, 512p.

Annexes

Annexe 1 : Liste des chats

Nom	Chatterie	Age	Sexe	N° puce
Guiness	7	22/07/2011	M	250269500465488
Ecaille	6	14/06/2009	F	250269500292699
Guimauve	6	11/05/2011	F	250269500465485
Edelweiss	5	14/06/2009	F	250269500292704
Encre	4	14/06/2009	MC	250269500465486
Perle	3	2005	F	250269009395556
Bulma	3	16/05/2006	F	250269600944347
Betty Boop	3	16/05/2006	F	250269600928897
Rose	3	2005	F	250269800733510
Gourmande	3	2005	F	250269800798981
Barbouille	2	16/05/2006	M	250269600930134
Batcat	2	16/05/2006	M	250269600928032

Annexe 2 : Fiches d'observations vidéo essai

Passage n° :

Date :

Chat :

Technicien :

PM

MD

Choix 1er griffoir (**A, B, C, D** ou **NON**)

Latence 1ère griffade (en s) :

Temps total **griffade** sur le griffoir (en s) :

A :

B :

C :

D :

Fréquence totale **griffade** sur le griffoir :

A :

B :

C :

D :

Temps total de **frottement** sur le griffoir (en s) :

A :

B :

C :

D :

Note :

Signature :

Annexe 3 : Fiche déroulement du test

Taches Operateur 1 (MD)	Taches Operateur 2 (PM)	Taches Operateur 3 (EC)	OUI
Opérateur 1 et 2 : Chercher chat dans la chatterie			
Opérateur 1 : Reste avec le chat dans la cage pour 5 minutes	Opérateur 2 et 3 : Application du traitement Placebo ou Verum sur les quatre griffoirs.		
Opérateur 1 : Amène le chat à la zone de test			
Opérateur 1 : Démarrage des cameras et chronomètre	Opérateur 2 : Ouvre la cage de transport et laisse le chat dans la zone de test		
Opérateur 1 et 2 : restent 10 minutes à côté de la caméra et notent griffades OUI ou NON sur les griffoirs correspondants.			
Opérateur 1 : Arrêt Caméra et chronomètre à 10 minutes	Opérateur 2 : fait entrer le chat dans la cage de transport.		
Opérateur 1 et 2 : retrait du matériel et nettoyage zone de test et cage transport.		Opérateur 3 : ramène le chat en chatterie.	
Pause 5 minutes			
Démarrage nouveau test			

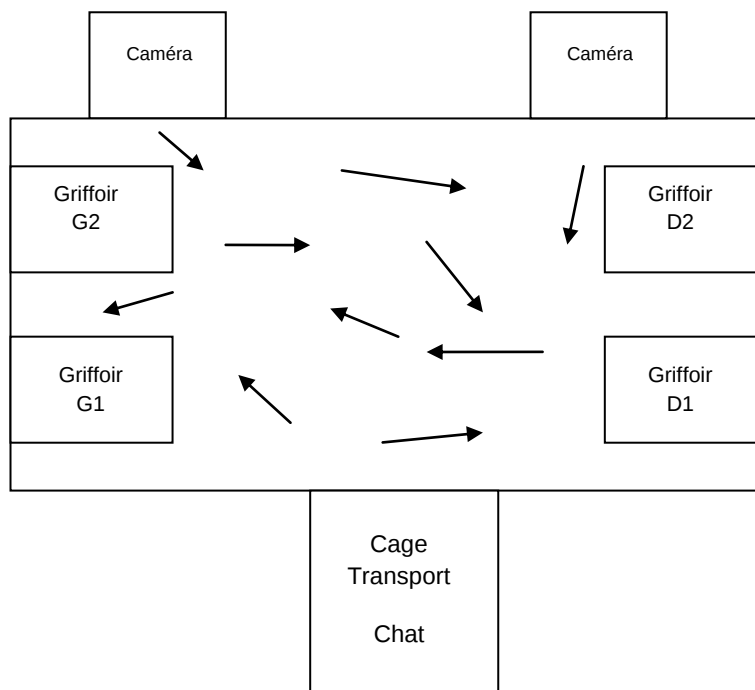
Annexe 4 : Test comportemental

TEST :

Phase 1 : Préparation : Prendre un chat 5/10 min.

Préparation : Traitement sur le griffoir 5 min.

Phase 2 : Post entrée dans la zone de test : La cage de transport est ouverte :



Chat libre dans la zone de test 10 min.

Phase 3 : Chat dans sa cage et retrait du matériel de la zone de test : 10 min

Durée totale pour chaque test : **P1** 5/10 min+**P2** 10 min+**P3** 10 min= max 30 min

Chaque chat passera le test 1 fois avec les 4 traitements (carton verum, carton placebo, corde verum et corde placebo).

Annexe 5 : Liste de randomisation et calendrier

Chats	N° seringue	nature du griffoir (corde/carton)	position du griffoir dans la serre (ABCD)	Disposition des griffoirs dans la zone de test	Calendrier de passage
EDELWEISS	1	CAR	B	G1	14 mai 2013
	2	CAR	A	G2	
	3	COR	C	D1	
	4	COR	D	D2	
ECAILLE	5	CAR	A	G1	14 mai 2013
	6	CAR	B	G2	
	7	COR	D	D1	
	8	COR	C	D2	
GUIMAUVE	9	COR	D	G1	14 mai 2013
	10	COR	C	G2	
	11	CAR	B	D1	
	12	CAR	A	D2	
BETTY BOOP	13	CAR	B	G1	14 mai 2013
	14	COR	C	G2	
	15	COR	D	D1	
	16	CAR	A	D2	
BARBOUILLE	17	CAR	A	G1	15 mai 2013
	18	COR	C	G2	
	19	COR	D	D1	
	20	CAR	B	D2	
ENCRE	21	CAR	A	G1	15 mai 2013
	22	CAR	B	G2	
	23	COR	D	D1	
	24	COR	C	D2	

PERLE	25	CAR	B	G1	15 mai 2013
	26	CAR	A	G2	
	27	COR	D	D1	
	28	COR	C	D2	
BATCAT	29	COR	D	G1	15 mai 2013
	30	CAR	B	G2	
	31	CAR	A	D1	
	32	COR	C	D2	
BULMA	33	COR	D	G1	17 mai 2013
	34	CAR	B	G2	
	35	COR	C	D1	
	36	CAR	A	D2	
ROSE	37	COR	D	G1	17 mai 2013
	38	COR	C	G2	
	39	CAR	B	D1	
	40	CAR	A	D2	
GOURMANDE	41	CAR	B	G1	17 mai 2013
	42	CAR	A	G2	
	43	COR	C	D1	
	44	COR	D	D2	
GUINNESS	45	CAR	A	G1	17 mai 2013
	46	CAR	B	G2	
	47	COR	C	D1	
	48	COR	D	D2	

G1 : gauche porte.

G2 : gauche caméra.

D1 : droite porte.

D2 : droite caméra.

Annexe 6 : Fiche observation directe

P024-09								
N° test	Chat	Code seringue	Nature Griffoir	Position griffoir	Disposition griffoirs	Griffade oui/non	Date	Notes
1	EDELWEISS	1	CAR	B	G1		14 mai 2013	
		2	CAR	A	G2			
		3	COR	C	D1			
		4	COR	D	D2			
2	ECAILLE	5	CAR	A	G1		14 mai 2013	
		6	CAR	B	G2			
		7	COR	D	D1			
		8	COR	C	D2			
3	GUIMAUVE	9	COR	D	G1		14 mai 2013	
		10	COR	C	G2			
		11	CAR	B	D1			
		12	CAR	A	D2			
4	BETTY BOOP	13	CAR	B	G1		14 mai 2013	
		14	COR	C	G2			
		15	COR	D	D1			
		16	CAR	A	D2			

P024-09

N° test	Chat	Code seringue	Nature Griffoir	Position griffoir	Disposition griffoirs	Griffade oui/non	Date	Notes
5	BARBOUILLE	17	CAR	A	G1		15 mai 2013	
		18	COR	C	G2			
		19	COR	D	D1			
		20	CAR	B	D2			
6	ENCRE	21	CAR	A	G1		15 mai 2013	
		22	CAR	B	G2			
		23	COR	D	D1			
		24	COR	C	D2			
7	PERLE	25	CAR	B	G1		15 mai 2013	
		26	CAR	A	G2			
		27	COR	D	D1			
		28	COR	C	D2			
8	BATCAT	29	COR	D	G1		15 mai 2013	
		30	CAR	B	G2			
		31	CAR	A	D1			
		32	COR	C	D2			

P024-09								
N° test	Chat	Code seringue	Nature Griffoir	Position griffoir	Disposition griffoirs	Griffade oui/non	Date	Notes
9	BULMA	33	COR	D	G1		17 mai 2013	
		34	CAR	B	G2			
		35	COR	C	D1			
		36	CAR	A	D2			
10	ROSE	37	COR	D	G1		17 mai 2013	
		38	COR	C	G2			
		39	CAR	B	D1			
		40	CAR	A	D2			
11	GOURMANDE	41	CAR	B	G1		17 mai 2013	
		42	CAR	A	G2			
		43	COR	C	D1			
		44	COR	D	D2			
12	GUINNESS	45	CAR	A	G1		17 mai 2013	
		46	CAR	B	G2			
		47	COR	C	D1			
		48	COR	D	D2			

Annexe 7: Programme SAS

```
/* P024-09: programme sas */

/* proc corr */

/* recherche de la fiabilité inter-observateurs pour la variable durée
totale des griffades en secondes */

data corr_griff_tot;
input griff_tot_MD griff_tot_PM;
cards;
563 568
566 553
503 519
158 166
153 167
214 200
97 85
73 71
172 182
18 17
108 120
;
run;

proc print data=corr_griff_tot;
run;

proc univariate data=corr_griff_tot normal;
var griff_tot_MD griff_tot_PM;
output out=corr_griff_tot2 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=corr_griff_tot2;
run;

proc corr data=corr_griff_tot pearson spearman vardef=n;
var griff_tot_MD griff_tot_PM;
run;

/* recherche de la fiabilité inter-observateurs pour la variable fréquence
totale des griffades */

data corr_freq_griff;
input freq_griff_MD freq_griff_PM;
cards;
3 3
6 4
9 9
6 6
7 7
5 6
10 11
6 6
6 6
2 2
5 7
;
run;
```

```

proc print data=corr_freq_griff;
run;

proc univariate data=corr_freq_griff normal;
var freq_griff_MD freq_griff_PM;
output out=corr_freq_griff2 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=corr_freq_griff2;
run;

proc corr data=corr_freq_griff pearson spearman vardef=n;
var freq_griff_MD freq_griff_PM;
run;

/* recherche de la fiabilité inter-observateurs pour la variable fréquence
totale des frottements */

data corr_freq_frott;
input freq_frott_MD freq_frott_PM;
cards;
60 66
67 67
28 27
40 48
39 41
17 11
64 47
19 19
30 12
60 78
28 15
;
run;

proc print data=corr_freq_frott;
run;

proc univariate data=corr_freq_frott normal;
var freq_frott_MD freq_frott_PM;
output out=corr_freq_frott2 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=corr_freq_frott2;
run;

proc corr data=corr_freq_frott pearson spearman vardef=n;
var freq_frott_MD freq_frott_PM;
run;

```

```

/* Réalisation de la table SAS contenant les données du fichier donnees */
/* Le délimiteur est la virgule */
/* La table est placée dans le répertoire permanent Work, ce qui permet de
la visualiser plus facilement */

data donnees;
infile 'D:\Stagiaire DSD\IRSEA\P024-09\donnees_SAS.txt' dlm=',' missover;
input bloc$ traitement$ griff_tot freq_griff freq_frott score ;
run;

/* proc sort et proc tabulate */

/* tri de la table par traitement (proc sort) */

proc sort data=donnees;
by traitement;
run ;

proc print data=donnees;
run;

/* statistiques descriptives par traitement sous forme de tableaux (proc
tabulate) */

proc tabulate data=donnees;
by traitement;
var griff_tot freq_griff freq_frott ;
table griff_tot freq_griff freq_frott , n='Nombre observations'
mean='Moyenne' std='ecart-type'
min='Valeur minimale' median='Mediane' max='Valeur maximale';
run;

/* Anova pour blocs complets équilibrés sans répétition */
/* vérification des conditions d'application de l'Anova: normalité (proc
univariate par traitement + macro sas) */
/* et homoscédasticité (macro sas Bartlett) */

proc univariate data=donnees noprint normal;
var griff_tot freq_griff freq_frott;
class traitement;
output out=donnees2 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=donnees2;
run;

%bartlett(donnees,traitement,griff_tot);
%bartlett(donnees,traitement,freq_griff);
%bartlett(donnees,traitement,freq_frott);
%bartlett(donnees,bloc,griff_tot);
%bartlett(donnees,bloc,freq_griff);
%bartlett(donnees,bloc,freq_frott);

%normalite(donnees,traitement,griff_tot);
%normalite(donnees,traitement,freq_griff);
%normalite(donnees,traitement,freq_frott);
%normalite(donnees,bloc,griff_tot);
%normalite(donnees,bloc,freq_griff);
%normalite(donnees,bloc,freq_frott);

```

```

/* Test de Friedman pour la variable griff_tot */

proc freq data=donnees;
tables bloc*traitement*griff_tot / cmh2 scores=rank;
run;

title1 'Préférence des chats pour la durée des griffades';
run;

/* Test de Friedman pour la variable freq_griff */

proc freq data=donnees;
tables bloc*traitement*freq_griff / cmh2 scores=rank;
run;

title1 'Préférence des chats pour la fréquence des griffades';
run;

/* Test de Friedman pour la variable freq_frott */

proc freq data=donnees;
tables bloc*traitement*freq_frott / cmh2 scores=rank;
run;

title1 'Préférence des chats pour la fréquence des frottements';
run;

/* Test de Friedman pour la préférence des chats (score) */

proc freq data=donnees;
tables bloc*traitement*score / cmh2 scores=rank;
run;

title1 'Préférence des chats pour le score';
run;

/* Test des rangs signés de Wilcoxon si le test de Friedman est
significatif pour départager les griffoirs par paire */

/* créer les étapes data correspondantes pour les 6 comparaisons 2 à 2
possibles */

data donneesAB;
input A B;
diff=A-B;
cards;
2 3.5
1 3
2 4
2 1
3 2
1 3.5
1 2
3.5 1
2 1
1 2
2 3.5
;
run;
proc print data=donneesAB;
run;

```

```
proc univariate data=donneesAB normal;
var diff;
output out=donneesAB2 probn=pvalue;
run;
quit;
```

```
proc print data=donneesAB2;
run;
```

```
data donneesAC;
input A C;
diff=A-C;
cards;
```

2	1
1	3
2	1
2	3
3	1
1	2
1	3
3.5	2
2	4
1	3.5
2	1

```
;
run;
proc print data=donneesAC;
run;
```

```
proc univariate data=donneesAC normal;
var diff;
output out=donneesAC2 probn=pvalue;
run;
quit;
```

```
proc print data=donneesAC2;
run;
```

```
data donneesAD;
input A D;
diff=A-D;
cards;
```

2	3.5
1	3
2	3
2	4
3	4
1	3.5
1	4
3.5	3.5
2	3
1	3.5
2	3.5

```
;
run;
proc print data=donneesAD;
run;
```

```
proc univariate data=donneesAD normal;
var diff;
output out=donneesAD2 probn=pvalue;
run;
quit;
```

```
proc print data=donneesAD2;
run;
```

```
data donneesBC;
```

```
input B C;
```

```
diff=B-C;
```

```
cards;
```

```
3.5 1
3 3
4 1
1 3
2 1
3.5 2
2 3
1 2
1 4
2 3.5
3.5 1
```

```
;
```

```
run;
```

```
proc print data=donneesBC;
```

```
run;
```

```
proc univariate data=donneesBC normal;
```

```
var diff;
```

```
output out=donneesBC2 probn=pvalue;
```

```
run;
```

```
quit;
```

```
proc print data=donneesBC2;
```

```
run;
```

```
data donneesBD;
```

```
input B D;
```

```
diff=B-D;
```

```
cards;
```

```
3.5 3.5
3 3
4 3
1 4
2 4
3.5 3.5
2 4
1 3.5
1 3
2 3.5
3.5 3.5
```

```
;
```

```
run;
```

```
proc print data=donneesBD;
```

```
run;
```

```
proc univariate data=donneesBD normal;
```

```

var diff;
output out=donneesBD2 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=donneesBD2;
run;

data donneesCD;
input C D;
diff=C-D;
cards;
1      3.5
3      3
1      3
3      4
1      4
2      3.5
3      4
2      3.5
4      3
3.5    3.5
1      3.5
;
run;
proc print data=donneesCD;
run;

proc univariate data=donneesCD normal;
var diff;
output out=donneesCD2 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=donneesCD2;
run;

/* choix de la transformation de données à utiliser */
/* coefficient de régression + graphique */

/* griff_tot */
data donnees_1;
    input griffoir $ log_moy log_var;
    datalines;
A      2.059 4.459
B      1.562 3.450
C      1.955 4.268
D      0.406 1.108
;
    symbol1 v=dot c=blue height=3.5pct;
proc reg;
    model log_var=log_moy;
    plot log_var*log_moy/cframe=ligr;
run;
/* freq_griff*/
data donnees_2;
    input griffoir $ log_moy log_var;
    datalines;
A      0.490 0.774
B      0.436 0.683

```

```

C      0.477 0.716
D      0.073 0.066
;
symbol1 v=dot c=blue height=3.5pct;
proc reg;
    model log_var=log_moy;
    plot log_var*log_moy/cframe=ligr;
run;

/* freq_frott*/
data donnees_3;
    input griffoir $ log_moy log_var;
    datalines;
A      1.155 2.598
B      1.177 2.633
C      1.140 2.320
D      0.000 0.000
;
symbol1 v=dot c=blue height=3.5pct;
proc reg;
    model log_var=log_moy;
    plot log_var*log_moy/cframe=ligr;
run;

/* P024-09: programme sas données transformées pour le fichier donnees2 */

/* Réalisation de la table SAS contenant les données du fichier donnees2 */
/* Le délimiteur est la virgule */
/* La table est placée dans le répertoire permanent Work, ce qui permet de
la visualiser plus facilement */

data donnees2;
infile 'D:\Stagiaire DSD\IRSEA\P024-09\donnees2_SAS.txt' dlm=',' missover;
input bloc$ traitement$ griff_tot freq_griff freq_frott score ;
run;

/* proc sort et proc tabulate */

/* tri de la table par traitement (proc sort) */

proc sort data=donnees2;
by traitement;
run ;
proc print data=donnees2;
run;

/* statistiques descriptives par traitement sous forme de tableaux (proc
tabulate) */

proc tabulate data=donnees2;
by traitement;
var griff_tot freq_griff freq_frott ;
table griff_tot freq_griff freq_frott , n='Nombre observations'
mean='Moyenne' std='ecart-type'
min='Valeur minimale' median='Mediane' max='Valeur maximale';
run;

/* Anova pour blocs complets équilibrés sans répétition */

```

```

/* vérification des conditions d'application de l'Anova: normalité (proc
univariate par traitement + macro sas) */
/* et homoscédasticité (macro sas Bartlett) */

proc univariate data=donnees2 noprint normal;
var griff_tot freq_griff freq_frott;
class traitement;
output out=donnees22 probn=pvalue;
run;
quit;

proc print data=donnees2;
run;

%bartlett(donnees,traitement,griff_tot);
%bartlett(donnees,traitement,freq_griff);
%bartlett(donnees,traitement,freq_frott);
%bartlett(donnees,bloc,griff_tot);
%bartlett(donnees,bloc,freq_griff);
%bartlett(donnees,bloc,freq_frott);

%normalite(donnees,traitement,griff_tot);
%normalite(donnees,traitement,freq_griff);
%normalite(donnees,traitement,freq_frott);
%normalite(donnees,bloc,griff_tot);
%normalite(donnees,bloc,freq_griff);
%normalite(donnees,bloc,freq_frott);

/* programme d'analyse des données d'un plan en blocs complets équilibrés
sans répétition */

title 'essai P024-09: analyse des données';
proc glm data=donnees2;
class traitement bloc;
model griff_tot=traitement bloc;
output out=sorties_gt r=residus_gt; /* création de la table
sorties_gt contenant le calcul des résidus pour la variable griff_tot */

/*-----A---B---C---D */
contrast '(A+C)/2 vs (B+D)/2' traitement -1 1 -1 1; /*
différence significative ou non entre le FIS et le Placebo */
contrast '(A+B)/2 vs (C+D)/2' traitement -1 -1 1 1; /*
différence significative ou non entre la Corde et le Carton */

run;

means traitement / tukey snk lsd; /* test de comparaison de
moyennes multiple a posteriori */
run;

proc print data=sorties_gt; /* impression de la table sortie_gt dans la
fenêtre sortie */
run;

proc univariate data=sorties_gt normal; /* test de la normalité des résidus
*/
var residus_gt;
run;

```

```

proc glm data=donnees2;
  class traitement bloc;
  model freq_griff=traitement bloc;
  output out=sorties_ft r=residus_ft; /* création de la table
sorties_ft contenant le calcul des résidus pour la variable freq_tot */

  /*-----A---B---C---D */
  contrast '(A+C)/2 vs (B+D)/2' traitement -1 1 -1 1; /*
différence significative ou non entre le FIS et le Placebo */
  contrast '(A+B)/2 vs (C+D)/2' traitement -1 -1 1 1; /*
différence significative ou non entre la Corde et le Carton */
run;

  means traitement / tukey snk lsd; /* test de comparaison de
moyennes multiple a posteriori */
run;

proc print data=sorties_ft; /* impression de la table sortie_ft dans la
fenêtre sortie */
run;

proc univariate data=sorties_ft normal; /* test de la normalité des résidus
*/
var residus_ft;
run;

proc glm data=donnees2;
  class traitement bloc;
  model freq_frott=traitement bloc;
  output out=sorties_ff r=residus_ff; /* création de la table
sorties_ff contenant le calcul des résidus pour la variable freq_tot */

  /*-----A---B---C---D */
  contrast '(A+C)/2 vs (B+D)/2' traitement -1 1 -1 1; /*
différence significative ou non entre le FIS et le Placebo */
  contrast '(A+B)/2 vs (C+D)/2' traitement -1 -1 1 1; /*
différence significative ou non entre la Corde et le Carton */

run;

  means traitement / tukey snk lsd; /* test de comparaison de
moyennes multiple a posteriori */
run;

proc print data=sorties_ff; /* impression de la table sortie_ff dans la
fenêtre sortie */
run;

proc univariate data=sorties_ff normal; /* test de la normalité des résidus
*/
var residus_ff;
run;

/* programme d'analyse des données d'un plan en blocs complets équilibrés
sans répétition modèle simplifié : retrait facteur bloc car non
significatif */

title 'essai P024-09: analyse des données';

```

```

proc glm data=donnees2;
    class traitement;
    model griff_tot=traitement;
    output out=sorties_gt r=residus_gt; /* création de la table
sorties_gt contenant le calcul des résidus pour la variable griff_tot */

    /*-----A---B---C---D */
    contrast '(A+C)/2 vs (B+D)/2' traitement  -1  1  -1  1; /*
différence significative ou non entre le FIS et le Placebo */
    contrast '(A+B)/2 vs (C+D)/2' traitement  -1  -1  1  1; /*
différence significative ou non entre la Corde et le Carton */

run;
    means traitement / tukey snk lsd; /* test de comparaison de
moyennes multiple a posteriori */
run;

proc print data=sorties_gt; /* impression de la table sortie_gt dans la
fenêtre sortie */
run;

proc univariate data=sorties_gt normal; /* test de la normalité des résidus
*/
var residus_gt;
run;

proc glm data=donnees2;
    class traitement;
    model freq_griff=traitement;
    output out=sorties_ft r=residus_ft; /* création de la table
sorties_ft contenant le calcul des résidus pour la variable freq_tot */

    /*-----A---B---C---D */
    contrast '(A+C)/2 vs (B+D)/2' traitement  -1  1  -1  1; /*
différence significative ou non entre le FIS et le Placebo */
    contrast '(A+B)/2 vs (C+D)/2' traitement  -1  -1  1  1; /*
différence significative ou non entre la Corde et le Carton */
run;
    means traitement / tukey snk lsd; /* test de comparaison de
moyennes multiple a posteriori */
run;

proc print data=sorties_ft; /* impression de la table sortie_ft dans la
fenêtre sortie */
run;

proc univariate data=sorties_ft normal; /* test de la normalité des résidus
*/
var residus_ft;
run;

proc glm data=donnees2;
    class traitement;
    model freq_frott=traitement;
    output out=sorties_ff r=residus_ff; /* création de la table
sorties_ff contenant le calcul des résidus pour la variable freq_tot */

```

```

/*-----A---B---C---D */
contrast '(A+C)/2 vs (B+D)/2' traitement  -1  1  -1  1; /*
différence significative ou non entre le FIS et le Placebo */
contrast '(A+B)/2 vs (C+D)/2' traitement  -1  -1  1  1; /*
différence significative ou non entre la Corde et le Carton */

run;

      means traitement / tukey snk lsd; /* test de comparaison de
moyennes multiple a posteriori */
run;

proc print data=sorties_ff; /* impression de la table sortie_ff dans la
fenêtre sortie */
run;

proc univariate data=sorties_ff normal; /* test de la normalité des résidus
*/
var residus_ff;
run;

/* Programme pour tester l'interaction texture*produit avec les données
transformées pour chaque variable réponse étudiée */
/* Vérification de la normalité et de l'homogénéité des variances */

%bartlett(donnees2,texture produit,griff_tot);
%normalite(donnees2,texture produit,griff_tot);

proc glm data=donnees2;
  class texture produit;
  model griff_tot = texture|produit;
  means texture produit / tukey snk duncan;
run;

proc glm data=donnees2;
  class texture produit;
  model freq_griff = texture|produit;
  means texture produit / tukey snk duncan;
run;

proc glm data=donnees2;
  class texture produit;
  model freq_frott = texture|produit;
  means texture produit / tukey snk duncan;
run;

```

Annexe 8: %macro SAS Bartlett

```
%macro bartlett(tableSAS,varquali,varquant);
options nodate;
title1 "Test de Bartlett (d'égalité des variances)";
title2 "===== ";
title3 " ";

PROC SUMMARY NWAY data=&tableSAS;    /* COMPUTE & STORE THE VARIANCE &
NUMBER OF */
    CLASS &varquali;                /* OBSERVATIONS FOR EACH LEVEL.          */
    VAR &varquant;
    OUTPUT OUT=tableOUT VAR=VARIANCE N=NUM;
    RUN;
DATA _NULL_;
    SET tableOUT END=EOF;
    LOGVARI=LOG(VARIANCE);
    N=NUM-1;                        /* DEGREES OF FREEDOM FOR THE CURRENT LEVEL */
    SLOGVAR=LOGVARI*N;
    TOTN+N;
    NVAR=N*VARIANCE;
    SNVAR+NVAR;
    A+1;                            /* NUMBER OF LEVELS                      */
    SFRACT+1/N;
    IF EOF THEN DO;
        M=TOTN*LOG(SNVAR/TOTN)-SLOGVAR;
        C=1+(1/(3*(A-1)))*(SFRACT-1/TOTN);
        CHISQ=M/C;
        PROBCHI=PROBCHI(CHISQ,(A-1));
        ALPHA=1-PROBCHI;
        FILE PRINT;
        put 'Valeur de la statistique de test :';
        PUT '    CHI-SQUARE = ' CHISQ;
        put ' ';
        put 'Valeur de la p.value associée :';
        put '    p-value = ' ALPHA ;
        END;
    RUN;
title;
footnote;
%mend bartlett;
```

Annexe 9: %macro SAS Normalité

```
%macro normalite(table,varquali,varquanti);
proc univariate data=&table noprint normal;
class &varquali;
var &varquanti;
output out=normal probn=pvalue;
run;
proc print data=normal;
run;
%mend normalite;
```

Annexe 10: Sorties SAS

Statistiques Descriptives selon le traitement :

Traitement = A						
	Nombre observations	Moyenne	ecart-type	Valeur minimale	Mediane	Valeur maximale
griff_tot	11.00	113.45	169.69	0.00	28.00	559.50
freq_griff	11.00	2.09	2.22	0.00	1.00	7.50
freq_frott	11.00	13.27	19.88	0.00	5.50	67.00

Traitement = B						
	Nombre observations	Moyenne	ecart-type	Valeur minimale	Mediane	Valeur maximale
griff_tot	11.00	35.50	53.10	0.00	5.50	140.50
freq_griff	11.00	1.73	1.95	0.00	1.00	5.00
freq_frott	11.00	14.05	20.70	0.00	5.50	64.00

Traitement = C						
	Nombre observations	Moyenne	ecart-type	Valeur minimale	Mediane	Valeur maximale
griff_tot	11.00	89.18	136.16	0.00	10.50	409.00
freq_griff	11.00	2.00	2.05	0.00	1.00	6.00
freq_frott	11.00	12.82	14.42	0.00	7.00	46.50

Traitement = D						
	Nombre observations	Moyenne	ecart-type	Valeur minimale	Mediane	Valeur maximale
griff_tot	11.00	1.55	3.44	0.00	0.00	8.50
freq_griff	11.00	0.18	0.40	0.00	0.00	1.00
freq_frott	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Test de Bartlett (données brutes, facteur « Traitement ») :

griff_tot

Valeur de la statistique de test :

Khi deux= **69.47553698**

Valeur de p associée :

P = **5.551115E-15**

freq_griff

Valeur de la statistique de test:

Khi deux= **21.023092657**

Valeur de p associée :

P = **0.00010412**

freq_frott

Valeur de la statistique de test :

Khi deux= **46.399029047**

Valeur de p associée :

P = **4.664961E-10**

Test de Bartlett (données transformées, facteur « Traitement ») :

<u>griff_tot</u>	<u>freq_griff</u>
Valeur de la statistique de test :	Valeur de la statistique de test :
Khi-deux = 7.7003317045	Khi-deux = 8.9922095671
Valeur de p associée :	Valeur de p associée :
p = 0.0526284526	p = 0.0293946441
<u>freq_frott</u>	
Valeur de la statistique de test :	
Khi-deux = -18.93184855	
Valeur de p associée :	
p = 1	

Test de Bartlett (données brutes, facteur « Bloc ») :

<u>griff_tot</u>	<u>freq_griff</u>
Valeur de la statistique de test :	Valeur de la statistique de test :
Khi-deux = 42.295028522	Khi-deux = 10.009086197
Valeur de p associée :	Valeur de p associée :
p = 6.6443416E-6	p = 0.439696482
<u>freq_frott</u>	
Valeur de la statistique de test :	
Khi-deux = 21.095914302	
Valeur de p associée :	
p = 0.020434588	

Test de Bartlett (données transformées, facteur « Bloc ») :

<u>griff_tot</u>	<u>freq_griff</u>
Valeur de la statistique de test :	Valeur de la statistique de test :
Khi-deux = 3.5678321738	Khi-deux = 2.7132636444
Valeur de p associée :	Valeur de p associée :
p = 0.9647448169	p = 0.9873903618
<u>freq_frott</u>	
Valeur de la statistique de test :	
Khi-deux = 1.7772159392	
Valeur de p associée :	
p = 0.99778003	

Test de Normalité (données brutes, facteur « Traitement ») :

<u>griff_tot</u>		<u>freq_griff</u>	
Traitement	pvalue	Traitement	pvalue
A	.000421174	A	0.001165
B	.000794392	B	0.017889
C	.000747735	C	0.017889
D	.000001021	D	0.000001
<u>freq_frott</u>			
Traitement	pvalue		
A	0.000397		
B	0.001656		
C	0.046160		
D	0		

Test de Normalité (données transformées, facteur « Traitement ») :

<u>griff_tot</u>		<u>freq_griff</u>	
<u>traitement</u>	pvalue	<u>traitement</u>	pvalue
A	0.90928	A	0.06331
B	0.01400	B	0.00997
C	0.17788	C	0.24980
D	0.00000	D	0.00000
<u>freq_frott</u>			
<u>traitement</u>	pvalue		
A	0.84999		
B	0.02095		
C	0.15129		
D	0		

Test de Normalité (données brutes, facteur « Bloc ») :

<u>griff_tot</u>		<u>freq_griff</u>	
Bloc	<u>pvalue</u>	Bloc	<u>pvalue</u>
BARBOUILLE	0.58427	BARBOUILLE	0.22423
BATCAT	0.00990	BATCAT	0.05123
BETTYBOOP	0.06413	BETTYBOOP	0.19453
BULMA	0.07143	BULMA	0.19453
ECAILLE	0.00124	ECAILLE	0.00124
EDELWEISS	0.02710	EDELWEISS	0.27245
ENCRE	0.22628	ENCRE	0.09960
GOURMANDE	0.25771	GOURMANDE	0.02386
GUIMAUVE	0.08019	GUIMAUVE	0.36900
GUINNESS	0.00597	GUINNESS	0.05123
PERLE	0.07587	PERLE	0.19658
<u>freq_frott</u>			
Bloc	<u>pvalue</u>		
BARBOUILLE	0.83417		
BATCAT	0.26766		
BETTYBOOP	0.00823		
BULMA	0.00124		
ECAILLE	0.00124		
EDELWEISS	0.18117		
ENCRE	0.16124		
GOURMANDE	0.00773		
GUIMAUVE	0.00778		
GUINNESS	0.17093		
PERLE	0.80842		

Test de Normalité (données transformées, facteur « Bloc ») :

<u>griff_tot</u>		<u>freq_griff</u>	
Bloc	pvalue	Bloc	pvalue
BARBOUILLE	0.26503	BARBOUILLE	0.27245
BATCAT	0.25981	BATCAT	0.20936
BETTYBOOP	0.90627	BETTYBOOP	0.62802
BULMA	0.96366	BULMA	0.62802
ECAILLE	0.00124	ECAILLE	0.00124
EDELWEISS	0.02447	EDELWEISS	0.24648
ENCRE	0.10690	ENCRE	0.05886
GOURMANDE	0.17710	GOURMANDE	0.02386
GUIMAUVE	0.88259	GUIMAUVE	0.98563
GUINNESS	0.25023	GUINNESS	0.20936
PERLE	0.92506	PERLE	0.93021
<u>freq_frott</u>			
Bloc	pvalue		
BARBOUILLE	0.61102		
BATCAT	0.11533		
BETTYBOOP	0.49217		
BULMA	0.00124		
ECAILLE	0.00124		
EDELWEISS	0.16815		
ENCRE	0.06801		
GOURMANDE	0.24103		
GUIMAUVE	0.16295		
GUINNESS	0.22807		
PERLE	0.19164		

Recherche de l'effet principal du facteur « Traitement » et du facteur « Bloc » → Anova.

griff_tot					
Source	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	13	15.45740950	1.18903150	1.60	0.1419
Error	30	22.35605805	0.74520193		
Corrected Total	43	37.81346755			
Source	DDL	Type I SS	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
traitement	3	12.06347245	4.02115748	5.40	0.0043
bloc	10	3.39393705	0.33939370	0.46	0.9053

freg_griff					
Source	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	13	1.20064780	0.09235752	1.09	0.4031
Error	30	2.54096009	0.08469867		
Corrected Total	43	3.74160789			
Source	DDL	Type I SS	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
traitement	3	0.87886316	0.29295439	3.46	0.0286
bloc	10	0.32178464	0.03217846	0.38	0.9457

freg_frott					
Source	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	13	6.56474120	0.50498009	1.35	0.2396
Error	30	11.20919977	0.37363999		
Corrected Total	43	17.77394098			
Source	DDL	Type I SS	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
traitement	3	5.23631098	1.74543699	4.67	0.0086
bloc	10	1.32843023	0.13284302	0.36	0.9563

Recherche de l'effet principal du facteur « Traitement » sans le facteur « Bloc » → Anova.

griff tot					
Source	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	3	12.06347245	4.02115748	6.25	0.0014
Error	40	25.74999509	0.64374988		
Corrected Total	43	37.81346755			
Source	DDL	Type I SS	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
traitement	3	12.06347245	4.02115748	6.25	0.0014

freg_griff					
Source	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	3	0.87886316	0.29295439	4.09	0.0126
Error	40	2.86274473	0.07156862		
Corrected Total	43	3.74160789			
Source	DDL	Type I SS	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
traitement	3	0.87886316	0.29295439	4.09	0.0126

freg_frott					
Source	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	3	5.23631098	1.74543699	5.57	0.0027
Error	40	12.53763000	0.31344075		
Corrected Total	43	17.77394098			
Source	DDL	Type I SS	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
traitement	3	5.23631098	1.74543699	5.57	0.0027

Test de comparaison de moyennes multiple de Student Newman-Keuls (SNK)

<u>griff tot</u>				
SNK	Groupement	Moyenne	Nb	traitement
	A	1.5906	11	A
	A			
	A	1.2443	11	C
	A			
	A	0.8765	11	B
	B	0.1778	11	D

<u>freq_griff</u>				
SNK	Groupement	Moyenne	Nb	traitement
	A	0.4122	11	A
	A			
	A	0.3825	11	C
	A			
	A	0.3233	11	B
	B	0.0547	11	D

<u>freq_frott</u>				
SNK	Groupement	Moyenne	Nb	traitement
	A	0.8396	11	C
	A			
	A	0.8164	11	A
	A			
	A	0.7099	11	B
	B	0.0000	11	D

Test non paramétrique de Friedman

griff_tot				
Statistiques de Friedman				
Statistique	Hypothèse alternative	DDL	Valeur	Prob.
1	Corrélation non nulle	1	8.0317	0.0046
2	Les scores moyens des lignes diffèrent.	3	10.6931	0.0135

freq_griff				
Statistiques de Friedman				
Statistique	Hypothèse alternative	DDL	Valeur	Prob.
1	Corrélation non nulle	1	5.7186	0.0168
2	Les scores moyens des lignes diffèrent.	3	9.3093	0.0254

freq_frott				
Statistiques de Friedman				
Statistique	Hypothèse alternative	DDL	Valeur	Prob.
1	Corrélation non nulle	1	6.0500	0.0139
2	Les scores moyens des lignes diffèrent.	3	12.0938	0.0071

Score				
Statistiques de Friedman				
Statistique	Hypothèse alternative	DDL	Valeur	Prob.
1	Corrélation non nulle	1	8.0317	0.0046
2	Les scores moyens des lignes diffèrent.	3	10.6931	0.0135

Test des rangs signés de Wilcoxon

A vs B	
Test	-Seuil de significativité-
t de Student	0.2944
Signe	0.5488
Rangs signés	0.2412

A vs C	
Test	-Seuil de significativité-
t de Student	0.4879
Signe	1.0000
Rangs signés	0.4580

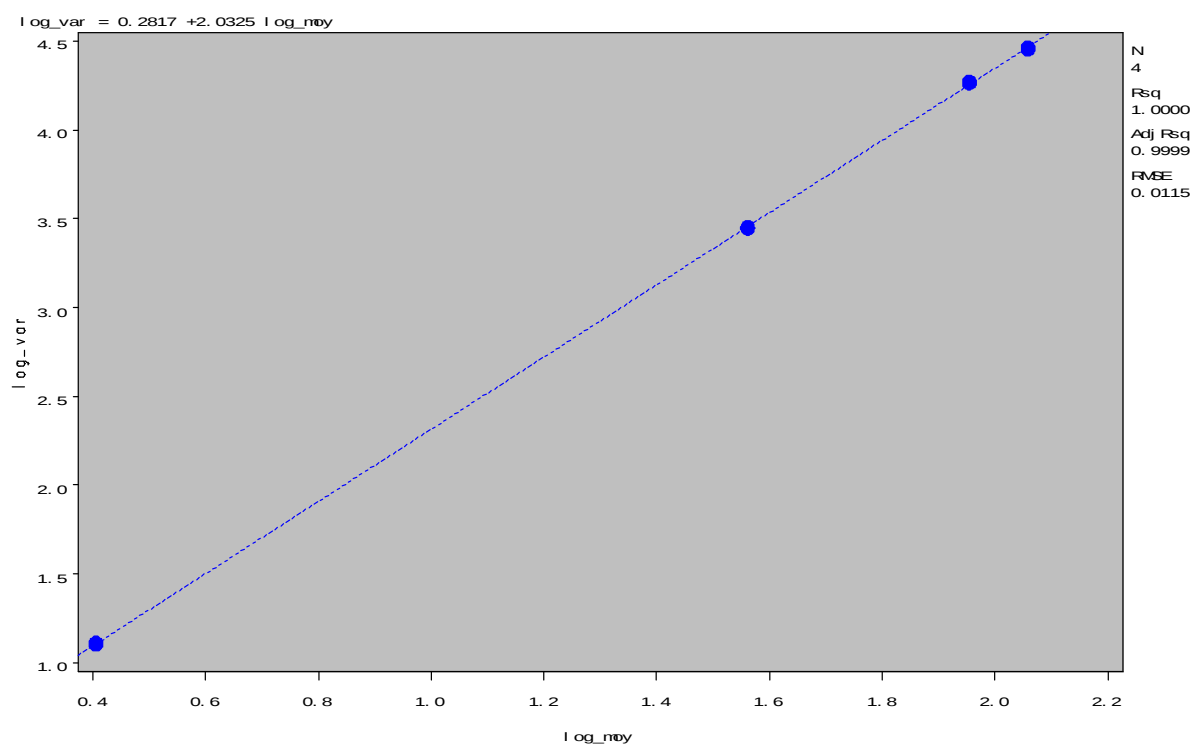
A vs D	
Test	-Seuil de significativité-
t de Student	<.0001
Signe	0.0020
Rangs signés	0.0020

B vs C	
Test	-Seuil de significativité-
t de Student	0.7736
Signe	1.0000
Rangs signés	0.7578

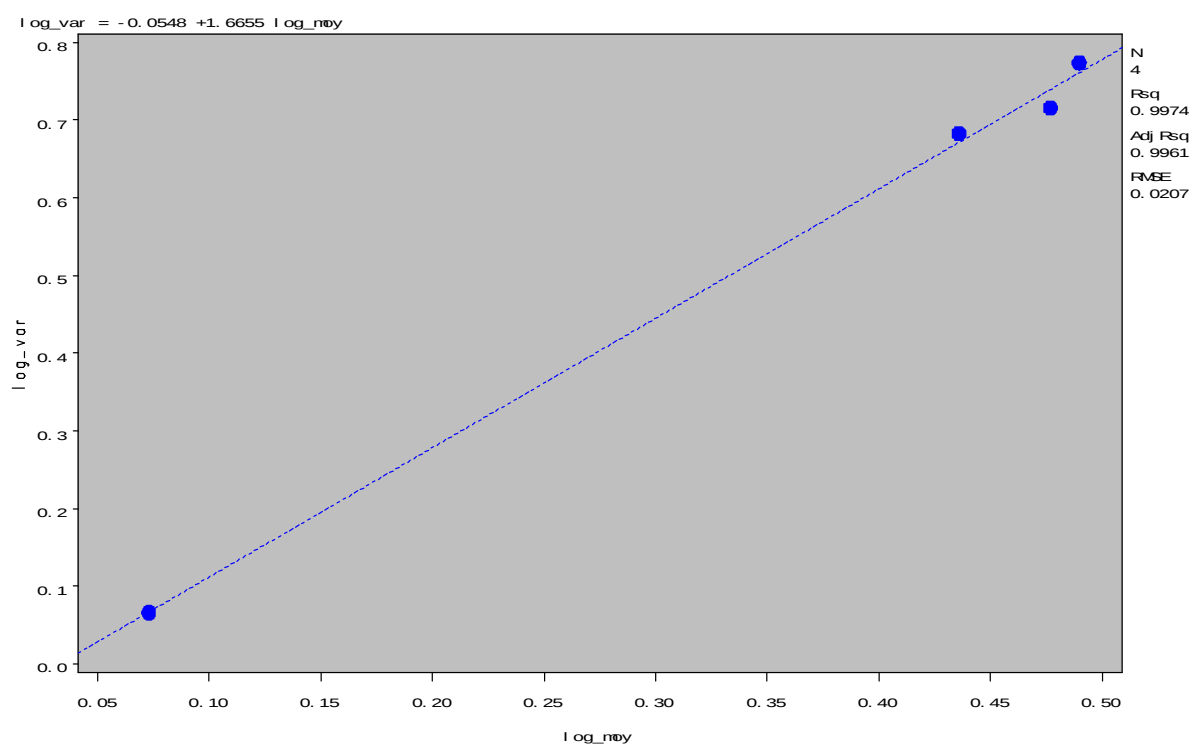
B vs D	
Test	-Seuil de significativité-
t de Student	0.0208
Signe	0.1250
Rangs signés	0.0313

C vs D	
Test	-Seuil de significativité-
t de Student	0.0065
Signe	0.0391
Rangs signés	0.0156

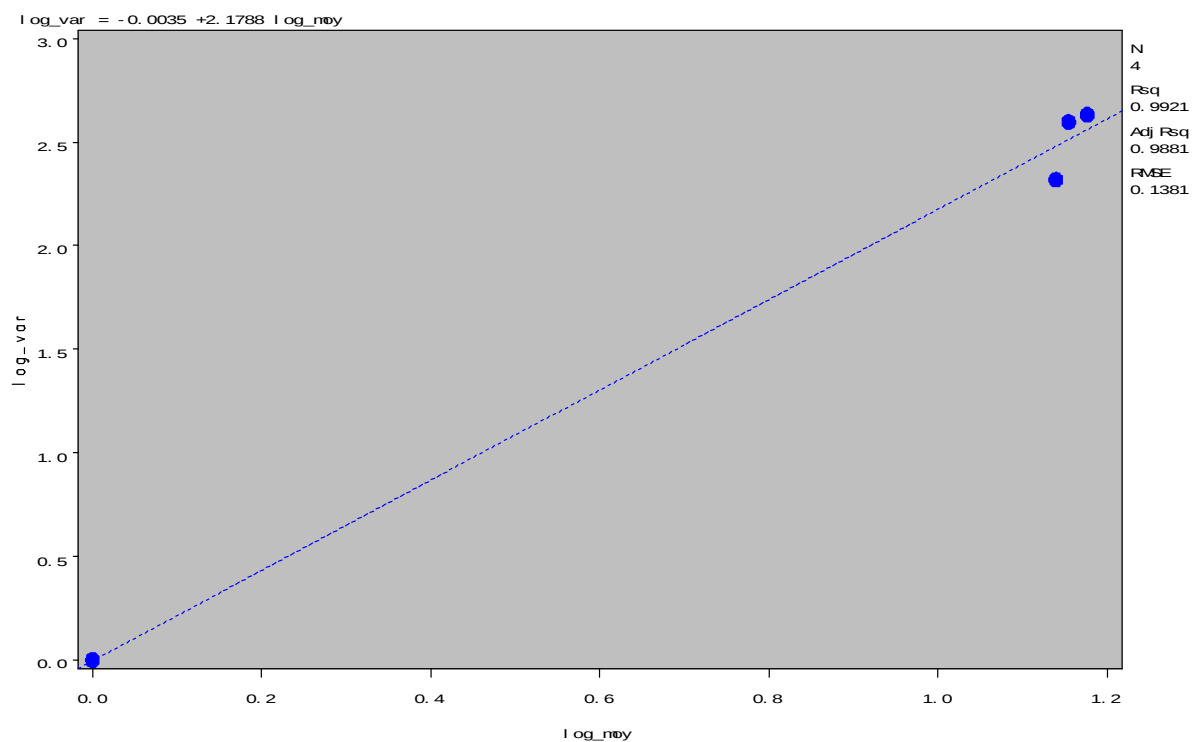
Tracé de la droite de régression de $\log_var$ en fonction de $\log_moy$ pour la variable *griff_tot*



Tracé de la droite de régression de $\log_var$ en fonction de $\log_moy$ pour la variable *freq_griff*



Tracé de la droite de régression de $\log_var$ en fonction de $\log_moy$ pour la variable $freq_frott$



Annexe 11 : Tableau de données

Chat	produit	texture	Traitement	Durée tot griff	Fqce tot griff	Fqce tot frott	Score
EDELWEISS	carton	1	A	281,0	1,0	16,5	2
EDELWEISS	carton	2	B	0,0	0,0	0,0	3,5
EDELWEISS	corde	1	C	284,5	2,0	46,5	1
EDELWEISS	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	3,5
ECAILLE	carton	1	A	559,5	5,0	67,0	1
ECAILLE	carton	2	B	0,0	0,0	0,0	3
ECAILLE	corde	1	C	0,0	0,0	0,0	3
ECAILLE	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	3
GUIMAUVE	carton	1	A	93,5	2,0	2,0	2
GUIMAUVE	carton	2	B	0,0	0,0	0,0	4
GUIMAUVE	corde	1	C	409,0	6,0	25,5	1
GUIMAUVE	corde	2	D	8,5	1,0	0,0	3
BETTY BOOP	carton	1	A	23,5	1,0	1,0	2
BETTY BOOP	carton	2	B	128,0	4,0	40,0	1
BETTY BOOP	corde	1	C	10,5	1,0	3,0	3
BETTY BOOP	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	4
BARBOUILLE	carton	1	A	26,0	1,0	11,5	3
BARBOUILLE	carton	2	B	37,0	3,0	5,5	2
BARBOUILLE	corde	1	C	97,0	3,0	23,0	1
BARBOUILLE	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	4
ENCRE	carton	1	A	147,0	2,5	8,0	1
ENCRE	carton	2	B	0,0	0,0	0,0	3,5
ENCRE	corde	1	C	60,0	3,0	6,0	2
ENCRE	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	3,5
PERLE	carton	1	A	70,5	7,5	29,5	1
PERLE	carton	2	B	13,5	2,0	12,0	2
PERLE	corde	1	C	7,0	1,0	14,0	3
PERLE	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	4
BATCAT	carton	1	A	0,0	0,0	0,0	3,5
BATCAT	carton	2	B	66,0	5,0	12,0	1
BATCAT	corde	1	C	6,0	1,0	7,0	2
BATCAT	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	3,5
BULMA	carton	1	A	28,0	1,0	0,0	2
BULMA	carton	2	B	140,5	4,0	21,0	1
BULMA	corde	1	C	0,0	0,0	0,0	4
BULMA	corde	2	D	8,5	1,0	0,0	3
GOURMANDE	carton	1	A	12,0	1,0	5,0	1
GOURMANDE	carton	2	B	5,5	1,0	64,0	2
GOURMANDE	corde	1	C	0,0	0,0	0,0	3,5
GOURMANDE	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	3,5
GUINNESS	carton	1	A	7,0	1,0	5,5	2
GUINNESS	carton	2	B	0,0	0,0	0,0	3,5
GUINNESS	corde	1	C	107,0	5,0	16,0	1
GUINNESS	corde	2	D	0,0	0,0	0,0	3,5

Annexe 12 : Antilogarithme

griff_tot	moyenne	log_moy	inverse
A	113,455	2,059	114,455
B	35,5	1,562	36,500
C	89,182	1,955	90,182
D	1,545	0,406	2,545
max-min		1,653	
antilogarithme			0,022
limite de confiance		0,017	0,027

freq_griff	moyenne	log_moy	inverse
A	2,091	0,490	3,091
B	1,727	0,436	2,727
C	2	0,477	3,000
D	0,182	0,073	1,182
max-min		0,417	
antilogarithme			0,382
limite de confiance		0,303	0,481

freq_frott	moyenne	log_moy	inverse
A	13,273	1,155	14,273
B	14,045	1,177	15,045
C	12,818	1,140	13,818
D	0	0,000	1
max-min		1,177	
antilogarithme			0,067
limite de confiance		0,053	0,084