

# TABLE DES MATIERES

## INTRODUCTION

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
1. LES RONGEURS DANS LE MONDE.....	2
1.1. Définition d'un rongeur.....	2
1.2. Classification des rongeurs et ses diversités.....	2
2. LES RONGEURS A MADAGASCAR.....	3
2.1. Les rongeurs existant à Madagascar.....	3
2.1.1. Les espèces endémiques.....	3
2.1.2. Les espèces introduites.....	4
2.1.2.1. Position systématique.....	4
2.1.2.2. <i>Rattus rattus</i> .....	4
2.1.2.3. <i>Rattus Norvegicus</i> .....	5
2.1.2.4. <i>Mus Musculus</i> .....	6
2.2. La lutte anti murine à Madagascar.....	6
3. LA BIOLOGIE DES RONGEURS NUISIBLES.....	6
3.1. Identification.....	7
3.2. Le lieu d'habitation.....	8
3.3. Aptitude.....	8
3.3.1. Aptitude à creuser.....	8
3.3.2. Aptitude à grimper.....	8

3.3.3. Aptitude à sauter.....	9
3.3.4. Aptitude à ronger.....	9
3.4. Les organes de sens .....	9
3.4.1. L'odorat .....	9
3.4.2. Le goût.....	10
3.4.3. La vision .....	10
3.4.4. Le toucher .....	10
3.5. Le comportement.....	10
3.5.1. Le déplacement et migration .....	11
3.5.2. L'habitude alimentaire .....	11
3.5.3. Le comportement exploratoire et néophobie.....	12
3.5.4. La vie sociale.....	13
3.5.4.1. La hiérarchisation .....	13
3.5.4.2. Le toilettage .....	13
3.5.4.3. Le Cannibalisme .....	14
3.5.4.4. La Reproduction .....	14
3.5.4.5. Les Facteurs favorisant la pullulation des rats .....	14
4. DEGATS ET EVALUATION DE DEGATS CAUSE PAR LES RATS .....	15
4.1. Dégât.....	15
4.1.1. En récolte et denrées stockées .....	16
4.1.2. Dans les poulaillers .....	17

4.1.2.1. Les dégâts structuraux .....	17
4.1.2.2. Les agressions.....	17
4.1.2.3. La concurrence en nourriture.....	18
4.1.3. Les maladies .....	18
4.1.3.1. Les maladies transmis aux animaux .....	18
4.1.3.2. Les maladies transmis à l'homme.....	18
a) <i>Par leurs puces</i> .....	19
b) <i>Par leurs excréta</i> s .....	19
c) <i>Par les morsures</i> .....	19
d) <i>Par les manipulations des cadavres des rats infectés</i> .....	19
4.2. Évaluation des dégâts .....	20
4.2.1 .Contexte.....	20
4.2.2. Évaluation des dégâts en denrées stockées .....	20
4.2.2.1. Estimation de l'effectif des rongeurs.....	21
a) <i>Estimation par des méthodes autres que le piégeage</i> .....	21
b) <i>Estimation par méthode de capture</i> .....	22
4.2.2.2. La consommation quotidienne des rongeurs murins .....	22
5. LA LUTTE CONTRE LES RATS .....	23
5.1. Enquête et étude avant lutte .....	23
5.2. Les méthodes de lutte.....	24
5.2.1. Définition de la lutte intégrée .....	24

5.2.2. Les objectifs de la lutte intégrée .....	25
5.2.3. La méthode indirecte .....	25
5.2.3.1. Objectifs et techniques des méthodes indirects .....	25
5.2.3.2. Nettoyage et respect de l'hygiène.....	26
a) <i>A l 'extérieur</i> .....	26
b) <i>A l'intérieur</i> .....	26
5.2.3.3. Bâtiment à l'épreuve des rats.....	27
a) <i>Le mur et plancher</i> .....	28
b) <i>Les portes</i> .....	28
c) <i>Les voies d'aération et autres ouvertures</i> .....	29
d) <i>Le toit</i> .....	29
5.2.3.4. Bâtiments en bonne état.....	29
5.2.4. La méthode directe ou lutte curative .....	30
5.2.4.1. Lutte mécanique et physique .....	30
a) <i>Les méthodes traditionnelles</i> .....	30
b) <i>Les pièges mécaniques modernes</i> .....	31
5.2.4.2. La lutte chimique .....	31
a) <i>Lutte chimique par appâtage</i> .....	31
b) <i>Les Fumigations</i> .....	33
5.2.4.3. La lutte biologique.....	34
CONCLUSION PARTIELLE.....	35

<i>PARTIE II : EVALUATION DE PERTE PHYSIQUE EN MATIERES PREMIERES ET PRODUITS FINIS DESTINES A L'ALIMENTATION ANIMALE CAUSE PAR LA CONSOMMATION DES RATS ET PROPOSITION DE LUTTE.....</i>		<i>37</i>
1. MATERIELS ET METHODES .....		38
1.1. Matériels.....		38
1.1.1. Les moyens humains .....		38
1.1.2. Les matériels animal.....		39
1.1.3. Les matériels de mensuration .....		39
1.1.3.1. Les matériels de mesure.....		39
1.1.3.2. Le matériel de pesage .....		39
1.1.4. Le matériel de manipulation.....		40
1.2. Méthode.....		41
1.2.1. Site d'étude et zonage.....		41
1.2.2. Chronogramme des activités .....		43
1.2.2.1. La chasse.....		44
<i>a) Le choix de lieu de chasse .....</i>		<i>44</i>
<i>b) Les personnels de chasse .....</i>		<i>44</i>
<i>c) La fréquence et durée de chasse .....</i>		<i>45</i>
1.2.2.2. Les opérations après chasse .....		45
1.2.3. Méthode de calcul .....		47
1.2.3.1. Déterminer le nombre total de rats envahissants dans l'exploitation .....		47
1.2.3.2. Evaluation de la consommation moyenne journalière ingérée par les rats.....		48

1.2.4. Traitement des données .....	49
1.2.4.1. La statistique élémentaire .....	49
1.2.4.2. Estimation d'une moyenne .....	49
1.2.4.3. Comparaison des moyennes .....	50
1.2.4.4. La régression linéaire.....	50
a) <i>Les conditions d'utilisation</i> .....	50
b) <i>Choix du type de relation</i> .....	50
c) <i>Estimation par prévision</i> .....	51
<b>2. RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....</b>	<b>52</b>
2.1. Espèces des rats capturés à la Hutte Canadienne .....	52
2.2. Paramètres morphologiques externes.....	52
2.3. Nombre total de rats envahissant la ferme .....	54
2.3.1. Nombre de rats en fonction de la surface .....	56
2.3.2. Nombre de rats à partir de la densité .....	57
2.4. La perte moyenne quotidienne causée par la consommation des rats.....	57
2.5. Corrélation entre les caractéristiques morphologiques externes et le poids de rat ..	58
<b>3. DISCUSSION ET RECOMMANDATION .....</b>	<b>60</b>
3.1. Discussion .....	60
3.1.1. Espèces des rats capturés à la Hutte Canadienne .....	60
3.1.2. Les caractéristiques morphologiques externe.....	60
3.1.3. Effectifs total des rats envahissants la ferme.....	61

3.1.4. La consommation quotidienne des rats .....	61
3.2. Recommandation.....	62
3.2.1. Les méthodes indirectes .....	62
3.2.1.1. La suppression de source de nourriture .....	62
3.2.1.2. L'élimination des refuges, des cachettes et les autres facteurs favorisants .....	63
3.3. La méthode directe.....	64
CONCLUSION PARTIELLE.....	65
CONCLUSION GENERALE.....	66
BIBLIOGRAPHIE .....	68
WEBOGRAPHIE.....	70

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Balance de pesage des rats.....	40
Figure 2 : Plan de la HC .....	41
Figure 3 : Les ouvriers entrain de chasser les rats de leurs terriers.....	45
Figure 4 : Les différentes mensurations effectuées sur le rat.....	46
Figure 5 : Les rats capturés et tués .....	48
Figure 6 : Différence de taille entre norvegicus et rattus .....	53
Figure 7: Dispersion des nombres de rats selon les surfaces par rapport à $D y' = 2.494 + 0.473x$ droite d'ajustement linéaire. ....	56
.Figure 8 : Dispersion des points $x_i$ (longueur de la tête plus corps ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire $D y' = -718,74 + 4.4x$ .....	58
.Figure 9 : Dispersion des points $x_i$ (longueur de la queue ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire $D y' = -145,4 + 3,24x$ .....	59
Figure 10 : Dispersion des points $x_i$ (longueur de la queue ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire $D y' = 669,22 - 16,31x$ .....	59

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les espèces de rats nuisibles et introduites à Madagascar .....	4
Tableau 2: Les trois rongeurs introduits.....	7
Tableau 3 : Reproduction des trois espèces murines.....	14
Tableau 4 : Quantité correspondante consommée selon le poids du rongeur .....	22
Tableau 5 : Objectifs des enquêtes avant lutte .....	24
Tableau 6 : Les chasses aux rats effectuées .....	42



Tableau 7 : Chronogramme des activités de recherche à la Hutte Canadienne .....	43
Tableau 8: Les paramètres morphologiques externes des deux espèces .....	53
Tableau 9 : Nombre de rats aperçus et chassés aux niveaux des zones .....	55
Tableau 10 : Le nombre de rats estimé à partir de la densité .....	57
Tableau 11 : La perte moyenne journalière.....	57

## **LISTE DES ABREVIATION**

HC : La Hutte Canadienne

DPV : Direction de la Protection des Végétaux

GTZ : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

OMS : Une Organisation Mondiale de la Santé

PQ : Petit Quadrat

CMR : Capture-Marquage-Lacher

TC : La longueur Tête+Corps

Q : La longueur de la Queue

O : La longueur de l'Oreille

P : La longueur du Pied

MI : Matière Première

T : Tonne

Kg : Kilogramme

# INTRODUCTION

Les rongeurs murins par leur habitude alimentaire, comportement et capacité de reproduction sont considérés parmi les plus grands ennemis de l'homme (ZENHER, 1999). Ce sont les rats et les souris. Ils sont qualifiés aussi d'animaux commensaux. Un animal commensal est un animal qui vit dans le voisinage de l'homme et qui partage sa nourriture (GREAVES, 1985).

Les souris et les rats sont nuisibles à l'homme. Ils mangent et contaminent les aliments destinés à la consommation humaine et aux animaux d'élevage causant ainsi des pertes considérables dans les exploitations d'élevages. Des pertes qui ont des impacts non négligeables sur la production. La présence de ces rongeurs indésirables provoque d'énormes dégâts.

La Hutte Canadienne, une ferme d'élevage rencontre des problèmes d'invasion de rongeurs dans sa propriété à Talatamaty. Le problème de cette société n'est pas unique. D'après SURGEONER (2007), 80 % des poulaillers et 89 % des porcheries en Ontario abritent des rats et des souris.

Dans le cas de la Hutte Canadienne, pourrait-on évaluer les pertes physiques occasionnées par les rongeurs en matières premières et produits finis destinés à l'alimentation des animaux d'élevage ? Quelles seraient alors les propositions de lutte pour combattre ce fléau ?

L'objet de cette étude est donc d'évaluer les ravages en matières consommées par ces rongeurs et d'avancer des solutions durables et adaptées pour une lutte efficace. C'est pour cela que ce mémoire s'intitule : «Evaluation de perte physique en matières premières et produits finis destinés à l'alimentation animale causée par la consommation les rats et proposition de lutte pour combattre ces rongeurs» cas de la Hutte Canadienne.

Cette étude comporte deux parties distinctes :

La première partie se concentre sur une étude bibliographique concernant les rongeurs à Madagascar, les dégâts et la méthode d'évaluation des dégâts causés par les rats, la biologie de ces rongeurs nuisibles.

La deuxième partie présente le matériel et méthode de l'étude d'évaluation de pertes, les résultats obtenus et les discussions, ainsi que la recommandation ou proposition de lutte contre les rats pour le cas de la Hutte Canadienne.

## **PARTIE I: *ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE***

# 1. LES RONGEURS DANS LE MONDE

## 1.1. Définition d'un rongeur

Un rongeur est un *Mammifère* dont la denture caractéristique est dépourvue de canines et comportant deux incisives taillées en biseau tranchant (WIKIPEDIA, 2009). Il possède 16 dents sur l'ensemble des deux mâchoires avec deux paires d'incisives. Ces incisives sont en croissance continue, les rats et les souris comme tous rongeurs sont obligés de les aiguiser en permanence en rongant divers matériaux comme le bois, la brique. Cette caractéristique de ronger avec leurs deux paires d'incisives distingue les rongeurs des autres *Mammifères* (MICROSOFT ENCARTA, 2006), formant alors un outil coupant très efficace leur permettant de creuser des galeries, de supprimer les obstacles, de percer les orifices dans les constructions et les mobiliers.

Ces animaux ont une capacité de prolifération remarquable.

## 1.2. Classification des rongeurs et ses diversités

L'ordre des *Rodentias* (qui signifie rongeur) présente plus de 1000 espèces réparties dans 36 familles, les rongeurs représentent le plus grand ordre des *Mammifères*.

- Règne : *Animale*
- Embranchement : *Cordés*
- Sous embranchement : *Vertébré*
- Classe : *Mammifère*
- Ordre : *Rodentia*

Il est à noter que les lapins, cobayes, lièvres appartiennent à l'ordre des *Lagomorphes*. Cependant, certaines classifications font des rongeurs un groupe comprenant à la fois le *Rodentia* et le *Lagomorphe*.

Les poids des rongeurs peuvent aller de 5 mg (souris pygmée) à 70 kg (*Capybara*) (WIKIPEDIA, 2009). Il existe des rongeurs arboricoles, terrestres,

fouisseurs, amphibiens, voire planeurs. Ils sont d'une incroyable diversité; certains passent leur vie dans les hauteurs humides d'une forêt tropicale, tandis que d'autres se trouvent dans les déserts africains. La plupart sont des omnivores, d'autres végétariens et certains ne se nourrissent que d'invertébrés voir de champignons.

On les trouve partout dans le monde excepté en Antarctique, Nouvelle Zélande et dans quelques îles océaniques.

## **2. LES RONGEURS A MADAGASCAR**

### **2.1. Les rongeurs existant à Madagascar**

RAKOTONDRAVONY ET RANDRIANJAFY (1994) ont affirmé que 23 espèces de rongeurs existent à Madagascar, dont 20 sont des espèces endémiques et trois sont des espèces introduites.

#### **2.1.1. Les espèces endémiques**

Les rongeurs endémiques malgaches constituent 8 genres et 20 espèces. Très peu d'études ont été faites sur eux. Ces espèces endémiques appartiennent tous à la sous famille de *Néomyinae*. Ce sont des rongeurs mais pas forcément des rats par exemple : *Musaraigne*, *Hypogéomys antimena*. On sait que ces rongeurs endémiques ne causent pas de dégâts aux cultures parce qu'ils ne sont pas classés parmi les ravageurs en agriculture. Ils se nourrissent de racines et de graines forestières. Ils vivent exclusivement dans les forêts et leur distribution est limitée dans les forêts primaires (DUPLANTIER ET RAKOTONDRAVONY, 1999). En effet, les rongeurs endémiques ont très peu ou pas de contact avec l'homme dont ils ne constituent pas une menace pour la santé humaine. Certaines pratiques de l'homme tendent même à les faire disparaître par destruction de leurs habitats comme la culture sur brulis alors qu'ils maintiennent l'équilibre écologique de la forêt. Pour cette raison, les rongeurs endémiques devraient plutôt être protégés. Ces vingt espèces de rongeurs endémiques sont décrites sommairement avec sa répartition géographique par RAKOTONDRAVONY ET RANDRIANJAFY en 1994.

## 2.1.2. Les espèces introduites

Les trois espèces introduites sont des espèces nuisibles à l'homme. Ce sont les rongeurs murins. Rangés par ordre d'importance en dommages économiques à Madagascar: *Rattus rattus* tient la première place, ensuite *Rattus norvegicus* (RAKOTONDRAVONY, 1992) et enfin *Musculus Domesticus*.

Tous les trois appartiennent à la sous famille de *Murinae* et on les appelle aussi les espèces murines ou simplement les *Murinaes*.

### 2.1.2.1. Position systématique

- Ordre : *Rodentia*
- Sous ordre : *Myomorphes*
- Superfamille : *Muroidea*
- Famille : *Muridae*
- Sousfamille : *Murinae* (et *Nesomyinae*)
- Genre : genre *Rattus* et genre *Mus*

**Tableau 1 : Les espèces de rats nuisibles et introduites à Madagascar**

Genre	<i>Rattus</i>	<i>Mus</i>
Espèces	<i>Rattus rattus</i> <i>Rattus norvegicus</i>	<i>Mus musculus</i> ( <i>souris domestique</i> )

Source : RASAMOEL et ANDRIAMALALA ; 1999

### 2.1.2.2. *Rattus rattus*

Il est très répandu dans les régions tropicales et subtropicales. En effet, il a une capacité d'adaptation très élevée. Il colonise notre île, on le voit partout dans les villes, il est bien connu dans les villages.

La date d'introduction de *Rattus rattus* à Madagascar se situe entre le VII<sup>ème</sup> et le VIII<sup>ème</sup> siècle. L'existence de proverbes, de noms de villages et de localités, faisant référence aux rats, permet d'affirmer que les rats sont présents à Madagascar depuis très longtemps.

Il y avait déjà une invasion de *Rattus rattus* en 1916, en 1931, 1937, 1942, 1962 et dernièrement en 1965 (ZEHRER, 1999). *Rattus rattus*, appelé encore rat noir ou « voalavo » est l'espèce la plus répandue et la plus nuisible à Madagascar. Il est le plus grand responsable de problème de rats à Madagascar, tant sur l'agriculture et la santé publique que sur la conservation biologique de certaines espèces animales endémiques.

Il peuple les forêts, même les forêts vierges. Or la faune malgache n'est guère adaptée à son apparition, ni à une coexistence avec lui. C'est pour cela que plusieurs tortues et oiseaux endémiques sont menacés par sa présence. Aussi les rongeurs endémiques ne peuvent pas supporter sa forte concurrence.

### **2.1.2.3. *Rattus norvegicus***

Venant des steppes d'Europe orientale, il a été vu pour la première fois en Europe à Copenhague (Danemark) en 1716, et plus tard à Londres (1731) puis à Paris (1753) (RASAMOEL ET ANDRIAMALALA, 1999).

La date de son introduction à Madagascar n'est pas vraiment connue. Sa pénétration à travers les continents, Afrique, Asie et Amérique du sud, s'est généralement faite le long des fleuves. *Rattus Norvegicus* est un excellent nageur, il est appelé aussi surmulot, rat d'égout, rat norvégien ou « voalavo be » en malgache. On le nomme aussi rat brun, couleur en réalité non significative pour le différencier de *Rattus rattus* (ZEHRER, 1994). En ce qui le concerne à Madagascar, on le rencontre surtout dans les zones urbaines et portuaires.

Le travail fait par RAFANOMEZANA en 1992 mené au sein du SAACP/DPV/GTZ a démontré que dans les zones périphériques d'Antananarivo comme Ambohimambola, Ambohijanaka, région de Fenoarivo, Ankafana, Ivatobe, *Rattus rattus* reste le plus dominant. Par contre au centre ville d'Antananarivo, *Rattus norvegicus* est le plus répandu (RAKOTONDRAYONY, 1992 ; RASAMOEL ET ANDRIAMALALA, 1999).



#### **2.1.2.4. Mus musculus**

Le *Mus musculus* est appelé encore souris ou « totozy » en malgache. La souris n'est pas d'important ravageur pour l'Agriculture à Madagascar.

C'est d'ailleurs pour cette raison qu'elle n'est pas un sujet d'étude approfondie pour les chercheurs malgaches.

La souris a été déjà signalée en Israël il y a 12000 ans (RASAMOEL ET ANDRIAMALALA, 1999).

## **2.2. La lutte anti murine à Madagascar**

Avant 1965, seules les méthodes ancestrales et simples sont utilisées (battue générale, les pièges en pierre soutenus par un morceau de bois) dans la grande île pour lutter contre les rats. En 1965 après une invasion murine, l'Etat a pris l'initiative de décréter la loi N°-65-370 en 05 mai 1965 déclarant que les rats sont des calamités publiques et il est le devoir de chacun de participer à son éradication. A partir de ce moment, on a commencé à utiliser les pièges mécaniques, les raticides importés ou fabriqués sur place. L'Etat avait fourni des raticides gratuitement à ceux qui en avaient besoin. C'est le département de la protection des végétaux qui avait assuré l'élaboration et la distribution de ces produits dans toute l'île (DPV/GTZ, 1997).

Cependant, l'Etat n'a pas pu continuer dans cette voie faute de financement. Ce qui l'a obligé à trouver une autre solution. Il a proposé de faire une sensibilisation de la population sur la biologie des rats et les méthodes de luttés efficaces avec ou sans raticides. Cette sensibilisation reste jusqu'à aujourd'hui l'objectif de l'Etat malgache par l'intermédiaire du département de la protection des végétaux pour encourager la population à lutter contre ces rongeurs.

## **3. LA BIOLOGIE DES RONGEURS NUISIBLES**

La connaissance de l'ennemi permet de mieux le combattre. Ainsi, la connaissance de l'espèce nuisible et sa biologie aident en matière de lutte : détermination des lieux fréquentés pour pose d'appâts, choix et type d'appâts.

### 3.1. Identification

Cette identification est nécessaire pour que les luttes ne soient pas vouées à l'échec, surtout pour différencier *Rattus* (*rattus* ou *norvegicus*) du *Mus*. La biologie des deux ne sont pas tout à fait la même, alors les méthodes de lutte ne seront pas semblables. Peut être que certaines mesures seront les mêmes, toutefois la connaissance de leurs mœurs permettent d'avoir un point d'avance sur eux.

Pour leur identification simple et exacte, les paramètres suivants sont pris en compte (RAKOTONDRAVONY ET RANDRIANJAFY, 1998).

- la taille: longueur tête + corps,
- la longueur de la queue,
- la longueur de la plante du pied
- la longueur de l'oreille
- poids à l'âge adulte

**Tableau 2: Les trois rongeurs introduits**

Caractères	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Mus musculus</i>
<b>Poids adulte (g)</b>	plus mince que le <i>R. norvegicus</i> 83 à 300	110 - 450 à Madagascar	10 à 20
<b>Longueur corps et tête (mm)</b>	16 à 23	170 à 285	48 à 68
<b>Rapport queue/tête et corps (TC)</b>	1,20	0,85	0,97
<b>Queue (mm)</b>	plus longue que TC 170- 280	plus courte que TC 150-221	généralement inférieure à TC 490 - 670
<b>Oreille (mm)</b>	grandes, nettement hors des poils 24 - 30	relativement petite apparait à moitié dans les poils 20 - 31 mm	10 -12 mm
<b>Pied (mm)</b>	24 - 35	36 - 45	14-16

Source : RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999; DPV/GTZ, 1997; RIETVELD et WRIGHT, 2007.

## 3.2. Le lieu d'habitation

Tous les trois espèces installent leur gîte aussi près que possible d'une source de subsistance.

Le *Rattus norvegicus* se loge de préférence dans le sol : dans des terriers, canaux souterrains, sous des débris, dans les caves des maisons et dans les égouts. Il aime les lieux humides.

Par contre, le *Rattus rattus* aime bien les lieux en hauteur. Au village, il vit fréquemment dans les toits, à l'intérieur des bâtiments, et surtout dans les plafonds des salles de stockage des denrées. A l'extérieur, il vit sur dans arbres. Il fait rarement des galeries dans le sol.

En ce qui concerne *Mus*, on peut le trouver à l'intérieur dans des bâtiments et à l'extérieur dans des terriers quand le lieu est dépourvu d'autres refuges.

## 3.3. Aptitude

Les rats ont de grandes aptitudes pour creuser, grimper, sauter et ronger.

### 3.3.1. Aptitude à creuser

Le surmulot est très doué pour creuser. Il creuse des galeries complexes présentant plusieurs ouvertures pour installer son nid et pour s'abriter.

Généralement la profondeur ne dépasse pas le 50 cm, mais il peut creuser jusqu'à 2-3m dans des terres molles. On rencontre parfois des galeries moins profondes pour s'alimenter (RASAMOEL ET ANDRIAMALALA, 1999). Ces galeries se trouvent à proximité des sources de nourritures, sous les bâtiments.

Le rat noir et la souris ne savent creuser que des galeries relativement simples dans un sol assez facile à travailler.

### 3.3.2. Aptitude à grimper

*Rattus rattus* passe surtout son temps à grimper aux arbres, arbustes et bâtiments. Il est très agile pour grimper.

*Mus* est moyennement grimpeur tandis que *norvegicus* est moins agile à cause de son poids. Ce dernier s'aventure rarement dans les hauteurs (SURGEONER, 2007).

Les pattes des rats sont munies de coussinets plantaires : cela leur donne un pouvoir de traction et d'accrochage. La queue sert à maintenir l'équilibre.

*Rattus rattus* et *Mus musculus* peuvent entrer à l'intérieur en escaladant un mur rugueux, en passant par les fils électriques, ou en grim pant aux arbres qui surplombent le bâtiment.

### **3.3.3. Aptitude à sauter**

Le surmulot peut sauter verticalement jusqu'à plus de 77 cm. Lorsqu'il saute sans élan, il peut franchir une distance horizontale de 1,2 m. On a également remarqué que le rat noir saute plus haut que le surmulot et la souris. La souris réalise des bonds de 25 cm au maximum.

### **3.3.4. Aptitude à ronger**

Tous les matériaux ayant de dureté inférieure à 5,5 à l'échelle de géologue peuvent être rongés par les rats : bois, plastique, aluminium, béton de mauvaise qualité (RASAMOEL ET ANDRIAMALALA, 1999).

## **3.4. Les organes de sens**

Les organes de sens utilisés par les rats sont surtout : l'odorat, le goût, la vision et le toucher.

### **3.4.1. L'odorat**

Le sens de l'odorat est exceptionnel chez les rats.

L'odorat joue un rôle important dans:

- la détection et le choix de la nourriture
- le comportement sexuel et parental
- la reconnaissance des proches et des étrangers

Les rats laissent aussi des odeurs par l'urine pour marquer son passage.

### **3.4.2. Le goût**

Le sens du goût est très développé chez les rats. Cela leur sert à sélectionner leurs aliments. Les rongeurs peuvent détecter des quantités extrêmement faibles de substances amères, toxiques dont les goûts sont désagréables.

Le sens du goût et de l'odorat sont très exceptionnels chez les rats : il faut en tenir compte pour la confection d'appâts empoisonnés. Il faut toujours éviter le surdosage quant à l'utilisation des poisons comme appât afin d'éviter que les rats les détectent facilement.

### **3.4.3. La vision**

La vision a pour utilité secondaire. Les yeux servent surtout à identifier de près les formes et les mouvements. Les rats peuvent voir la nuit. Ils sont insensibles à la lumière rouge car on peut utiliser une lampe de cette couleur pour les observer la nuit, sans changer notablement leur comportement (FINLEY, 1959).

### **3.4.4. Le toucher**

Les rongeurs murins utilisent toujours le sens du toucher le long de ses circuits pour faciliter son orientation et pour prévenir les dangers comme les trous ou autres obstacles. En effet pendant ses déplacements, ils identifient les objets en les frôlant de leurs moustaches.

Enfin la queue du rat est un organe d'orientation, d'équilibre et de thermorégulation.

## **3.5. Le comportement**

Pour élaborer des mesures de lutttes efficaces et économiques, il importe de connaître le comportement des rats.

Les quatre aspects les plus importants du comportement des rats sont leurs orientations et leurs déplacements dans leur territoire, leur comportement alimentaire, leur comportement exploratoire et enfin leur vie sociale.

### **3.5.1. Le déplacement et migration**

D'une façon générale, les rats se déplacent journalièrement à la recherche d'eau et de nourriture. Ce sont des animaux craintifs, ils utilisent les mêmes chemins par souci de sécurité. Les rats n'aiment pas les endroits dégagés. Ils choisissent autant que possible les chemins couverts sous différents refuges (OMS, 1978). Ils préfèrent passer le long des murs plutôt que s'aventurer au milieu d'une pièce. Un piège placé au milieu d'une chambre a ainsi peu de chance d'attirer les rats. Par contre, le rat passera par dessus le piège, même en absence d'appât, accolé à un mur, plutôt que de le contourner.

Ils réduisent autant que possible leur déplacement qui ne dépasse pas 10 à 15m, en s'installant toujours à proximités des sources de subsistance. Mais ce chiffre peut aller de 30 à 60m quand il n'est pas possible de s'installer tout près des sources.

Toutefois en cas de surpopulation, de changement d'environnement, les rats peuvent effectuer des migrations de quelques kilomètres de distance (OMS, 2000).

### **3.5.2. L'habitude alimentaire**

La plupart des techniques de lutte reposent sur l'emploi d'aliments empoisonnés. Il est alors indispensable de connaître les habitudes alimentaires des rats.

Les trois espèces commensales sont omnivores, elles se nourrissent de divers aliments comprenant graines, fruits, organes végétatifs des plantes et nourriture d'origine animale. En présence de plusieurs types d'aliments, ils préfèrent les grains.

La souris domestique est la plus dépendante en aliment à haute valeur énergétique : grain, graine. Le surmulot et le rat noir s'adapte plus facilement aux autres type d'aliments (DPV/GTZ, 1997).

Le rat noir est nettement moins carnivore que le surmulot, mais il peut manger des œufs et des insectes. Il préfère les grains, semences, noix et les fruits.

Les principales sources d'alimentation des rongeurs commensaux en zone urbaine et dans les exploitations d'élevages sont les stocks alimentaires et les ordures ménagères. Ils viennent se nourrir dans des endroits qui leur sont familiers. Un autre aspect de leur comportement alimentaire est le fait de transporter de la nourriture dans leur abri.

La souris boit 5 ml d'eau environ par mois tandis que le rat noir et le surmulot consomment jusqu'à 20 ml d'eau chaque jour. La souris est moins dépendante en eau que le rat noir et le surmulot. Il peut vivre sans boire, tirant parti seulement de l'humidité provenant des aliments.

### **3.5.3. Le comportement exploratoire et néophobie**

A part les activités principales (recherche de la nourriture et de l'eau), les rats ont tendance à explorer de nouvelle surface et à ré-explorer leur environnement. Ils entrent prudemment dans des nouveaux lieux, examinant les choses en les flairant, en les rongant et en grim pant dessus. En faisant cela, ils sont capables en peu de temps de connaître parfaitement la topographie du lieu et de trouver immédiatement un abri ou une cachette (OMS, 1978).

Toute modification de l'environnement est détectée facilement, comme la présence de nouvel objet tel que le piège, appât. Les rats ont peur des nouveaux objets et la découverte de ceux-ci provoque une réaction appelée néophobie (RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999). Ils ont tendance à éviter ces objets dans un premier temps, ensuite par curiosité, ils s'approchent prudemment, enfin s'il ne se passe rien, ils vont les examiner pour familiariser avec. Toutefois dans les lieux où il ya des mouvements permanents comme les salles de stockage (entrer et sortie de sacs), dépôt d'ordure, ils ne semblent pas trop s'inquiéter (GREAVES, 1985).

Concernant les appâts après avoir surmonté leur peur, ils goutent avec prudence et en petites quantités les nouveaux aliments. Si les premiers rats qui ont consommé l'appât ne montrent pas de symptômes d'empoisonnement, d'autres rats viendront se joindre à eux pour s'y nourrir davantage. Mais si les premiers rats meurent après l'ingestion de l'appât, les autres membres de la grande famille ne vont plus jamais y toucher même s'ils doivent mourir de faim car ils auront établi la relation de cause à effet.

Cette réaction est moins évidente chez les souris qui s'habituent aux pièges et aux aliments inconnus avec une relative rapidité. Cette attitude est forte chez le surmulot qui est plus « intelligent » donc plus méfiant. Il peut attendre une semaine ou plus avant de consommer un aliment nourrissant et appétissant mais inconnu tandis que le rat noir surmonte sa crainte seulement au bout de 1 à 3 jours.

En matière de lutte contre les rongeurs, le comportement exploratoire et la néophobie signifient que les objets du type piège ou appât empoisonné placés dans le domaine vital du rongeur seront rapidement détectés par l'animal, mais que, selon l'espèce et les circonstances, il pourra s'écouler un laps de temps avant que le rongeur ne surmonte sa méfiance (GREAVES, 1985). Aussi la technique d'amorçage préalable ou l'utilisation des anticoagulants à effet tardifs (c'est-à-dire que l'effet n'apparaît qu'après une semaine au minimum) seront utilisés pour éviter ce genre de problème.

L'amorçage préalable consiste à placer des pièges inactifs ou des appâts non toxiques pendant une durée de 4 à 8 jours avant de commencer le piégeage ou l'empoisonnement proprement dit, pour habituer les rats et ne pas éveiller par la suite leur suspicion. Pour utiliser des appâts contenant un poison à effet rapide, l'amorçage préalable est fortement recommandé.

### **3.5.4. La vie sociale**

#### **3.5.4.1. La hiérarchisation**

Les rats reconnaissent l'autorité d'un chef. Le chef se nomme tout seul et s'impose par la force ; il se juge supérieur aux autres. Le chef se nourrit le premier et il a les bonnes places ; il décide des heures de toilettage et commence l'attaque des bâtiments (BATTAGLIA, 2005).

Pour attaquer les bâtiments, ils se rangent en ligne. Le chef attaque le mur avec ses dents puis après avoir retiré sa portion de plâtre, il cède la place à un second rat et ainsi de suite jusqu'au dernier. Chacun participe à tâche égale. Après s'être introduit dans les lieux, le chef inspecte avec minutie la pièce. Le rat voit la nuit et son odorat est exceptionnel. Le signal de l'invasion est donné par un petit cri si le chef juge qu'il n'y a aucun danger. A ce signal, tout le monde commence la fête.

#### **3.5.4.2. Le toilettage**

Il s'agit d'un moment sacré pour les rats. Le rat fait sa toilette plusieurs fois par jour elle consiste en léchouilles, grignotage du poil avec les dents, ou encore lissage du poil avec les pattes avant (POUCHINETTE, 2007).



La toilette a plusieurs fonctions : Elle permet à l'animal de réguler sa température interne (thermorégulation). Elle lui permet également d'étendre sur son pelage la phéromone. On a aussi constaté que la toilette peut avoir un effet calmant lors d'un stress. Un rat peut faire sa toilette tout seul, cependant les membres du groupe se la font aussi entre eux, car c'est un signe d'attachement chez les rats.

### 3.5.4.3. Le Cannibalisme

La quantité de nourriture disponible influe sur le comportement des rats. Les rongeurs se battent pour la nourriture, les abris et l'espace vital. La compétition devient de plus en plus dense à mesure que la quantité des ressources diminuent ou la densité de la population augmente et que la nourriture devient un problème. D'abord, de massives migrations s'effectuent. Si la famine s'accroît, les rats deviennent très agressifs et se font cannibales. Ils s'attaquent à des congénères plus faibles et s'approprient ainsi leur territoire et les ressources qu'il contient (BATTAGLIA, 2005).

### 3.5.4.4. La Reproduction

*Tableau 3 : Reproduction des trois espèces murines*

	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
<b>Maturité sexuelle (semaines)</b>	12-18	12-18	6-8
<b>Durée de gestation (jours)</b>	20-24	20-24	19-21
<b>Nombre de petits par portée</b>	4-8	7-8	5-6

Source : DPV/GTZ, 1997 ; DPV/GTZ, 1998 ; RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999

### 3.5.4.5. Les Facteurs favorisant la pullulation des rats

L'existence de nourriture et de refuges sont des conditions favorables à la prolifération des rats (DPV/GTZ, 1998(2,3)). Dans les greniers où la présence d'aliment est permanente, la prolifération des rats peut être spectaculaire :

L'hygiène joue un rôle important. Au village et en ville, les ordures ménagères éparpillées attirent les rats et leur donnent envie de rester. Si le milieu est insalubre, le rat prolifèrera.

Les rats aiment bien les endroits désordonnés et ou à hygiène précaire pour mieux se réfugier. Dans le cas contraire, ils fuient et quittent les lieux. Généralement, ils se cachent dans les broussailles, sous les matériaux et pierres entassés. Ils entrent à l'intérieur la nuit pour s'approvisionner. Toutefois, ils peuvent y également habiter (cf.3.2. lieu d'habitation p 16).

L'existence de point d'eau est une exigence supplémentaire. Pour *Rattus norvegicus*, il lui faut toujours un point d'eau à proximité car ses besoins en eau sont énormes. Le *Mus domesticus* peut survivre en milieu aride tandis que pour *rattus* le besoin en eau est légèrement inférieur à ceux de *norvegicus*.

Le défaut de construction des bâtiments donnant trop d'accès aux aliments pour les rats est aussi considéré comme facteur de pullulement de rats. Les rats ne peuvent pas s'introduire à l'intérieur pour s'approvisionner comme nous l'avons dit que s'il existe des moyens d'y entrer.

## **4. DEGATS ET EVALUATION DE DEGATS CAUSE PAR LES RATS**

### **4.1. Dégât**

Il a été démontré, à l'échelle mondiale que les rongeurs endommagent jusqu'à 25% des produits alimentaires cultivés par l'homme chaque année et 40% des stocks de riz et autres céréales (OMS, 1974). Les pertes qu'ils occasionnent aux récoltes sur pied et stockées, aggravent les problèmes de nourriture en qualité et en quantité surtout dans les pays en voie de développement.

Au niveau des magasins de stockage des aliments et dans les champs, les rongeurs attaquent les récoltes, légumes et fruits à tous les stades de développement. Mais plus encore, ils les polluent et les contaminent en véhiculant des maladies. Condamné à user leurs incisives, ils s'attaquent à toutes sortes de matériaux : papier,

cuir, poutres et planches de bois, tuyauteries, de plomb, isolants de câbles électriques ; provoquant ainsi des dommages aux bâtiments. Mais, il est à remarquer que morts ou vivants, les rats restent dangereux. En effet, les puces ayant fuit les cadavres de rats pour rechercher du sang frais, sont potentiellement porteuses de bacilles pesteux, et représentent un danger pour l'homme (ZENHER, 1999).

#### **4.1.1. Dégâts sur les récoltes et denrées stockées**

Une colonie de 100 rats peut consommer plus d'une tonne d'aliments en un an (RIETVELD et WRIGHT, 2007).

Tout comme les insectes, les rongeurs sont des ravageurs des stocks. Ils provoquent des pertes au cours du stockage, non seulement en consommant le produit, mais aussi en le souillant de leurs déchets. Ils peuvent également endommager les structures de stockage et les matériels de stockage.

En effet, les denrées stockées sont particulièrement vulnérables aux attaques des rongeurs qui peuvent provoquer des sérieuses pertes de denrées alimentaires.

Dans le cas de stockage de grain, c'est surtout au niveau du village (greniers) que les pertes seront sensibles et visibles. Des études réalisées en Inde en 1976 ont montré que dans des greniers villageois tressés, contenant du paddy, si après six mois de stockage la perte en poids totale était de 6,2 %, la part due aux rongeurs était de 3,1 % (contre 2,3 % pour les insectes). Ce même rapport était observé pour le paddy stocké en sacs (CRUZ et AL, 1988).

A Madagascar il y a plusieurs types de stockage au niveau des villages selon les régions : il y a les stockages temporaires comme les meules dans la région d'Ambatondrazaka et les greniers permanents comme le « tsihimbary », « sompitra ».

Ces méthodes de stockage sont assez précaires et les risques d'attaques de ravageurs, notamment des rongeurs, y sont continus (ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994). Dans les grands centres de stockage répondant aux normes de construction, les pertes sont souvent moins importantes.

Il y a les pertes directes dues à la consommation par les rats. Un rat mange environ 15 % de son poids quotidiennement. Ensuite il y a les pertes indirectes dues à la détérioration des qualités des produits par contamination. Les rongeurs souillent les denrées par l'urine, les fèces, les poils et aussi par les traces de rongement. Les denrées contaminés et souillés sont dix fois plus que les denrées consommées par les rats (OMS, 2000). Les rats ne consomment en réalité qu'une partie des aliments et abandonnent le reste.

En outre, un rat peut déposer à lui seul quelque 12000 fèces, 2.9 litres d'urine et 500 000 poils par semestre (GREAVES ,1985). Ces différentes contaminations exposent les consommateurs à des maladies (cf. 4.1.3. les maladies p.18).

La dégradation de la qualité des aliments touchés peut les rendre impropre à la consommation humaine et même parfois pour la consommation animale (SURGEONER ,2007).

## **4.1.2. Dans les poulaillers**

### **4.1.2.1. Les dégâts structureaux**

Les rongeurs peuvent occasionner des dégâts matériels et structureaux. Ils rongent les murs et les portes ; endommagent les meubles, cuirs, les vêtements de travail, livres, papiers, câbles de téléphones et d'électricité, ce qui peut provoquer des incendies et catastrophes dont l'origine est difficile à déterminer.

### **4.1.2.2. Les agressions**

Les rats transmettent des maladies aux animaux et peuvent même les attaquer. Ils peuvent agresser les petits moutons au niveau des yeux et autres parties de son corps, arrachent sa laine qu'ils transportent dans leurs terriers pour mettre bas, ce qui peut provoquer la mort de ces animaux d'élevage (OMS, 2000).

En Ontario, on estime que la perte due aux rongeurs coûte chaque année 2 millions de dollars aux éleveurs de volailles et 6,4 millions de dollars aux producteurs de porc (SURGEONER, 2007).

Par leur comportement, les rats dérangent la vie de la ferme. Ils font baisser la production de l'élevage. Ils tuent les poussins, blessent les poulets adultes, mangent les œufs.

#### **4.1.2.3. La concurrence en nourriture**

Les rongeurs sont également de redoutables concurrents pour la nourriture. Ils mangent les aliments et ils salissent souvent ce qu'ils ne mangent pas. Ce qui oblige à jeter des sacs de nourriture impropre. Les volailles sont alors moins bien nourries et la production en œuf ou en viande en souffrent.

### **4.1.3. Les maladies**

#### **4.1.3.1. Les maladies transmis aux animaux**

Les rats nuisent à la santé des animaux. Les maladies transmis aux volailles sont : Salmonellose (par l'urine et excréments), Trichinose, New Castle, Ornithose, Toxoplasmose, Paratyphose aviaire. Quoique l'importance des maladies amenées par les rats sur les animaux n'est pas vraiment étudiée.

#### **4.1.3.2. Les maladies transmis à l'homme**

Le rôle des rongeurs est considérable dans la propagation d'un bon nombre de maladies de l'homme (OMS, 1974). Les rongeurs murins transmettent plusieurs maladies telles que la peste, la rage etc. Dans le passé, le rat a provoqué de dramatiques épidémies de peste.

On distingue plusieurs types de maladies véhiculées par les rongeurs en fonction du mode de transmission (OMS, 2000) :

***a) Par leurs puces***

Les puces transmettent à l'homme les germes du typhus ou de la peste contractés sur les rats malades.

***b) Par leurs excréta***

Les urines et excréments souillent les aliments et l'eau provoquant des maladies (salmonelloses et leptospiroses). Le typhus murin peut être transmis aussi par l'intermédiaire des aliments contaminés par l'urine des rats.

***c) Par les morsures***

Les morsures transmettent à l'homme la fièvre et la rage.

***d) Par la manipulation des cadavres des rats infectés***

La manipulation des cadavres des rats infectés peut être à l'origine de la leptospirose.

A Madagascar, la peste est la plus dangereuse et la plus meurtrière parmi les maladies véhiculées par les rats dans la grande île. La peste est encore largement présente dans les régions tropicales et Madagascar est un des foyers d'endémie pesteuse dans le monde. Durant une période de 18 ans 1980-1998, des cas des pestes humaines ont été enregistrés chaque année avec un total de 5986 cas et 493 décès respectivement 31.0% et 27.7% des chiffres correspondant pour l'Afrique (OMS, 2000).

Le typhus murin est relativement important. La rage existe à Madagascar, mais les vecteurs sont surtout les rats (DUPLANTIER et RAKOTONDRAVONY, 1999).

## **4.2. Évaluation des dégâts**

### **4.2.1. Contexte**

Il est important de pouvoir reconnaître et évaluer l'impact des dégâts afin de prendre une décision de lutte. L'importance des ravages occasionnés par les rats sont mal connus. Toutefois, l'évaluation physique ou économique des pertes agricoles ont fait l'objet de quelques recherches jugées insuffisantes. Les plus intéressées sont souvent les Etats, les organismes internationaux, les grandes entreprises pour orienter leurs politiques fondamentales de lutte. Les agriculteurs sollicités par de nombreuses activités jugent superflu de procéder à une évaluation des dévastations plus approfondie (GREAVES, 1985).

Pour le cas de Madagascar, la plupart des études sont faites en collaborations avec le service de la Protection des Végétaux et de l'organisme Allemand ouvrant dans l'île, le GTZ. Dans la grande île, les études faites concernent jusque là les pertes en cultures surtout pour la riziculture mais aussi pour d'autres cultures comme le caféier, les légumes. Il y avait aussi une évaluation de la perte dans la Société Soavoanio cultivant des cocotiers.

### **4.2.2. Évaluation des dégâts en denrées stockées :**

Les diversités des denrées rendent les méthodes d'évaluation des dégâts complexes. Néanmoins il existe des méthodes pour déterminer des dégâts causés par les rats.

La grande variété de produits stockés ne permet pas de proposer une méthode générale d'évaluation des pertes. Toutefois, quelques méthodes d'approche, en l'occurrence celles préconisées par GREAVES en 1980 ou HERNANDEZ et DRUMMOND 1984 existent et sont utilisées (cité par ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994).

Pour la méthode de GREAVES, elle fait intervenir l'estimation de nombre de rongeurs qui sévissent dans le magasin par les techniques de piégeage ou capture-marquage-lâcher. Ensuite on multiplie la valeur estimée par un coefficient qui

correspond à la consommation moyenne journalière des rongeurs (GREAVES, 1985 ; ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994).

La méthode de Hernandez et Drummond 1984 consiste à stocker dans un magasin une gamme variée d'aliments généralement mis en petits paquets. Ces denrées variées et mélangées sont déposées en petits tas. Chaque composant du lot est rigoureusement contrôlé en vue de la constatation des dégâts causés par les rongeurs. Les poids des produits avariés sont soigneusement notés, et le suivi doit être permanent parce que tout paquet endommagé ou souillé par les rongeurs est considéré comme perdu.

#### **4.2.2.1. Estimation de l'effectif des rongeurs**

##### ***a) Estimation par des méthodes autres que le piégeage***

Plusieurs méthodes autres que le piégeage ont été utilisées pour estimer approximativement le nombre de rongeurs murins. Certaines sont valables et d'autres assez subjectives.

Concernant ces méthodes subjectives, l'objectif est d'avoir une idée des nombres de rats. Ces méthodes sont le dénombrement des dommages subis, l'évaluation grossière des dégâts causés aux récoltes et l'observation des signes de présences de rats. Certains auteurs ont tenté d'établir une corrélation entre les signes de présences et l'effectif réel des rongeurs. Selon une règle généralement reconnue, environ 25 souris ou rats sont présents pour chaque rongeur aperçu (RIETVELD ET WRIGHT, 2008). Mais il n'est pas précisé si on doit faire le comptage des rats aperçus le jour ou la nuit ou les deux ensemble, aussi reste à savoir si ce règle est applicable aux trois espèces qui ont chacun leur lieux de fréquentation (cf.3.2. Lieu d'habitation p8).

On a aussi couramment recours au dénombrement des terriers.

D'autres méthodes excluant le piégeage sont estimées valables : une technique consiste à excaver les terriers ou à chasser les rongeurs hors de leurs galeries. Une autre occasionnellement utilisée, consiste à débarrasser un territoire délimité de toute sa végétation et à capturer tous les rongeurs (OMS, 1974). Dans les conditions particulièrement favorables que constituent les espaces clos ou les îles, par exemple, il est parfois possible de capturer tous les animaux présents donnant ainsi une estimation



absolue des nombres de rongeurs. Le nombre d'animaux connu peut être exprimé sous la forme de densité de population c'est-à-dire en nombre d'individus par unité de surface.

### ***b) Estimation par méthode de capture***

Il y a plusieurs méthodes de capture. La méthode la plus ancienne est celle du piégeage en ligne. La méthode des petits quadrat a été largement adoptée dans certains pays européens. La méthode de *Capture — Marquage — Recapture* (CMR) est la plus utilisée dans l'étude de la population : taux de renouvellement, déplacement.

Le résultat des captures dépend de nombreuses variables: type, taille et localisation des pièges, type d'appât et pré-appâtage (cf.3.5.3.comportement exploratrice et néophobie p12), durée du piégeage.

L'estimation du nombre de rats présents sur un territoire à partir des données de capture, demande en général des calculs mathématiques compliqués.

Nous ne disposons pas de données supplémentaires sur les cas d'utilisation ni l'envergure des études utilisant chaque types des méthodes (par capture ou non).Toutefois des études effectuées à Madagascar sur les rongeurs en utilisant les méthodes de capture (piégeage sur quadrat, piégeage en ligne) ont souvent duré quelques années. Ces études ont demandé beaucoup de temps mais aussi de matériels (RAKOTONDRAVONY, 1992).

#### **4.2.2.2. La consommation quotidienne des rongeurs murins**

La consommation journalière dépend de l'espèce et du poids de l'animal. Elle est de 10 % de son poids pour RIETVELD et WRIGHT en 2008. Mais les chiffres varient. Selon GREAVES en 1980 cité par ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994, la consommation quotidienne des rats dépendant de son poids se résume à ce tableau.

**Tableau 4 : Quantité correspondante consommée selon le poids du rongeur**

<b>Poids du rongeur</b>	<b>Quantité correspondante consommée</b>
Poids supérieur à 50g	7%
Poids inférieur ou égal à 50g	15%

Source : ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994

Le problème c'est qu'il n'y a pas de référence claire concernant le poids à partir de laquelle le rat commence à manger (parce l'âge dépend du poids chez les rongeurs).

## **5. LA LUTTE CONTRE LES RATS**

La lutte contre les rongeurs se justifie par leur importance médicale et économique (OMS, 2000) (cf.4.1.Dégâts p 15).

### **5.1. Enquête et étude avant lutte**

Il est toujours important de faire une enquête d'infestation avant d'entreprendre une lutte. Elle a pour objectif de déterminer l'importance des dégâts mais peut servir à l'identification de l'espèce de rongeur responsable.

Cela consiste à recueillir des informations sur :

- les lieux fréquentés, les emplacements des terriers, nids et galeries, les points d'alimentation (GREAVES, 1985)
- les causes qui peuvent être des facteurs favorisant de la pullulation des rats.

Pour les luttes de grandes envergures, cette enquête est complémentée par une étude : étude d'évaluation économique ou physique des dégâts (cf.4.2.Evaluation des dégâts p20).

Toutefois on doit pouvoir faire ressortir par ces enquêtes et études, le nombre de rats infestant le lieu ou avoir une idée de son nombre (cf.4.2.2.1 Estimation de l'effectif des rongeurs p21), ainsi que le ou les espèces de rongeurs existants. Ces informations sont nécessaires pour mener à bien les luttes.

**Tableau 5 : Objectifs des enquêtes avant lutte**

<b>Enquête et étude</b>	<b>Objectif dans la lutte</b>
<b>Les lieux fréquentés</b>	Les appâts doivent être placés dans des lieux bien fréquentés par les rats pour qu'ils les détectent au moindre passage.  Aide à l'identification des espèces de rongeurs.
<b>Les dégâts</b>	La constatation des dégâts est un premier pas vers la lutte.
<b>Les espèces responsables</b>	Les luttes doivent être spécifiques.
<b>Les facteurs favorisant</b>	Elimination de ces facteurs favorable à la pullulation des rats.

## **5.2. Les méthodes de lutte**

Il y a deux sortes de méthodes de lutte contre l'infestation des rats : méthode indirecte et directe (cf.5.2.3.La méthode indirecte p25 et 5.2.4.la méthode directe p30). Et selon la nature des moyens employés dans la lutte directe : il y a la lutte mécanique, la lutte chimique et la lutte biologique. Les deux méthodes (directe et indirecte) sont complémentaires.

L'application de ces méthodes doivent être organisée et cohérente pour avoir de bons résultats. Alors, la dératisation fait appel à une stratégie appelée « lutte intégrée » (DPV/GTZ ,1997).

### **5.2.1. Définition de la lutte intégrée**

La lutte intégrée est la mise en œuvre de toutes les méthodes organisées, visant à lutter contre les rats (SURGEONNER, 2007). A Madagascar, l'Etat par la Direction de la Protection de Végétaux encourage l'application de la lutte intégrée dans le respect de l'environnement. Aussi, elle met en valeur l'utilisation des pièges mécanique pour la méthode de lutte directe.

Les méthodes utilisées dans la lutte intégrée sont les règles de base de la dératisation. Toutefois, les recommandations au niveau de ces méthodes peuvent varier selon la spécificité des lieux à dératiser : dans les champs de cultures ou les lieux d'habitations.

### **5.2.2. Les objectifs de la lutte intégrée**

La lutte intégrée vise les objectifs suivants:

- affamer les rats : lorsqu'ils sont affamés, les rats se dévorent entre eux, à leurs jeunes et pratiquent le cannibalisme (cf.3.5.4.3.Le cannibalisme p14) réduisant ainsi la population. Aussi, ils mangent facilement les appâts.
- supprimer les refuges et cachettes
- supprimer les rongeurs présents.

### **5.2.3. La méthode indirecte**

#### **5.2.3.1. Objectifs et techniques de la méthode indirecte**

Les méthodes indirectes se basent sur la modification de l'environnement. Ils consistent en la suppression des facteurs favorisant qui maintiennent la survie des rongeurs. Des changements apportés à l'environnement en vue d'éliminer les rongeurs d'un territoire donné peuvent avoir d'effet immédiat (OMS, 2000).

L'objectif est de réduire le nombre de rats ou au moins de le maintenir à un niveau minimum. La technique se résume à l'élimination des refuges et des sources d'alimentations.

D'une manière générale, si les aliments et l'eau sont inaccessibles et si les abris et gîtes sont détruits, les rats disparaissent.

En somme, ils ne survivront pas en grand nombre s'ils ne trouvent pas d'endroits convenables où se cacher, se reposer, nicher et avoir des portées et aussi pour se nourrir (OMS, 1978).

### 5.2.3.2. Nettoyage et respect de l'hygiène

Le maintien de la propreté des lieux, appuyé par des mesures d'assainissement est le moyen le plus efficace de lutte contre les rongeurs.

Les ordures ménagères, les dépôts de détritux, qui leur servent de nourriture ou d'abris, doivent être éliminés (OMS, 1978; DPV/GTZ, 1998 (3)).

Il est alors incontestable que l'amélioration des normes d'assainissement peut contribuer à limiter les infestations.

Il faut bien nettoyer les lieux tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

#### a) A l'extérieur

L'objectif est de rendre les endroits dégagés.

Il faut :

- éliminer toute végétation inutile, les pierres, les ordures, les matériaux entassés et désordonnés, tas de branchages servant de refuges aux rats. Les rats perdront ainsi leurs repères et sont obligés de quitter les lieux.
- supprimer les eaux stagnantes très propices à la prolifération de *Rattus Norvegicus* et *Rattus rattus*.

La plupart des rongeurs qui s'introduisent dans les élevages viennent directement des champs puis se multiplient. Il est donc important de bien tenir propres les abords des bâtiments, c'est-à-dire de détruire la végétation sur une largeur d'un mètre sur le pourtour. « N'attirez pas les rongeurs des champs vers votre élevage. Donc éliminez les détritux en bordure » (RIETVELD ET WRIGHT, 2008).

#### b) A l'intérieur

Le respect de l'hygiène est indispensable dans les bâtiments d'élevage.

Dans les salles de stockage. L'intérieur doit être tenu propre et bien rangé tout en évitant de créer des angles obscurs et encombrés. Balayer les aliments répandus et les jeter dans un endroit approprié.

Lorsque les bâtiments ne suivent pas les normes pour le stockage en vrac, il est toujours préférable de faire un stockage en sac.

Voici quelques recommandations d'empilement :

- Les sacs de stockage ne doivent pas être posés directement sur le sol mais bien empilés sur des palettes. Cela supprime les cachettes des rats entre les sacs. La disposition de ces palettes est en parallèle, face à l'entrée.
- Eviter d'entasser les sacs dans les recoins d'un bâtiment, favorables aux refuges des rongeurs.
- La surface portante d'une palette doit être supérieure à 40 % de la surface totale pour éviter une trop forte pression sur les sacs de dessous.
- La mise en place des sacs prévoit l'obtention de piles stables par un empilement correct (par groupe de 3 ou de 5).
- L'empilement est moins serré dans la couche de base et le resserrement est progressif vers le haut permet d'avoir une forme conique stable.

### **5.2.3.3. Bâtiment à l'épreuve des rats**

Ce système consiste à aménager les maisons, les salles de stockage de denrées alimentaires et surtout les bâtiments d'élevage de manière à empêcher les rats d'y pénétrer, plus précisément les rendre inaccessibles aux rongeurs.

Cette technique a pour but de supprimer l'accès à la nourriture. D'une façon générale, les rats entrent à l'intérieur pour s'approvisionner mais peuvent aussi s'y installer. Quand tous les moyens d'accès sont bloqués, les rats meurt de faim et mange facilement les appâts empoisonnés. Tant qu'il y a de la nourriture, les rats sont moins attirés par ces appâts (OMS, 1978).

Cette méthode applique la réalisation de bâtiments bien conçus, de préférence au moment de la construction, mais on peut faire aussi une amélioration des constructions existantes par la pose des dispositions contre les rats.

Les bâtiments à l'épreuve des rats sont fabriqués en dur. Il est difficile de réaliser cette technique d'étanchéité au niveau des constructions faites en bois, plastique et tous autres matériaux fragiles (SURGEONER, 2007).

Dans le cas des paysans, pour les greniers et les élevages de type familial, il est peut être possible de faire un aménagement dans des constructions en planche, bois, plastique, terre battue. Toutefois l'efficacité de cette dernière technique est un peu aléatoire (ANDRIATSILEFERINTSOA, 1994).

Mais pour les grands entrepôts et les élevages industriels, l'élimination des rats dans les constructions fragiles sont rudes.

Voici quelques aspects d'une construction à l'épreuve des rats :

#### **a) Le mur et plancher**

- Mur et fondation en béton ou des maçonneries cimentées.
- Des semelles de fondations à 0,5 m de profondeur, en saillie de 0,2 m, empêchent les rongeurs d'entrer par des galeries souterraines.
- L'ensemble des murs doit être bien lisse pour que les rats ne puissent pas l'escalader. La mise en place de garde-rats métalliques sur les murs rugueux est nécessaire (DPV/GTZ, 1997; DPV/GTZ, 1998(2,3)). Ces dispositifs empêchent les rats d'entrer dans les bâtiments pour se nourrir. Ce sont des plaques de tôle ou de métal bien lisse sur les angles des murs extérieurs.
- On ne doit pas laisser d'espace entre le mur du haut et la toiture.

#### **b) Les portes**

- Les portes métalliques sont plus résistantes aux assauts des rongeurs que les portes en bois. Les rongeurs ont tendance à les ronger. Alors, on doit garnir le bas de ces portes de plaques de métal jusqu'à 50 cm de hauteur.
- Les portes à battants sont plus hermétiques que les portes coulissantes qui laissent toujours une fente entre la porte et le mur. Il faut noter

qu'une fente de 6 mm suffit à une souris pour s'introduire dans un local fermé.

- Bien ajuster les portes et les fenêtres pour ne pas laisser d'espace de pénétration.

#### **c) Les voies d'aération et autres ouvertures**

- Veiller à ce que tout l'ensemble des bâtiments soit étanche à toute possibilité d'entrée pour les rats. Dans les bâtiments d'élevage : les canalisations d'eau et d'électricité, les bouches d'aération et les points d'entrée des vis d'alimentation sont autant de passages possibles pour ces indésirables (CERES, 1993).
- L'implantation de treillis métalliques ou grillage à mailles fines devant chaque ouverture protège contre l'intrusion de rongeurs.

#### **d) Le toit**

- Le toit : des gouttières reliées à un système de drainage doivent être prévues pour assurer l'évacuation des eaux de pluie et la protection des murs contre l'humidité.
- L'ensemble du toit doit être aussi étanche et impénétrable.

#### **5.2.3.4. Bâtiments en bonne état**

Cette inaccessibilité des bâtiments doit être toujours maintenue. Cela consiste à garder les bâtiments en bon état.

Examiner alors les bâtiments régulièrement en vue d'y découvrir d'éventuels accès pour les rongeurs. Des bâtiments correctement construits et entretenus opposent un premier obstacle aux rongeurs (SURGEONNER, 2007).

Les murs en mauvais état offrent peu de résistance au grignotement des rats. Toutes fissures ne seront pas tolérées : supprimer les fissures et les fentes sur les murs en les recouvrant de mortier.



Il faut obstruer tous les orifices avec de la laine d'acier épaisse, de la tôle ou des grillages métalliques avec une maille de 10mm au maximum.

## **5.2.4. La méthode directe ou lutte curative**

### **5.2.4.1. Lutte mécanique et physique**

Après l'emploi des rodenticides, on pensait que les pièges ne sont plus efficaces, et qu'ils ne sont bons que pour capturer quelques têtes de rats seulement. Mais actuellement, l'utilisation des pièges est revenue face aux défaillances des luttes chimiques. A Madagascar, il est encouragé d'utiliser des pièges mécaniques simples et peu coûteux : les tapettes (DPV/GTZ, 1997). Ces derniers sont probablement la méthode efficace la plus couramment pratiquée (RIETVELD ET WRIGHT, 2008). Les luttes mécaniques et physiques n'exigent pas l'utilisation de poisons qui peuvent être fatals pour les animaux ou les enfants. Les pièges permettent de suivre les progrès réalisés avec chaque enlèvement de cadavre qu'on élimine de façon sanitaire, ce que l'usage du poison ne permet pas. Les carcasses empoisonnées qui ne sont pas ramassées peuvent en effet représenter une menace pour la santé des animaux de compagnie et des animaux non ciblés. De plus, les poisons sont coûteux.

#### *a) Les méthodes traditionnelles*

Les méthodes traditionnelles ont tendance à être abandonnée. On distingue :

- Le « rodombe » ou battue générale : on chasse les rats en groupe. Cela consiste à excaver les rats de leur terrier et à les tuer par la suite. C'est une chasse directe avec des bâtons, des bêches. La battue générale est très efficace lors d'une forte infestation : les terriers et les galeries abritent de nombreux rats, agglomérés en groupes allant de 5 à 10 individus (DPV/GTZ, 1997).
- L'assommoir : fabriqué à l'aide d'une pierre plate maintenue par un petit bois. Il est conçu pour s'écrouler au moindre choc.
- Les fosses pièges : les rats qui y tombent, restent emprisonnés.
- Les appâts à action mécaniques.

- Les plaques engluées : ils sont surtout utilisés dans les habitations. On s'en sert pour capturer les souris domestiques.

#### ***b) Les pièges mécaniques modernes***

On distingue la tapette ou ratière à Guillotine et la nasse. On a l'habitude d'utiliser ces pièges dans les maisons d'habitation, dans les magasins ou greniers de denrées stockées, mais ils sont aussi adaptés à l'extérieur. A Madagascar, un projet pilote avait démontré que les pièges mécaniques modernes s'adaptent à l'extérieure des bâtiments, champ et rizières.

La tapette est la plus couramment utilisée et aussi la plus efficace. Elle est aussi moins chère que la nasse (RIETVELD ET WRIGHT, 2008).

Pour qu'une campagne soit efficace, il faut qu'elle soit de courte durée (3-5 nuits de capture) et décisive.

#### **5.2.4.2. La lutte chimique**

Les produits chimiques utilisés contre les rats sont appelés : rodenticides. Les rodenticides sont essentiellement de deux types : poisons violents et anticoagulants utilisés comme appât. Mais il y aussi les gaz toxiques et produits fumigènes, l'emploi de ces derniers est exclusivement réservé aux navires et aux cargos (WIKIPEDIA, 2009).

Notons que ce sont tous des poisons et « en raison de la toxicité de tous ces produits à l'égard des autres animaux, il faut toujours observer les précautions d'emploi, de manipulation et d'entreposage indiquées sur l'emballage» (RIETVELD ET WRIGHT, 2008; DPV/GTZ, 1998 (4)).

#### ***a) Lutte chimique par appâtage***

- *Caractéristiques*

L'utilisation d'appâts empoisonnés est la méthode la plus efficace et la plus répandue contre les infestations de rongeurs. L'appât est composé d'une matière active

mélangée à un aliment comestible. On peut ajouter des adjuvants qui sont composés d'attractifs, de liants, de conservateurs, d'arômes et de colorants.

Mais il existe dans les commerces d'appâts prêts à l'emploi. Le problème c'est qu'ils sont coûteux et que l'utilisateur n'a pas la compétence pour choisir le produit qui convient le mieux (DPV/GTZ, 1998 (4)).

Les supports d'appât les plus couramment utilisés sont les céréales, grains entiers ou concassés, les viandes, le poisson, les noix, les fruits et les légumes, des brisures de riz, du maïs concassé, du manioc. Il est souhaitable d'offrir aux rongeurs des aliments de différentes natures avant de fixer son choix sur un support.

- *Protection des postes d'appâtage*

Il est nécessaire de protéger les appâts afin de les conserver en bon état pendant la durée du traitement et pour éviter de mettre en danger les animaux non cibles. On utilise des bouteilles en plastiques tronçonnées, des boîtes de carton. Il faut aussi s'assurer que l'ouverture du récipient contenant les appâts soit adaptée à la taille des rongeurs et ne permette pas aux animaux non cibles de s'y introduire.

Les appâts liquides sont recommandés dans les régions à sécheresse marquée, car les rats assoiffés viennent s'y abreuver facilement. Veiller à placer les boîtes à appâts dans les endroits accessibles aux rongeurs (GREAVES, 1985 ; RASAMOEL ET ANDRIAMALALA, 1999).

- *Les poisons violents*

Ils sont surtout utilisés avant la deuxième guerre mondiale. Ce sont les sels de thallium, l'arsenic, la strychnine, le phosphore de zinc, le carbonate de baryum.

Ils présentent de grands dangers pour l'homme et les animaux domestiques. Ils ne sont plus vraiment très employés actuellement à l'échelle mondiale à cause de cette grande toxicité et pour préserver l'environnement. Ces poisons violents ne présentent pas d'antidotes (OMS, 1978).

A Madagascar on utilise surtout le phosphore de zinc.

Le Traitement par les poisons violents a les caractéristiques suivant :

- empoisonnement direct sans amorçage préalable : cela est destiné aux souris. L'effet maximum se produit en 24 heures.
- avec amorçage préalable : pour les traitements contre les *Rattus*.

- *Les anticoagulants*

Ce sont des composés nouveaux venus pour renforcer les luttes contre les rats. Un anticoagulant est une substance qui fluidifie le sang et l'empêche de se coaguler. L'absorption de composés de ce genre, répétée pendant plusieurs jours, entraîne des hémorragies internes (WIKIPEDIA, 2009). C'est actuellement le rodenticide le plus utilisé. Il est déposé sur les appâts afin d'éliminer les nuisibles qui l'ingère.

Les anticoagulants sont classés en génération (BERNY, 2005).

- 1ère génération : coumafène, chlorophacinone, diphacinone, coumatétralyl, toxiques par ingestion répétée, la mortalité survient 7 jours après, toxicité modérée.
- 2ème génération : bromadiolone, difénacoum, brodifacoum toxiques par ingestion unique, la mortalité survient 2 - 3 semaines après, toxicité forte.

Il importe de suivre fidèlement les instructions du fabricant quant au mode d'emploi des anticoagulants. *Rattus* y sont plus sensibles que *Mus*. Les rongeurs atteints recherchent de l'air frais et de l'eau, c'est pourquoi ils sortent généralement de l'entrepôt pour mourir. Il faut veiller à faire disparaître les cadavres, car les anticoagulants qu'ils contiennent pourraient affecter les animaux nécrophages.

### ***b) Les Fumigations***

Les gaz toxiques employés sont : l'acide cyanhydrique, le dioxyde de soufre, la chloropicrine, le bromure de méthyle et le phosphore de zinc. Les produits d'aérosols étant très dangereux ; leur emploi extrêmement limité, est réglementé par une législation particulière.

La fumigation est essentiellement utilisée pour la dératisation des navires. Cette opération doit être effectuée par des spécialistes, sous le contrôle des services de santé publique. La fumigation est peu employée dans les immeubles, en raison des risques qu'elle présente et des mauvaises odeurs qu'elle laisse.

#### **5.2.4.3. La lutte biologique**

La lutte biologique met en action les prédateurs. Le chat est efficace contre les souris, mais il est trop peureux pour s'attaquer aux gros *Rattus*.

Les chats et les chiens terriers Jack Russell sont les plus aptes à la lutte. C'est la méthode à laquelle les gens croient le plus. Mais en réalité, cette méthode n'est pas aussi efficace qu'on le pense (OMS, 2000).

A Madagascar, des essais de lutte biologique contre les rats ont été menés sans introduction d'espèces animales étrangères à l'écosystème. En effet, plusieurs ennemis naturels des rats sont présents dans l'île, et peuvent jouer un rôle dans le contrôle seulement d'une population «normale» de rongeurs. On distingue : les Amphibiens, les Serpents, les Oiseaux rapaces (RASAMOEL, 1994 ; RASOLOZAKA, 1998 ; DPV/GTZ, 1997; DPV/GTZ, 1998(2)).

## CONCLUSION PARTIELLE

A Madagascar, les espèces de rongeurs introduites sont qualifiées de ravageurs. Elles sont constituées par *Rattus rattus* ou « voalavo », *Rattus norvegicus* ou « voalave be » et *Mus musculus* « totozy » en malgache.

C'est le genre *Rattus* qui est le plus redoutable dans la grande île. *Rattus rattus* est bien connu tant dans les villages que dans les zones urbaines. Il constitue une véritable menace pour la préservation de la faune dans les forêts. *Rattus norvégicus* colonise généralement les villes. Les conséquences des actions des deux ravageurs dans l'agriculture et les fermes d'élevage ne sont pas négligeables.

Ces rongeurs sont dotés de nombreuses capacités et aptitudes dont ils s'en servent pour accéder à la nourriture, pour se protéger de leurs ennemis et pour éviter les pièges et les poisons qui leur sont destinés. Pour mettre en place alors des mesures de lutte efficaces et économiques, il importe de connaître la biologie, le comportement des rats et leur vie sociale.

Au niveau des exploitations d'élevage, en plus des dégâts affligés aux stocks de nourritures destinés à l'alimentation des animaux, les rats provoquent aussi des dommages structuraux, ils rongent les bâtiments et les matériels. Ils agressent les animaux d'élevages et leurs transmettent des maladies. Il est à noter que ces rongeurs véhiculent des maladies transmissibles à l'homme dont la peste est la plus importante à Madagascar.

Il existe aujourd'hui plusieurs produits raticides appelés encore rodenticides. Mais il est à préciser qu'il n'existe aucun produit chimique ou piège qui soit miraculeux pour combattre ces rongeurs indésirables.

La lutte contre les rats nécessite l'emploi de plusieurs méthodes complémentaires définies par le terme de « lutte intégrée ».

Il existe quelques méthodes pour évaluer les dégâts causés par la consommation des rats en denrées stockées. C'est d'ailleurs le thème de l'étude suivante qui a pour objectif de connaître la quantité de matières premières et produits finis

destinés à l'alimentation animale consommés par les rats, et qui a pour cadre une exploitation d'élevage située à Talatamaty.

Cliccours.com

***PARTIE II : EVALUATION DE PERTE PHYSIQUE EN  
MATIERES PREMIERES ET PRODUITS FINIS DESTINES  
A L'ALIMENTATION ANIMALE CAUSE PAR LA  
CONSOMMATION DES RATS ET PROPOSITION DE  
LUTTE***



# 1. MATERIELS ET METHODES

Cette étude expérimentale a pour objectif de faire :

- Une évaluation de perte physique en matières premières et produits finis destinés à l'alimentation animale causée par la consommation des rats à la Hutte Canadienne.
- Une proposition de lutte contre l'envahissement des rats dans cette exploitation.

Elle s'est déroulée à la Hutte Canadienne du 05 janvier au 31 mars 2009.

Ce site d'étude comprend 7 zones (cf. Figure 2 p41) :

- La partie haute de la ferme
- La zone de provenderie et de stockage
- La partie centrale
- Le panier parc
- Les bâtiments administratifs et résidence du directeur
- L'espace Dinde
- La zone de l'étable

## 1.1. Matériels

Les matériels utilisés comprennent :

- les moyens humains
- le matériel animal
- les matériels de mensurations

### 1.1.1. Les moyens humains

- L'étudiante et auteur de ce mémoire. Elle a dirigé la recherche et elle a fait la collecte de toutes les informations nécessaires pour le traitement des données.
- Le groupe anti-rongeur constitué de dix personnes : ils entreprennent les travaux de lutte contre les rats au sein de l'exploitation (cf. Annexe 3). Ces ouvriers font

ce type de travail occasionnellement, sans emploi du temps fixe. La lutte contre les rongeurs n'est qu'une activité secondaire dans la ferme.

La chasse aux rats a été utilisée dans cette étude pour estimer le nombre de rats existants à la Hutte Canadienne (cf. Tableau 6 p42).

Les ouvriers ont pris part aux travaux de recherche en faisant les pesées et le comptage des rats capturés à chaque moment de chasse. Ils ont fait aussi les relevés des paramètres morphologiques externes sur les rats (cf.1.2.2.2. Les opérations après chasse p45).

### **1.1.2. Le matériel animal**

Le matériel animal est constitué par les rats capturés dans la ferme de la Hutte Canadienne.

Ceux-ci servent d'échantillons pour l'identification des espèces et d'estimations de nombre de rats envahissants l'exploitation (cf.1.2. Méthode p41). Ce sont des rongeurs de la famille des *Murinaes*, espèces introduites, très prolifiques et très ravageurs.

### **1.1.3. Les matériels de mensuration**

Les matériels de mensuration sont les matériels de mesure et les matériels de pesage.

#### **1.1.3.1. Les matériels de mesure**

Les mesures sur les rats sont effectuées à l'aide de règle graduées de 50cm. Pour les mesures de surfaces de lieu où les rats ont été capturés, on se sert d'une règle ruban d'un décimètre.

#### **1.1.3.2. Le matériel de pesage**

Le peson à ressort est utilisé pour peser les rats, il a une portée de 10kg, marque Salter, avec une précision de 5g près. Puis le poids de chaque rat est relevé et noté soigneusement sur une fiche ainsi que les mesures (cf.1.2. Méthode p41).



**Figure 1 : Balance de pesage des rats**

#### **1.1.4. Le matériel de manipulation**

Comme les rats sont des animaux vecteurs de maladie, le port de gant est indispensable pour leur manipulation. Les gants en latex sont utilisés pour les managements pendant les prélèvements de mesures. Ils sont très indiqués pour ce travail, car ils sont à la fois très souples mais très résistants.

## 1.2. Méthode

### 1.2.1. Site d'étude et zonage



Figure 2 : Plan de la HC

Echelle : 1 / 31000

Source : Google earth ,11 septembre 2004 ; Auteur

● : Lieux de chasse aux rats

**ZONE A:** La partie haute de la ferme

- 1, 2,3: Bâtiments d'élevage de poule pondeuse en cage
- 4,5: Bâtiments d'élevage de poulette
- 5' : Cantine

**ZONE B:** Zone de provenderie et de stockage

- 6: Un Grand bâtiment de stockage de matière première
- 7: La provenderie
- 8,8', 9 : Salles de stockage de matière première

**ZONE C:** La partie centrale

- 9: Atelier bois et fer
- 10: Place de pesage
- 11: Résidence avec jardin

**ZONE D:** Le panier parc

- 12-15: Bâtiments d'élevage de poule pondeuse en cage
- (16-20) † : Bâtiments d'élevage de poule pondeuse au sol

**ZONE E:** Bâtiments administratifs et résidence du directeur

- 21 : Résidence du directeur
- 22 : Bureaux administratifs

**ZONE F :** Espace Dinde

† †

- 23, 24, 25 : Bâtiments d'élevage de dinde

**ZONE G:** Zone de l'étable

- Etable fonctionnelle

† : Bâtiments faites en mur de planche, de tôle mal jointe, de fibrociment trop accessible t aux rats ou de vieux bâtiments.

*Tableau 6 : Les chasses aux rats effectuées*

<b>ZONE</b>	<b>Nombre de chasse effectuée dans la zone</b>
<b>A</b>	2
<b>B</b>	4
<b>C</b>	2
<b>D</b>	8
<b>E</b>	0
<b>F</b>	3
<b>G</b>	2
Total	<b>21</b>

## 1.2.2. Chronogramme des activités

**Tableau 7 : Chronogramme des activités de recherche à la Hutte Canadienne**

		MOIS DE JANVIER 2009 (5-31 janvier)																MOIS DE FEVRIER 2009																																						
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J																							
O	Chasse	2																																																						
	Prélèvement de surface	2																																																						
	Pesée et comptage	2																																																						
A	Prélèvement des autres CME	2																																																						
	Comptage des rats aperçus																																																							
C	Récapitulation des données																																																							

MOIS DE MARS 2009																																																								
V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M																	
						2																																																		
						2																																																		
						2																																																		
						2																																																		

OAC : Opérations Après Chasse

CME : Caractéristiques morphologiques externes

2 : On a effectué l'opération deux fois dans la journée

### **1.2.2.1. La chasse**

La chasse aux rats est une des activités de lutte contre les rats à la Hutte Canadienne. Après cette chasse, la récolte est évaluée.

La constitution des échantillons est fournie par la chasse aux rats qui est effectuée par les personnels de chasse. Cette opération consiste à dénicher les rats de leurs galeries souterraines et à les tuer par la suite. Dès qu'ils sortent ou apparaissent, les rats sont abattus par des coups de pelle ou de bâtons (RASAMOEL, 1997 ; RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999. Cette chasse directe est la plus indiquée pour estimer le nombre de rats envahissants la ferme. Elle s'est effectuée dans plusieurs lieux de la ferme.

Les échantillons sont alors constitués par les rats tués au cours d'une session de chasse dans la surface de terrain sur laquelle ces rongeurs ont été prélevés (cf.1.2.2.2. Les opérations après chasse p45). Cette méthodologie a été adoptée selon les situations et organisations de travail au sein de la ferme.

#### ***a) Le choix de lieu de chasse***

La chasse s'effectue à l'extérieur des bâtiments dans les endroits fréquentés par les rongeurs. Ces endroits sont marqués par la présence des galeries souterraines des rats. Ces galeries sont observées à proximité des bâtiments d'élevage pour les zones A, D, F et G. Elles se trouvent près des salles de stockage de matières premières et des provendes pour la zone B. Dans la zone C, la présence de la cantine et du jardin potager attire les rats.

#### ***b) Les personnels de chasse***

Les personnels de chasse sont des employés de la ferme. Au total ils sont au nombre d'une dizaine dans la hutte Canadienne. Ce sont tous des hommes.





**Figure 3 : Les ouvriers entrain de chasser les rats de leurs terriers**

### *c) La fréquence et durée de chasse*

La chasse aux rats est effectuée pendant un à trois jours par semaine en raison de zéro à deux séances par jour. Cependant durant les périodes de fête, cette chasse est suspendue temporairement car les ouvriers sont affectés aux travaux d'exploitation et de production.

La ferme pratique cette technique de lutte depuis quelques mois. Chaque activité de chasse dure 15mn à 90mn au maximum. Les jours et les heures de chasse ne sont pas fixes mais varient selon la disponibilité des agents qui effectuent le travail. Et le nombre de ces manœuvres ne sont pas aussi constant à chaque moment de chasse.

### **1.2.2.2. Les opérations après chasse**

Les rats tués sont comptés et entassés dans un coin en attendant que leurs puces les quittent. Puis, on procède à la mesure de surface du lieu de chasse. On appelle surface de chasse l'étendue du terrain creusé pour chasser les rats. Les personnels de chasse creusent les galeries et ses alentours parce que ces galeries peuvent comporter des réseaux et les rats peuvent se cacher dans les différents coins.

La surface est délimité en un rectangle ou carrée. Puis muni du mètre, on mesure la longueur et la largeur de l'endroit sont mesurés. La surface de terrain est

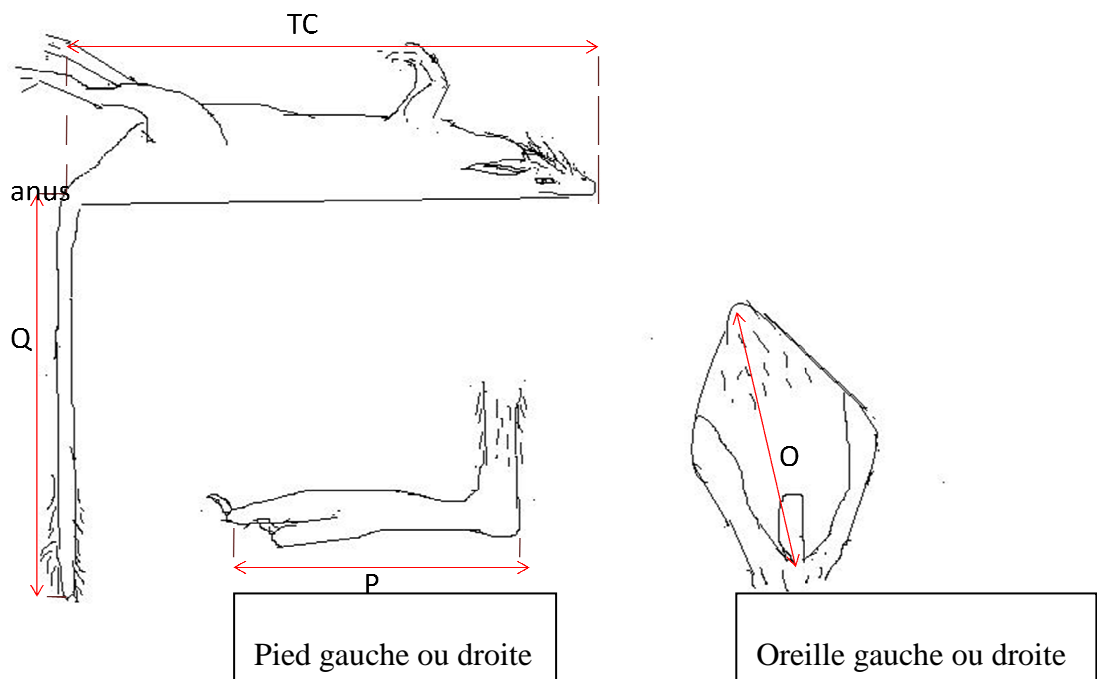
obtenue en multipliant la longueur par la largeur pour le rectangle ou le coté par le coté pour le carré.

Une heure après, débarrassés de leurs puces, les rats sont manipulés. Cette manipulation consiste à relever les paramètres morphologiques externes suivant :

- le poids de chacun des animaux tués (en g)
- la longueur de tête et corps (TC)
- la longueur de la queue (Q)
- la longueur de l'oreille (O)
- la longueur du pied (P)

Toutes les unités de longueurs sont en millimètre (mm).

La proportion  $Q/TC$  est ensuite calculée pour chaque rat.



**Figure 4 : Les différentes mensurations effectuées sur le rat**

Source : RAKOTONDRAVONY, 1991

Ces paramètres ont servi à la différenciation des espèces.

Il est à remarquer que l'exploitation des données sur les poids permet aussi l'évaluation des quantités d'aliments consommés par ces rongeurs (cf.1.2.3.2. Evaluation de la consommation moyenne journalière ingérée par les rats p.48).

### **1.2.3. Méthode de calcul**

La méthode adoptée dans l'étude sur l'évaluation de perte physique en matière première et produits finis destinés à l'alimentation animale causée par la consommation des rats se base sur la méthode de GREAVES citée par ANDRIANTSILEFERINTSOA en 1998. Elle est décrite comme suit : la méthode fait intervenir le nombre de rongeur sévissant dans le magasin déterminé à partir de diverses techniques de piégeages( qui n'ont pas été cités) ou par estimation par la technique de capture-marquage-lâcher (cf.4.2.2. Evaluation des dégâts dans les denrées stockées p20). Cette méthode fournit des informations sur le poids des rongeurs servant ensuite à déterminer la quantité moyenne ingérée. Le nombre de la population multiplié par la quantité moyenne ingérée donne les pertes physiques par consommation (GREAVES, 1985).

#### **1.2.3.1. Déterminer le nombre des rats envahissants dans l'exploitation**

La technique de Capture-Marquage-Lâcher n'est pas vraiment adaptée pour cette étude. Son exécution ainsi que les calculs qui s'en suivent sont trop compliqués. De plus, comme les rats font des ravages au sein de la ferme, le fait de lâcher des rats piégés ou capturés est non acceptable.

La technique de rechange est la suivante : estimation approximative de nombre de rongeur présent par l'échantillon de rats capturés dans une espace délimité

On a estimé le nombre total de l'effectif de rats existant à la Hutte Canadienne à partir de l'échantillon de rats capturés et tués dans une espace délimitée de la ferme.

- Par l'équation de régression indiquant le nombre de rats en fonction de la surface  $N = f(s)$ . On changera alors  $s$  par la totalité de la surface de la ferme la Hutte Canadienne qui est de 15 hectares (ha).
- Par la densité des rats (cf. Tableau 6 p42). On déterminera alors la densité moyenne, et le nombre de rats estimé est donné par la formule :

$$N = D_m \times S$$

Avec  $D_m$  : la densité moyenne et S surface de la Hutte Canadienne (15ha)



**Figure 5 : Les rats capturés et tués**

### **1.2.3.2. Evaluation de la consommation moyenne journalière ingérée par les rats**

Pour déterminer la consommation moyenne journalière ingérée par les rats, on se réfère sur le fait qu'un rat consomme une alimentation égale à 10% de son poids pour une hypothèse haute (RIETVELD et WRIGHT, 2008) et 7% pour une hypothèse basse (ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994).

On suppose que les aliments consommés par les rats sont en totalité des matières premières (maïs, manioc, tourteaux, son de riz) ou aliments composés destinés à l'alimentation animale (poulette I, poulette II, finition).

Pour chaque rat capturé et tué, la consommation journalière en gramme est de :

$$H_h : x_i = \frac{P_i \times 10}{100}$$
$$H_b : x_i = \frac{P_i \times 7}{100}$$

(P: Le poids du rat déjà mort)

( $H_h$  : Hypothèse haute,  $H_b$  : Hypothèse basse)

Pour l'ensemble de la population la quantité totale consommée en une journée est donc :

$$Q = \mu \times E$$

$\mu$  : La moyenne de la consommation journalière pour chaque rat dans la population

E : Le nombre estimé de la population de rat à la Hutte Canadienne (cf.1.2.3.1. Déterminer les nombre total de rats envahissants l'exploitation p47).

Il est à noter que les petits rats nouveau-nés reconnu par leur couleur rose et leur petite taille inférieure à 7g ne seront pas prise en compte pour l'ensemble de l'étude.

## 1.2.4. Traitement des données

Le traitement des données fait ressortir la statistique élémentaire, la comparaison des moyennes et la régression linéaire.

### 1.2.4.1. La statistique élémentaire

Les valeurs statistiques élémentaires (moyenne arithmétique, écart-type) sont nécessaire pour avoir une aperçue du comportement de l'ensemble d'échantillon. Cela concerne surtout les caractères morphologiques externes.

### 1.2.4.2. Estimation d'une moyenne

Estimation d'une moyenne à variance inconnue avec un échantillon aléatoire de  $n$  prélèvement indépendant. Après l'estimation ponctuelle, on fait une

estimation dans l'intervalle de confiance bilatéral symétrique avec un niveau de confiance à 95% de cas.

### 1.2.4.3. Comparaison des moyennes

C'est un test paramétrique. Les moyennes de chaque caractère des deux populations sont comparées entre eux pour observer si elles sont égales ou non.

On doit d'abord vérifier l'hypothèse d'égalité ou non des variances. Deux cas se présentent alors :

- Comparaison de deux moyennes à variances inconnues mais égales
- Comparaison de deux moyennes à variances inconnues et inégales appelé test d'Aspin-Welch

### 1.2.4.4. La régression linéaire

#### a) Les conditions d'utilisation

Il existe une variable indépendante et non aléatoire  $x$  : pour expliquer une variable dépendante  $y$

Les paires d'observations  $(x_i, y_i)$  résultent de  $n$  tirages aléatoires et indépendants dans une population déterminée.

Les valeurs prises par  $x$  sont supposées connues sous erreur.

#### b) Choix du type de relation

Après confirmation graphique par le nuage des  $n$  points représentatifs  $(x_i, y_i)$  de l'échantillon, on suppose que, dans la population, la courbe de régression de  $y$  en  $x$  est une droite  $(\Delta)$  d'équation

$$(\Delta) U_{Y/X} = \alpha + \beta x$$

En transportant la relation du modèle applicable à la population aux données d'observations de l'échantillon, on adopte la relation correspondante à la droite  $(D)$  de la régression empirique.

$$(D) y' = a + bx$$

Où  $a, b$  sont des estimations de  $\alpha$  et  $\beta$ , et  $e_i$  l'erreur aléatoire

$a, b$  et  $e_i$  sont des variables aléatoires d'échantillonnage.

Les coefficients  $a$  et  $b$  de la droite ( $D$ ) de régression empirique peuvent être déterminés, par la méthode dite des moindres carrés, en minimisant la somme des carrés  $\sum_i e_i^2$  des écarts à la droite( $D$ ).

**c) Estimation par prévision**

Prévision de la valeur individuelle  $y_0$  pour  $x = x_0$  au niveau  $(1-\alpha)$  avec  $\alpha = 0.05$ .

## 2. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### 2.1. Espèces de rats capturés à la Hutte Canadienne

Dans cette étude 506 rats ont été capturés : 12 *rattus* et 494 *norvegicus*. En se référant sur ce résultat, il existe deux espèces de rats au sein de l'exploitation de la Hutte Canadienne. Tous les deux appartiennent au même genre : le genre *Rattus*. Il s'agit alors de *Rattus rattus* ou le rat noir et *Rattus norvegicus*. On a fait la chasse aux rats dans toutes les zones sauf dans la zone E (cf. Tableau 9 p55).

### 2.2. Paramètres morphologiques externes

D'une manière générale, *Rattus norvegicus* présente un poids moyen individuel plus élevé que *Rattus rattus*. Ce poids est un critère de différenciation pour l'identification entre *rattus* et *norvegicus*. Le *rattus* est toujours plus léger que *norvégicus*. Concernant aussi la longueur de la tête plus corps, la longueur du pied, *rattus norvegicus* présente une supériorité.

Mais si on considère la longueur de la queue et de l'oreille, *rattus* présente plus d'avantage (cf. Tableau 8 p53). En ce qui concerne le rapport Queue/Tête+Corps, il est supérieur à 1 pour *rattus* et inférieur à 1 pour *norvegicus*. Ce qui signifie que *rattus* a la queue plus longue que la tête plus corps contrairement à *norvegicus*.



**Tableau 8: Les paramètres morphologiques externes des deux espèces**

	<b><i>Rattus Rattus</i></b> (moyenne ± Ecart type Min-Max)	<b><i>Rattus norvegicus</i></b> (moyenne ± Ecart type Min-Max)
Poids	191.67±24.62 150 -250	406.88±148.39 150 - 650
Longueur de la Tête + Corps	201,67±4,71 190 - 210	255,52±29,57 190 – 300
Longueur de la Queue	295±9.04 270 - 310	169.27±24.56 120 - 240
Rapport Q/TC	1,13±0,05 1,03-1,27	0,81±0,08 0,45-1,05
Longueur de l'Oreille	25.42±2.57 20 - 30	15.81±3.60 10 - 25
Longueur du Pied	31.25±3.60 25 - 40	34.25±4.64 25 - 45



**Figure 6 : Différence de taille entre norvegicus et rattus**

### **2.3. Nombre total de rats envahissants la ferme**

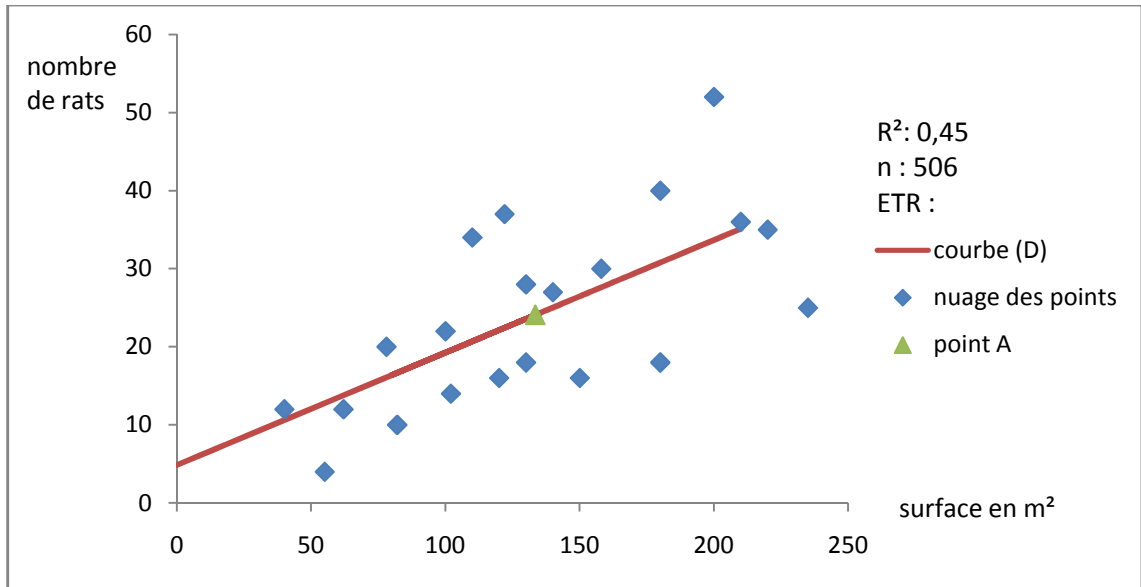
Pour l'estimation de nombre de rats en fonction de la surface, On constate que le nombre de rats augmente avec la surface. Mais la corrélation entre les deux est faible car  $R^2$  est de 0,45. La moyenne est 24 rats pour 134m<sup>2</sup>. Le nombre de rats estimé est de 10228-32992.

Concernant le nombre de rats estimé à partir de la densité, la densité moyenne se situe entre 0,15-0,22 rats/m<sup>2</sup>. Le nombre de rats estimé est donc de 23074-32783.

**Tableau 9 : Nombre de rats aperçus et chassés aux niveaux des zones**

<b>ZONE</b>	<b>Nombre de chasse effectuée dans la zone</b>	<b>Surface (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nombre de rats capturés</b>	<b>Densité</b>
<b>A</b>	2	55	4	0,073
		82	10	0,12
<b>B</b>	4	120	16	0,13
		130	18	0,14
		210	36	0,17
		235	25	0,10
<b>C</b>	2	140	27	0,19
		180	18	0,1
<b>D</b>	8	40	12	0,3
		62	12	0,19
		110	34	0,31
		130	28	0,21
		158	30	0,19
		220	35	0,16
		180	40	0,22
		200	52	0,26
<b>F</b>	3	78	20	0,26
		122	37	0,30
		150	16	0,11
<b>G</b>	2	100	22	0,22
		102	14	0,14
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>2804</b>	<b>506</b>	<b>3,91</b>

### 2.3.1. Nombre de rats en fonction de la surface



**Figure 7:** *Dispersion des nombres de rats selon les surfaces par rapport à (D)  $y' = 2.494 + 0.473x$  droite d'ajustement linéaire.*

*Le Point A moyenne arithmétique  $(\bar{x}, \bar{y})$ : A(133,52; 24.09)*

Par ce graphe, il y a une corrélation positive entre le nombre de rats et la surface. Le nombre de rat augmente alors avec la surface. La moyenne dans cet échantillon est de 24 rats pour une surface de 133,52 m<sup>2</sup>.

*La surface explique de façon significative la variable nombre de rat compte tenu de la valeur du risque de 1<sup>ère</sup> espèce avec une corrélation de  $R^2 = 0,45$ .*

La prévision du nombre de rats dans cette exploitation de 150000 m<sup>2</sup> donne alors dans l'intervalle de confiance à 95 % :

$$10228 \leq N \leq 32992$$

### 2.3.2. Nombre de rats à partir de la densité

*Tableau 10 : Le nombre de rats estimé à partir de la densité*

Densité moyenne estimée (dans l'intervalle bilatéral symétrique)	$0,15 \leq \mu \leq 0,22$
Nombre de rats estimé (dans l'intervalle bilatéral symétrique)	$23074 \leq N \leq 32783$

### 2.4. La perte moyenne quotidienne causée par la consommation des rats

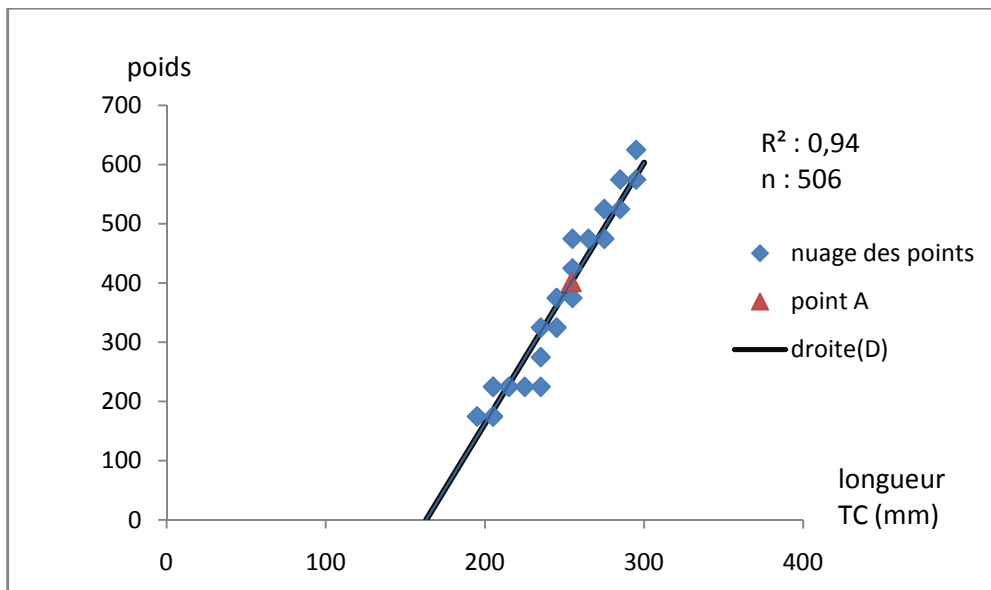
La quantité de matières premières et de produits finis destinés à l'alimentation animale, consommés par les rats à la Hutte Canadienne peut aller jusqu'à une tonne par jour.

**Tableau 11 : La perte moyenne journalière**

	Hypothèse basse de la consommation journalière moyenne de la population (en kg)	Hypothèse haute de la consommation journalière moyenne de la population (en kg)
Nombre de rats en fonction de la surface	283 - 942	397 - 1370
Nombre de rats à partir de la densité	638 - 936	896 - 1360

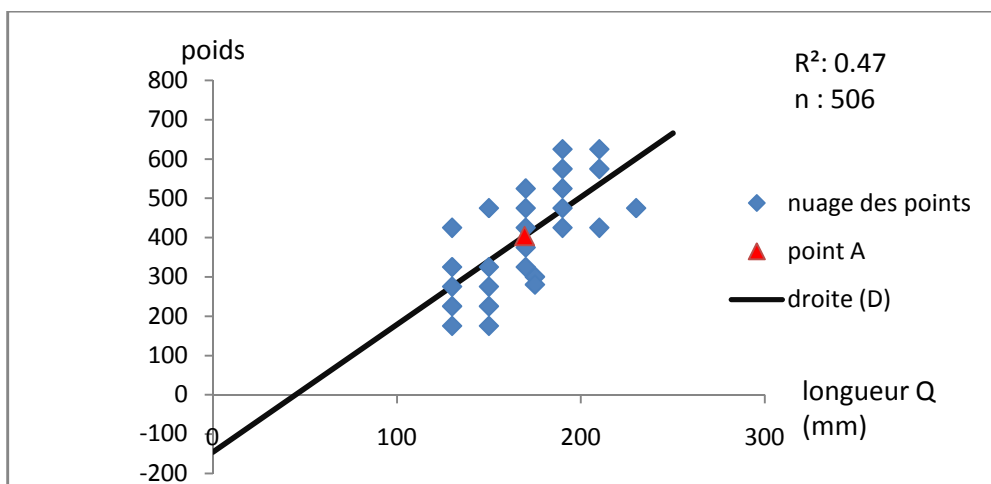
## 2.5. Corrélation entre les caractéristiques morphologiques externes et le poids de rats

C'est entre la longueur de la tête plus corps et le poids qu'il existe la plus forte corrélation positive  $R^2 = 0,94$ . Le poids augmente avec cette longueur. Ensuite la longueur du pied, la longueur de la queue qui représentent respectivement avec le poids une corrélation de 0,51 et 0,47. Avec la longueur de l'oreille, le poids est en corrélation négative, observé par la droite de régression.



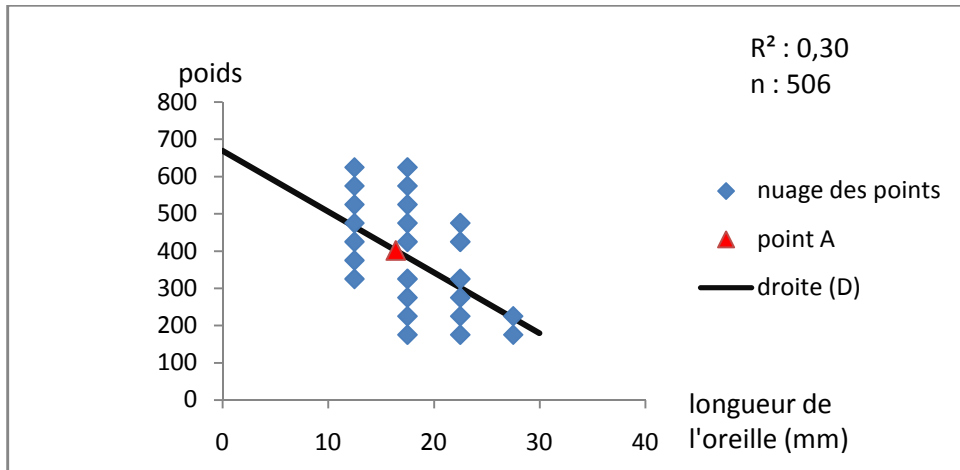
*.Figure 8 : Dispersion des points  $x_i$  (longueur de la tête plus corps ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire (D)  $y' = -718,74 + 4.4x$*

*Le Point A moyenne arithmétique  $(\bar{x}, \bar{y})$ : A(254,25; 401,78)*



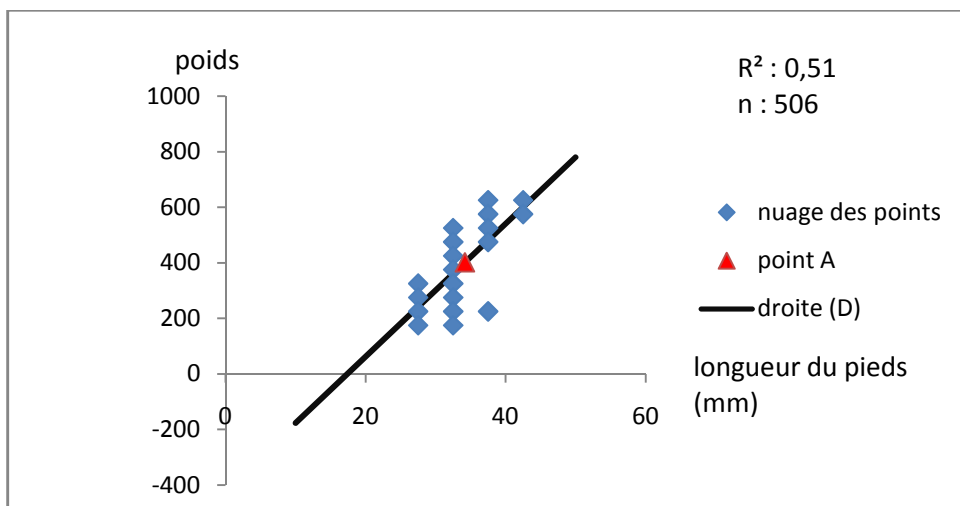
**.Figure 9 : Dispersion des points  $x_i$  (longueur de la queue ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire (D)  $y' = -145,4 + 3,24x$**

**Le Point A moyenne arithmétique  $(\bar{x}, \bar{y})$ : A(169,4; 404,19)**



**Figure 10 : Dispersion des points  $x_i$  (longueur de la queue ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire (D)  $y' = 669,22 - 16,31x$**

**Le Point A moyenne arithmétique  $(\bar{x}, \bar{y})$ : A(16,39; 401,78)**



**Dispersion des points  $x_i$  (longueur de la queue ; poids) autour de la droite (D) d'ajustement linéaire (D)  $y' = -415,10 + 23,89x$**

**Le Point A moyenne arithmétique  $(\bar{x}, \bar{y})$ : A(34,18; 401,78)**

### 3. DISCUSSION ET RECOMMANDATION

#### 3.1. Discussion

##### 3.1.1. Espèces des rats capturés à la Hutte Canadienne

En France, l'espèce de rat le plus dominant dans l'ensemble du pays est le *Rattus norvegicus*. En Afrique comme à Madagascar *Rattus rattus* est le plus répandu (CRUZ et al, 1988). RAKOTONDRAVONY a confirmé en 1992 que *Rattus rattus* domine les suburbaines d'Antananarivo et que *Rattus norvegicus* n'est présent que dans la commune urbaine d'Antananarivo.

Pour le cas de la Hutte Canadienne qui se trouve à Talatamaty, la proportion des échantillons a démontrée que l'espèce dominante est le *Rattus norvegicus*. Ce résultat n'est pas conforme à ce qui est dit précédemment. Cette espèce est la plus intelligente et elle est une concurrence féroce pour le rat noir, donc il n'est pas étonnant qu'on rencontre *Rattus norvegicus* aujourd'hui dans le suburbaine d'Antananarivo qu'elle commence aussi à envahir.

##### 3.1.2. Les caractéristiques morphologiques externe

Les résultats des recherches précédentes affirment que *rattus* est plus petit que *norvegicus* concernant le poids et la taille (longueur de la tête plus corps) (RIETVELD et WRIGHT, 2008). Notre résultat est conforme à ce fait. Les chiffres entre dans les fourchettes de poids et de taille cités par RASAMOEL et ANDRIAMALALA en 1999 pour *rattus* qui selon eux est respectivement de 83-300g et 160-230mm. On a trouvé 150-250 g pour le poids et 190-210mm pour la longueur de la tête plus corps. Mais en ce qui concerne *norvegicus*, on a vu de plus gros et de plus grand à ce qui est déjà aperçus à Madagascar 650g contre 450 g et 300 contre 285 RAKOTONDRAVONY, 1991).

La queue de *rattus* est plus longue que celui de *norvegicus* 170-280mm contre 150-221mm, c'est aussi le cas de l'oreille 24 - 30 mm pour *rattus* contre 20-31mm pour *norvegicus* (RIETVELD et WRIGHT, 2008). Ces résultats sont vérifiés dans cette étude. On a obtenu des valeurs nettement supérieures pour la queue de *rattus* 270-310mm. Mais pour *norvegicus* on trouvé 120-140m, ce qui entre dans l'intervalle de valeurs obtenu par (RIETVELD et WRIGHT, 2008). Concernant l'oreille, les valeurs



sont distinctement inférieurs pour les deux espèces : 20-30mm pour *rattus* et 10-25 pour l'autre espèce.

Finalement pour la longueur de la plante du pied, les valeurs obtenus auparavant sont de 24-35mm pour *rattus* et 36-45mm pour *norvegicus* (DPV/GTZ, 1997). Ils se situent respectivement entre 25-40mm et 25-45mm pour cette étude. Notre résultat montre alors une légère supériorité pour *rattus*, mais en ce qui concerne *norvegicus* la fourchette de valeurs est inclut dans celui obtenu par RIETVELD et WRIGHT, 2008.

### **3.1.3. Effectifs total des rats envahissants la ferme**

Selon des exemples cités par le CERES en 1993, on a compté en Inde 196 rats pour 102 m<sup>2</sup> dans un élevage de volailles et 292 rongeurs pour 335 m<sup>2</sup> dans un autre; en Californie, ils étaient 3 000 sur 2 787 m<sup>2</sup>, et au Koweït on a trouvé 8 738 souris dans une seule ferme. Mais les méthodes et la durée de comptage ne sont pas décrites.

Pour le cas de la Hutte Canadienne, l'estimation de nombre de rats est de minimum 1790 et de maximum 32992. Cette ferme s'étend sur 150000 m<sup>2</sup>. Il est donc évident que le problème de cette exploitation en matière d'invasion de rongeurs n'est pas un cas isolé : c'est un problème auquel les fermes d'élevage doivent faire face.

### **3.1.4. La consommation quotidienne de rat**

Dans la Hutte Canadienne, la quantité d'aliment disparue revient à 283 kg à 1,37 T par jours. Donc la présence des rats coûte cher à la hutte Canadienne. Mais à part cette quantité ingérée, les rats souillent et contaminent les aliments par leurs excréments réduisant ainsi la qualité ces aliments. Ce qui peut exposer aussi les animaux d'élevage à diverses maladies.

Pour cette ferme d'élevage, il est donc urgent de mettre en place une stratégie efficace pour lutter contre les rongeurs.

## 3.2. Recommandation

La lutte contre les rats nécessite la mise en place d'une stratégie qui est la lutte intégrée (DPV/GTZ, 1998 (2) ; RASAMOEL et ANDRIAMALALA ,1999). La lutte intégrée est l'ensemble de plusieurs types de lutte qui sont COMPLEMENTAIRES.C'est la mise en œuvre de toutes les méthodes organisées : méthode direct et indirect, visant à lutter contre les rats :

- affamer les rats : supprimer toutes sources possibles de nourriture.
- supprimer les refuges et les cachettes en procédant à l'assainissement des lieux : débroussaillage-nettoyage-drainage-rangement
- détruire les rongeurs présents : accentuer la lutte curative

### 3.2.1. La méthode indirecte

Elle consiste à freiner l'invasion des rats en supprimant toutes les sources possibles de nourritures et de détruire toutes les refuges et les cachettes c'est-à-dire tous les facteurs favorisant la pullulation des rats à la ferme (cf. Annexe 2).

#### 3.2.1.1. La suppression de source de nourriture

Pour supprimer l'accès des rats à la nourriture stockée et les aliments des animaux, les bâtiments de la Hutte Canadienne doivent être construits en dur, à l'épreuve des rats suivant les normes nécessaires (OMS, 1978) (cf. 5.2.3.3. Bâtiments à l'épreuve des rats p27). Or, beaucoup de bâtiments de cette ferme demandent à être rénovés (cf.1.2.1. Site d'étude et zonage p41). Ce sont des vieilles bâtisses ou des constructions fragiles très accessibles aux rats.

Les autres bâtiments nécessitent un examen régulier en vue d'y découvrir d'éventuels accès pour les rongeurs. Mettre des dispositifs contre les rongeurs sur les ouvertures et sur les endroits cibles (porte, fenêtre) (cf.5.2.3.5. Bâtiments en bonne état p29 et Dispositifs de protection contre les rongeurs p30).

### **3.2.1.2. L'élimination des refuges, des cachettes et les autres facteurs favorisants**

#### ***a) Le débroussaillage***

La cour de cette ferme est vraiment envahie par des végétations inutiles, envahissantes, précieux refuges pour les rats. Il en convient donc de supprimer tous ces végétaux encombrants : procéder à un débroussaillage systématique et méticuleux.

Débarrasser la cour de ces herbes néfastes. Cette action doit être menée périodiquement et de façon continue.

Pour le cas du fourrage accolés à l'exploitation, il est indispensable de détruire toutes végétations présentes sur une largeur d'un mètre sur le pourtour du champ de fourrage (SURGEONNER, 2006).

#### ***b) Le nettoyage***

Procéder à l'enlèvement de toutes les ordures et des détritrus, éparpillés partout : mettre en place une fosse à ordures fonctionnelle car dans la cour de cette ferme la maintenance de la propreté est insuffisante.

L'instrument de nettoyage le plus efficace et le plus économique reste le balai (ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994).

Dans les salles de stockage de la Hutte Canadienne, il est recommandé de faire un empilement en sac suivant les techniques d'empilement préconisé (cf.5.2.3.2.Nettoyage et respect de l'hygiène b. A l'intérieur p27).

#### ***c) Le drainage***

Le *Rattus norvégicus* ne peut pas survivre qu'en présence de ressource abondante en eau. Il est donc nécessaire :

- d'assécher toutes les flaques d'eau dans la cour.
- de construire des canaux de drainage et d'évacuation d'eau usée.
- de supprimer les fuites de conduites d'eau, bien fermer les robinets après usage.

#### *d) Le rangement des matériels inutilisés*

Se débarrasser des vieux matériels non utilisés et qui encombrant les cours et les hangars : ce sont des lieux de refuges et de cachettes pour les rats.

### **3.3. La méthode directe**

L'application de la méthode indirecte est obligatoire et incontournable avant d'entreprendre la méthode curative ou directe, si on veut vraiment obtenir un résultat.

Il faut agir directement et efficacement sur les rats. Dans le cas d'une forte infestation comme celle-ci, l'emploi de produits chimique par appâtage est le plus indiqué (.SURGEONER, 2007; RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999).

- Utilisation en complémentaire avec les tapettes. Celles-ci seront utilisées à l'intérieur des bâtiments (salles de stockage et bâtiments d'élevage occupés, bureaux).
- Les anticoagulants plus puissants de la deuxième génération (cf.5.2.4.4.Lutte chimique p32) convient pour le cas de la Hutte Canadienne, il existe sur le marché des anticoagulants prêts à l'emploi. Ce type d'anticoagulant est mortel à raison d'une seule ingestion. Mais, il faut une semaine d'appâtage préalable sans poison pour que *norvégicus* ne se méfient pas. Placer ces appâts munis de protection dans les zones très fréquentées par les rongeurs, tous les 7 à 10 m (cf.5.2.4.4.a. Lutte Chimique par appâtage p32).
- Accentuer la chasse directe faite avec des ouvriers affectés spécialement à ce travail, mais non des actions occasionnels non sérieux. Cela doit être fait au moins deux fois par semaine, d'une façon ponctuelle et programmée.

Pour plus d'aide, on peut faire appel à des spécialistes de dératisation (DPV, BMH)

## CONCLUSION PARTIELLE

Le problème d'envahissement de rongeurs est très sérieux pour la Hutte Canadienne. L'espèce de rats dominant dans cette ferme est *Rattus norvegicus*. A cause de sa grande taille, son poids est élevé. Ce qui le caractérise à être un gros consommateur.

Les rats présents dans cette exploitation font des ravages au niveau des matières premières et produits finis destinés à l'alimentation animale en les consommant. Afin de faire une évaluation de perte physique en ces matières consommées dans l'exploitation, on a utilisé la méthode basée sur le principe de GREAVES qui se résume à multiplier le nombre de rats sévissant l'endroit par la quantité moyenne ingérée par les rats. Trois techniques sont alors employées pour estimer le nombre de rongeurs existants dans la ferme.

Le résultat obtenu par ces estimations montre une perte considérable puisque les rats consomment une quantité allant de 283 à 942kg par jour pour l'hypothèse basse et 397 à 1370kg par jour pour l'hypothèse haute, à part les denrées souillées. En plus de cela, ils peuvent transmettre des maladies aux animaux d'élevage. Alors l'impact dans la production n'est pas négligeable. La mise en place d'une stratégie de lutte efficace est donc indispensable et très urgente pour la Hutte Canadienne.

La lutte efficace contre ces rats implique la mise en place de la lutte intégrée associant deux types de méthodes de lutte : la méthode indirecte et la méthode directe. La méthode indirecte consiste en la suppression de tous les facteurs favorisant la pullulation des rats à la Hutte Canadienne. Elle implique donc la suppression de source de nourritures, l'élimination des refuges et cachettes adéquats pour ces rats. La méthode directe vise à tuer les rats présents par les anticoagulants puissants utilisés en complémentaire avec les tapettes.

## CONCLUSION GENERALE

Pour les éleveurs, les rats sont sources de problèmes quand ils envahissent l'exploitation. Ces animaux sont extrêmement prolifiques et colonisent un territoire de façon spectaculaire. Ils ne sont pas faciles à éradiquer car ce sont des animaux très méfiants et très soupçonneux. Ils sont aussi dotés de nombreuses capacités et aptitudes dont ils s'en servent pour se protéger leurs ennemis et pour éviter les pièges et les poisons qui leur sont destinés.

Très destructifs, ils sont caractérisés par des incisives développées avec lesquelles ils peuvent ronger et percer des trous dans les bâtiments pour se procurer de nourriture : ce n'est pas étonnant s'ils pullulent dans les endroits où les nourritures abondent et qui offrent des refuges adéquats.

Véritables fléaux pour les exploitations d'élevage, ils engloutissent et contaminent les aliments destinés aux animaux d'élevages, transmettent des maladies et endommagent les infrastructures.

La Hutte Canadienne rencontre ce problème d'envahissement des rats. L'espèce de rat dominant dans cette exploitation est le *Rattus norvegicus*, une espèce très vorace. Ce problème n'est pas à négliger puisque ces rongeurs consomment par jours 283 kg à 1370 kg de matières premières et provendes finies dans la ferme. Cette perte considérable justifie donc la mise en place d'une lutte rapide et efficace.

Or pour une lutte efficace contre ces rats, il est d'abord essentiel d'entamer la méthode indirecte. Elle a surtout pour objectif de réduire le nombre des rats présents en modifiant leur environnement. Cette technique consiste en la suppression de tous les facteurs favorisant la prolifération des rats dans le lieu.

Ensuite on procède à la lutte directe visant à tuer les rats existants dans l'exploitation par les poisons et pièges. Ces solutions sont radicales et incontournable pour le cas de la Hutte Canadienne.

Espérons alors que cette étude serait utile pour toutes autres recherches rattachées aux problèmes d'envahissement de rats dans les exploitations d'élevage. Par exemple l'évaluation des pertes économiques causées par ces rongeurs, l'impact de la présence de rats sur le comportement animale et donc sur la production ou encore l'étude d'une mise en place d'un plan de lutte contre les rats dans les fermes.

# BIBLIOGRAPHIE

ANDRIANTSILEFERINTSOA, 1994, Les dégâts causés par les rats dans les denrées stockées : résultat d'une enquête faite à Madagascar, In: Rongeurs et lutte antimurine à Madagascar, Tome I, 6-9 décembre 1994, DPV/GTZ, Tamatave, 171-181.

CRUZ et al, 1988, Conservation des grains en régions chaudes : techniques rurales en Afrique, 2<sup>ème</sup> édition, Ministère de la Coopération et du Développement, Paris, France,

DPV/GTZ, 1997, Torolalana ho an'ny ady amin'ny voalavo, Tsipika Editeur, Cnapmad, Antananarivo, 58p.

DPV/GTZ, 1998, Ny fampiasana totam-boalavo, fiche N°58. (1)

DPV/GTZ, 1998, Fandrindrana ny fomba rehetra iadiana amin'ny voalavo, fiche N°59, 6p. (2)

DPV/GTZ, 1998, Ady amin'ny voalavo ny fahadiovana sy ny fiarovana ny fananana, fiche N°60. (3)

DPV/GTZ, 1998, Fiche N°61, Tsara ho fantatra mikasika ny poizom-boalavo, 6p. (4)

DUPLANTIER; RAKOTONDRAVONY, 1999, The rodent problem in Madagascar: Agricultural pest and Threat to human health. In : Symposium nationale sur les rongeurs et lutte antimurine à Madagascar, Antananarivo, 1-5 Décembre 1997, Tsipika éditeur, Cnapmad, Antananarivo, 441-459.

FINLEY, 1959, Observations of nocturnal animals by red light, J.Mammal, 591 – 594.

GREAVES, 1985, Lutte contre les rongeurs en milieu agricole, FAO, Rome, 63p.

HANSGEN, 1972, Distances mumped by Norway rats during compétition, Vector Views, Californie, 67.

MAMITIANA, 1994, Avantages et inconvénients de la lutte chimique, In: Rongeurs et lutte antimurine à Madagascar, 06-09 Décembre 1994, Tome I, DPV/GTZ, Tamatave, 249 – 256.



OMS, 2000, Séminaire national de la surveillance et la lutte contre les rongeurs, rapport, Marrakech 07 et 08 juin 2000, Maroc, 12-27.

OMS, 1974, Ecologie et contrôle des rongeurs important en santé publiques, rapport, Genève, 5-28.

OMS, 1978, Lutte contre les insectes les rongeurs et les autres animaux nuisibles, In : Guide pratique d'hygiène du tourisme, OMS, Copenhague, 63-74.

RAKOTONDRAVONY, 1992, Etude comparée de trois rongeurs des milieux malgaches: *Rattus norvegicus*(1769), *Rattus rattus* (1757) et *Ellurus* sp. (Biologie et dynamique des populations), E.E.S. Sciences, Tananarive, Thèse doctorat, 3<sup>ème</sup> cycle, 281 p.

RAKOTONDRAVONY ; RANDRIANJAFY, 1994, Espèces introduites et endémiques de Madagascar : description, répartition, biologie et écologie, In: Rongeurs et lutte antimurine ; Tome 1, DPV/GTZ, Tamatave, 51 - 76.

RASAMOEL, ANDRIAMALALA, 1999, Manuel de lutte contre les rats, DPV/GTZ, Antananarivo, 1999, 116p.

RASAMOEL, 1994, Lutte biologique, In: Rongeurs et lutte antimurine ; Tome 1, DPV/GTZ, Tamatave, 201-215.

RIETVELD et WRIGHT, 2008, La destruction des rongeurs – essentielle dans les écuries, Fiche technique, n° 07-012 (2007), Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales Ontario, Imprimeur de la reine, Ontario, 6p.

SURGEONER, 2006, Lutte contre les rongeurs dans les bâtiments d'élevage, Fiche technique, N° 87-003 (1983), Ministère de L'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales Ontario, Imprimeur de la reine, Ontario.5p.

WHITNEY, 1971, Possible social function of ultrasounds produced by adult mice (*Mus musculus*), Amer, 49-52.

ZENHER, 1994, Aspect généraux de la lutte antimurine à Madagascar ; In : Rongeur et lutte antimurine à Madagascar, 06-09 Décembre 1994, Tome I, DPV/GTZ, Tamatave, 21-36.

ZENHER, 1999, Préface, In : manuel de lutte contre les rats, DPV/GTZ, Antananarivo, 1999, 116p.

## WEBOGRAPHIE

BATTAGLIA, 2005, Le rat, [En ligne], 30 janvier 2009 sur <http://www.dinosoria.com/rat/htm>.

BATTAGLIA, 2006, La lutte contre les rats, [En ligne], 30 janvier 2009 sur [http://www.dinosoria.com/rat\\_malade.htm](http://www.dinosoria.com/rat_malade.htm).

CERES, 1993, La diversité clé de l'agriculture durable, revue FAO N°144, [En ligne], 15 décembre 2008 sur <http://nzdl.sadl.uleth.ca/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0aginfo--00-0--0-10-0---0---0prompt-10---4-----0-11--11-en-50---20-help---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&c=aginfo&cl=CL2.5&d=HASH01c8eb10d0ea19563b209d88.2.7>

MICROSOFT ENCARTA, 2006, "vertébrés", [CD], Microsoft Corporation

POUCHINETTE, 2006, Le rat : comportement social, [En ligne], 04 mars 2009 sur <http://www.rongeursetnac.com/rat-comportement.html>.

WIKIPEDIA, 2009, rongeurs, [En ligne], 04 mars 2009 sur <http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Rongeur.htm>.

ANNEXE

**Clicours.COM**

# SOMMAIRE

---

ANNEXE 1 : Le cadre de l'étude .....	1
ANNEXE 2 : Les matières premières et produits finis destinés à l'alimentation animale à la Hutte Canadienne.....	4
ANNEXE 3: Les facteurs favorisant la pullulation des rats a la HC .....	4
ANNEXE 4: Les luttes déjà entrepris à la HC.....	7
ANNEXE 5: Les anticoagulants .....	9
ANNEXE 6: Le développement corporel des rats.....	11
ANNEXE 7: Les bases de construction des bâtiments à l'épreuve des rats .....	11
ANNEXE 8: Mode d'utilisation des tapettes.....	12
ANNEXE 9: Échec d'un traitement contre les rats .....	12
ANNEXE 10 : Données complémentaire sur l'estimation de nombre de rats en fonction de la surface.....	13
ANNEXE 11: Le poids des rats et la consommation moyenne journalière dépendant du poids	16
ANNEXE 12: Les caractères morphologiques externes.....	18
ANNEXE 13: Photos des rats.....	24

## **ANNEXE 1 : Le cadre de l'étude**

### **1. LE CADRE DE L'ETUDE**

Cette étude a été faite dans la ferme de la Hutte Canadienne pendant une durée de huit semaines. L'étude s'est déroulée en début d'année 2009, le mois de janvier et février.

Situé à 14.5km de la ville d'Antananarivo, La hutte Canadienne se trouve au bord de la route vers l'Aéroport International d'Ivato dans le fokontany d'Antoby Miray, Commune de Talatamaty.

#### **1.1. Historique de l'entreprise**

La ferme a été construite en 1953, Le propriétaire l'a baptisé de son nom « La ferme Guenette ». A cet époque, elle pratiquait l'élevage bovine et porcine. En 1979, la ferme a été vendue à Monsieur Pierre Dennemont qui est le propriétaire jusqu'à ce jour. La ferme Guenette devient La Hutte Canadienne» ayant comme sigle H.C.

En plus des activités déjà existant, Monsieur Dennemont a investi dans la production avicole : élevage de poule pondeuse et de dindes américaine. Une unité de provenderie a été mise en place en 1990. La ferme a passé quelques moments difficiles comme le passage du peste porcine africaine qui anéanti la production porcine. Cette filière n'a jamais été rétablie puisque La Hutte Canadienne a cessé de la pratiquer. Il y a aussi la régression progressive des troupeaux bovine à cause d'un problème de consanguinité. A partir du 1997, La Hutte Canadienne a une filiale dénommée « La FERME DU ROVA » se trouvant également dans son enceinte. Cette dernière est une société qui travaille en collaboration avec les paysans. C'est elle qui fournit l'encadrement technique et l'alimentation tandis que le rôle d'éleveur est attribué aux paysans. Les deux entreprises sont dirigées par Monsieur Pierre DENNEMONT, Directeur Gérant.

#### **1.2. Forme juridique et Siège social**

La société « La Hutte Canadienne » est une Entreprise Individuelle au nom de Madame RASOAMANANTENA Jacqueline, épouse de Monsieur Pierre DENNEMONT.

La filiale est une Société à Responsabilité Limitée (SARL) dont la durée de vie est fixée à cinquante ans à compter de la date de la constitution sauf en cas de dissolution anticipée.

Le siège social de l'entreprise La Hutte Canadienne est fixé à Mamory IVATO. Plus précisément, elle est installée au PK 14,5 portant l'adresse postale BP 20 101 ANTANANARIVO. Les coordonnées de La Hutte Canadienne sont les suivantes

Tél (261) 20 22 440 91/ 22 442 65

Mobile :(261) 033 23 821 90

L'entreprise porte le n° 394/1986 au registre de commerce, le n° 141102 de statistique et le numéro d'identification fiscale est 54934. Les différentes activités de l'entreprise.

### **1.3. Activités de la Hutte Canadienne**

La Hutte Canadienne comprend des activités principales, secondaire. La ferme du Rova travail en étroite collaboration avec La Hutte Canadienne par ses activités.

#### **1.3.1. Activités principales**

L'entreprise La Hutte Canadienne intervient à la production, transformation, distribution des produits d'élevage et revente des autres produits à part de ceux d'élevage. Actuellement la ferme se concentre surtout dans l'élevage de poule pondeuse et de dinde américaine avec quelques têtes de bovins laitier.

##### **1.3.1.1. Production**

Il s'agit de production :

- Œuf frais
- Poules pondeuses
- Dinde Américaine

- Production laitiers
- Provedes pour l'alimentation animale

#### **1.3.1.2. Transformation**

- Transformation laitier
- Fabrication de charcuterie traditionnelle.

#### **1.3.1.3. Vente des produits de la ferme et d'autres produits alimentaires**

La H.C vend les produits de la ferme sous plusieurs forme : vivant ou abattu, emballé ou non, transformé ou pas et pour les fientes de volailles : humide ou sèches. Elle est aussi un revendeur de divers produits alimentaires comme les produits STAR (boissons hygiéniques) .Les clients peuvent aller directement à la ferme pour l'achat, dans les points de vente dans la ville d'Antananarivo, Toamasina et Majunga ou indirectement chez les revendeurs .Une livraison est effectuée pour les clients particuliers, et les clients potentiels.

#### **1.3.2. Activités secondaire**

Les activités secondaires concernent l'importation des produits susceptibles à la production. La société La Hutte Canadienne fait une importation chez des fournisseurs étrangers pour :

- Les produits chimiques
- Carton alvéole
- Poussins, œuf à couver

La quantité à importer dépend effectivement aux besoins de précision de la production selon la disponibilité du stock, ce qui fait que la période d'importation n'est pas fixe.

## **ANNEXE 2 : Les matières premières et produits finis destinés à l'alimentation animale à la Hutte Canadienne**

### **1. Matières premières**

- Matières premières énergétiques : maïs, manioc, son de riz, son de blé...
- Matières premières protéiques
  - Protéine animale : farine de poisson, farine de crevette
  - Protéine végétale : tourteaux de coton, tourteaux d'arachide, farine de soja

### **2. Produits finis ou provendes**

La Hutte Canadienne produit 12Tonnes de provendes par jours, une partie est commercialisée tandis que le reste sert à l'alimentation des animaux de la ferme. Plusieurs types de provendes sont fabriqués selon le besoin de la ferme et des clients : poulette I et II, pic de ponte, fin de ponte pour les poules, dinde I et II pour les dindes américaines ainsi que d'autres types de provendes.

## *ANNEXE 3: Les facteurs favorisant la pullulation des rats à la HC*

### **1. Facteurs favorisant la pullulation des rats à la HC**

Comme toutes les fermes d'élevage, la hutte Canadienne n'est pas à l'abri des rongeurs. Les fermes d'élevages sont des endroits qui attirent les rongeurs : la présence d'aliment est permanente et les refuges existent (CERES, 1993). Mais le degré d'infestation dans les fermes dépend de l'importance des facteurs suivant :

- l'hygiène environnementale
- la nature et l'état des bâtiments
- la présence de nourriture et de l'eau

#### **1.1. La cour mal entretenue**

Dans la cour de la ferme, l'existence des broussailles et des végétations folles, ainsi que des matériaux et pierrailles entassés servent de cachettes et de refuges favorables pour les



rats. Car ceux-ci n'aiment pas les endroits dégagés et ordonnés mais préfèrent les recoins sombres.

L'absence de fosses à ordures fixes et bien déterminés, la présence de déchets éparpillés dans la cour, ne contribuent pas à l'amélioration de la situation.

De plus la présence partout des plusieurs flaques d'eau, près des robinets et des vestiaires aggravent cet état de chose. D'où pullulement anormal de rongeurs.

## **1.2. Les bâtiments non approprié**

Plusieurs bâtiments d'exploitation ne sont pas vraiment appropriés à l'élevage et aux stockages des aliments. Ils présentent des défauts de construction et de défauts d'entretien.

On ne peut pas négliger que cette ferme est une exploitation industrielle en plus elle possède une unité de provenderie : la quantité de denrées stockées est important ainsi que les alimentions animale dans les bâtiments d'élevage. L'accessibilité des rats à ces endroits favorise une pullulation spectaculaire.

### **1.2.1. Le défaut de construction**

Des bâtiments sont construites en mur de planche, ou de bois branlants offrant peu de résistance à l'attaque des rats, ou en tôle dont les périphéries présentent toujours des points d'accès (SURGEONNER, 2007; OMS, 1978; RIETVELD ET WRIGHT, 2008). Les bâtiments à l'épreuve des rats doivent être toujours construit en dur (cf.4.2.3.3.Bâtiments à l'épreuve de rats p29).

### **1.2.2. Le défaut d'entretien**

Certains bâtiments sont vétustes et mal entretenu : avec le temps, les murs sont devenus fragiles et présentent des fissures, facilement creusé par les rats. Des portes et des fenêtres sont mal ajustées. A la Hutte Canadienne, ces facteurs favorisent l'accès facile des rats aux aliments abondant à l'intérieur.

### 1.3. Le champ de fourrage accolé à l'exploitation

La présence d'un champ de fourrage immédiatement accolé à l'exploitation est considérée comme facteur favorable à l'abondance de rats. Ce champ s'étend sur une dizaine d'hectares associant les fourrages avec les autres végétations, mauvaises herbes et ordures.

Ce champ délaissé par l'entretien est une véritable menace, pour la ferme. Ce type d'endroit servent d'abri à bon nombre de rats qui viennent pour le repeuplement au cas où la population interne (dans la ferme) diminue (SURGEONNER, 2007).

Voici quelques figures des facteurs favorisant la pullulation des rats à la Hutte Canadienne :



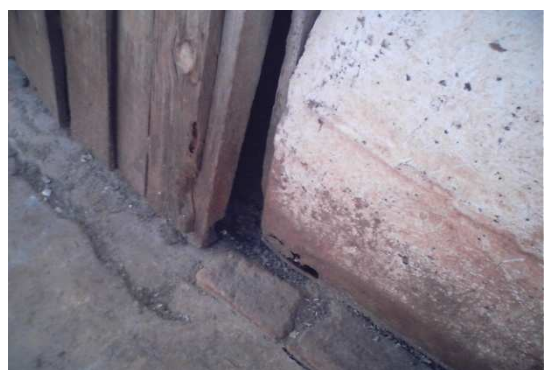
*Figure 11 : Végétation encombrant près des bâtiments*



*Figure 12 : Mur présentant de fissures*



*Figure 13 : Bâtiments construits avec des matériaux fragiles*



*Figure 14 : Une porte non ajustée au mur*

## *ANNEXE 4: Les luttes déjà entrepris à la HC*

### **1. LES LUTTES DEJA ENTREPRIS A LA HC**

#### **1.1. Les Luttes physiques et mécaniques**

##### **1.1.1. La Chasse direct des rats**

La chasse direct consiste à excaver les rats de leur terrier et à les tuer ensuite (cf. méthode d'échantillonnage). Elle permet de supprimer temporairement les rats présents sur une surface donnée.

##### **1.1.2. Dispositifs contre les rats et obstruction des orifices**

On met des plaques métalliques sur les portes pour éviter que les rats les rongent et sur les murs pour qu'ils ne puissent pas y escalader.



*Figure 15 : Exemple de lutte à la HC : obstruction des orifices sur les bâtiments*

##### **1.1.3. Les pièges**

Différentes sortes de pièges ont été déjà utilisés,

- *Les pièges mécaniques modernes :*

Avant, la ferme utilisait des nasses et des tapettes. Ces pièges sont placés dans des recoins à l'extérieur pour les nasses et pour les tapettes à l'intérieur des bâtiments.

On peut encore constater aujourd'hui des tapettes et des vieilles nasses rouillées dans la cour ou dans les bâtiments. Le motif d'abandon de ces pièges, c'est qu'ils ne sont pas efficaces, seul deux à trois rats sont capturés en une nuit.

- *Les pièges par obstruction de tous les moyens de sortie :*

La nuit tombée, on laisse les rats entrer dans les bâtiments d'élevages. Lorsqu'on est sûr qu'ils y sont, on obstrue toutes les voies de sortie. Le matin, on entre prudemment, puis on tue les rats sur place. Ces techniques ne peuvent pas être réalisées que dans des bâtiments vides et en dur. Le problème est que les bâtiments sentent l'odeur de putréfaction et les autres rats ne veulent plus y entrer par la suite.

## **1.2. La lutte chimique**

La Hutte canadienne a l'habitude d'utiliser des produits chimiques dans la lutte contre les rats. Elle emploie de poison violent : le phosphore de zinc et d'anticoagulant, il y a le *curater* un produit destiné à tuer les insectes et les petits animaux fouisseurs.

Les appâts sont placés au sol sans support à l'extérieur, toutefois ils sont aussi placés à l'intérieur dans des bâtiments d'élevage en cage et dans les bureaux.

Les caractéristiques de tous les luttés chimiques déployés à la ferme, réside dans le fait que seul à la première fois de l'utilisation des produits qu'ils sont efficace. Ensuite, ils attirent plus les rats et seulement une dizaine sont morts empoisonnés. Comme les sources d'aliments sont abondantes, alors les rats ne sont plus vraiment séduits par ces nourritures toxiques.

- *le phosphore de zinc :*

Les rats en mangent au début mais ensuite leur méfiance est réveillée.

- *l'anticoagulant :*

Un seul type d'anticoagulant est utilisé : le *détia*. Il se présente en granulés ou en bloc prêt à l'emploi.

- *insecticide* :

Ces insecticides sont employé comme étant un raticide et ils sont incorporés avec des maïs broyé et d'arachide.

#### *ANNEXE 5: Les anticoagulants*

Les anticoagulants de première génération

##### **Warfarine**

Le warfarine ou coumafène comme premier anticoagulant utilisé, peut varier l'appétence des surmulots et des rats par ses différentes préparations mais une impureté à un taux de 0,05 % pouvait déterminer le refus de l'appât. La solution sodique de warfarine peut être détectée par les rats et pour remédier à cela, on ajoute généralement du sucre pour masquer le goût. Il est généralement utilisé avec une concentration de 0,025 % dans les appâts.

##### **Fumarine**

La fumarine ou coumafuryl est fournie sous forme d'un concentré à 0,5% dans de l'amidon de maïs ou d'autres supports. Un sel sodique hydrosoluble est aussi utilisé pour préparer des appâts liquides. Il est utilisé à une concentration de 0,025 % dans les appâts prêts à l'emploi.

##### **Pival**

Le pival ou pindone est peu hydrosoluble et le dérivé sodique est soluble jusqu'à la concentration de 0,1 mg/ml. Il est toxique pour les trois espèces de rongeurs mais un peu moins efficace que le chlorophacinone.

##### **Diphacinone**

Elle est fournie sous forme de concentré à 0,1 % dans de l'amidon de maïs ou d'autres supports. Le sel sodique est livré sous forme de concentré à 0,1 % mélangé avec du sucre destiné à être utilisé dans des appâts liquides ou à base de céréales. Le concentré est ajouté à l'appât pour donner une concentration finale de 0,005 % de diphacinone.

Elle est plus toxique que les autres anticoagulants de sa génération. Son efficacité est comparable à celle du warfarine.

## **Chlorophacinone**

Le chlorophacinone ou rozol est toxique pour les rongeurs. Il est fourni sous forme de concentré à 0,28 % dans de l'huile minérale pour être dilué dans les appâts ou sous forme de poudre de piste à 2 %. C'est le plus efficace dans la lutte contre les rongeurs.

## **Coumatétralyl**

Le coumatétralyl ou racumin est utilisé à Madagascar contre les trois espèces commensales. Il donne d'excellents résultats contre les surmulots à 0,03 % et 0,05%.

Les anticoagulants de deuxième génération

## **Difénacoum**

C'est un proche dérivé de coumatétralyl. Il est toxique pour les surmulots résistants à la warfarine ou à d'autres anticoagulants. Il est aussi efficace pour les rats noirs et les souris.

## **Brodifacoum**

Le brodifacoum, même à faibles doses, est un composé hautement toxique, plus que la plupart des rodenticides à toxicité aiguë. Ainsi, il est plus dangereux pour les espèces non cibles. Une destruction avec un taux de 98,4 à 100 % est obtenue à des concentrations de 0,002 % à 0,01 % de brodifacoum.

## **Bromadiolone**

Le bromadiolone est un autre dérivé puissant de l'hydroxymacoumarine. Il est fortement toxique pour les rats et les souris. Il est efficace chez les rats noirs et les surmulots à une concentration de 0,005 % dans les appâts mais les souris sont relativement moins sensibles. Source : RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999

## ANNEXE 6: Le développement corporel des rats

	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
<b>Période de gestation</b>	22 - 24 jours	20 - 22 jours	19 - 21 jours
<b>Poids à la naissance</b>	5 - 6,5 g	4-5g	0,8 - 1,5 g
<b>Etat à la naissance</b>	glabres, roses	glabres, roses	glabres, roses
<b>Ouverture des oreilles</b>	3 - 4 jours	6 jours	3 - 4 jours
<b>Ouverture des yeux</b>	16 jours	14 - 15 jours	11 - 14 jours
<b>Sortie des incisives inférieures</b>	10 jours	10 jours	9 - 10 jours
<b>Sortie des incisives supérieures</b>	11 jours	11 jours	7 - 8 jours
<b>Age au sevrage</b>	28 jours	28 jours	25 jours
<b>Poids au sevrage</b>	45 - 65 g	30 - 40 g	7 - 8g
<b>Maturité sexuelle des femelles</b>	75 jours	68 jours	42 jours
<b>Nombre de petits</b>	7 à 8	4 à 8	5 à 6

*Tableau : Récapitulation de la durée de développement des rongeurs commensaux de l'état embryonnaire à la maturité sexuelle*

. Source : (BROOKS, 1973 et autres sources citées par RASAMOEL et ANDRIAMALALA, 1999).

## ANNEXE 7: Les bases de construction des bâtiments à l'épreuve des rats

Principes de construction doit se baser à partir des constatations suivantes :

- les rats peuvent grimper sur les murs rugueux (mais pas sur les murs lisses),
- verticalement ils ne peuvent pas franchir une plaque métallique lisse de 30 cm (d'où l'intérêt des cônes ou bandes de protection le long des conduites),
- ils ne sautent pas à plus de 75 cm de hauteur,
- dans la nature, ils ne creusent pas à plus de 40 cm,
- ils ne peuvent pas traverser un grillage à mailles de 1 cm,
- ils ne traversent pas une couche de béton compacte de plus de 10 cm,
- ils attaquent les conduites en plomb, en étain, en plastique.

## **ANNEXE 8: Mode d'utilisation des tapettes**

- Utiliser de bon nombre de pièges et non pas un seul piège.
- Placer les pièges judicieusement le long des passages habituels des rats. Le choix judicieux de l'emplacement est d'importance primordiale
- Les tapettes sont disposées à angle droit par rapport à la piste suivie par les rongeurs, pour augmenter les chances de capture.
- La tapette est orientée de manière à ce que la partie «sensible» c'est à dire celle qui porte l'appât, se trouve dans l'axe de la piste.
- Les tapettes doivent être attachées de façon à ce que les rats ne puissent les entraîner.
- Le réglage doit être suffisamment fin pour que le déclenchement se produise au moindre contact.
- Il importe aussi d'habituer les rats en plaçant les pièges inactifs pendant un certain moment munis d'appât. (préappâtage)
- Nettoyer les pièges après la capture des rongeurs, afin de ne laisser ni sang, ni morceaux de chair. Certains pensent en effet qu'un piège qui a déjà attrapé un premier rat n'est plus utilisable. Il n'en est rien si cette précaution est prise, car c'est l'odeur de la putréfaction qui éloigne les rats (OMS : 1977).

## **ANNEXE 9: Échec d'un traitement contre les rats**

Trois causes principales expliquent l'échec d'un traitement contre le rat:

- Le produit n'est pas consommé : il n'est pas adapté au rongeur à éliminer ou il n'est pas suffisamment appétent.
- Le produit est inefficace : il est mis en quantité insuffisante (population sous estimée) ou phénomène de résistance.
- -Traitement partiel de la population : réinfestation rapide par des rongeurs venant d'autres endroits ou à cause de la reproduction. D'où l'intérêt des programmes de lutte collective qui permettent de traiter partout au même endroit.



**ANNEXE 10 : Données complémentaire sur l'estimation de nombre de rats en fonction de la surface**

**Tableau 12 : nombre des rats (y) dépendant du lieu de chasse (x)**

Nombre de rat : y	Surface (m <sup>2</sup> ) : x
4	55
10	82
12	40
12	62
14	102
16	150
16	120
18	130
18	180
20	78
22	100
25	235
27	140
28	130
30	158
34	110
35	220
36	210
37	122
40	180
52	200
$\bar{y} = 506$	$\bar{x} = 2804$
24,0952381	133,52

$\bar{y}$  et  $\bar{x}$  désigne respectivement les moyennes arithmétiques de  $x$  et  $y$  :

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum_i y_i}{n}$$

**Tableau 13 : Tableau de variation**

Origine de la variation	Somme des carrés des écarts	Degrés de liberté	Carrés moyen
Régression linéaire	$SCE_l = 1287,39$	1	3188,004

Erreur (résiduelle)	$SCE_e = 1751,80$	19	$S^2 = 81,70$
Total	$SCE_t = 2839,8$	20	

$$SCE_e = SCE_t - SCE_t$$

### Estimation des paramètres

#### Estimation de $\sigma^2$

On en déduit par ce tableau que l'estimation de  $\sigma^2$  est donc  $S^2 = 81,70$

#### Estimation de $\alpha$ et $\beta$

Estimation par intervalle de confiance de  $\alpha$  et  $\beta$  pour le risque de 1<sup>ère</sup> espèce  $\alpha = 0.05$  :

Les estimations sans biais de  $\text{Var}(a)$  et  $\text{Var}(b)$  sont  $S_a^2 = 27,36$  ;  $S_b^2 = 0.0001$

On a :

$$a - t_{1-\alpha/2}(n-2)S_a \leq \alpha \leq a + t_{1-\alpha/2}(n-2)S_a$$

$$b - t_{1-\alpha/2}(n-2)S_b \leq \beta \leq b + t_{1-\alpha/2}(n-2)S_b$$

Ce qui donne :

$$-6,08 \leq \alpha \leq 15,81$$

$$0,06 \leq \beta \leq 0,22$$

### Signification de la régression :

Par le Test de Student, nous allons tester l'hypothèse  $H_0$  ( $\beta=0$ )

Si  $H_0$  est vraie,  $\frac{b}{S_b}$  suit une loi de Student à  $v = n - 2$  d. d. l d'où

Si  $\frac{|b|}{S_b} \leq t_{1-\alpha/2}(n-2)$  On accepte  $H_0$  Sinon on rejette  $H_0$

$$\Rightarrow T = \frac{b}{S_b} = 3,97 > t_{0,975}(19) = 2.093$$

On rejette alors  $H_0$ , ce qui signifie que  $x$  explique de façon significative la variable  $y$  compte tenu de la valeur  $\alpha = 0.05$  du risque de 1<sup>ère</sup> espèce.

### Prévision :

Prévision de la valeur individuelle  $y_0$  pour  $x = x_0 = 150000m^2$  (la valeur totale de l'exploitation) au niveau  $(1-\alpha)$  avec  $\alpha = 0.05$ .

$\hat{y}_0$  est la prévision de  $y_0$

$$\hat{y}_0 = a + bx_0 \text{ ce qui donne } \hat{y}_0 = 2.494336868 + 0.473506186(150000)$$

$$\hat{y}_0 = 71028$$

La prévision de la valeur  $\hat{y}_0$  pour le risque de 1<sup>ère</sup> espèce  $\alpha=0.05$  donne :

$$\hat{y}_0 = a + bx_0$$

$$a + bx_0 \pm t_{1-\alpha/2}(n-2) S \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}}$$

$$\hat{y}_0 = 11382$$

$$10228 \leq \hat{y}_0 \leq 32992$$

Par ce résultat donc pour une surface de 150000m<sup>2</sup>, la prévision de nombre de rats est dans l'intervalle

$$10228 \leq \hat{y}_0 \leq 32992 \text{ pour } \alpha=0.05$$

### ANNEXE 11: Le poids des rats et la consommation moyenne journalière dépendant du poids

**Tableau 14 : Poids des rats capturés à la Hutte Canadienne**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$
175	56
225	95
275	16
325	27
375	8
425	48
475	122
525	43
575	37

	625	54
Somme	$\bar{x} = 401.77$	N=506

**Tableau 15 : Consommation moyenne journalière des rats dépendant du poids (=10% du poids)**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})$	
17,5	56	980	-22,6778656	514,285589	28799,993	
22,5	95	2137,5	-17,6778656	312,506933	29688,1586	
27,5	16	440	-12,6778656	160,728276	2571,65242	
32,5	27	877,5	-7,67786561	58,9496204	1591,63975	
37,5	8	300	-2,67786561	7,17096424	57,3677139	
42,5	48	2040	2,32213439	5,39230811	258,830789	
47,5	122	5795	7,32213439	53,613652	6540,86554	
52,5	43	2257,5	12,3221344	151,834996	6528,90482	
57,5	37	2127,5	17,3221344	300,05634	11102,0846	
62,5	54	3375	22,3221344	498,277684	26906,9949	
<b>Somme</b>	400	N=506	20330	-1,77865613	2062,81636	114046,492
	$\bar{x} = 40,1778656$			$s^2$	225,834638	
				$s$	15,0277955	

**Tableau 16 : Consommation moyenne journalière des rats dépendant du poids (=7% du poids)**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})$
12,25	56	686	15,8745059	251,999938	14111,9966
15,75	95	1496,25	12,3745059	153,128397	14547,1977
19,25	16	308	8,87450593	78,7568555	1260,10969
22,75	27	614,25	5,37450593	28,885314	779,903477
26,25	8	210	1,87450593	3,51377248	28,1101798
29,75	48	1428	1,62549407	2,64223098	126,827087
33,25	122	4056,5	5,12549407	26,2706895	3205,02412
36,75	43	1580,25	8,62549407	74,399148	3199,16336

40,25	37	1489,25	12,1254941	147,027606	5440,02144
43,75	54	2362,5	15,6254941	244,156065	13184,4275
28,1245059	506	14231			55882,7811
					110,658973
					10,5194569

## ANNEXE 12: Les caractères morphologiques externes

Le poids :

**Tableau 17 : Poids de rattus**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
175	8	1400	-16,6666667	277,777778	2222,22222
225	4	900	33,3333333	1111,11111	4444,44444
$\bar{x} = 191,66$	N=12	Total =2300			Total= 6666,66667
				$s^2$	555,555556
				$s$	23,570226

**Tableau 18: Poids de norvégicus**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
175	48	8400	-231,882591	53769,5361	2580937,73
225	91	20475	-181,882591	33081,2769	3010396,2
275	16	4400	-131,882591	17393,0178	278288,285
325	27	8775	-81,8825911	6704,75872	181028,486
375	8	3000	-31,8825911	1016,49961	8131,99692
425	48	20400	18,1174089	328,240505	15755,5443
475	122	57950	68,1174089	4639,9814	566077,73
525	43	22575	118,117409	13951,7223	599924,058

575	37	21275	168,117409	28263,4632	1045748,14
625	54	33750	218,117409	47575,2041	2569061,02
$\bar{x} = 406,882591$	N = 494	20100	-627,530364	110948,59	6050650,7
				$s^2$	12248,2808
				s	110,671951

**Tableau 19 : Longueur tête + corps (TC) en mm de rattus**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
195	4	780	-6,66666667	44,44444444	177,7777778
205	8	1640	3,33333333	11,11111111	88,88888889
$\bar{x} = 201,6666667$	12	2420	-3,33333333	55,55555556	266,6666667
				$s^2$	24,24242424
				s	4,923659639

**Tableau 20 : Longueur tête + corps (TC) en mm de norvégicus**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
195	32	6240	-60,5263158	3663,434903	117229,9169
205	18	3690	-50,5263158	2552,908587	45952,35457
215	5	1075	-40,5263158	1642,382271	8211,911357
225	63	14175	-30,5263158	931,8559557	58706,92521
235	40	9400	-20,5263158	421,3296399	16853,1856
245	25	6125	-10,5263158	110,8033241	2770,083102
255	64	16320	-0,52631579	0,27700831	17,72853186
265	60	15900	9,47368421	89,75069252	5385,041551
275	69	18975	19,4736842	379,2243767	26166,48199
285	48	13680	29,4736842	868,6980609	41697,50693
295	70	20650	39,4736842	1558,171745	109072,0222
$\bar{x} = 255,5263158$	494	126230	-115,789474	12218,83657	432063,1579
				$s^2$	876,3958578
				$s$	29,60398382

**Tableau 21 : Longueur de la queue de rattus**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
280	3	840	-15	225	675
300	9	2700	5	25	225
$\bar{x} = 295$	N = 12	3540			900
				$s^2$	75
				$s$	8,66025404

**Tableau 22 : Longueur de la queue de norvégicus**



$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
130	56	7280	-39,2712551	1542,23147	86364,9625
150	151	22650	-19,2712551	371,381272	56078,572
170	99	16830	0,72874494	0,53106919	52,5758495
190	136	25840	20,7287449	429,680867	58436,5979
210	47	9870	40,7287449	1658,83066	77965,0412
230	5	1150	60,7287449	3687,98046	18439,9023
$\bar{x} = 169,271255$	$N = 494$	83620			297337,652
				$s^2$	601,898081
				$s$	24,5336112

**Tableau 23 : Longueur de l'oreille de rattus**

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	au carrée	$x_i n_i$
22,5	5	112,5	-2,91666667	8,50694444	42,5347222
27,5	7	192,5	2,08333333	4,34027778	30,3819444
$\bar{x} = 25,4166667$	$N = 12$	305	-0,83333333	12,8472222	72,9166667
				$s^2$	6,07638889
				$s$	2,46503324

**Tableau 24 : Longueur de l'oreille de norvegicus**

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
12,5	240	3000	-3,309717	10,954224	2629,01375
17,5	181	3167,5	1,6902834	2,85705798	517,127493
22,5	73	1642,5	6,6902834	44,759892	3267,47211
$\bar{x} = 15,8097166$	$N = 494$	7810	5,0708502	58,5711739	6413,61336
				$s^2$	13,00935773
				$s$	3,606848725

**Tableau 25 : Longueur du pied de rattus**

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
-------	-------	-----------	-----------------	---------------------	------------------------

(moyenne des classes)					<sup>2</sup>
27,5	5	137,5	-3,75	14,0625	70,3125
32,5	5	162,5	1,25	1,5625	7,8125
37,5	2	75	6,25	39,0625	78,125
$\bar{x} = 31,25$	N = 12	375	3,75	54,6875	156,25
				$s^2$	13,0208333
				s	3,60843918

Tableau 26 : Longueur du pied de norvégicus

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
27,5	95	2612,5	-6,75101215	45,576165	4329,73567
32,5	193	6272,5	-1,75101215	3,06604353	591,746402
37,5	144	5400	3,24898785	10,5559221	1520,05278
42,5	62	2635	8,24898785	68,0458006	4218,83964
$\bar{x} = 34,2510121$	N = 494	16920	2,99595142	127,243931	10660,3745
				$s^2$	21,5797055
				s	4,64539616

Tableau 27 : La proportion Q/TC de rattus

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
1,07	4	4,28	0,06666667	0,00444444	0,01777778
1,15	6	6,9	0,01333333	0,00017778	0,00106667
1,23	2	2,46	0,09333333	0,00871111	0,01742222
$\bar{x} = 1,13666667$	N = 12	13,64	0,04	0,01333333	0,03626667
				$s^2$	0,00302222
				s	0,05497474

Tableau 28 : La proportion Q/TC de rattus

$x_i$ (moyenne des classes)	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
0,825	177	146,025	0,05895749	0,00347599	0,61524945

0,875	92	80,5	0,00895749	8,0237E-05	0,00738177
0,925	201	185,925	0,04104251	0,00168449	0,33858202
0,975	21	20,475	0,09104251	0,00828874	0,17406351
1,25	3	3,75	0,36604251	0,13398712	0,40196136
$\bar{x} = 0,88395749$	N = 494	436,675			1,53723811
				$s^2$	0,00311182
				s	0,05578367

*ANNEXE 13: Photos des rats*



*Figure 16 : Les rats nouveau-nés*



*Figure 17 : Le gros Rattus norvegicus*



*Figure 18 : Les rats chassés à la H.C*



*Figure 19 : Les rats creusent les bâtiments*



*Figure 20 : Rattus rattus*



*Figure 21 : Les galeries des rats*



*Figure 22 : Les traces de pas des rats sur la poussière*



*Figure 23 : Les provendes stockées dans un bâtiment présentant des accès aux rats*