



HAL
open science

Différenciations comportementales dans des groupes de souris placées en situation de difficulté d'accès à la nourriture : influence de facteurs individuels et des caractéristiques de l'environnement : comparaison de deux souches consanguines

Amine Nejdj

► To cite this version:

Amine Nejdj. Différenciations comportementales dans des groupes de souris placées en situation de difficulté d'accès à la nourriture : influence de facteurs individuels et des caractéristiques de l'environnement : comparaison de deux souches consanguines. Neurosciences [q-bio.NC]. Université Henri Poincaré - Nancy 1, 1996. Français. NNT : 1996NAN10268 . tel-01747116

HAL Id: tel-01747116

<https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01747116v1>

Submitted on 29 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

FACULTÉ DES SCIENCES
U.F.R Sciences et Techniques Biologiques
Ecole Doctorale Biologie et Santé

Thèse

présentée pour l'obtention du titre de

Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy I
en Neurosciences



par **Amine NEJDI**

**DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES DANS DES
GROUPES DE SOURIS PLACÉES EN SITUATION DE
DIFFICULTÉ D'ACCÈS A LA NOURRITURE :
INFLUENCE DE FACTEURS INDIVIDUELS ET DES
CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT.
COMPARAISON DE DEUX SOUCHES CONSANGUINES**

Thèse soutenue le 4 Novembre 1996 devant la commission d'examen :

Président	: B. KRAFFT	Professeur (NANCY I)
Rapporteurs	: Ph. ROPARTZ	Professeur (STRASBOURG I)
	P. L. ROUBERTOUX	Professeur (ORLEANS)
Examineurs	: J-L DAVRAINVILLE	Professeur (NANCY I)
	D. DESOR	Maître de conférences (NANCY I)
	J-M GUASTAVINO	Professeur (NANCY I)

Laboratoire de Biologie et Physiologie du Comportement
U R A - CNRS n° 1293, B.P 239; 54506 Vandœuvre-Les-Nancy

A mes parents,

mes sœurs,

mon frère.

A mon épouse,

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont :

A Mr. le Professeur B. KRAFFT, Directeur du Laboratoire de Biologie et Physiologie du Comportement; U.R.A. - CNRS n° 1293 à Nancy. Je lui suis très reconnaissant de m'avoir accueilli au Laboratoire et offert l'opportunité de réaliser ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour la formation scientifique qu'il m'a permis d'acquérir.

A Monsieur le Docteur DESOR, qui m'a beaucoup appris sur la recherche. Je ne le remercierais jamais assez pour sa disponibilité et ses conseils judicieux et fructueux tout au long de ce travail.

A Messieurs les professeurs DAVRAINVILLE et GUASTAVINO pour avoir encadré et dirigé ma recherche.

Aux professeurs ROPARTZ et ROUBERTOUX, pour l'honneur qu'ils m'ont fait d'avoir bien accepté de juger ce travail.

Je tiens aussi à remercier Monsieur le Docteur LALONDE qui m'a apporté une grande aide pour réaliser la publication des résultats de mon étude dans des revues à comité de lecture.

Ma reconnaissance personnelle s'adresse également à Madame TRABALON, Monsieur HOREL et à tout le Personnel du Laboratoire, et en particulier à Monsieur VOGEL, Madame MATH, Madame MOREL et Madame DEHAUT

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
MATERIEL ET METHODES	9
1- Choix du matériel expérimental	9
2- Animaux	12
3- Dispositif expérimental	13
4- Procédure expérimentale	15
5- Traitements statistiques	19

Première partie

DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES DANS DES GROUPES DE SOURIS PLACEES EN SITUATION DE DIFFICULTE D'ACCES A LA NOURRITURE

CHAPITRE 1 : différenciations comportementales des souris pendant la phase à contrainte maximale	20
1.1- Description d'une séance d'alimentation	20
1.2- Classification des souris en fonction de leurs transports	23
1.3- Interactions engagées entre les souris des différentes catégories	26
1.3.1- vols de nourriture réalisés par les souris des 3 catégories	26
1.3.1.1- vols de nourriture réalisés par les Non-Tr	30
1.3.1.2- vols de nourriture réalisés par les Tr Occasionnels	32
1.3.1.3- vols de nourriture réalisés par les Tr Majeurs	33
1.3.2- vols de nourriture subits par les souris des 3 catégories	34
1.3.3- nourriture consommée par les souris des 3 catégories	35
1.4- Conclusion	37
CHAPITRE 2 : Mise en place du phénomène de différenciations comportementales	40
2.1- Introduction	40
2.2- Résultats	41
2.2.1- étude de la phase 1	41
2.2.2- étude de la phase 2	44
2.2.3- étude de la phase 3	46
2.2.4- évolution des différenciations comportementales	48
2.2.4.1- nombre de croquettes rapportées par les souris	49
2.2.4.2- évolution du nombre de Transporteurs par groupe	51
2.2.4.3- évolution du nombre de groupes ayant 1 Tr Majeur	52
2.3- Conclusion	53

CHAPITRE 3 : Adaptation des souris à la nouvelle situation expérimentale	54
3.1- Introduction	54
3.2- Matériel et méthode	54
3.3- Résultats	55
3.3.1- comparaison entre le lot expérimental et le lot témoin	55
3.3.2- comparaison entre les souris des 3 catégories	56
3.4- Conclusion	57
CHAPITRE 4 : Stabilité des différenciations des souris après une longue période de repos	59
4.1- Procédure expérimentale	59
4.2- Résultats	60
4.2.1- % de croquettes rapportées par les souris	60
4.2.2- nombre de Transporteurs par groupes	61
4.2.3- vols réalisés par les souris des différentes catégories	62
4.3- Conclusion	64
CHAPITRE 5 : Différenciations comportementales chez les mâles et chez les femelles	65
5.1- Introduction	65
5.2- Matériel et méthode	65
5.3- Résultats	66
5.3.1- nombre de croquettes rapportées par les souris	66
5.3.2- nombre de Transporteurs par groupe	69
5.3.3- nombre de groupes ayant 1 Tr Majeur	70
5.4- Conclusion	72
CHAPITRE 6 : Etude des différenciations comportementales chez des souris de différents âges	73
6.1- Matériel et méthode	73
6.2- Résultats	75
6.2.1- nombre de croquettes rapportées par les souris	75
6.2.2- nombre de Transporteurs par groupe	77
6.2.3- nombre de groupes ayant 1 Tr Majeur	78
6.3- Conclusion	80
Discussion et conclusion	81

Deuxième partie

INFLUENCE DE DIFFERENTS FACTEURS SUR LE PHENOMENE DE DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES

CHAPITRE 1 : Relation entre les niveaux d'émotivité des souris et leurs profils comportementaux	86
1.1- Introduction	86
1.2- Matériel et Méthode	89
1.2.1- animaux	89
1.2.2- dispositif expérimental	89
1.2.3- protocole expérimental	90
1.2.4- recueil des données	92
1.3- Résultats	93
1.3.1- évaluation des niveaux d'émotivité avant le passage dans la piscine	93
1.3.1.1.- activité dans les branches fermées	93
1.3.1.2.- activité dans les branches ouvertes	95
1.3.1.3.- activité locomotrice globale	97
1.3.2- évaluation des niveaux d'émotivité après le passage dans la piscine	101
1.3.2.1.- activité dans les branches fermées	101
1.3.2.2.- activité dans les branches ouvertes	103
1.3.2.3.- activité locomotrice globale	105
1.3.3- comparaison entre les niveaux d'émotivité relatif aux souris des 2 expériences	107
1.4- Conclusion et dscussion	110
CHAPITRE 2 : Influence de l'environnement physique sur le phénomène de différenciations comportementales	113
2.1- Différenciations des souris expérimentées pendant la phase nocturne	113
2.1.1- introduction	113
2.1.2- animaux et méthodes	114
2.1.3- résultats	115
2.1.3.1- nombre de croquettes rapportées	115
2.1.3.2- nombre de Transporteurs	119
2.1.3.3- nombre de groupes ayant 1 Tr Majeur	120
2.1.4- conclusion et discussion	122
2.2- Flexibilité des différenciations en fonction de la variation de la contrainte	123
2.2.1- introduction	123
2.2.2- matériel et méthode	123
2.2.3- résultats	125
2.2.3.1- nombre de croquettes rapportées	125
2.2.3.2- nombre de Transporteurs	128
2.2.3.3- nombre de groupes ayant 1 Tr Majeur	129
2.2.3.4- distribution des groupes selon le nb de Transporteurs	131
2.2.4- conclusion et discussion	133

CHAPITRE 3 : Comparaison du phénomène de différenciations comportementales dans deux souches consanguines	134
3.1- Introduction	134
3.2- Animaux et méthodes	136
3.3- Résultats	136
3.3.1- nombre de croquettes rapportées par les souris	136
3.3.2- nombre de Transporteurs par groupe	140
3.3.3- nombre de groupes ayant 1 Tr Majeur	141
3.4- Conclusion et discussion	143
CONCLUSION ET DISCUSSION	145
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	153

INTRODUCTION
GENERALE

Selon TRIVERS (1985), chaque individu du règne animal entretient, à un moment ou à un autre, une période de vie sociale. Cette affirmation nie l'existence d'espèces dites "solitaires". La période de reproduction, qui exige le contact ou, au moins, le rapprochement des deux sexes, est considérée comme une forme de rencontre sociale (POOLE, 1985; HINDE, 1987). En effet, même les organismes marins inférieurs, considérés comme solitaires, connaissent des périodes où ils se rassemblent pour disperser leurs produits sexuels (IMMELMANN, 1980). Médié par des substances chimiques, ce synchronisme temporel représenterait une forme particulière de contact social.

En revanche, la vie en société peut être la caractéristique fondamentale d'autres espèces. Dans ce cas, la survie des individus ne peut être conçue qu'au sein de groupements sociaux. Ceci est particulièrement bien décrit chez les insectes eusociaux (WILSON, 1975) et exceptionnellement chez un rongeur : *Heterocephalus glaber* appelé communément la taupe nue (CORBARA & GHEUSI, 1989). Chez ces animaux, la spécialisation dans les tâches entretenues dans la colonie s'accompagne généralement de différences anatomiques, physiologiques et comportementales et s'étend jusqu'au domaine de la reproduction.

Entre ces deux limites opposées, il existe une multitude d'organisations sociales. Leur variabilité dépend de la taille du groupe, de sa durée d'existence, de sa composition, de sa répartition spatiale et du type d'interactions engagées entre les individus (CROOK, 1970; WILSON, 1975; WHITE & CHAPMAN, 1994). Ainsi, le

contact entre les animaux peut être permanent, ou quotidien, ou régulier, ou épisodique, ou ne se produire que pour remplir une fonction précise. Il peut encore être direct, contact physique, ou indirect et perçu par des canaux sensoriels variés; il fait appel à des processus d'acquisition de connaissance et de reconnaissance (DEPUTTE & JOUANJEN, 1989); enfin, dans une autre perspective, il peut être d'ordre conflictuel, coopératif ou simplement informatif selon les comportements mutuellement manifestés (CASSAING, 1990). Cependant, cette idée de variété des formes dans le phénomène social est relativement récente puisqu'il y a quelques décennies, les éthologistes ne s'attachaient qu'à préciser les limites de ce phénomène (par exemple, BOURLIERE, 1952 et GRESSE, 1952).

Il est donc nécessaire d'expliquer cette variabilité des structures sociales. La socioécologie explique une grande part de celle-ci comme résultant de l'interaction entre les caractéristiques phylogénétiques de l'espèce et les contraintes environnementales (conditions saisonnières, disponibilité des ressources alimentaires, mode de leur distribution spatiale et temporelle, répartition des prédateurs et des compétiteurs...etc). Ceci est valable aussi bien chez les primates (CROOK & GARTLAN, 1966; CLUTTON - BROCK & HARVEY 1977; VAN SCHAIK & VAN HOFF, 1983; KLINGEL 1987; BYRNE & al., 1993; CHAPMAN & al., 1995) que chez les autres mammifères (BARASH, 1974; BEKOFF, 1974; CORNET & JOUVENTIN, 1979; JARMAN & JARMAN, 1979). Cette approche rend compte en particulier de la plasticité intra-spécifique de l'organisation sociale. Chez l'impala du Serengeti par exemple, les mâles expriment un comportement territorial très marqué pendant la saison des pluies, durant laquelle la nourriture est herbacée et abondante. En revanche, pendant la saison sèche où la nourriture est ligneuse et dispersée, ce comportement disparaît (JARMAN, 1974). Chez les Geladas et les Hamadryas, les structures sociales varient, selon les saisons, entre des troupes d'une centaine d'individus et des petits groupes familiaux restreints, composés d'un mâle et de

quelques femelles. Chez le babouin, les conditions géographiques et climatiques extrêmes aboutissent à des regroupements sociaux à un seul mâle alors qu'habituellement ceux-ci sont multi-mâles (BYRNE & al., 1993).

Concernant la modulation des structures sociales en fonction des prédateurs et des proies, on peut citer l'exemple des Hyènes. Ceux-ci constituent des groupes de chasse dont l'effectif des individus dépend étroitement de la taille de leur proie potentielle (KRUUK, 1972). Il en est de même pour l'orque chez lequel le degré de coopération dans la chasse entre individus appartenant à un même groupe (mais aussi à des groupes différents) est motivé par la taille des proies (GUINET & JOUVENTIN, 1991). Cette flexibilité dans l'organisation sociale augmente la chance pour les attaques d'aboutir à une capture. Toutefois, si les proies semblent être un facteur important de la structure sociale des prédateurs, cette influence semble être réciproque, c'est-à-dire qu'un prédateur peut moduler la structure sociale de ses proies potentielles. C'est, en effet, l'exemple des guppys qui ont tendance à se regrouper plus en présence de prédateurs (SEGHERS, 1974), celui des oies qui forment des clans en présence de mouettes (MUNRO & BEDARD, 1977) et celui des ongulés dont la structure sociale et les stratégies de reproduction dépendent des regroupements des prédateurs (FEH & al., 1994). Ces flexibilités ont pour rôle d'augmenter les chances de fuites devant une attaque par un prédateur.

Dans cette optique, CROOK & al. (1976) considèrent la vie sociale comme une réponse adaptative à l'environnement exploité. Ainsi, une espèce, en interaction avec un milieu, adopte le système social qui lui procure un contexte "optimum" pour réaliser leurs trois principales fonctions vitales : l'exploitation des ressources alimentaires, l'évitement des prédateurs et la reproduction, suivie de l'élevage des jeunes. Ce serait pour cette raison que deux espèces voisines sur le plan phylogénétique développent des organisations sociales différentes lorsqu'elles exploitent des milieux différents (MALENKY & WRANGHAM, 1994).

Toutefois, ce postulat socio-écologique reste insuffisant pour expliquer toutes les formes existantes d'organisations sociales. En effet, l'un de ses principes postule que deux ou plusieurs espèces occupant un même niveau phylétique et exploitant un même milieu devraient développer des structures sociales comparables (PETRUCCI, 1906). Si ce principe est vérifiable chez plusieurs espèces comme les équidés (PENZHORN, 1984; GINSBERG, 1987), il est loin d'être généralisable. On peut, en effet, citer l'exemple des Geladas et des Anubis (CROOK & ALDRICH-BLAKE, 1968) d'une part, et celui des Anubis et des Hamadryas (NAGEL, 1971) d'une autre part. Ces espèces occupent le même milieu, pourtant les caractéristiques de leurs systèmes sociaux sont peu corrélées. C'est aussi le cas de deux autres espèces de primates : les gibbons et les macaques, qui même s'ils vivent en sympatrie sur l'île de Bornéo, ont des groupes sociaux dont l'effectif est plus réduit pour les premiers que pour les seconds.

KUMMER (1971) explique que le potentiel génétique d'une espèce ne pourrait pas toujours permettre une grande gamme de modifications dans sa structure sociale. Il atténue ainsi l'importance du facteur "contraintes écologiques" dans le déterminisme des organisations sociales. HINDE, plus tard (1976), introduit les relations interindividuelles comme étant, entre autres, un facteur qui intervient dans ce déterminisme. Cette hypothèse, qualifiée de socio-éthologique, se réfère pour la première fois, aux éléments du système social, c'est-à-dire aux individus composant le groupe. C'est ainsi que de nombreux travaux ont montré que le comportement individuel, qui est une composante des relations entre congénères, peut influencer une structure sociale. Ces phénomènes sont mis en évidence, de façon très précise, chez les primates grâce aux études sur la socialisation des jeunes (BALDWIN & BALDWIN 1979) mais surtout grâce à celles effectuées sur les coalitions. Ces dernières soulignent, en effet, comment le comportement d'un individu, par l'intermédiaire des alliances qu'il établit avec d'autres congénères, peut modifier

l'organisation du réseau de relations caractéristiques du groupe (DE WAAL & LUTRELL, 1986; BERCOVIGH, 1988).

De là on, peut supposer que le déterminisme des comportements individuels devient, à son tour, un déterminant non négligeable de la structure sociale. Ainsi, les facteurs physiologiques, par des mécanismes hormonaux, peuvent être impliqués dans la modification des systèmes sociaux. C'est l'exemple des foetus mâles des rates stressées pendant les derniers jours de la gestation : étant soumis précocement à la testostérone, libérée par les mères en réponse au stress, ces mâles montrent moins de comportements sexuels typiques à l'âge adulte. (WARD & WEISZ, 1980). Cette modification pourrait avoir des conséquences importantes sur le système social adopté plus tard. De plus, selon LOTT (1984), le conditionnement individuel classique pourrait être la cause de l'alternance entre la vie en groupe et la vie solitaire : si un animal rencontre des congénères et que cette rencontre est régulièrement associée à l'augmentation des attaques par les prédateurs, ces congénères deviennent, dès lors, un stimulus aversif et l'animal s'oriente vers la vie solitaire; à l'inverse, si la rencontre avec des congénères conduit à une bonne défense contre l'agression des prédateurs, l'animal tend vers la vie de groupe.

En outre, les facteurs génétiques peuvent aussi déterminer ou modifier une structure sociale. Chez la souris, par exemple, la variation génétique est en relation avec l'importance des comportements anxieux des individus. Ainsi, une grande anxiété pourrait altérer les interactions, et par la suite modifier l'organisation qui en résulte (PLOMIN & al. 1980).

L'expérience acquise par les animaux est aussi un facteur qui peut modifier le système social. En effet, dans une portée de coyotes, si un individu alpha n'est pas initié à partager les jeux de ses congénères, ceci le conduit à un isolement social. Les individus alpha deviennent alors plus aptes à se disperser (BEKOFF, 1978).

L'implication de ce résultat dans la modification potentielle de l'organisation sociale est que, plus les alpha seront nombreux, moins le système social de clans territoriaux pourra se développer.

Enfin, il faut signaler que le système social influence le comportement individuel. Ce propos est illustré par les travaux concernant d'une part, les variations des temps de surveillances individuels en fonction de la taille des groupes (CARACO, 1979; RASA, 1987; CAINE & MARRA, 1988; ROBERTS, 1988); d'autre part, les variations des comportements de recherche de nourriture selon que les animaux "fourragent" seuls ou en groupe (GOSS & CUSTARD, 1970). Toutefois, cette influence peut ne pas être toujours bénéfique pour l'individu dans la mesure où elle peut limiter son expression comportementale. En effet, les études consacrées aux diminutions du succès reproducteur des individus dominés (GÄRTNER & al., 1981; FEDIGAN, 1983; SILK, 1983; MEIKLE & al., 1984; SMITH & SMITH, 1988; HUCK & al., 1988) et à la réduction de leur survie (SILK & al., 1981; DITTUS, 1988; MEIKLE & VESSEY, 1988) en sont de bons exemples. La société et l'individu apparaissent, donc, comme deux réalités complémentaires et antagonistes : "la société à la fois brime l'individualité en lui imposant ses cadres et ses contraintes, et lui offre les structures qui lui permettent de s'exprimer" (MORIN, 1973).

BUT DU TRAVAIL

Nous nous trouvons, ainsi, devant deux hypothèses qui donnent une approche au déterminisme des organisations sociales : l'hypothèse socio-écologique et l'hypothèse socio-éthologique, et conduisent à des résultats contradictoires. L'approche socio-éthologique rend non-prédictive la structure sociale que développera un groupe d'animaux face à une situation environnementale, sauf si on connaît au préalable leur développement et leurs caractéristiques individuels. En

revanche, l'approche socio-écologique rend prédictive la réponse que développera un groupe face à un milieu dont on connaît parfaitement les caractéristiques.

Notre travail constitue également une contribution à la discussion opposant ces deux hypothèses. Notre matériel biologique permet une approche, dans un cadre expérimental, de la relation qui lie les trois critères qu'on retrouve souvent dans les explications données par les deux hypothèses : l'individu, l'environnement social et l'environnement physique.

La première partie du manuscrit sera consacrée à l'étude de la réponse d'un groupe de souris placées dans une situation de difficultés croissantes d'accès à la nourriture. Seule la fonction de l'alimentation sera, donc, prise en compte. En effet, la disponibilité des ressources alimentaires, qui est un élément déterminant pour la survie d'une espèce, représente une des caractéristiques du biotope qui déterminent la structure sociale (BOWEN, 1981; RUBENSTEIN, 1981). Et comme cette étude a été déjà entreprise chez le rat par le groupe "éthosociologie des vertébrés" dirigé par DESOR au laboratoire de Biologie du Comportement et Physiologie, nous aurons la possibilité d'établir une comparaison relative entre la réponse des rats et celle des souris. Cette étude comparative nous permettra, alors, de tester la validité de l'hypothèse socio-écologique qui prédit que deux espèces, étant proches sur le plan phylogénétique, devraient développer des structures sociales comparables face à la même situation environnementale.

La deuxième partie de ce travail sera consacrée à l'étude de différents facteurs susceptibles de déterminer ou de modifier la structure sociale que développent les souris dans notre situation expérimentale. Ainsi nous étudierons, dans le premier chapitre, la relation entre leur degré d'émotivité et leur organisation sociale. Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude de l'influence de deux facteurs de l'environnement physique : le cycle lumineux et la contrainte offerte par le

dispositif expérimental. Enfin, dans le dernier chapitre, nous comparerons les modes de différenciations comportementales de deux souches consanguines les C57 BL/6 et les C3H/He. Ces études, outre le fait qu'elles permettront de montrer le caractère multifactoriel du déterminisme de l'organisation sociale, sont destinées à initier la recherche de souches susceptibles de se prêter à l'étude future de l'influence de facteurs génétiques dans le comportement social des souris.

MATERIEL
ET
METHODES

1- CHOIX DU MATERIEL EXPERIMENTAL

Notre cadre d'étude suppose l'utilisation d'un modèle susceptible de développer des systèmes sociaux variés et/ou variables. Or, il n'est pas évident que toutes les espèces animales aient cette potentialité. D'où, l'exigence de choisir un modèle animal dont la structure sociale est flexible. EISENBERG (1966) met l'accent sur le fait que les petits rongeurs vivent dans des environnements très diversifiés Il suppose que ce haut niveau d'intégration serait dû à la plasticité de leur organisation sociale. En outre, plusieurs études menées sur les rongeurs renforcent cette hypothèse (BARNETT & EVANS, 1965; NEL, 1975; CASSAING & CROSET, 1985). C'est pour ces raisons que nous avons choisi la souris qui représente un matériel adéquat pour de telles études. En effet, cette espèce a une répartition géographique telle qu'on la retrouve dans des régions à climat méditerranéen (ORSINI et al., 1982), des zones semi-arides, arides, voire sub-désertiques : région steppique du Chili (PEFAUR et al., 1979) et déserts du nord-ouest Péruvien (KOFORD, 1968). De plus, on compte à l'heure actuelle, chez la souris, plus de 240 espèces consanguines qui diffèrent entre elles par des caractéristiques bien connues (ABEELLEN, 1966; LAGERSPETZ & LAGERSPETZ, 1974; SEKIGUCHI & MAKINO, 1978). Cette variabilité génétique permettra dans nos perspectives de comparer les structures sociales que développent plusieurs espèces dans un même environnement.

Par ailleurs, le choix de la situation expérimentale s'inspire d'une série d'études menées depuis 1940 sur les réactions individuelles des rats face à une contrainte alimentaire.

En effet, MOWRER en 1940 a mis au point un dispositif expérimental dans lequel des rats, à l'intérieur d'une enceinte, devraient appuyer sur un levier pour obtenir de la nourriture délivrée dans un distributeur situé à l'opposé de celui-ci. Quand trois rats, entraînés individuellement à cette situation, sont rassemblés dans la même enceinte, il y a apparition d'un phénomène de "parasitisme social". Certains rats effectuent la majorité des appuis (rat "travailleur"), tandis que d'autres restent surtout à côté du distributeur pour profiter de la nourriture qui y est délivrée (rat "dépendant" ou "parasite"). Cette situation de "social problem" et l'organisation du groupe qui en découle ont été largement étudiées par de nombreux auteurs (ANTHOURED, 1971 a, 1971 b; LITTMAN & col., 1954; MASUR & col., 1972; MASUR 1973; MASUR & STRUFFALDI, 1974; OLDFIELD-BOX, 1967, 1969 a, 1969 b, 1970; SOCZKA & col., 1974). Cependant, les résultats obtenus, et les conclusions qui en ont été tirées sont, très limités du fait que cette situation expérimentale n'engendre pas d'interactions sociales entre les deux types de rats. En effet le rat dépendant reste à côté du distributeur pendant que le rat travailleur appuie, plus loin, sur la pédale.

Des différenciations comportementales semblables, chez le rat, ont été aussi observées dans la nature. GANDOLFI & PARISI en 1973 ont trouvé, sur les rives du Pô, certaines colonies de rats qui plongeaient, dans le fleuve, pour aller chercher, en complément de leur nourriture, des mollusques. En revanche, d'autres colonies voisines ne présentaient pas ce comportement. De là, on a émis l'hypothèse selon laquelle certaines informations de type "acculturation" sont transmises entre les individus de certains groupes.

Pour étudier ce phénomène de transmission sociale de ce comportement de prédation, GALEF (1980, 1982) a reproduit cette situation au laboratoire. Il a ainsi mis au point un dispositif constitué d'une cage d'habitation, reliée à un aquarium au fond duquel se trouve un supplément de nourriture sous forme de morceaux de chocolat. Il observe à son tour, que quelques rats plongent pour chercher cette nourriture, alors que d'autres ne le font pas.

S'inspirant de ce travail, COLIN et DESOR ont mis au point en 1986 au Laboratoire un dispositif expérimental composé d'une cage d'habitation reliée par un tunnel à un aquarium. A l'extrémité de celui-ci, se trouve situé un distributeur de croquettes représentant la seule source de nourriture. La procédure expérimentale consiste à imposer une contrainte progressive d'accès à la nourriture en deux grandes phases : d'une part une phase où on augmente le niveau d'eau dans l'aquarium quotidiennement pour obliger les rats d'abord à se mouiller, puis à nager pour atteindre le distributeur, et d'autre part une phase où ils doivent plonger et nager en apnée pour atteindre la nourriture et revenir avec jusqu'à la cage pour pouvoir la consommer.

Face à cette situation contraignante, les rats regroupés par six se différencient en deux grandes catégories : des Transporteurs qui surmontent la contrainte et rapportent des croquettes du distributeur et des Non-Transporteurs qui se contentent, pour couvrir leurs besoins alimentaires, de dérober la nourriture à leurs congénères. Par ailleurs, selon la capacité des rats Transporteurs à conserver la nourriture acquise face aux attaques des autres rats, on a pu distinguer deux sous catégories : des Transporteurs Ravitailleurs, qui ne résistent pas aux vols, et des Transporteurs Autonomes qui conservent efficacement leur nourriture. Ce phénomène de différenciations comportementales a été largement étudié au sein du groupe éthosociologie de notre laboratoire, par COLIN (1984; 1989), SCHMITH

(1985), THULLIER (1986; 1992), AIMONE (1989), PEIGNOT (1989; 1993), TAHIRI (1991) et HELDER, (1994).

Les rats se sont donc comportés dans cette situation selon la règle connue chez CHASE, 1987 et HINDE, 1976, 1978 , 1979 : "quand ils sont placés en petits groupes, les individus d'un très grand nombre d'espèces établissent rapidement des relations sociales, ce qui indique une tendance claire à entrer en interaction au cours du temps".

C'est en s'inspirant de ces études, que nous avons mis au point un dispositif expérimental adapté aux souris, mais qui se base sur le même principe que celui mis au point par COLIN et DESOR en 1986 sur le rat.

2- ANIMAUX

Les souris utilisées, dans les différents chapitres, appartiennent à la souche consanguine C57 BL/6 sauf au dernier chapitre où nous avons aussi utilisé la souche C3H/ He. Elles sont nées au laboratoire et élevées dans leurs portées d'origine qui étaient réduites, dès la naissance, à 7 jeunes au maximum pour éviter la compétition intrindividuelle pour l'accès aux glandes mammaires. En effet, celle-ci risque d'aboutir à une grande variabilité dans le comportement des jeunes.

Les animaux étaient élevés dans des cages standards (35 X 20 X 10 cm) avec boisson et nourriture ad-libitum, sous une température constante de 22°C et avec un cycle lumineux de D:L, 12:12 (phase diurne de 9 à 21 heures).

3- DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental utilisé pour imposer une contrainte progressive d'accès à la nourriture (Figure 1) est inspiré de celui mis au point par Colin (1986). Il est constitué de :

- **une cage d'habitation** (24 x 10 x 8 cm), fermée par un couvercle et portant un abreuvoir pendant toute la durée des expérimentations.
- **un aquarium** en Plexiglas (35,5x12x10,5 cm) fermé par un couvercle qui permet d'accrocher une mangeoire.
- **un tunnel** en verre assez étroit (5 cm de diamètre) qui permet le passage des souris de la cage d'habitation à l'aquarium. En dehors des séances où les animaux peuvent avoir accès à la nourriture, une porte en guillotine ferme le tunnel pour les empêcher d'accéder à l'aquarium.
- **une mangeoire** suspendue à l'extrémité de l'aquarium, représentant la source unique de nourriture, elle porte des croquettes et permet aux souris de n'en obtenir qu'une seule à la fois.
- **une allée** large de 4 cm, en grillage à maille de 1 cm, surélevée de 5 cm du plancher de l'aquarium. Elle permet aux souris de parcourir l'aquarium pour atteindre la mangeoire. Comme il est très difficile aux souris de prendre équilibre sur cette allée pour ronger dessus les croquettes de nourriture qu'elles retirent de la mangeoire, elles seront obligées de les rapporter à la cage d'habitation. Ceci permet de favoriser plus d'interactions entre les individus constituant le groupe.

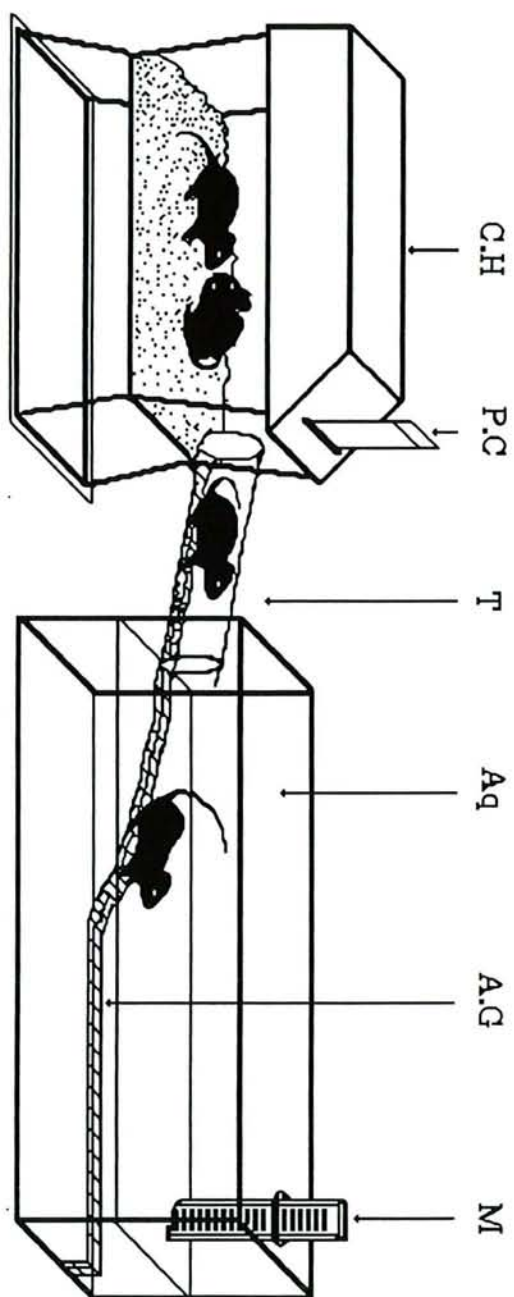


Figure 1: schéma du dispositif expérimental

C.H: cage d'habitation; P.C: porte coulissante; T :tunnel en verre

Aq: aquarium; A.G: allée de grillage; M: mangeoire

4- PROCEDURE EXPERIMENTALE

Cinq jours avant de les placer dans le dispositif, les souris sont rassemblées en 10 groupes de quatre, dans des cages standards, avec nourriture et boisson ad libitum. Ces cages sont situées dans la salle des manipulations qui se trouve dans les mêmes conditions de température et de luminosité que la salle d'élevage.

La nourriture est donnée sous forme de petites croquettes (3 mm de diamètre) qui seront utilisées pendant toute la durée des expérimentations. Le petit calibre des croquettes oblige les souris à effectuer plus de transports pendant les manipulations et de ce fait les interactions engagées entre les individus du groupe seront plus nombreuses.

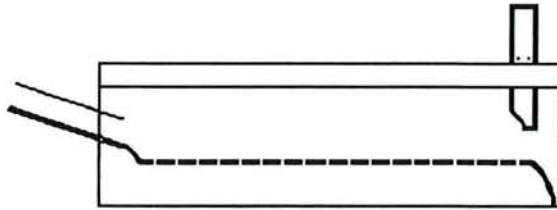
Après ces cinq jours, les groupes de souris sont placés dans les dispositifs expérimentaux. Une contrainte progressive d'accès à la nourriture leur sera, alors, imposée suivant quatre phases de 3 jours chacune (Figure 2):

-Phase 1 : l'aquarium étant à sec, cette phase offre la possibilité aux souris de s'habituer à leur nouvel environnement, de localiser la mangeoire et d'apprendre à en retirer des croquettes. Elle leur permet aussi de se familiariser avec le nouveau rythme de distribution de nourriture.

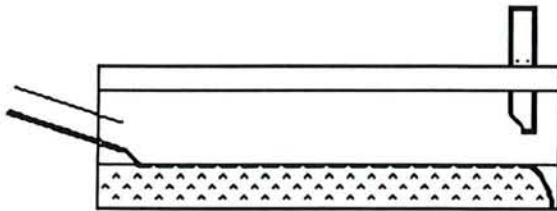
-Phase 2 : l'aquarium est remplie d'eau jusqu'au niveau de 5 cm, soit le même niveau que l'allée en grillage. Pour avoir accès à la mangeoire, les souris sont donc obligées de se mouiller le bout des pattes, ce qui leur permet de s'habituer à entrer en contact avec l'eau.

-Phase 3 : le niveau d'eau dans l'aquarium est à 6 cm du plancher, soit à 1 cm au-dessus de l'allée de grillage. Les souris qui accèdent à la mangeoire sont obligées de se mouiller les pattes en entier.

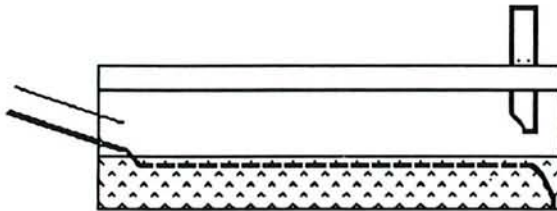
-Phase 4 : Le niveau d'eau est au dessus de l'allée de grillage de 2 cm. L'accès à la mangeoire oblige les souris à se mouiller l'abdomen.



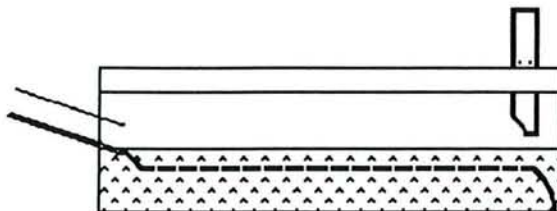
phase 1 : dispositif à sec



phase 2 : l'eau est au même niveau que l'allée de grillage



phase 3 : le niveau d'eau est à 1 cm de celui de l'allée en grillage



phase 4 : le niveau d'eau est à 2 cm de celui de l'allée en grillage

Figure 2 : Les différentes phases selon lesquelles la contrainte alimentaire imposée aux groupes de souris augmente progressivement.

Lors de manipulations préliminaires, nous avons poursuivi l'augmentation de la contrainte d'accès à la nourriture jusqu'au niveau où l'allée de grillage a été éliminée, et ce, pour obliger les souris à nager avant d'atteindre la mangeoire. Certes, certaines souris arrivaient à traverser l'aquarium à la nage nage et à retirer des croquettes de la mangeoire, toutefois elles n'effectuaient qu'un nombre limité de transports insuffisant au ravitaillement des quatre souris du groupe. Nous avons alors limité la contrainte aux conditions de la phase 4 puisqu'à ce stade les différenciations comportementales des souris sont très nettes comme vont le montrer les résultats du chapitre suivant.

Pendant les 12 jours des manipulations, la séance d'alimentation dure 7 heures par jour, de 10H à 17H. En dehors de cette séance, le tunnel en verre est fermé à l'aide de la porte à guillotine et les souris restent dans leurs cages d'habitation jusqu'à la séance du lendemain. Juste après chaque séance d'alimentation, les aquariums sont nettoyés et remplis d'eau afin qu'elle soit, le lendemain, à la température ambiante.

Nous avons calculé qu'une souris, dans les conditions standards, consomme par jour et en moyenne, l'équivalent de 10 croquettes du petit calibre (3 mm de diamètre et 13 mm de moyenne en longueur). Dans ces conditions les souris n'effectuent pas beaucoup d'efforts pour parvenir à obtenir leur nourriture. En revanche, dans nos conditions expérimentales, d'une part, le parcours de l'aquarium et les interactions avec les congénères pour dérober les croquettes ou pour résister à leurs vols, représentent de nouvelles activités qui nécessitent une énergie supplémentaires; d'autre part, il arrive quelques fois qu'une souris perde sa croquettes dans l'aquarium juste après l'avoir retirée de la mangeoire. Pour tenir compte de ces variables, nous avons mis à la disposition de chaque groupe 56 croquettes, soit 14 croquettes destinées pour chaque individu. Généralement, à la fin de chaque séance alimentaire, les souris sont parvenues à consommer la presque totalité de ces

croquettes . De plus cette quantité était suffisante pour garantir le ravitaillement de toutes les souris du groupe et aucune souris n'a dû être retirée lors des expérimentations en raison d'une perte importante de son poids.

Pour bien être identifiées lors des manipulations, les souris ont été marquées par une bande circulaire de 2 cm sur la queue par des marqueurs "en stylo feutre" permanents. Dans chaque groupe, une souris est marquée avec une petite bande rouge, elle est alors notée la souris "R", une souris est marquée avec deux bandes rouges séparées par une bande noire, elle est notée "RR" et une souris est marquée avec une petite bande bleue, elle est notée "B". La dernière souris non marquée était notée "N".

5- TRAITEMENTS STATISTIQUES DES RESULTATS

	comparaison de deux séries		comparaison de K séries (K>2)	
	séries dépendantes	séries indépendantes	séries dépendantes	séries indépendantes
variable de nature qualitative	- test de Mac Nemar	- probabilité exacte de Fisher	- test Q de Cochran	- test Chi ²
variable de nature quantitative (ordinaire)	- test T de Wicoxon - corrélation par rangs de Spearman	- test U de Mann-Whitney - test de Kolmogorov-Smirnov (petits échantillons)	- test de Friedman	- test H de Kruskal-Wallis

Tableau 1: Les différents test statistiques non-paramétriques utilisés pour analyser les résultats des différents chapitres.

Les données recueillies lors des différents chapitres ont été analysées par des procédures non-paramétriques selon la nature de la variable étudiée et la relation qui lie les séries à comparer.

En effet, la variable peut être de nature ordinaire (nombre de croquettes transportées par les souris, nombre de Transporteurs par groupe) ou de nature qualitative (existence ou non d'un Transporteur Majeur). Les séries, quant à elles, peuvent être dépendantes (évolution des mêmes groupes pendant 4 phases) ou indépendantes (lots de souris différenciés par le sexe, par l'âge, par la période d'expérimentation, par l'appartenance génétique).

Le Tableau 1 récapitule les différents test utilisés dans l'analyse des données recueillies dans cette étude.

1 ère PARTIE

DIFFERENCIATIONS
COMPORTEMENTALES DANS DES
GROUPE DE SOURIS PLACEES EN
SITUATION DE DIFFICULTE D'ACCES A
LA NOURRITURE

CHAPITRE 1 : DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES DES SOURIS PENDANT LA PHASE A CONTRAINTE MAXIMALE

Quarante souris mâles âgées de 9 à 13 semaines ont été utilisées. Elles ont été regroupées en 10 groupes de 4 individus chacun et ont subi la contrainte expérimentale d'accès à la nourriture dont le protocole a été détaillé précédemment.

Les résultats trouvés sur ces 10 groupes testés, sont présentés dans les 4 premiers chapitres de cette première partie.

Dans le chapitre 1, seule la phase où la contrainte imposée atteint son intensité maximale (phase 4), sera prise en compte. En revanche, dans le chapitre 2, nous présenterons les résultats obtenus sur les 4 phases expérimentales. Les chapitres 3 et 4 sont consacrés respectivement à l'étude de l'adaptation des souris à cette situation expérimentale et à la stabilité dans le temps des différenciations comportementales acquises.

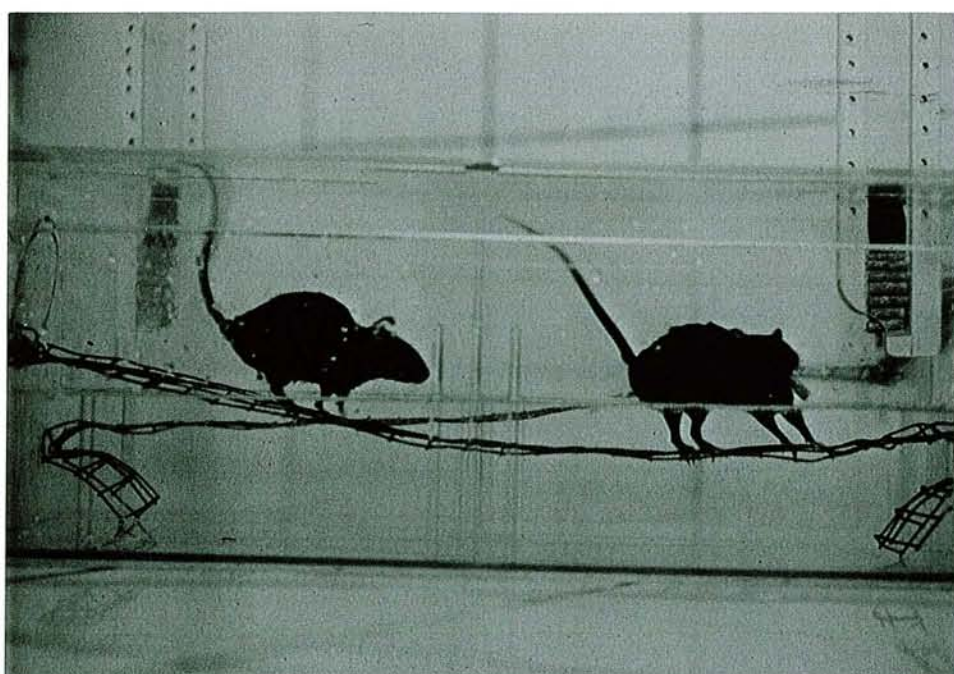
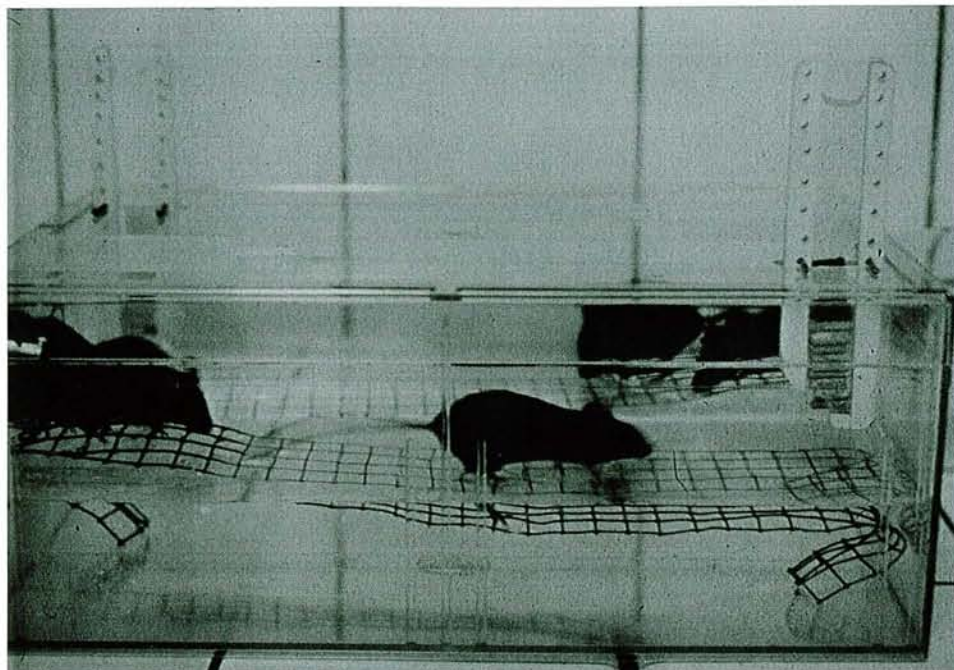
1.1- DESCRIPTION D'UNE SEANCE D'ALIMENTATION

Nous prenons l'exemple du premier transport suivant l'ouverture de la porte en guillotine au sein d'un groupe habitué au dispositif. Les termes "vol de nourriture" et "possession" sont employés par commodité de langage dans un sens purement descriptif. Tout individu qui rapporte au moins une croquette pendant la séance d'alimentation sera dénommé "**Transporteur**", et tout individu qui ne transporte aucune croquette sera dénommé "**Non-Transporteur**".

Dès que l'expérimentateur se dirige vers la cage et ouvre la porte en guillotine, les souris se regroupent à la sortie du tunnel en verre. Le premier accès à la nourriture a lieu rapidement après une petite période d'hésitation (1 minute au maximum). Lors du parcours de l'allée en grillage, qui nécessite environ 5 secondes, la souris appuie souvent sa queue contre le couvercle de l'aquarium pour garder son équilibre. Elle se soulève ensuite à la position verticale en prenant appui sur les pattes postérieures, et retire, avec ses dents, une croquette de nourriture de la mangeoire. A l'aide des membres antérieurs, elle la dispose entre ses dents dans une position horizontale qui lui permet de la bien conserver lors des tentatives de vols par les congénères. Dans cette phase, les tentatives de vols de nourriture sont toujours efficaces. Le premier vol de nourriture a lieu souvent, lors du retour, à l'entrée du tunnel où sont groupées les trois autres souris.

Une fois dans la cage, la croquette peut être de nouveau volée par d'autres souris. Ces tentatives de vol se poursuivent jusqu'à ce que l'individu "Transporteur" rapporte deux autres croquettes de la mangeoire, ceci se déroulant dans un délai d'une minute environ. Ces croquettes seront volées systématiquement par les deux autres souris qui ne possèdent pas de nourriture. Ce n'est qu'à ce moment que le "Transporteur" rapporte la croquette qu'il consommera sans être l'objet d'un autre vol. Ainsi les interactions compétitives pour la nourriture prennent fin lorsque tous les individus du groupe ont réussi à obtenir une portion de nourriture, soit en allant la chercher à la mangeoire (cas des "Transporteurs"), soit en la volant (cas des "non-Transporteurs"). Les mêmes activités se répètent pendant toute la séance d'alimentation jusqu'à ce que la mangeoire soit vidée ou que la séquence d'alimentation soit terminée par la fermeture de la porte en guillotine.

Les séances d'alimentation s'organisent autour de deux types de phases: des phases marquées par une grande activité dans la cage (accès à la mangeoire et interactions) entrecoupées de phases beaucoup plus calmes, consacrées à l'alimentation, au toilettage, ou à des périodes de sommeil.



Photos montrant certaines étapes du transport, avec la précipitation des Non-Transporteurs à la sortie du tunnel pour dérober le Transporteur.

1.2- CLASSIFICATION DES SOURIS EN PHASE DE CONTRAINTE MAXIMALE EN FONCTION DE LEURS TRANSPORTS DE NOURRITURE

L'étude, en premier temps, de cette phase doit permettre de déterminer jusqu'à quel degré les souris peuvent se différencier pour surmonter la contrainte et subvenir à leurs besoins alimentaires.

Selon le nombre de croquettes qu'elles rapportent, les 4 souris de chaque groupe sont classées par ordre croissant dans 4 rangs (rang 1 au rang 4). Ainsi, dans un groupe donné, la souris qui rapporte le plus de croquettes est classée dans le rang 1 et celle qui rapporte le moins de croquettes est classée dans le rang 4. Le rang 1 regroupe donc 10 souris (une de chaque groupe) qui rapportent le plus de croquettes alors que le rang 4 regroupe 10 souris qui rapportent le moins de croquettes.

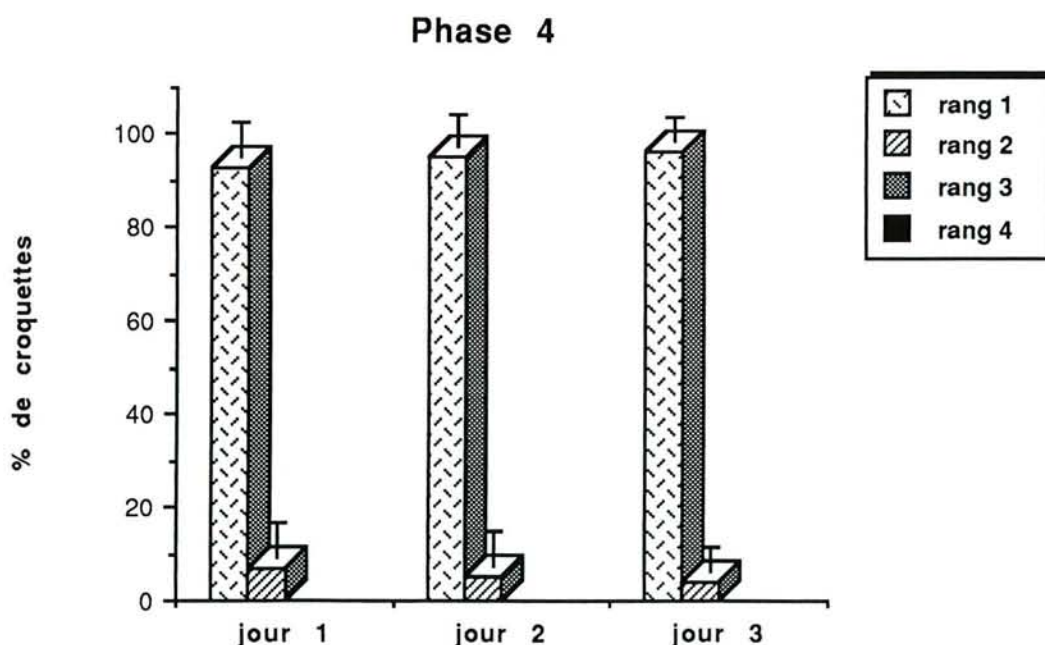


Figure 4 : pourcentage de croquettes rapportées, pendant la phase 4, par les souris des 4 rangs.

Le nombre de croquettes rapportées par les souris des 4 rangs pendant les 3 jours de la phase 4 sont, exprimé en pourcentage, est représenté dans la figure 4. La comparaison entre les 4 rangs montre une hétérogénéité significative sur les 3 jours (test de Kruskal- Wallis à ddl=3, H=33,06, p<0,001 au jour 1; H=32,74, p<0,001 au jour 2 et H=33,74, p<0,001 au jour 3). En effet, dans chacun des 10 groupes étudiés, deux transporteurs, au maximum, sont observés.

groupe	% de croquettes rapportées par les souris du rang 1			% de croquettes rapportées par les souris du rang 2		
	J1	J2	J3	J1	J2	J3
1	87,3	100	96,3	12,7	0	3,7
2	100	94,3	91	0	5,7	9
3	97,9	95,8	100	2,2	4,2	0
4	88,9	100	100	11,1	0	0
5	100	100	100	0	0	0
6	100	100	100	0	0	0
7	80,2	81,7	95,5	19,8	18,3	4,5
8	89,6	81,4	84,7	10,4	18,6	15,3
9	87,1	95,7	93,8	12,9	4,3	6,2
10	100	100	100	0	0	0

Tableau 2 : % de croquettes rapportées, pendant la phase 4, par les souris des rangs 1 et 2

Toutes les souris classées dans les rangs 3 et 4 ne transportent aucune croquette de nourriture. Les souris classées dans le rang 1 transportent plus de 80% des croquettes rapportées par l'ensemble de leur groupe, alors que les souris du rang 2, quand elles sont Transporteurs, ne rapportent que moins de 20% des croquettes. Le nombre de croquettes rapportées par les souris des rangs 1 et 2 reste constant pendant les 3 jours (test de Friedman à ddl=2, X²r=0,96, N.S respectivement pour le rang 1 et le rang 2).

Un pourcentage de plus de 80% de croquettes rapportées par une souris du rang 1 dépasse largement ses propres besoins alimentaires, qui en réalité ne

représentent que 25% des croquettes consommées par l'ensemble du groupe. La majeure partie de ce que rapporte cette souris va, en effet, servir à ravitailler ses congénères après des interactions de vols. Nous avons alors qualifié cette souris de "**Transporteur Majeur**". En revanche, le pourcentage de moins de 20% de croquettes rapporté par certaines souris du rang 2 reste insuffisant pour parvenir à satisfaire leurs besoins alimentaires. Elles sont donc obligées de dérober une quantité de nourriture supplémentaire à leurs congénères. Nous les avons alors qualifiées de "**Transporteurs occasionnels**".

Le tableau 2 montre aussi que dans chaque groupe étudié apparaît systématiquement un Transporteur Majeur. En revanche, les Transporteurs occasionnels n'apparaissent que dans 5 ou 6 groupes, jour par jour, à la fréquence de 1 par groupe. Par ailleurs, la moyenne du nombre total de Transporteurs par groupe reste statistiquement constante pendant les 3 jours de cette phase (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=0,5$, $p>0,05$) indiquant la stabilité de la différenciation comportementale des souris pendant cette phase.

CONCLUSION

Pendant la phase 4 où la contrainte d'accès à la nourriture est à son maximum, les souris de chaque groupe étudié se différencient en deux grandes catégories comportementales : des Transporteurs et des Non-Transporteurs. Les Transporteurs surmontent la contrainte et transportent la nourriture de la mangeoire à la cage d'habitation, tandis que les Non-Transporteurs se contentent de leur en dérober une proportion nécessaire à leur ravitaillement. Dans la catégorie des Transporteurs, nous avons défini deux profils comportementaux, d'une part celui des Transporteurs Majeurs, qui rapportent plus de 80% de la nourriture nécessaire au groupe, et d'autre part celui des Transporteurs Occasionnels, qui ne rapportent que moins de 20% des croquettes.

1.3- INTERACTIONS ENGAGEES ENTRE LES SOURIS DES DIFFERENTES CATEGORIES COMPORTEMENTALES EN PHASE 4

1.3.1- vols de nourriture réalisés par les souris des 3 catégories

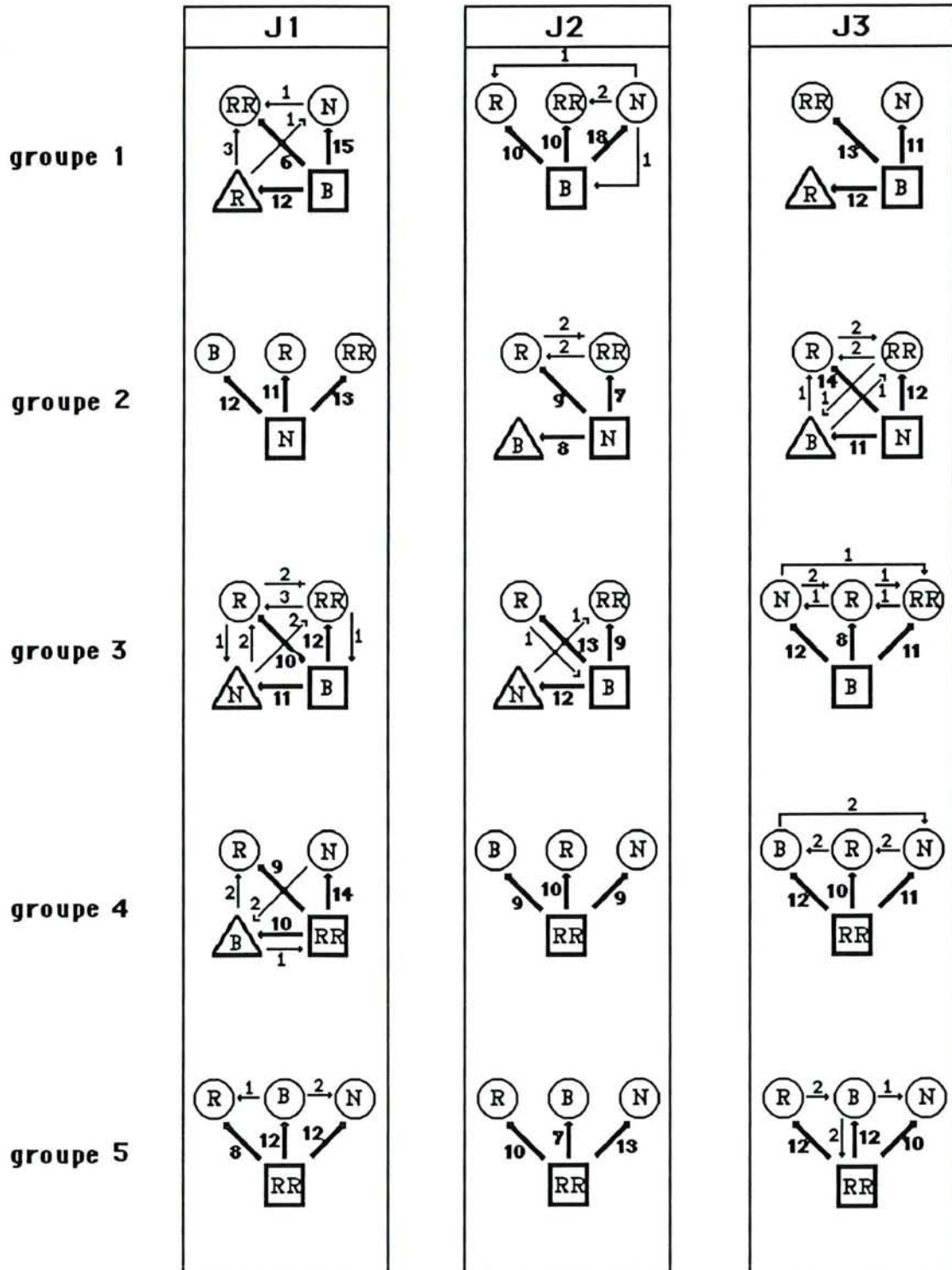
Dans notre situation expérimentale, transporter la nourriture de la mangeoire à la cage d'habitation ou la dérober à un congénère, à la suite d'une ou à plusieurs tentatives, sont les 2 moyens principaux qui permettent à une souris de se procurer une part de nourriture. Cependant, une souris qui dérobe une croquette peut, à son tour, être l'objet d'un vol, ce transfert de nourriture ne dépasse généralement pas deux vols avant que la croquette ne soit complètement consommée.

La figure 5 représente les schémas des transferts partiels de nourriture par vol dans les 10 groupes de souris, et ce, pendant les 3 jours de la phase 4. On peut constater, tout d'abord que, dans tous les groupes, le profil du Transporteur Majeur est adopté par les mêmes individus durant les 3 jours de la phase. Ceci montre une stabilité, durant la phase 4, dans la différenciation comportementale de ces individus.

Quant à l'évolution des Transporteurs Occasionnels, deux cas se présentent :

- d'une part, dans les groupes 7, 8 et 9, un seul individu adopte ce profil, et ce, durant les 3 jours de la phase, témoignant d'une stabilité dans sa différenciation comportementale,
- d'autre part, dans les groupes 1, 2, 3 et 4, ce profil ne se manifeste que durant une ou deux journées, et dans ce dernier cas, il concerne le même individu. En outre, les Transporteurs Occasionnels adoptent le profil de Non-transporteur au moins pendant un jour, ce qui indique que leur différenciation comportementale reste moins stable que celle de leurs congénères. Toutefois, l'étude statistique montre que les souris, prises dans l'ensemble, ne changent significativement pas leur profil. En effet, il existe une haute corrélation entre les résultats des 3 jours (test Spearman de corrélation des

rangs, $z=5,51$, $p<0,001$ et $z=5,71$, $p<0,001$ respectivement dans les comparaisons J1/J2 et J2/J3).



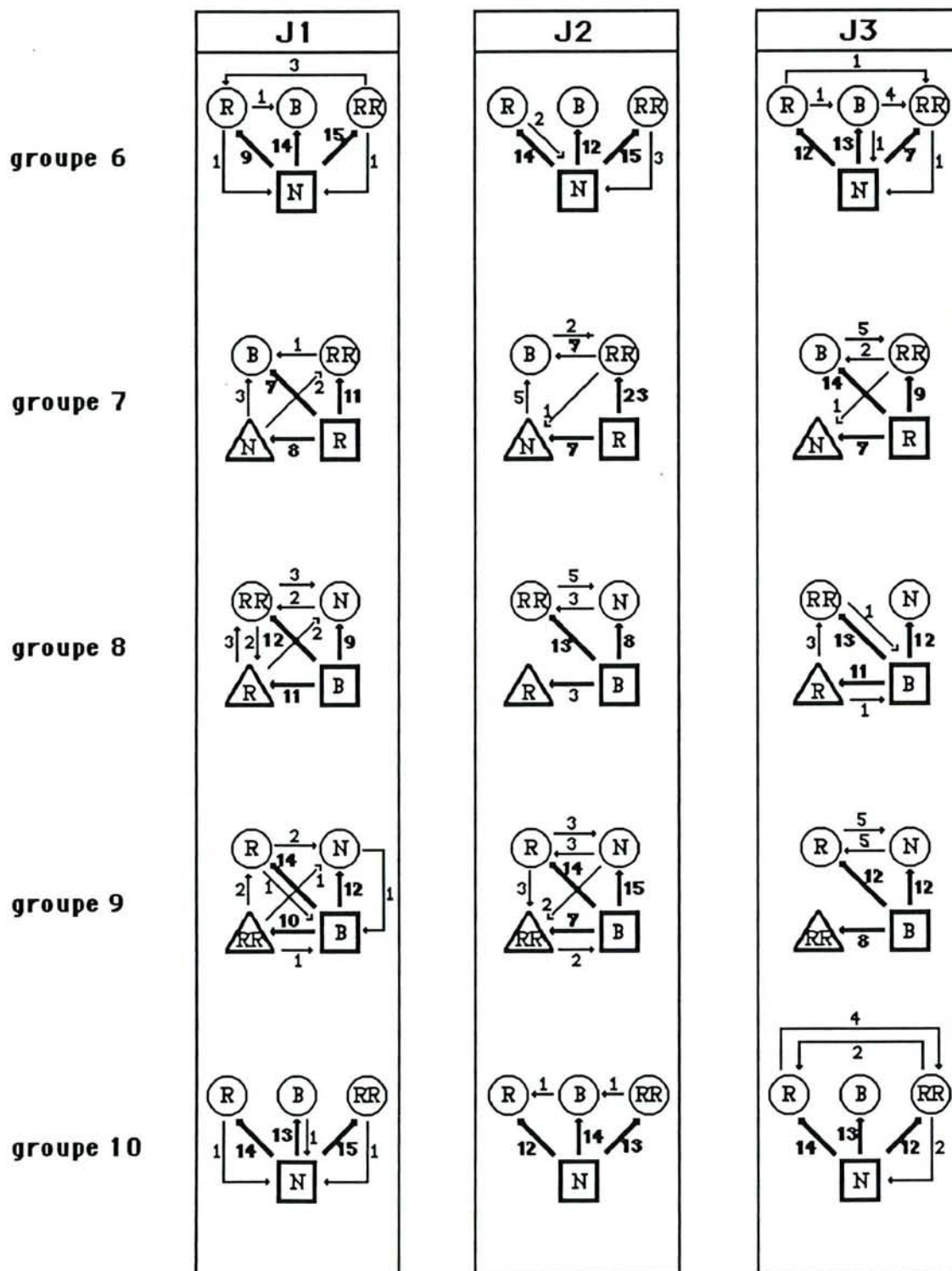


Figure 5 : flux partiels de nourriture (nombre de croquettes volées) dans les 10 groupes de souris. (les Tr M sont entourés d'un carré, les Tr Occ. sont entouré d'un triangle et les Non-Tr sont entouré d'un cercle). Les animaux sont marqués N, B, RR, R relativement à la coloration de la queue par laquelle nous les identifions.

La complexité des interactions de vols entre les souris des 3 catégories, évaluée à travers le nombre de transferts partiels de nourriture, varie considérablement d'un groupe à un autre et d'un jour à l'autre. Ainsi, à titre d'exemple, les groupes 1 et 2 respectivement aux jours 3 et 1 ne montrent que trois transferts partiels des Transporteurs Majeurs aux Non-Transporteurs. A l'opposé, les groupes 3 et 9 au jour 1 montrent 9 transferts, s'effectuant entre les souris des 3 catégories. Le groupe 4, quant à lui, montre les deux formes de complexité d'un jour à l'autre.

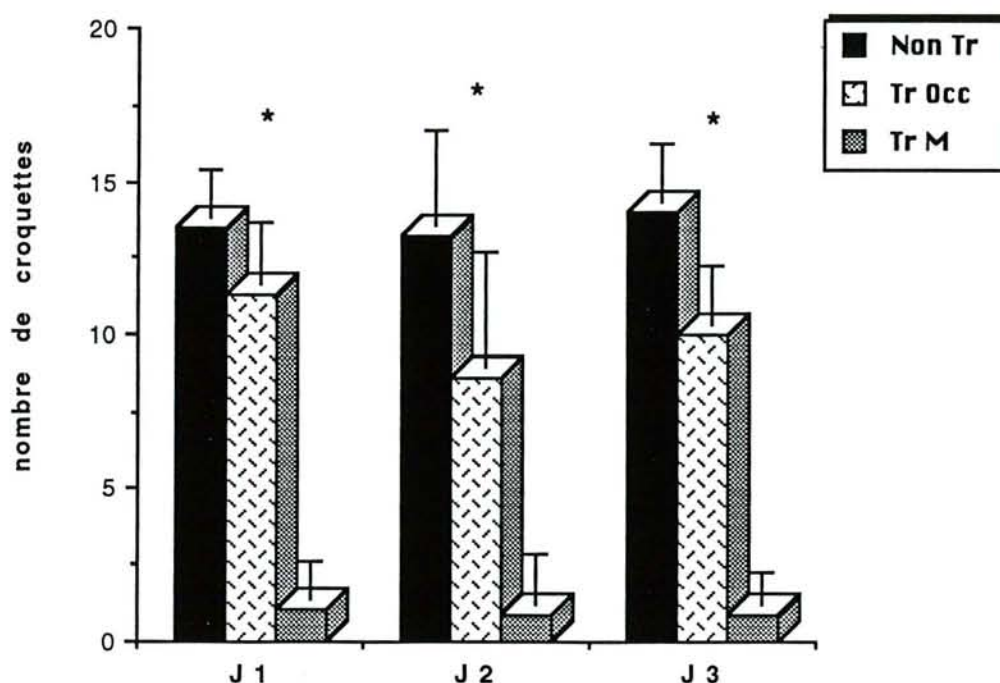


Figure 6 : moyenne du nombre de croquettes volées par les souris de chaque catégorie.

Les moyennes du nombre total de croquettes de nourriture volées par les souris de chaque catégorie sont représentées dans la figure 6. Pour chacune des 3 catégories, aucune différence significative n'est apparue entre les 3 jours de la phase 4 (test de Friedman à ddl=2, $X^2_{r=0,6}$, $p>0.05$; $X^2_{r=1}$, $p>0.05$ et $X^2_{r=0,2}$, $p>0.05$ respectivement pour les Non-Tr, les Tr Occ et les Tr M). Ceci indique une stabilité

dans le nombre total des vols effectués par les souris de chaque catégorie durant la phase 4.

D'autre part, la comparaison entre les 3 catégories montre des différences significatives sur les 3 jours (test de Kruskal-Wallis à ddl=2, $H=19,36$, $p<0,001$ au jour 1, $H=18,89$, $p<0,001$ au jour 2 et $H=20,90$, $p<0,001$ au jour 3). En effet, les Non-Transporteurs dérobent plus de croquettes de nourriture que les Transporteurs Majeurs (test de Mann Whitney, $U=0$, $p<0,001$ pour les 3 jours) et les Transporteurs Occasionnels (test de Mann Whitney, $U=13$, $0,05<p<0,10$; $U=8$, $p<0,05$ et $U=0,5$, $p<0,001$ respectivement aux jours 1, 2 et 3). Les Transporteurs Occasionnels, quant à eux, dérobent plus de nourriture que les Transporteurs Majeurs (test de Mann Whitney, $U=0$, $p<0,001$ pour les jours 1 et 3 et $U=1$, $p<0,001$ pour le jour 2). Le profil de Transporteur Occasionnel ne correspond donc pas à celui des Transporteurs autonome qu'on retrouve chez les rats, puisque celui-ci ne vole pas de nourriture à ses congénères.

1.3.1.1- vols de nourriture réalisés par les Non-Transporteurs

La figure 7 représente les vols réalisés par les Non-Transporteurs au détriment des souris des 3 catégories respectives. La représentation des vols de nourriture aux Non-Transporteurs s'explique par l'existence de 2 ou 3 individus qui adoptent ce profil dans un même groupe.

La moyenne des vols réalisés sur chaque catégorie reste constante pendant les 3 jours de la phase (test de Friedman à ddl =2, $X^2_r=0$, $p>0,05$; $X^2_r=2,36$, $p>0,05$ et $X^2_r=1,51$, $p>0,05$ respectivement pour les vols réalisés sur les Tr M, Tr Occ et les Non-Tr). En revanche, la comparaison entre les moyennes des vols réalisés sur les souris des 3 catégories montre des différences significatives sur les 3 jours (test de Kruskal et

Wallis à ddl=2, H=19,39, $p<0,001$ au jour 1; H=17,37, $p<0,001$ au jour 2 et H=19,05, $p<0,001$ au jour 3).

En effet, les vols réalisés par les Non-Transporteurs sur les Transporteurs Majeurs pendant les 3 jours sont beaucoup plus nombreux que ceux réalisés sur les Transporteurs Occasionnels (test de Mann-Whitney, $U=0$, $p<0,001$ sur les 3 jours) et sur les Non-Transporteurs (test de Mann-Whitney, $U=0$, $p<0,001$ au jour 1; $U=1,5$, $p<0,001$ au jour 2 et $U=0$, $p<0,001$ au jour 3).

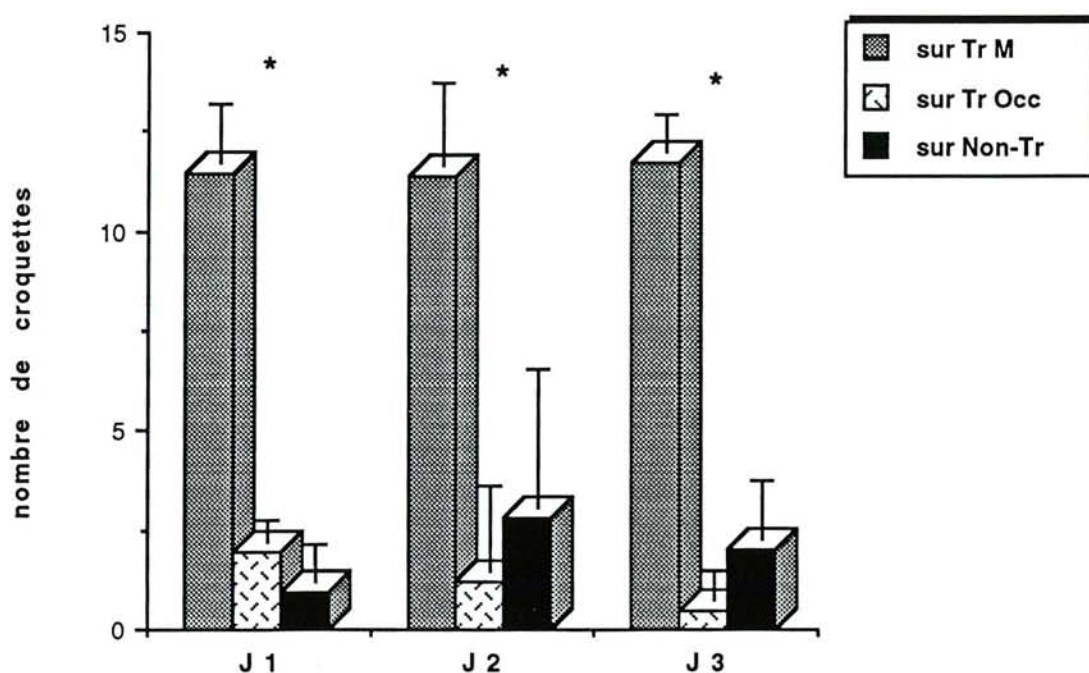


Figure 7 : nombre de croquettes volées par les Non-Transporteurs aux souris des 3 catégories.

Et les vols de nourriture réalisés sur les Transporteurs Occasionnels sont comparables à ceux réalisés sur les Non-Transporteurs, et ce, pendant les 3 jours (test de Mann-Whitney, $U=12$, $p>0,05$ au jour 1; $U=17,5$, $p>0,05$ au jour 2 et $U=8,5$, $p>0,05$ au jour 3).

1.3.1.2- vols de nourriture réalisés par les Transporteurs Occasionnels

La figure 8 représente les vols réalisés par les 5 ou les 6 Transporteurs Occasionnels, qui apparaissent dans les 3 jours, au dépens des Transporteurs Majeurs et des Non-Transporteurs.

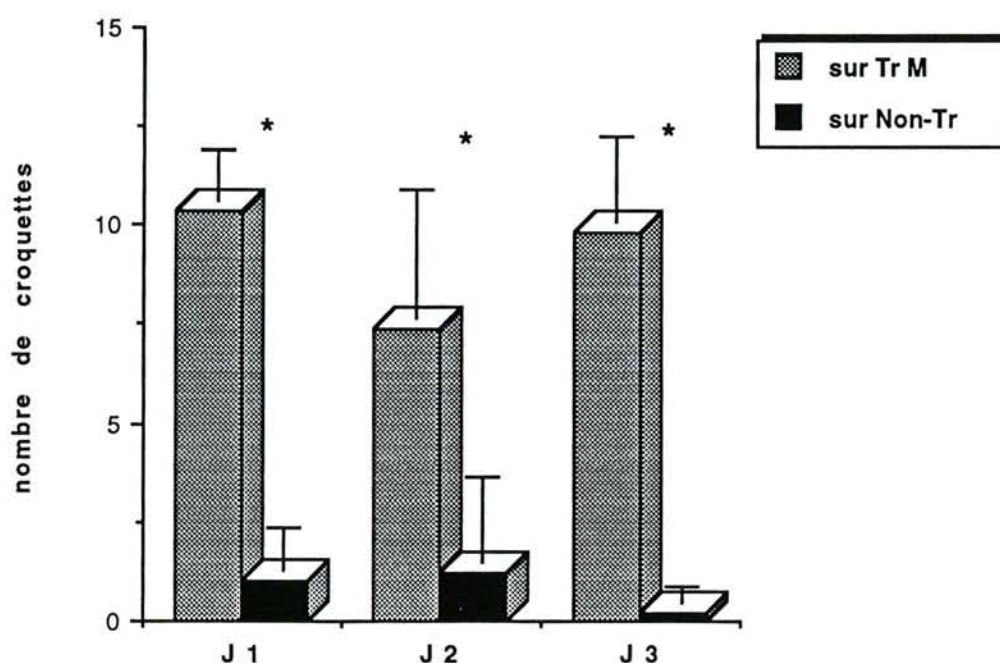


Figure 8 : nombre de croquettes volées par les Transporteurs Occasionnels aux souris des deux autres catégories.

Le nombre de vols réalisés sur les souris de chacune des 2 catégories reste identique tout au long des 3 jours (test de Friedman à ddl=2, $X^2r=5$, $p>0,05$ et $X^2r=0,66$, $p>0,05$ respectivement pour les vols réalisés sur les Tr. M et sur les Non-Tr.). En outre, les vols réalisés aux dépens des Transporteurs Majeurs sont significativement plus nombreux que ceux réalisés sur les Non-Transporteurs (test de Mann-Whitney, $U=0$, $p<0,001$ au jour 1, $U=1$, $p<0,002$ au jour 2 et $U=0$, $p<0,001$ au jour 3).

1.3.1.3- vols de nourriture réalisés par les Transporteurs Majeurs

Les Transporteurs Majeurs ne volent que rarement une croquette à leurs congénères. En effet la figure 5 plus haut montre que la moyenne des croquettes dérobées par les souris de cette catégorie ne dépasse pas 2.

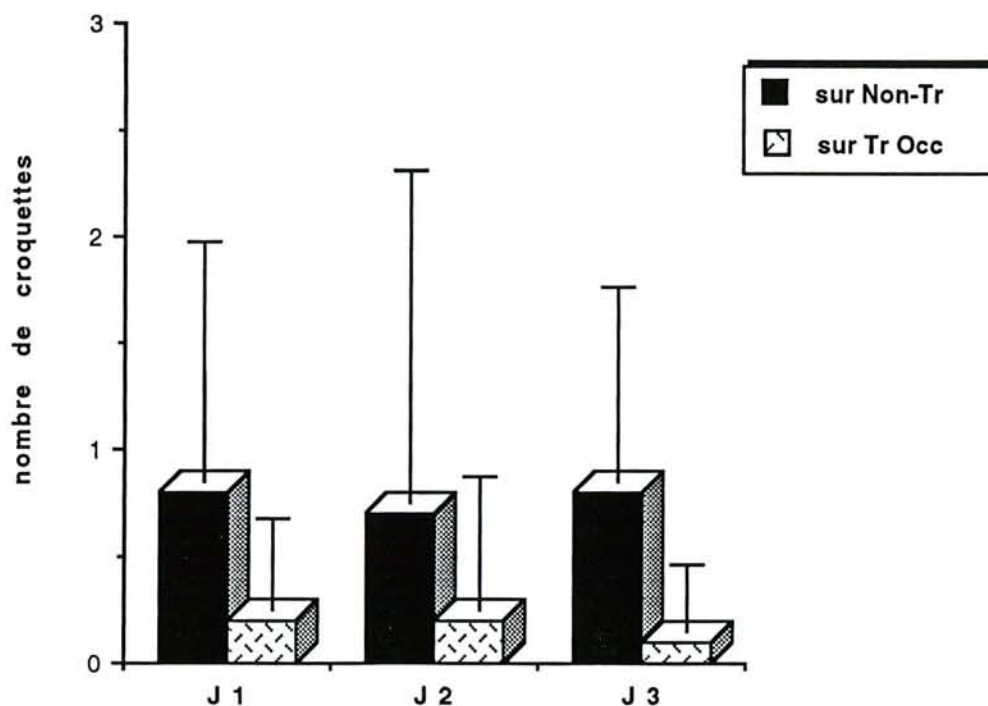


Figure 9 : nombre de croquettes volées par les Transporteurs Majeurs aux souris des deux autres catégories.

Le nombre de vols réalisés par les Transporteurs Majeurs respectivement sur les souris de chacune des deux autres catégories reste constant sur les 3 jours de la phase (test de Friedman à ddl=2, $X^2_r=0,08$, $p>0,05$ et $X^2_r=0,28$, $p>0,05$ respectivement pour les vols réalisés sur les Non-Tr et sur les Tr Occ).

La comparaison entre les vols réalisés sur les souris des deux catégories ne montre aucune différence significative sur les 3 jours (test de Mann-Whitney, $U=25$, $p>0,05$ au jour 1; $U=23$, $p>0,05$ au jour 2 et $U=23$, $p>0,05$ au jour 3).

1.3.2- vols de nourriture subis par les souris des 3 catégories

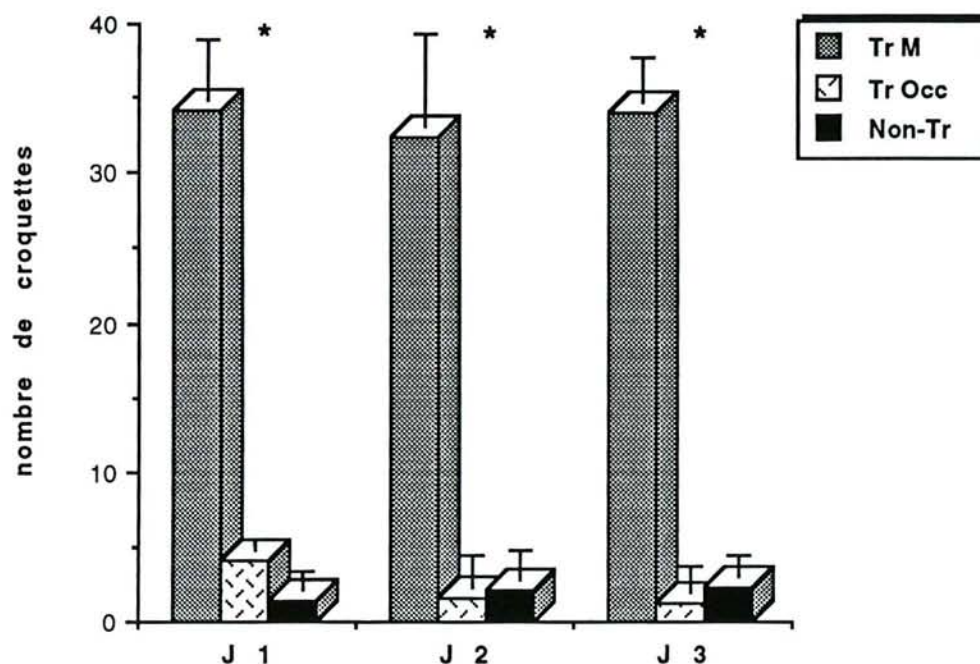


Figure 10 : nombre de croquettes volées aux souris des 3 catégories respectives.

Le nombre de vols subis par les souris de chaque catégorie (figure 9) reste constant sur les 3 jours (test de Friedman à ddl=2, $X^2_r=0,05$, $p>0,05$, $X^2_r=3,81$, $p>0,05$ et $X^2_r=1,4$, $p>0,05$ respectivement pour les Tr M, les Tr Occ et les Non-Tr).

Par ailleurs, la comparaison entre les souris des 3 catégories montre des différences significatives sur les 3 jours (test de Kruskal Wallis à ddl=2, $H=21,48$, $P<0,001$ au jour 1, $17,49$, $P<0,001$ au jour 2 et $18,09$, $P<0,001$ au jour 3).

En effet, ce sont les Transporteurs Majeurs qui subissent le maximum de vols par rapport aux souris des deux autres catégories, soit une moyenne qui dépasse 30 croquettes volées, (test de Mann-Whitney, $U=0$, $p<0,001$ dans les comparaisons Tr M/Non-Tr et TrM/Tr Occ). Quant aux Transporteurs Occasionnels, ceux-ci subissent

plus de vols que les Non-Transporteurs au premier jour, alors que pendant les deux autres jours les résultats enregistrés pour les souris de ces deux catégories restent comparables (test de Mann Whitney, $U=2$, $p<0,002$ au jour 1, $U=21$, $p>0,05$ au jour 2 et $U=14$ $p>0,05$ au jour 3).

1.3.3- nourriture consommée par les souris des 3 catégories

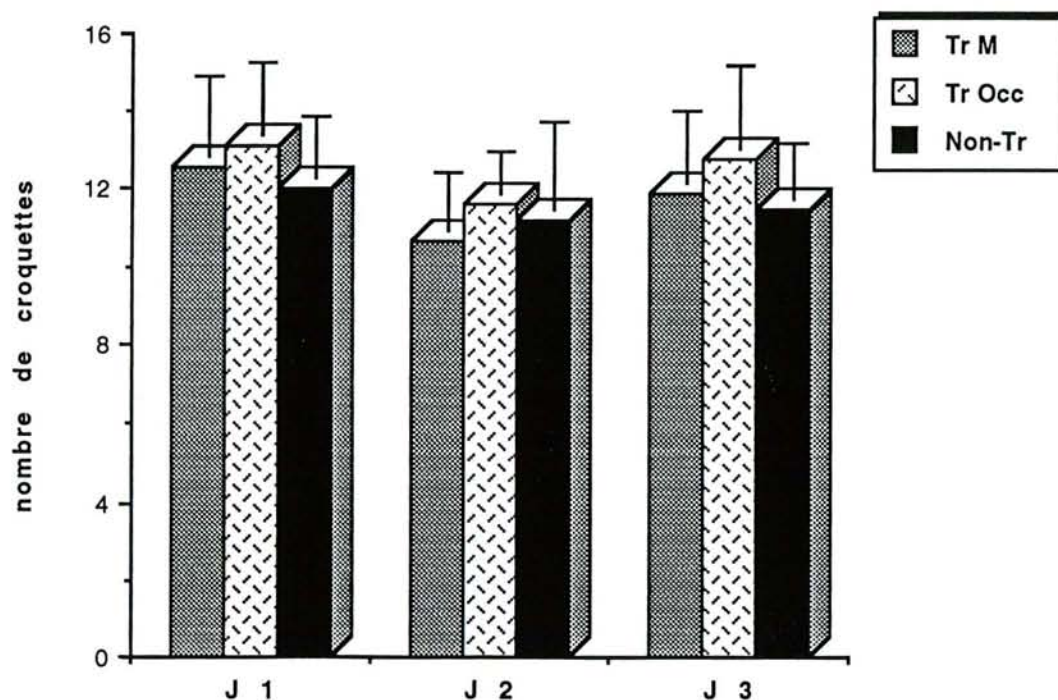


Figure 11 : nombre total de croquettes consommées respectivement par les souris des 3 catégories.

Nous avons relevé le nombre de croquettes consommées par chaque souris pendant la séance d'alimentation de 7 heures. Quand une croquette est partagée entre deux souris à la suite d'un vol, nous avons considéré que chacune d'entre elles a consommé la moitié.

Ainsi, les résultats montrent que la quantité de nourriture consommée par les souris de chaque catégorie (figure 11) reste constante sur les 3 jours (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=4,66$, $p>0,05$, $X^2r=1,6$, $p>0,05$ et $X^2r=2,45$, $p>0,05$ respectivement pour les Tr M, les Tr Occ et les Non-Tr).

Par ailleurs, la comparaison entre les 3 catégories, quant à ce critère, ne montre aucune différence significative (test de Kruskal Wallis à $ddl=2$, $H=2,82$, $p>0,05$ au jour 1, $H=1,17$, $p>0,05$ au jour 2 et $H=1,83$, $p>0,05$ au jour 3).

Donc à la fin de chaque séance alimentaire toutes les souris arrivent à consommer une même quantité de nourriture. Ce qui témoignerait de l'efficacité des interactions de vols engagées entre les souris des différentes catégories.

1.4- CONCLUSION

L'étude des comportements des souris mâles face à la contrainte expérimentale, imposée en phase 4, montre que dans chacun des groupes testés, les individus adoptent un des trois profils comportementaux suivants dont nous avons, sur la base des résultats expérimentaux obtenus, fixé les caractéristiques:

1- Transporteur Majeur :

*individu qui surmonte la contrainte imposée et transporte, de la mangeoire à la cage, plus de 80% des croquettes de nourriture nécessaires à l'approvisionnement de la totalité du groupe,

* subit de nombreux vols de la part de ses congénères,

* ne vole que rarement des croquettes de nourriture à d'autres individus du groupe,

*un seul individu par groupe adopte ce profil.

2- Non-Transporteur :

*ne se déplace jamais vers la mangeoire pour rapporter des croquettes de nourriture,

*vole à ses congénères, essentiellement au Transporteur Majeur, la quantité de nourriture nécessaire à son alimentation,

*se fait rarement voler par ses congénères,

*ce profil est adopté par deux ou trois individus du groupe

3- Transporteur Occasionnel :

*ne transporte qu'occasionnellement la nourriture de la mangeoire à la cage d'habitation,

*vole à ses congénères, essentiellement au Transporteur Majeur, le complément de nourriture dont il a besoin pour son alimentation,

*se fait rarement voler par ses congénères,

*au plus, un seul individu par groupe adopte ce profil

Les caractéristiques comportementales des Transporteurs Occasionnels citées ne sont pas comparables à celles des rats Ravitailleurs Autonomes qu'on trouve dans le cas du dispositif mis au point par COLIN et DESOR (1986). En effet, un rat ravitailleur autonome est un rat qui transporte la quantité de nourriture dont il a besoin pour s'alimenter : il ne subit pas de vols et ne dérobe pas de nourriture.

En revanche, plusieurs ressemblances apparaissent entre les souris qui adoptent le profil de Transporteur Majeur et les rats qualifiés de Transporteur ravitailleur. Dans les deux cas, ces individus transportent une quantité de nourriture largement supérieure à leurs propres besoins alimentaires. Ils subissent plusieurs vols, sans montrer une grande résistance, et ne dérobent que rarement de la nourriture à leurs congénères. Toutefois, chez le rat, plusieurs Transporteurs Ravitailleurs peuvent apparaître dans un groupe de 6 individus, alors que chez la souris, un seul Transporteur Majeur existe par groupe, ceci pourrait être expliqué par une différence dans la taille du groupe dans les deux cas respectifs et par une différence dans l'importance de l'impact de la contrainte imposée sur chaque espèce. En effet, les rats sont des animaux qui entrent régulièrement en contact avec l'eau soit près des fleuves (cas du Pô) ou près des rivières, contrairement à la souris qui est plutôt une espèce terrestre. Donc, l'impact de la contrainte expérimentale imposée par le biais de l'eau serait relativement moins important chez le rat que chez la souris et c'est ce qui pourrait expliquer l'apparition de plusieurs Transporteurs Ravitailleurs dans les groupes de rats soumis à ce genre de contrainte.

Par ailleurs, la comparaison entre le profil des Non-Transporteurs adopté par le rat et par la souris montre de grandes ressemblances. Les individus, dans les deux cas, acquièrent la presque totalité de la nourriture dont ils ont besoin pour

s'alimenter, par des vols au détriment de leurs congénères. Ils ne rapportent aucune croquette de la mangeoire et ne se font voler que rarement.

Les nombreuses similitudes relevées dans ces comparaisons entre les rats et les souris, soumis à des contraintes relativement semblables dans leur recherche de nourriture, accentuent l'importance de l'hypothèse socio-écologique dans le déterminisme des structures sociales. En effet, cette hypothèse suggère que deux espèces voisines développeraient des structures sociales comparables, si jamais elles occupent le même milieu.

CHAPITRE 2 : MISE EN PLACE DU PHENOMENE DE DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES

2.1- INTRODUCTION

En phase 4, où la contrainte atteint son maximum, les souris se différencient en 3 profils comportementaux bien distincts. Toutefois, cette phase est précédée de 3 phases préliminaires pendant lesquelles les souris affrontent toujours des contraintes d'accès à la nourriture relativement faibles. La nouveauté de l'environnement et de la procédure selon laquelle la souris doit obtenir la nourriture pendant la phase 1 d'une part, l'entrée en contact avec l'eau pour accéder à la mangeoire en phases 2 et 3 d'autre part, représentent, en effet, des contraintes importantes pour la souris. Ces contraintes pourraient provoquer des changements dans leurs comportements et par la suite, dans la structure des groupes qu'elles constituent.

L'étude du comportement des souris pendant ces phases permettra alors de déterminer si leurs différenciations comportementales en 3 catégories n'apparaissent que pendant la phase 4, ou bien s'il existe des ébauches de différenciations pendant les 3 premières phases.

Théoriquement, une souris dont le comportement n'est pas influencé par la contrainte imposée est une souris qui rapporte de la mangeoire et consomme toute la

quantité de nourriture dont elle a besoin pour s'alimenter. De là, un groupe dont les 4 souris rapportent chacune 25% des croquettes consommées par tout le groupe, pendant la période alimentaire, sera considéré comme un groupe non-différencié. A l'opposé, dès qu'une souris rapporte une quantité de nourriture significativement différente des portions rapportées respectivement par ses trois congénères, le groupe dont elle fait partie sera considéré comme différencié.

2.2- RESULTATS

2.2.1- étude de la phase 1

Le test Kolmogorov-Smirnov est appliqué à chaque groupe, pour déterminer s'il y a une hétérogénéité dans le nombre de croquettes rapportées par les 4 souris qui le constituent. Les résultats montrent, alors, que sur les 3 jours de cette phase, tous les groupes étudiés montrent une hétérogénéité à l'exception de 3 groupes au jour 1 et un seul au jour 2.

Les souris ont été classées en 4 rangs selon la procédure citée au chapitre 1.2. La comparaison entre les 4 rangs, ainsi obtenus, montre une hétérogénéité significative jour par jour (test de Kruskal-Wallis à ddl=3, $H=34,28$, $p<0,001$ au jour 1, $H=30,37$, $p<0,001$ au jour 2 et $H=31,53$, $p<0,001$ au jour 3). Les souris commencent donc à se différencier à partir de cette phase. C'est ce qui expliquerait, par ailleurs, les interactions de vols et de résistance aux vols que nous avons observé lors des expérimentations. En effet, une souris qui rapporte peu de croquettes est obligée, pour bien se développer, de voler à ses congénères le complément de la portion de nourriture dont elle a besoin.

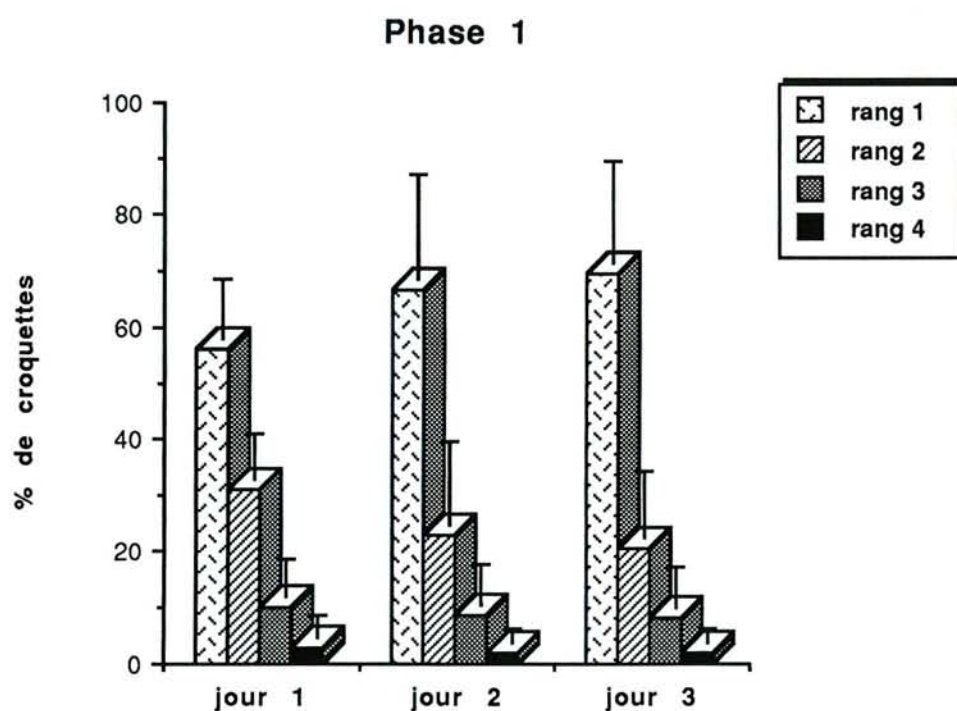


Figure 12 : pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs.

Pendant les 3 jours de cette phase, il est très rare de trouver des souris qui changent de rang. En effet, le classement des souris d'un groupe selon le nombre de croquettes qu'elles rapportent reste stable, et les résultats relevés sur les 3 jours sont hautement corrélés (test Spearman de corrélation des rangs, $z=2,78$, $p<0,01$ et $z=2,94$, $p<0,01$ respectivement dans les comparaisons J1/J2 et J2/J3). En outre, le nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang reste stable pendant les 3 jours (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=0,6$, N.S; $X^2r=4,2$, N.S; $X^2r=2,6$, N.S et $X^2r=0,08$, N.S respectivement pour les rangs 1, 2, 3 et 4).

Toutefois, la moyenne du nombre de croquettes rapportées par les 4 souris d'un groupe (figure 13 a) augmente significativement du jour 1 au jour 3, elle passe de 24 à 40 croquettes (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=14,6$, $p<0,001$). Ce qui pourrait être expliqué par l'habituation progressive des souris aux nouvelles conditions expérimentales.

Par ailleurs, la moyenne du nombre de Transporteurs par groupe (figure 13 b) reste constante pendant les 3 jours de cette phase (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2R=0,66$, $p>0,05$). Il en est de même pour le nombre de groupe où apparaît un Transporteur Majeur (figure 13 c; test de Cochran à $ddl=2$, $Q=2$, $p>0,05$). Ces résultats indiquent une stabilité de la différenciation des souris sur les 3 jours de cette phase.

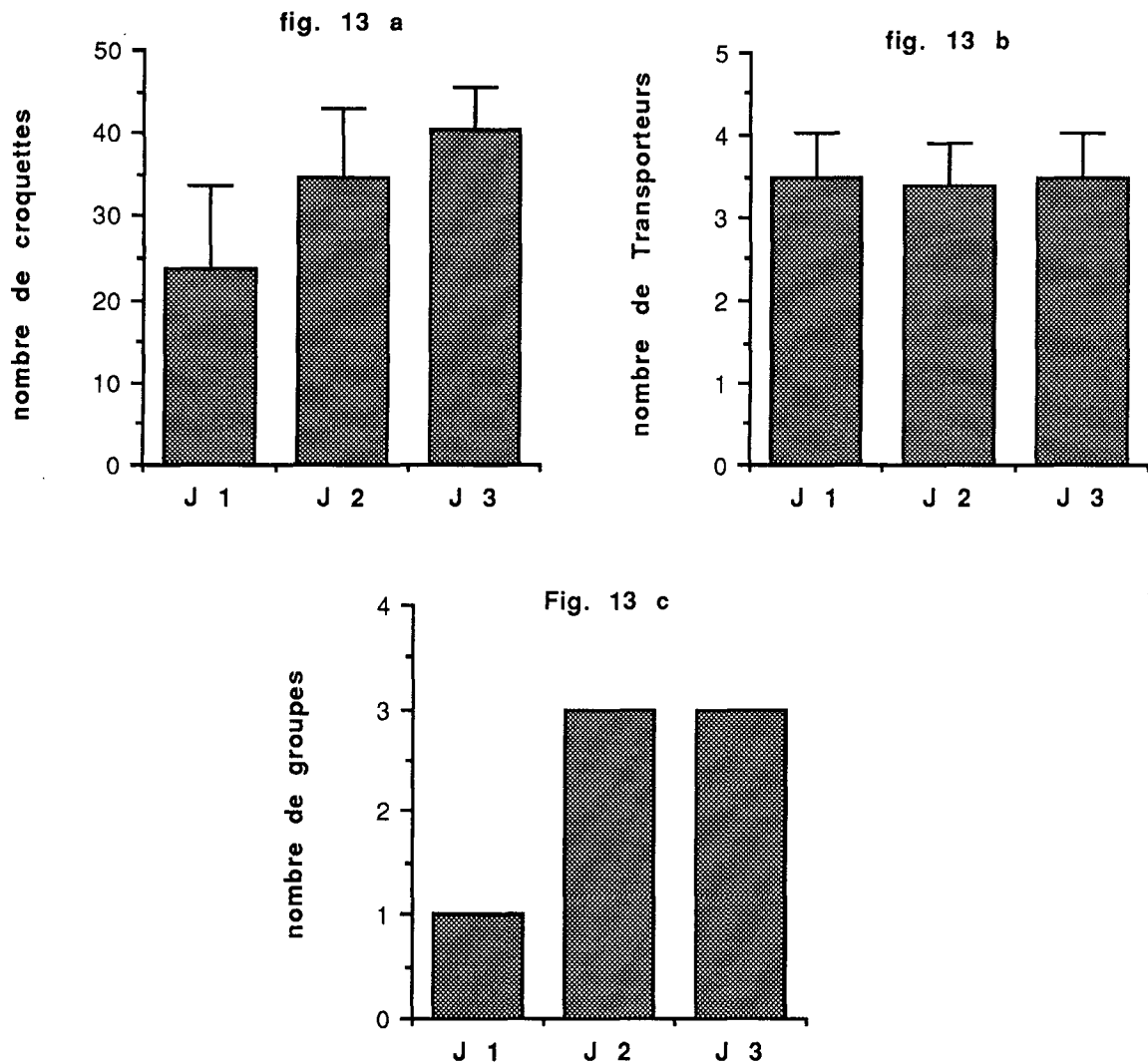


Figure 13 : a - moyenne du nombre de croquettes rapportées par les souris d'un groupe.
b- moyenne du nombre de Transporteurs par groupe.
c - nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur.

2.2.2- étude de la phase 2

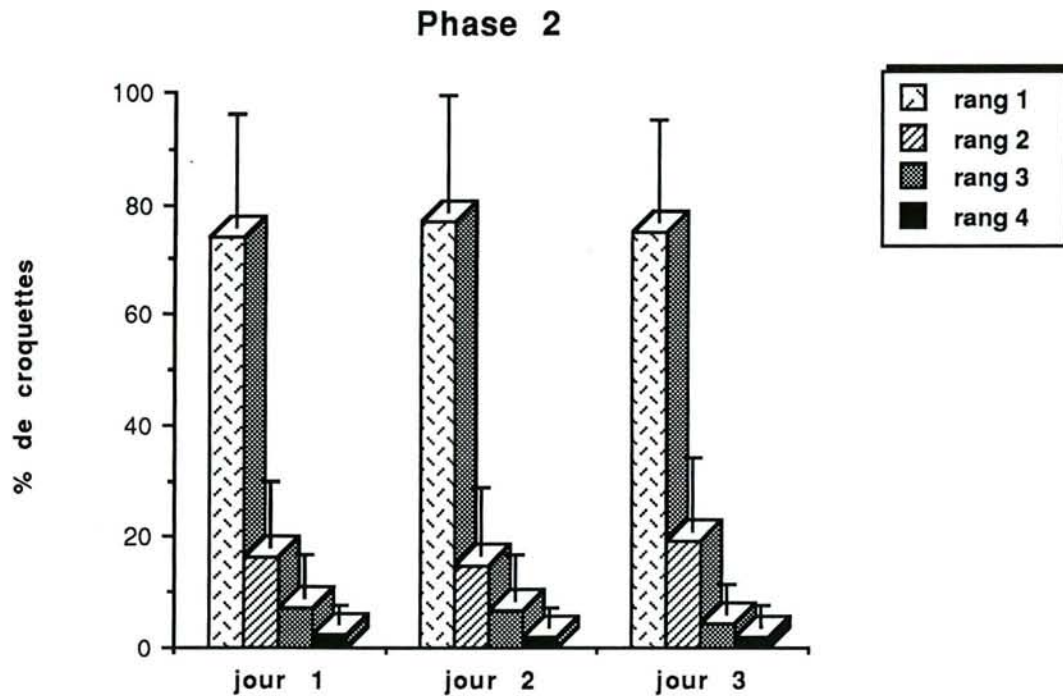


Figure 14 : pourcentage du nombre de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs.

On remarque sur la figure 14 qu'il existe toujours, dans cette phase, des groupes où apparaissent 4 Transporteurs. Toutefois, le test de Kolmogorov-Smirnov montre une hétérogénéité dans tous les groupes étudiés, et ce, durant les 3 jours de cette phase (la valeur de D est toujours supérieur à la valeur critique, donc $p > 0,05$ sur tous les groupes).

En outre, la comparaison entre les souris des 4 rangs montre des hétérogénéité significatives jour par jour (test de Kruskal-Wallis à $ddl=3$, $H=28,22$, $p < 0,001$ au jour 1, $H=28,77$, $p < 0,001$ au jour 2 et $H=30,36$, $p < 0,001$ au jour 3). Ceci témoigne de l'existence de différenciations comportementales même chez des souris qui doivent affronter lors de cette phase une contrainte relativement faible dans l'accès à la nourriture.

Par ailleurs, la corrélation entre les 3 jours, quant au classement en 4 rangs que nous donnons aux souris de chaque groupe, est hautement significative (test Spearman de corrélation des rang, $z=6,07$, $p<0,001$ et $z=6,05$, $p<0,001$ respectivement dans les comparaisons J1/J2 et J2/J3).

De plus, les souris de chaque rang rapportent les mêmes quantités de nourriture pendant les 3 jours de cette phase : autour de 75%, 15%, 7% et 3% respectivement pour les souris des rang 1, 2, 3 et 4 (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=0,66$, N.S; $X^2r=1,59$ N.S; $X^2r=4,56$, N.S et $X^2r=0,66$, N.S respectivement pour les rangs 1, 2, 3 et 4).

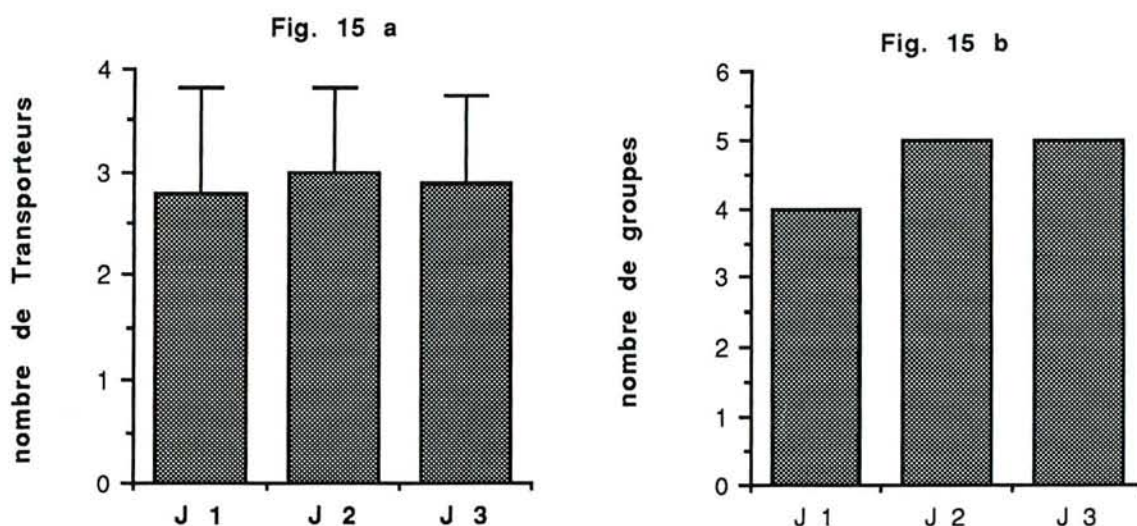


Figure 15 : a - moyenne du nombre de Transporteurs par groupe.
 b - nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur.

En outre, aucune différence significative n'est apparue quant au nombre de Transporteurs par groupe (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=0,45$, $p>0,05$) et au nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur (test de Cochran, $Q=0,5$, $p>0,05$).

Les critères pris en compte montrent, donc, que les différenciations comportementales des souris restent stables pendant les 3 jours de cette phase.

2.2.3- étude de la phase 3

Lors de cette phase, la contrainte devient plus importante, les souris sont obligées de se mouiller les pattes avant d'atteindre la mangeoire. Trois Transporteurs par groupe (figure 16) apparaissent au maximum, d'où le début de l'apparition systématique du profil de Non-Transporteur dans chaque groupe.

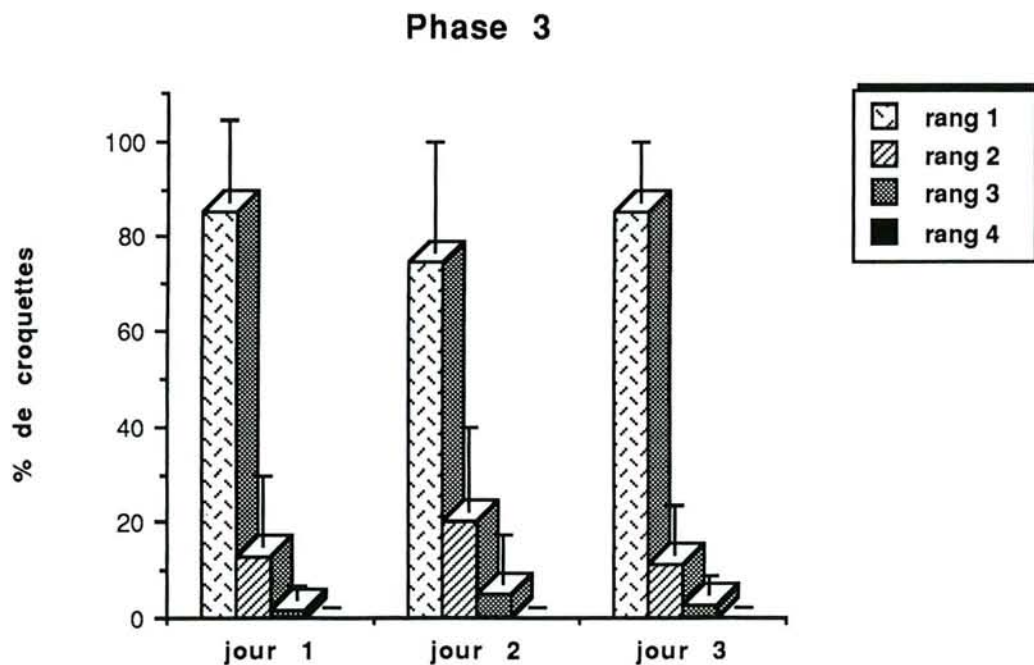


Figure 16 : pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs.

Les souris classées en 4 rangs rapportent des croquettes dans des proportions significativement différentes jour par jour (test de Kruskal-Wallis à ddl=3, $H=30,52$, $p<0,001$ au jour 1, $H=32,74$, $p<0,001$ au jour 2 et $H=32,74$, $p<0,001$ au jour 3).

La corrélation entre les 3 jours, quant au classement des souris de chaque groupe en 4 rangs, est hautement significative (test Spearman de corrélation des

rangs, $z=5,80$, $p<0,001$ et $z=6,17$, $p<0,001$ respectivement dans les comparaisons J1/J2 et J2/J3).

En outre, l'évolution du nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang reste constante durant les 3 jours de cette phase (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=3$, N.S pour le rang 1; $X^2r=4,75$ N.S pour le rang 2; $X^2r=1,13$, N.S pour le rang 3 et $X^2r=0$, N.S pour le rang 4).

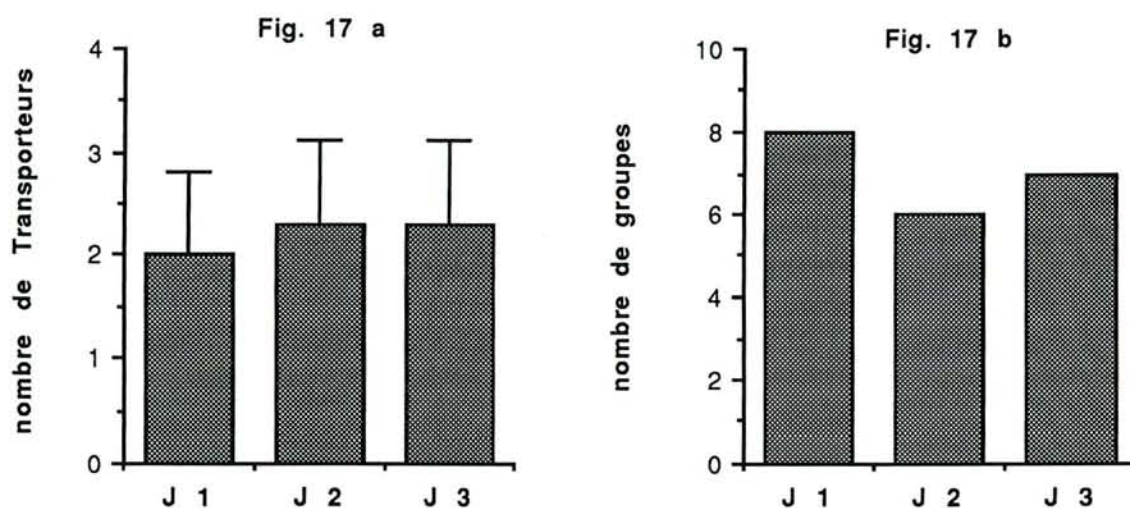


Figure 17 : a - moyenne du nombre de Transporteurs par groupe.

b - nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur.

De plus, aucune différence significative n'apparaît quant aux évolutions respectives du nombre de Transporteurs par groupe (figure 17 a; test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=3,6$, $p>0,05$) et du nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur (figure 17 b; test de Cochran à $ddl=2$, $Q=1,5$, $p>0,05$). Les différenciations comportementales des souris vues sous leurs différents aspects restent donc stables pendant les 3 jours de cette phase.

2.2.4- évolution des différenciations comportementales

L'étude de chaque phase prise séparément a permis de constater que les différenciations comportementales des souris restent stables au cours des 3 jours de chaque phase. Par ailleurs, pour étudier leur évolution pendant les 4 phases expérimentales, nous ne tiendrons compte dans les expériences ultérieures que du 3ème jour de chaque phase. Trois critères étudiés permettront de refléter l'importance de la différenciation :

1- le nombre de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs :

Ce critère permet de déterminer, d'une part, l'importance de la différence éventuelle entre les 4 rangs, d'autre part l'évolution, durant les 4 phases, du nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang.

2- le nombre de Transporteurs par groupe :

Un groupe est considéré d'autant plus différencié que le nombre de souris qui adoptent le profil du Transporteur est faible.

3- le nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur :

L'apparition d'un Transporteur Majeur dans un groupe témoigne d'une différenciation importante dans le comportement des souris qui constituent ce groupe. Ainsi l'augmentation du nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur indique une augmentation dans les différenciations comportementales des souris.

2.2.4.1- nombre de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs

Le classement en 4 rangs donné aux souris de chaque groupe selon le nombre de croquettes qu'elles rapportent (figure 18) reste constant tout au long des 4 phases. En effet, le test Spearman montre une corrélation hautement significative entre les 4 phases ($z=4,18$, $p<0,001$ entre ph 1 et ph 2, $z=5,81$ $p<0,001$ entre ph 2 et ph 3 et $z=5,32$, $p<0,001$ entre ph 3 et ph 4). Ceci montre que l'ordre du classement des 4 souris d'un groupe donné reste le même depuis la première phase jusqu'à la dernière.

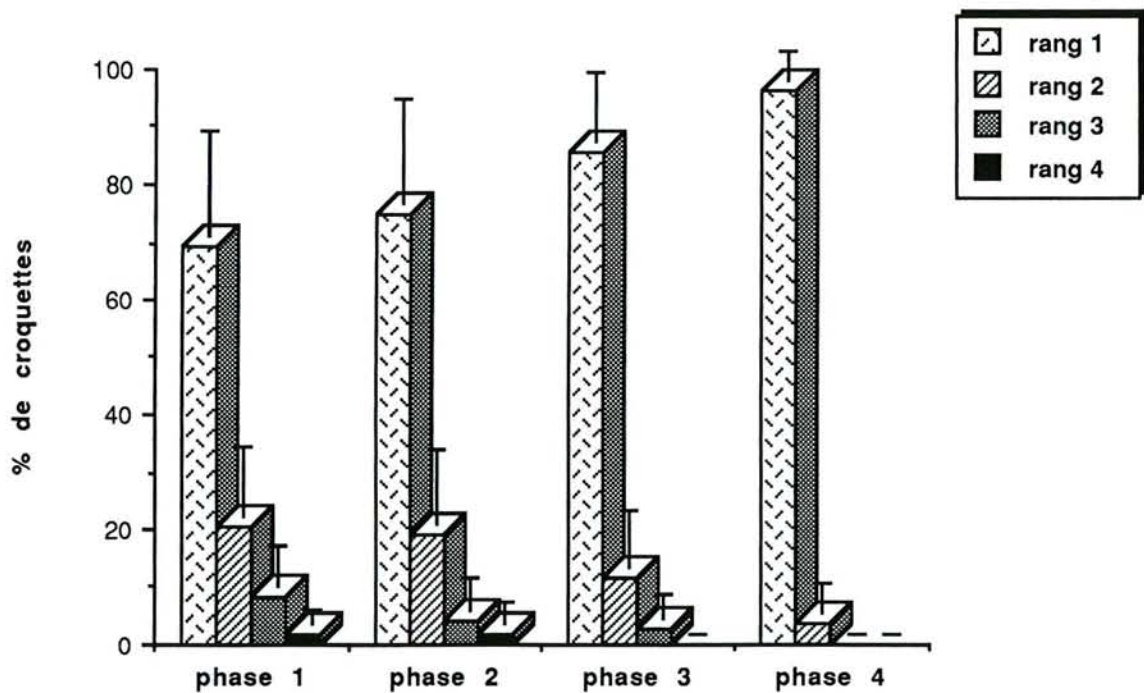


Figure 18 : pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs au jour 3 des 4 phases.

En outre, lorsque l'on prend en compte le devenir des souris classées en 4 rangs lors phase 1, on remarque que la majorité de celles qui rapportaient le plus de croquettes (rang 1) sont devenues, en phase 4, des Transporteurs Majeurs ou

Occasionnels. En revanche, les souris classées dans les rangs 2, 3 et 4 sont devenues, dans leur grande majorité, des Non-Transporteurs (Tableau 3).

	les 3 profils comportementaux adoptés en phase 4		
	Tr. Majeur	Tr. Occasionnel	Non-Tr.
10 souris du rang 1 (ph 1)	7	2	1
10 souris du rang 2 (ph 1)	2	2	6
10 souris du rang 3 (ph 1)	0	0	10
10 souris du rang 4 (ph 1)	1	0	9

Tableau 3 : corrélation entre les 4 rangs où sont classées les souris en phase 1 et les 3 profils comportementaux qu'elles ont adoptés en phase 4.

En effet, le nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang change d'une phase à l'autre. Ainsi, les souris classées dans le rang 1 passent de 70% de croquettes rapportées en phase 1 à 97% en phase 4 (test de Friedman à $ddl=3, X^2r=16,53$ $p<0,001$). Pour le rang 2, la comparaison entre les 4 phases montre une hétérogénéité significative, le nombre de croquettes rapportées passe d'une moyenne de 20% en phase 1 à 3% en phase 4 (test de Friedman à $ddl=3, X^2r=15,21$ $p<0,01$), cependant, les souris rapportent relativement la même quantité de nourriture dans les phases 1 et 2 (test de Wilcoxon, $z=0,52$, N.S), ce n'est qu'entre les phase 2 et 4 qu'elles en rapportent de moins en moins (test de Friedman à $ddl=2, X^2r=11,40$, $p<0,01$ de la ph 2 à la ph 4).

Quant aux rangs 3 et 4, les souris qui les constituent rapportent de moins en moins de croquettes de la phase 1 à la phase 4 (test de Friedman à $ddl=3, X^2r=16,72$ $p<0,001$ pour le rang 3 et $X^2r=16,53$ $p<0,001$ pour le rang 4). En phase 4, ces souris ne transportent aucune croquette, alors qu'elles en transportaient une moyenne de 5% en phase 1.

Ces résultats montrent qu'on peut prédire, à partir de la première phase, les profils comportementaux qu'adoptera la majorité des souris en phase 4. En effet, l'augmentation progressive de la contrainte d'accès à la nourriture ne fait, en général, qu'augmenter les écarts comportementaux entre les souris, d'une phase à l'autre, jusqu'à l'apparition des 3 profils typiques de la phase 4.

2.2.4.2- évolution du nombre de Transporteurs par groupe

De la phase 1 à la phase 4, le nombre de Transporteurs diminue progressivement (test de Friedman, $X^2_r=23,22$, $ddl=3$, $p<0,001$ de la ph 1 à la ph 4, $X^2_r=13,18$, $ddl=2$, $p<0,01$ de la ph 2 à la ph 4; test de Wilcoxon, $Z=2,27$, $p<0,05$ dans la comparaison entre ph 3 et ph 4). En effet, alors qu'en phase 1 apparaissent 3 ou 4 Transporteurs, en phase 4 seuls un ou deux Transporteurs apparaissent.

Les différenciations comportementales, du moins pour ce critère, augmentent donc progressivement d'une phase à l'autre parallèlement à l'augmentation progressive de la contrainte d'accès à la nourriture (figure 19 a).

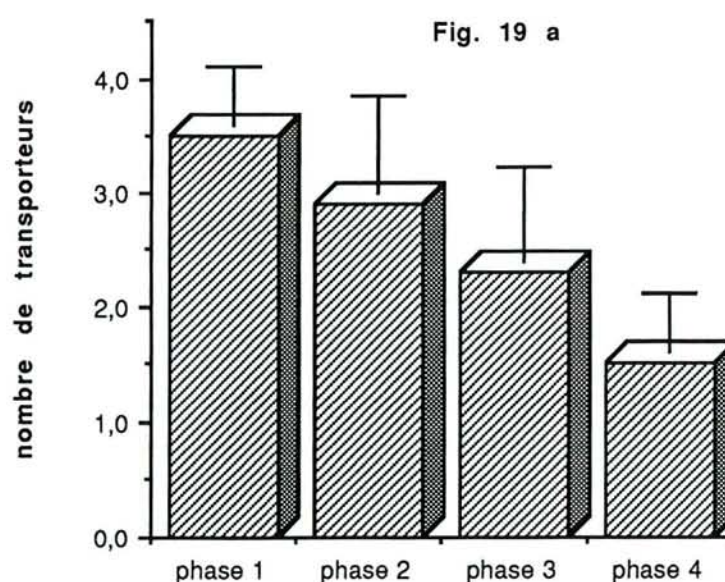


Figure 19 a- moyenne et écart-type du nombre de Transporteurs par groupe.

2.2.4.3- évolution du nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur

La figure 19 b montre que le nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur augmente significativement de la phase 1 à la phase 4 (test de Cochran , $Q=13,9$, $ddl=3$, $p<0,01$ de la ph 1 à la ph 4, $Q=7,6$, $ddl=2$, $p<0,05$ de la ph 2 à la ph4). En effet, alors que dans la phase 1 seulement 3 Transporteurs Majeurs sont apparus dans les 10 groupes étudiés, en phase 4, on en trouve systématiquement un par groupe.

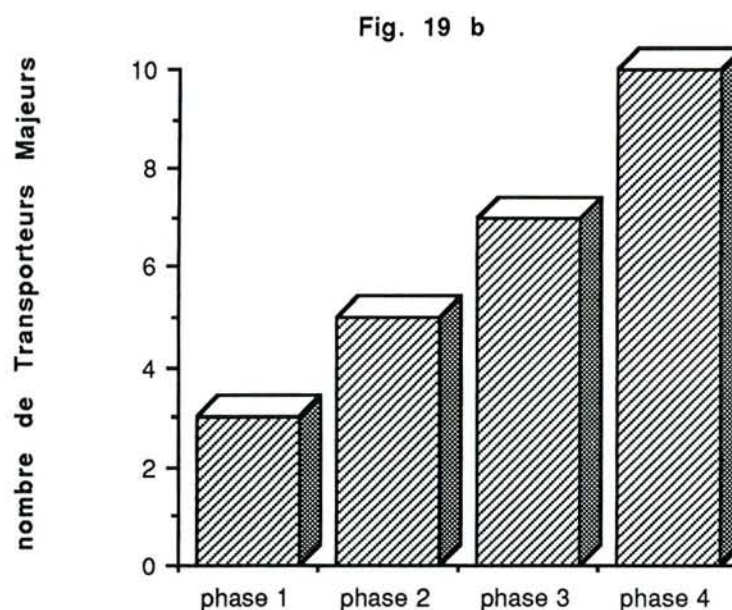


Figure 19 b- nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur.

Ces résultats montrent que :

- 1- les différenciations comportementales des souris peuvent être très importantes chez certains groupes même quand la contrainte est encore faible,
- 2- ces différenciations augmentent progressivement et proportionnellement à la contrainte d'approvisionnement imposée.

2.3- CONCLUSION

Pour les différents critères pris en compte, on remarque que les différenciations comportementales des souris se prononcent de plus en plus, proportionnellement à l'augmentation progressive de la contrainte expérimentale imposée. Donc l'apparition des 3 profils comportementaux en phase 4 ne se fait pas brusquement; elle est le résultat d'un changement progressif qui se manifeste dans les comportements des souris à partir de la phase 1. Cependant, le classement des souris de chaque groupe en 4 rangs, selon le nombre de croquettes qu'elles rapportent, reste généralement le même durant les 4 phases. On peut donc considérer que l'augmentation de la contrainte d'accès à la nourriture imposée ne fait qu'augmenter les écarts comportementaux entre les souris sans, pour autant, perturber l'ordre de leur classement initial.

CHAPITRE 3 : ADAPTATION DES SOURIS A LA NOUVELLE SITUATION EXPERIMENTALE

3.1- INTRODUCTION

Les différenciations comportementales des souris en 3 catégories, représentent une forme de réponse à la contrainte alimentaire imposée par le dispositif expérimental. Une question se pose alors : l'adoption des 3 profils comportementaux est-elle efficace pour pouvoir affirmer que les souris se sont adaptées à la nouvelle situation expérimentale? Autrement dit, les souris parviennent - elles à subvenir à leurs besoins alimentaires quotidiens quelle que soit l'intensité de la contrainte imposée?

On ne peut répondre affirmativement à cette question que si deux conditions sont satisfaites : - d'une part l'évolution pondérale d'une souris dans notre situation expérimentale doit rester comparable à celle d'une souris vivant dans les conditions standards d'élevage (avec nourriture ad-libitum), - d'autre part cette évolution doit progresser de la même façon chez les souris qui ont adopté les différents profils comportementaux.

3.2- MATERIEL ET METHODE

Pour répondre aux questions précédentes, nous avons suivi l'évolution pondérale des différentes souris d'un même lot expérimental étudié jusqu'alors, ainsi

que celle d'un lot témoin constitué de 5 groupes de quatre souris mâles âgées de 9 à 13 semaines, vivant dans des cages standards (35 X 20 X 10 cm) avec boisson et nourriture ad-libitum et sous les mêmes conditions où sont déroulées les expérimentations de la contrainte d'accès à la nourriture (une température de 22°C et un cycle lumineux de D:L, 12:12, phase diurne de 9 à 21 heures).

Le poids de chacune des 40 souris du lot expérimental est relevé un jour précédent le début des expériences (jour 0), puis à la fin des séances alimentaires du dernier jour de chaque phase (J 3, J 6, J 9 et J 12). Les relevés des poids des souris du lot témoin se font en parallèle et pendant les mêmes jours que ceux du lot expérimental.

3.3- RESULTATS

3.3.1- comparaison entre le lot expérimental et le lot témoin

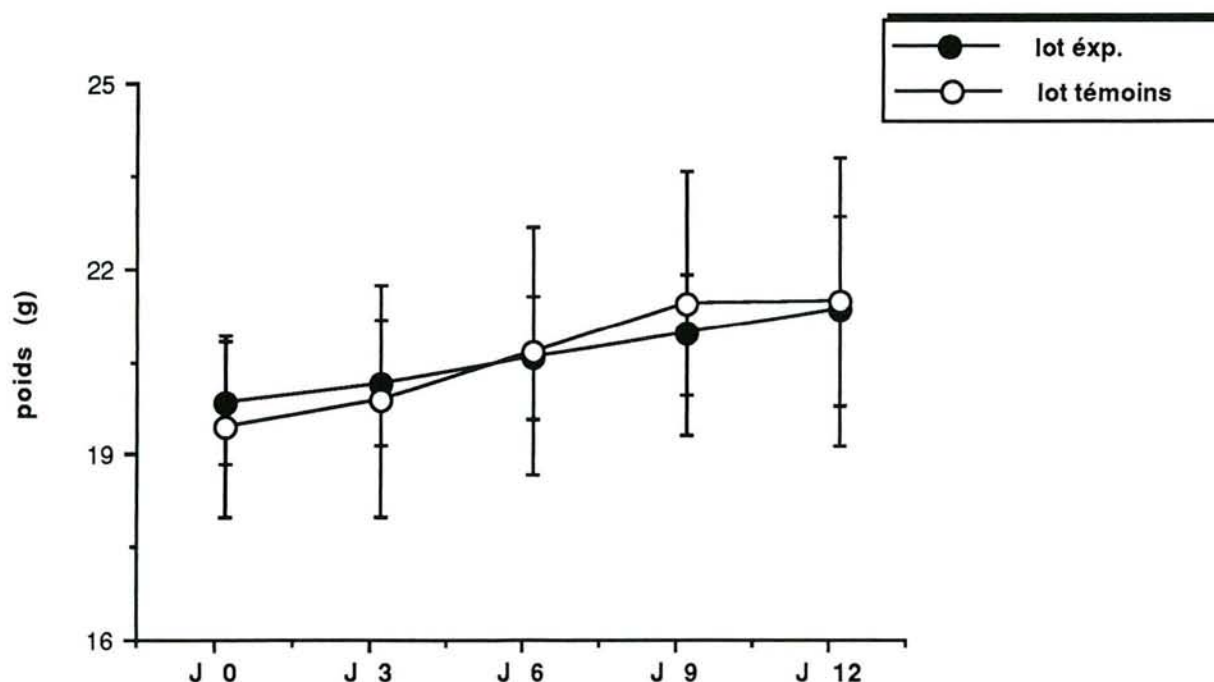


Figure 21 : moyennes des poids des souris des deux lots : expérimental et témoin.

La figure 21 montre que la moyenne des poids des souris du lot expérimental augmente significativement du J 0 au J 12, elle passe de 19,70 g à 21,16 g (test de Friedman, $X^2_r=157,6$, $ddl=4$, $p<0,001$ du j0 au J 12; $X^2_r=118,2$, $ddl=3$, $p<0,001$ du j3 au J 12; $X^2_r=77,5$, $ddl=2$, $p<0,001$ du j6 au J 12 ; test de Wilcoxon, $z=5,58$, $p<0,001$ entre J 9 au J 12). Il en est de même pour les souris du lot témoin sauf dans la comparaison entre les jours 9 et 12 où le poids reste constant (test de Friedman, $X^2_r=43$, $ddl=4$, $p<0,001$ du j0 au J 12; $X^2_r=30,8$, $ddl=3$, $p<0,001$ du j3 au J 12; $X^2_r=6,10$, $ddl=2$, $p<0,05$ du j6 au J 12 ; test de Wilcoxon, $z=0,22$, N.S entre J 9 au J 12).

Par ailleurs, la comparaison des moyennes pondérales des souris des deux lots ne montre aucune différence significative sur les 5 jours où les poids ont été relevés (test de Mann-Whitney, $H=1,20$, N.S au J 0, $H=1,09$, N.S au J 3, $H=0,08$, N.S au J 6, $H=1,54$, N.S au J 9 et $H=0,23$, N.S au J 12).

3.3.2- comparaison entre les souris des 3 catégories

L'étude de l'évolution pondérale des souris de chaque catégorie entre le début et la fin de l'expérience (Tableau 4) montre que le poids des souris qui deviennent Transporteurs Majeurs augmente significativement de 1,73 g, (test de Friedman, $X^2_r=39,09$, $ddl=4$, $p<0,001$ du j0 au J 12; $X^2_r=28,9$, $ddl=3$, $p<0,001$ du j3 au J 12; $X^2_r=18,2$, $ddl=2$, $p<0,001$ du j6 au J 12 ; test de Wilcoxon, $z=2,71$, $p<0,01$ entre J 9 au J 12).

Il en est de même pour les souris qui adoptent le profil du Transporteur Occasionnel (il augmente de 1,38g; test de Friedman, $X^2_r=20$, $ddl=4$, $p<0,001$ du j0 au J 12; $X^2_r=15$, $ddl=3$, $p<0,05$ du j3 au J 12; $X^2_r=10$, $ddl=2$, $p<0,001$ du j6 au J 12 ; test de Wilcoxon, $z=2,23$, $p<0,05$ entre J 9 au J 12) et pour celles qui adoptent le profil du Non-Transporteur (il augmente de 1,32g; test de Friedman, $X^2_r=98,6$, $ddl=4$, $p<0,001$

du j0 au J 12; $X^2_r=74,4$ ddl=3, $p<0,001$ du j3 au J 12; $X^2_r=49,5$, ddl=2, $p<0,001$ du j6 au J 12 ; test de Wilcoxon, $z=4,46$, $p<0,001$ entre J 9 au J 12).

	Jour 0	Jour 3	Jour 6	Jour 9	Jour 12
Tr. M (n=10)	19,55 (0,94)	19,94 (1,02)	20,50 (1,0)	20,96 (0,93)	21,28 (0,91)
Tr. Occ. (n=5)	19,84 (0,92)	20,24 (1,06)	20,62 (0,99)	20,92 (0,96)	21,22 (0,96)
Non-Tr. (n=25)	19,67 (1,04)	19,93 (1,05)	20,30 (1,02)	20,65 (0,99)	20,99 (0,96)
Test Kruskal-Wallis (ddl=2)	H=0,37 N.S	H=0,38 N.S	H=0,90 N.S	H=0,90 N.S	H=0,78 N.S

Tableau 4 : relevé des moyennes des poids des souris des 3 catégories (+ ou - l'écart type) et résultats du test de Kruskal-Wallis quant à la comparaison de ces moyennes.

Par ailleurs, comme le montre le tableau 4 (test de Kruskal-Wallis), la comparaison des moyennes pondérales des souris des 3 catégories ne montre aucune différence significative sur les 5 jours où les poids ont été relevés

3.4- CONCLUSION

Les différenciations comportementales, que nous étudions dans le cadre de ce travail, apparaissent comme une réponse à la difficulté d'accès à la nourriture à laquelle les groupes de souris sont expérimentalement confrontés. Cette réponse s'avère être efficace puisque malgré l'apparition de peu de Transporteurs le long de l'expérimentation, l'évolution pondérale de l'ensemble des individus du groupe progresse aussi bien que chez des groupes de souris vivant dans des conditions standards d'élevage. Cependant l'énergie supplémentaire dépensée par les souris, soit pour effectuer un transport, soit pour effectuer des attaques contre un congénère

pour lui dérober sa nourriture, est compensée par une augmentation du nombre de croquettes consommées. En effet, dans les conditions expérimentales, une souris consomme une moyenne de 12 croquettes par jour (chapitre 2.3.3), alors que dans des conditions standards, elle n'en consomme qu'une moyenne de 10 croquettes.

CHAPITRE 4 : STABILITÉ DES DIFFÉRENCIATIONS DES SOURIS APRES UNE LONGUE PÉRIODE DE REPOS

Les résultats trouvés dans les chapitres précédents ont montré que les différenciations comportementales des souris restaient stables pendant les 3 jours de chaque phase, et notamment la phase 4 où l'on trouve la configuration : Transporteur Majeur, Transporteur Occasionnel et Non-Transporteur.

Le but de ce chapitre est de rechercher si cette stabilité peut être retrouvée après une longue période où les souris sont mises dans des conditions standards d'approvisionnement ou si de nouvelles structure sociales vont s'installer quand les souris seront retestées dans les mêmes conditions de la phase 4.

4.1- PROCEDURE EXPERIMENTALE

A la fin de la séance alimentaire du 3ème jour de la phase 4, les 10 groupes de souris sont retirés des dispositifs et placés respectivement dans 10 cages standards de la salle d'élevage, avec boisson et nourriture ad libitum (croquettes de grand calibre). Le marquage des souris est maintenu pour bien les identifier ultérieurement.

Après deux intervalles de 1 et 3 mois de repos, les 10 groupes ont été remis dans les dispositifs expérimentaux pour être retestés dans les conditions contraignantes de la phase 4. Le test ne durait à chaque fois qu'une seule journée.

Le nombre de croquettes rapportées par chaque souris à été relevé. Ensuite, on a procédé au classement des souris en 4 rangs, comme précédemment. Les résultats de ces deux tests (test 1 mois et test 2 mois) ont été, alors, comparés à ceux du 3ème jour de la phase 4.

4.2- RESULTATS

4.2.1- pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs

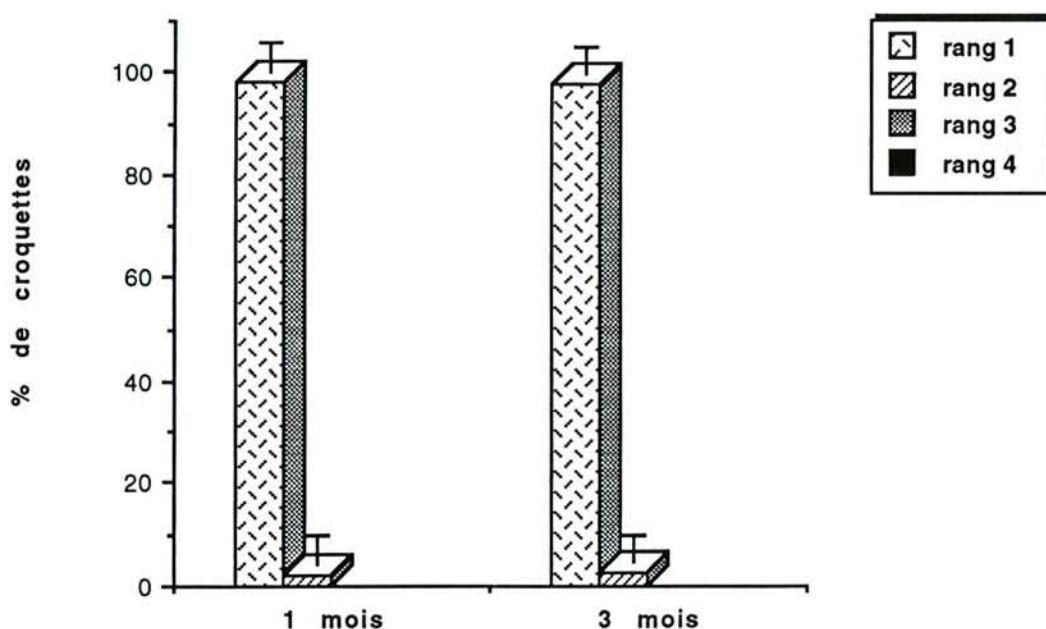


Figure 22 : pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs respectivement pendant les test de 1 et 3 mois.

Seules les souris classées dans les rangs 1 et 2 ont transporté de la nourriture. Elles ont en rapporté respectivement des moyennes de 98% et 2%. La comparaison entre les 4 rangs montre des différences significatives sur les 3 tests (test de Kruskal Wallis à ddl=3, $H=32,68$, $p<0,001$ et $H=32,72$, $p<0,001$ respectivement lors des test 1 mois et 3 mois).

Par ailleurs, le classement en 4 rangs accordé aux souris de chaque groupe en phase 4 (Jour 3) est hautement corrélé à celui qui leur est accordé lors de ces deux tests (test Spearman de corrélation des rangs, $z=5,51$, $p<0,001$ dans la comparaison ph 4/test 1mois et $z=5,15$, $p<0,001$ dans la comparaison ph 4/test 3mois). En effet, les individus Transporteurs en phase 4 sont les mêmes dans ces deux tests. De plus, les 96% et 4% de croquettes rapportées respectivement par les souris des rangs 1 et 2 sont comparables aux 98% et 2% qu'elles ont en rapporté lors des deux tests (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=4,54$, N.S pour le rang 1 et $X^2r=1,52$, N.S pour le rang 2).

4.2.2- nombre de Transporteurs par groupe

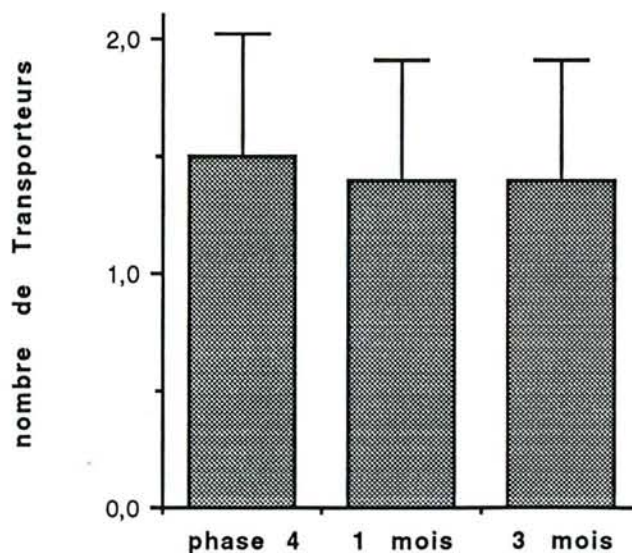


Figure 23 : moyennes du nombre de Transporteurs par groupe respectivement pendant la phase 4 (J3) et les test de 1 et 3 mois.

La comparaison entre les deux tests et la phase 4 du nombre de Transporteurs par groupe ne montre pas de différence significative (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2r=0,4$, N.S).

4.2.3- vols de nourriture réalisés par les souris des différentes catégories

Les interactions de vols engagées par les souris des différentes catégories sont comparables dans les 3 tests (figure 24).

En effet, le nombre de croquettes dérobées par les Non-Transporteurs sur les souris des 3 catégories reste constant (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2_r=1,55$, $p>0,30$; $X^2_r=2,88$, $p>0,20$ et $X^2_r=1$, $p>0,50$ pour les vols réalisés respectivement sur les Tr. M, les Non-Tr et les Tr. Occ), Il en est de même pour le nombre total de croquettes qu'ils ont volées (test de Friedman, $X^2_r=2,81$, $ddl=2$, $p>0,20$).

Quant aux Transporteurs Occasionnels, le nombre de croquettes volées, d'une part sur l'ensemble de leurs congénères, et d'autre part sur les souris de chaque catégorie, reste comparable sur les 3 tests (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2_r=2$, $p>0,30$ pour le nombre total de croquettes volées; $X^2_r=1$, $p>0,50$ et $X^2_r=2$, $p>0,30$ pour les vols réalisés respectivement sur les Tr. M et les Non-Tr).

Les résultats obtenus chez les non-Transporteurs et les Transporteurs Occasionnels, peuvent être remarqués chez les Transporteurs Majeurs (test de Friedman à $ddl=2$, $X^2_r=0,53$, $p>0,50$ pour le nombre total de croquettes volées; $X^2_r=0,53$, $p>0,50$ et $X^2_r=2$, $p>0,30$ pour les vols réalisés respectivement sur les Non-Tr et les Tr. Occ).

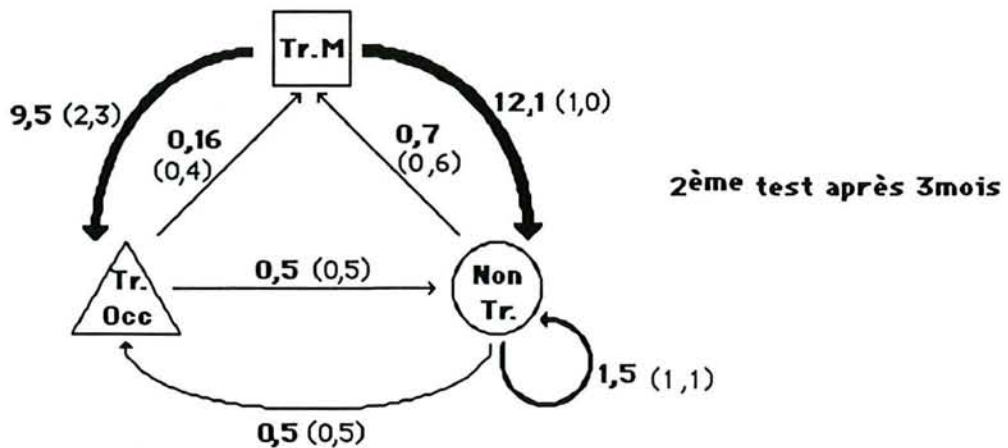
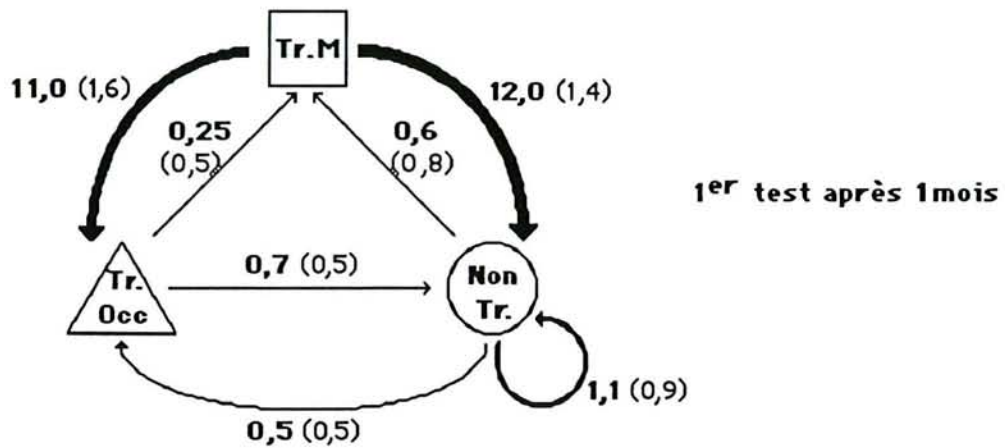
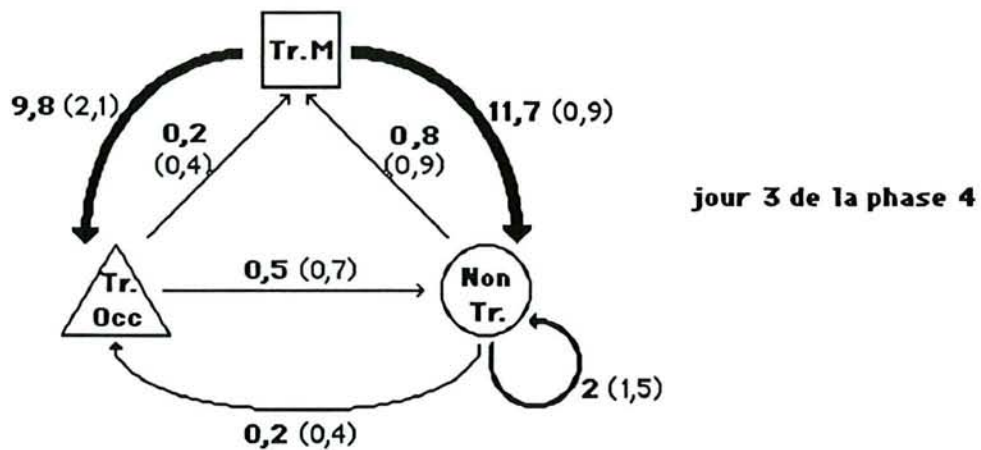


Figure 24 : flux partiels de nourriture entre les souris, des différentes catégories pendant le jour 3 de la phase 4 et les tests effectués au 1^{er} et 3^{ème} mois. Les chiffres en gras représentent les moyennes du nombre de croquettes volées et ceux entre parenthèses représentent les écarts-types.

4.3- CONCLUSION

Les structures des groupes de souris, retestés 1 mois et 3 mois après la fin de la première expérimentation, ne subissent pas de changements. En effet, dans chaque groupe, les individus adoptent une nouvelle fois les profils comportementaux qu'ils ont adopté auparavant. Leurs interactions n'ont pas changé, puisque le nombre de vols effectués par les uns et par les autres sont comparables à ceux de la première expérience. On peut donc conclure que, si la contrainte expérimentale reste constante et si le contexte social ne change pas, les souris d'un groupe manifesteront toujours les mêmes comportements pour s'adapter à leur environnement.

CHAPITRE 5 : DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES CHEZ LES MALES ET CHEZ LES FEMELLES

5.1- INTRODUCTION

Dans notre situation expérimentale, l'agressivité peut être considérée comme un comportement nécessaire aux souris pour parvenir à voler ou à résister aux tentatives de vols des congénères. Or, il est connu chez beaucoup de mammifères, et en particulier chez la souris, que les mâles sont plus agressifs que les femelles (BEEMAN, 1947; BRONSON & DESJARDINS, 1970; WHALEN, 1974; GANDELMAN & VOM SAAL, 1977; HAUG, 1978).

L'étude des réactions comportementales des femelles, regroupées par quatre, face à la même situation expérimentale à laquelle les mâles ont été affrontés, permettra alors de déterminer si la différence observée dans le degré d'agressivité dans chaque sexe, aura une influence majeure sur les différenciations comportementales déjà décrites.

5.2- MATERIEL ET METHODE

Un lot spécifique de 40 souris mâles et un autre de 40 souris femelles nées au laboratoire et âgées de 9 à 13 semaines ont été utilisés. Chaque lot était constitué de 10 groupes de 4 souris chacun. Ces souris appartiennent toutes à la souche

consanguine C 57BL/ 6; elles sont nées et ont été élevées au laboratoire dans les conditions décrites au début de cette première partie de notre travail.

Après une période de cinq jours passés dans des cages standards avec boisson et nourriture ad-libitum, les souris ont été placées dans les dispositifs expérimentaux. Les manipulations se sont déroulées selon la même procédure expérimentale décrite précédemment.

Dans le chapitre précédent, les résultats obtenus pendant les 3 jours de chaque phase étaient comparables. Donc dorénavant, les résultats ne seront analysés qu'au niveau du 3ème jour de chaque phase.

Pour que les deux lots constitués soient étudiés en parallèle, et pour que le suivi des groupes et le relevé d'informations soient efficaces et précis, nous avons débuté les manipulations avec 5 groupes de mâles et 5 groupes de femelles traités avec 24 heures d'avance sur les 10 autres groupes .

5.3- RESULTATS

5.3.1- Nombre de croquettes rapportées par les souris

Les souris de chaque groupe ont été classées en 4 rangs, selon l'importance du nombre de croquettes qu'elles rapportent (procédure décrite dans le paragraphe 2.2).

La figure 25 représente le pourcentage de croquettes rapportées, respectivement, par les souris mâles et femelles de chaque rang.

Chez les mâles, les résultats sont comparables à ceux du 3 ème chapitre. En effet, la comparaison entre les 4 rangs indique une hétérogénéité significative sur les 4 phases (test de Kruskal-Wallis à ddl=3; H=30,85, p<0,001 en ph. 1; H=30,27, p<0,001 en ph. 2; H=29,36, p<0,001 en ph. 3 et H=32,74, p<0,001 en ph. 4) ce qui

témoigne de l'existence de différenciations comportementales des souris dans les 4 phases.

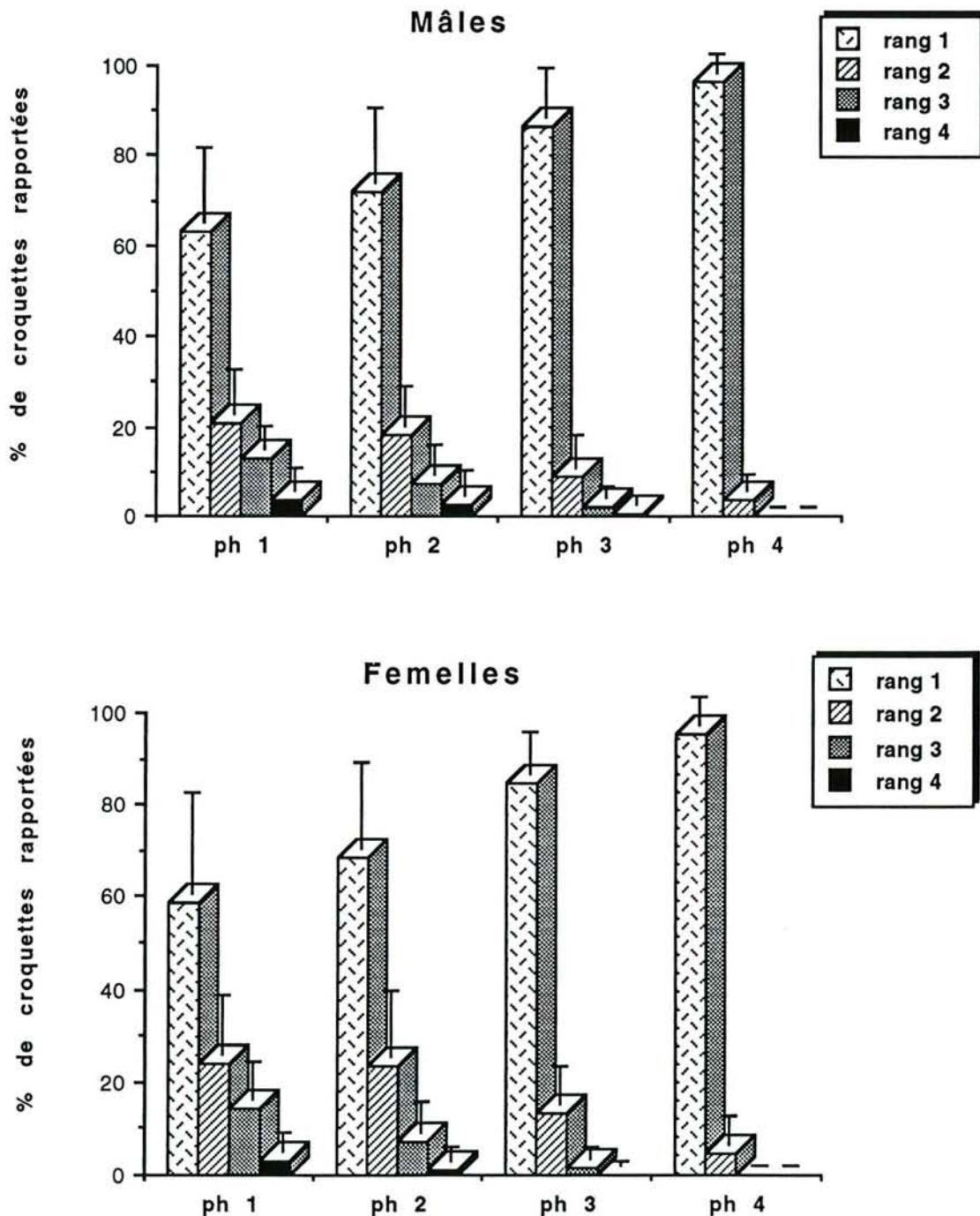


Figure 25 : Pourcentage de croquettes rapportées par les souris mâles et les souris femelles classés en 4 rangs.

Par ailleurs, les souris classées dans le rang 1 transportent de plus en plus de croquettes entre la phase 1 et la phase 4. La moyenne des croquettes rapportées passent d'un pourcentage de 63% en phase 1 à 97% en phase 4 (test de Friedman à $ddl=3$; $X^2_r=23,38$, $p<0,001$) alors que celles des rangs 2, 3 et 4 en rapportent de moins en moins (test de Friedman à $ddl=3$; $X^2_r=20,44$, $p<0,001$; $X^2_r=22,69$, $p<0,001$; $X^2_r=11,58$, $p<0,01$ respectivement pour les rangs 2, 3 et 4). En phase 4, les souris des rangs 3 et 4 ne rapportent aucune croquette. Ceci montre que les écarts comportementaux entre les souris deviennent d'autant plus larges que la contrainte expérimentale augmente.

Chez les femelles, les résultats sont très comparables à ceux enregistrés chez les mâles. En effet, la comparaison entre les 4 rangs montre une forte hétérogénéité sur les 4 phases étudiées (test de Kruskal-Wallis à $ddl=3$; $H=29,51$, $p<0,001$ en ph. 1; $H=31,35$, $p<0,001$ en ph. 2; $H=31,00$, $p<0,001$ en ph. 3 et $H=32,82$, $p<0,001$ en ph. 4). D'autre part, les souris du rang 1 rapportent de plus en plus de croquettes entre la phase 1 et la phase 4 (59% en ph. 1 et 96% en ph. 4; test de Friedman à $ddl=3$, $X^2_r=22,89$, $p<0,001$) alors que celles des rangs 2, 3 et 4 en rapportent de moins en moins (test de Friedman à $ddl=3$, $X^2_r=24,85$, $p<0,001$ pour le rang 2; $X^2_r=18,17$, $p<0,001$ pour le rang 3; $X^2_r=12,33$, $p<0,01$ pour le rang 4). En phase 4, les souris des rangs 3 et 4 ne transportent aucune croquette.

D'autre part, le classement en 4 rangs donné aux souris de chaque groupe reste constant jusqu'en dernière phase. En effet, le test de Spearman montre une corrélation hautement significative entre les 4 phases, et ce, aussi bien chez les mâles (test Spearman de corrélation des rangs, $z=4,6$, $p<0,001$ entre ph. 1 et ph. 2; $z=4,1$, $p<0,001$ entre ph. 2 et ph. 3; $z=5,4$, $p<0,001$ entre ph. 3 et ph. 4.) que chez les femelles (test Spearman de corrélation des rangs, $z=4,7$, $p<0,001$ entre ph. 1 et ph. 2; $z=2,94$, $p<0,01$ entre ph. 2 et ph. 3; $z=5,22$, $p<0,001$ entre ph. 3 et ph. 4). Ceci montre, une fois

de plus, que l'augmentation de la contrainte d'une phase à l'autre ne fait qu'augmenter les écarts entre les souris, qu'elles soient mâles ou femelles, sans que, pour autant, l'ordre du classement des souris ne soit atteint.

	ph. 1	ph. 2	ph. 3	ph. 4
R1 mâles / R1 femelles	37,5 (NS)	39 (NS)	40,5 (NS)	49 (NS)
R2 mâles / R2 femelles	40 (NS)	35 (NS)	36 (NS)	48,5 (NS)
R3 mâles / R3 femelles	41 (NS)	47,5 (NS)	48,5 (NS)	50 (NS)
R4 mâles / R4 femelles	48,5 (NS)	45 (NS)	49,5 (NS)	50 (NS)

Tableau 5 : Valeurs de U de Mann-Withney dans les comparaisons entre mâles et femelles classés en 4 rangs (R1 à R4).
(NS : valeur de U non significative, $p > 0,05$).

En outre, la comparaison entre les mâles et les femelles, rang par rang et phase par phase, quant au nombre de croquettes rapportées (test de Mann-Withney), ne montre aucune différence significative comme l'indique le Tableau 5.

5.3.2 - Nombre de Transporteurs par groupe

Chez les mâles, la moyenne du nombre de Transporteurs apparus dans chaque groupe diminue de 3,5 en phase 1 à 1,5 en phase 4 (test de Friedman, $X^2_r = 24,70$, $ddl = 3$, $p < 0,001$ de la ph 1 à la ph 4; $X^2_r = 15,54$, $ddl = 2$, $p < 0,001$ de la ph 2 à la ph 4; test de Wilcoxon, $Z = 2,33$, $p < 0,02$ dans la comparaison ph. 3/ph. 4). Chez les femelles cette moyenne diminue de 3,4 en phase 1 à 1,4 en phase 4 (test de Friedman, $X^2_r = 25,19$, $ddl = 3$, $p < 0,001$ de la ph 1 à la ph 4; $X^2_r = 16,18$, $ddl = 2$, $p < 0,001$ de la ph 2 à la ph 4; test de Wilcoxon, $Z = 2,46$, $p < 0,02$ dans la comparaison ph. 3/ph. 4).

Par ailleurs, la comparaison entre les mâles et les femelles ne montre aucune différence significative au niveau de chacune des 4 phases (test de Mann-Withney, $U=45$, NS en ph. 1; $U=43$, NS en ph. 2; $U=50$, NS en ph. 3 et $U=45$, NS en ph. 4).

La différenciation comportementale des mâles, du moins pour ce critère, est donc comparable à celle des femelles.

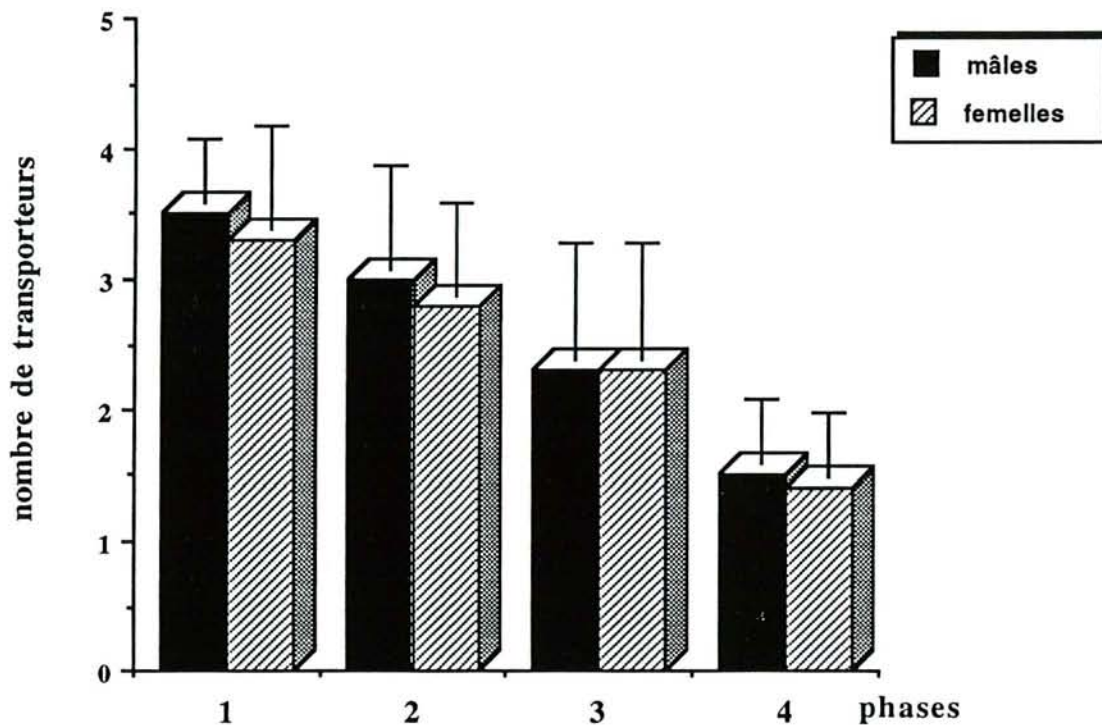


Figure 26 : moyenne du nombre de Transporteurs par groupe chez les mâles et les femelles.

5.3.3 - Nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur

La comparaison entre les 4 phases chez le lot des mâles montre une augmentation progressive, de la phase 1 à la phase 4, du nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur (test de Cochran , $Q=18,6$, $ddl=3$, $p<0,001$ de la ph 1

à la ph 4; test de Mac Nemar, $X^2=5,1$, $p<0,05$ dans la comparaison ph 1/ph 3; $X^2=4,16$, $p<0,05$ dans la comparaison ph 2/ph 4).

Il en est de même chez les femelles (test de Cochran , $Q=17,5$, $ddl=3$, $p<0,001$ de la ph 1 à la ph 4; test de Mac Nemar, $X^2=6,1$, $p<0,05$ dans la comparaison ph 1/ph 3; $X^2=5,1$, $p<0,05$ dans la comparaison ph 2/ph 4).

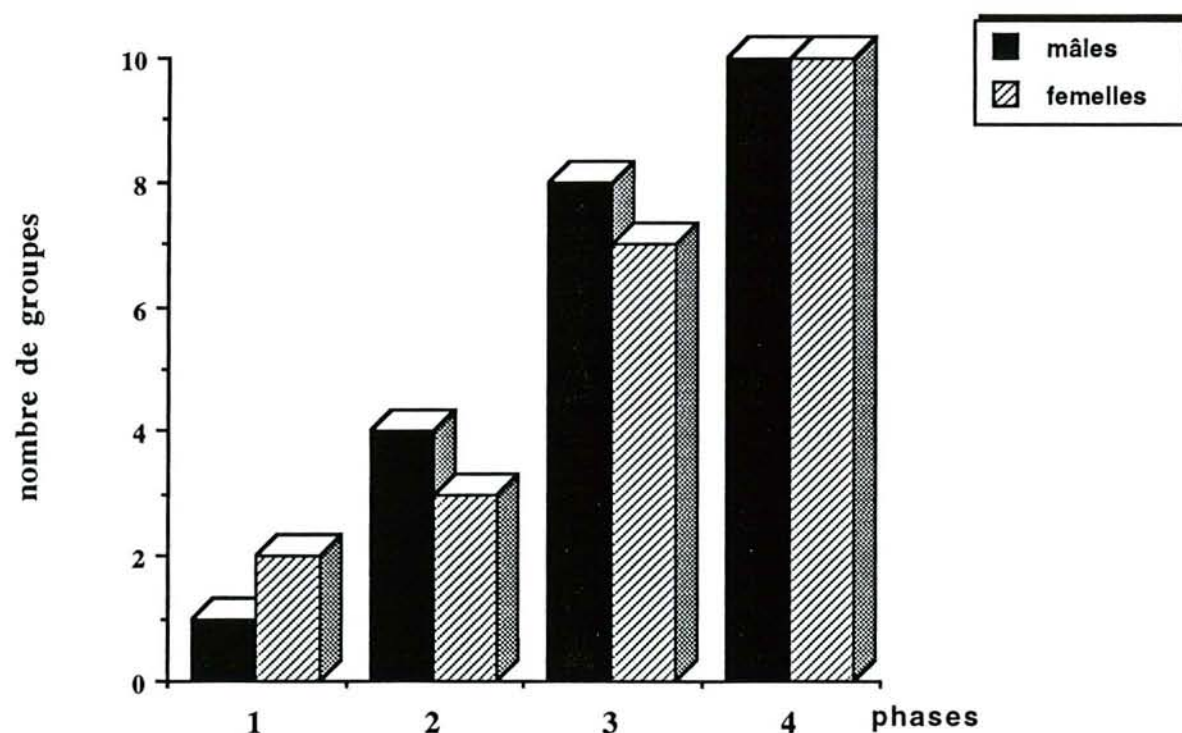


Figure 27 : nombre de groupes, chez les mâles et les femelles, où apparaît un Transporteur Majeur.

Par ailleurs, la comparaison entre les mâles et les femelles, quant à ce critère, ne montre aucune différence significative sur les 4 phases (test de Fisher, $P=0,45$, NS en ph 1; $P=0,48$, NS en ph 2; $P=0,48$, NS en ph 3 et $P=1$, NS en ph 4). Ces résultats confirment, une fois de plus, que les mâles et les femelles se différencient de la même manière face à la contrainte alimentaire imposée.

5.4- CONCLUSION

Sur les 4 critères pris en compte pour évaluer le comportement des souris, la comparaison entre les mâles et les femelles ne montre pas de différences significatives. Ceci indique que les différenciations comportementales des souris qui affrontent la situation expérimentale contraignante d'approvisionnement sont indépendantes de leur sexe. Cette conclusion rejoint celle de OLDFIELD-BOX (1969) sur les rats testés dans la situation de "social problem". Toutefois, dans la situation "piscine" qu'affrontent des groupes de rats, COLIN, en 1989, a montré qu'il existe quelques petites différences entre mâles et femelles, différences se situant au niveau des interactions qu'entretiennent les uns avec les autres; cependant, les structures sociales des groupes, qu'ils constituent, restent largement comparables.

CHAPITRE 6 : ETUDE DES DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES CHEZ DES SOURIS DE DIFFERENTS AGES

Le but de cette étude est de déterminer si l'âge peut avoir une influence sur les différenciations comportementales que développent les souris face à la situation contraignante d'accès à la nourriture. Pour cela nous avons constitué des groupes de souris jeunes , adultes et très âgées pour étudier leurs comportements face à la même contrainte alimentaire.

6.1- MATERIEL ET METHODE

Trois lots de quarante souris chacun ont été utilisés. Les souris du premier lot sont âgées de 7 à 10 semaines, celles du deuxième lot de 20 à 28 semaines et celles du troisième lot de 48 à 56 semaines. Par commodité, ces 3 lots seront qualifiés de lots de 2 , 6 et 12 mois. Ces souris sont nées et élevées au laboratoire dans les conditions décrites au paragraphe 1.1.

Chaque lot est constitué de 10 groupes (5 groupes de mâles et 5 groupes de femelles) de quatre souris chacun . Les manipulations se sont déroulées selon la procédure expérimentale décrite dans le premier chapitre.

Pour faciliter le suivi des animaux et le relevé des informations, nous avons évité de commencer les expériences le même jour pour tous les groupes. En effet, au premier jour, nous avons débuté avec 9 groupes (3 de chaque lot), 24 heures après avec 9 autres groupes, et 48 heures après avec les autres groupes restants, soit 12 groupes (4 de chaque lot).

6.2- RESULTATS

6.2.1- nombre de croquettes rapportées par les souris

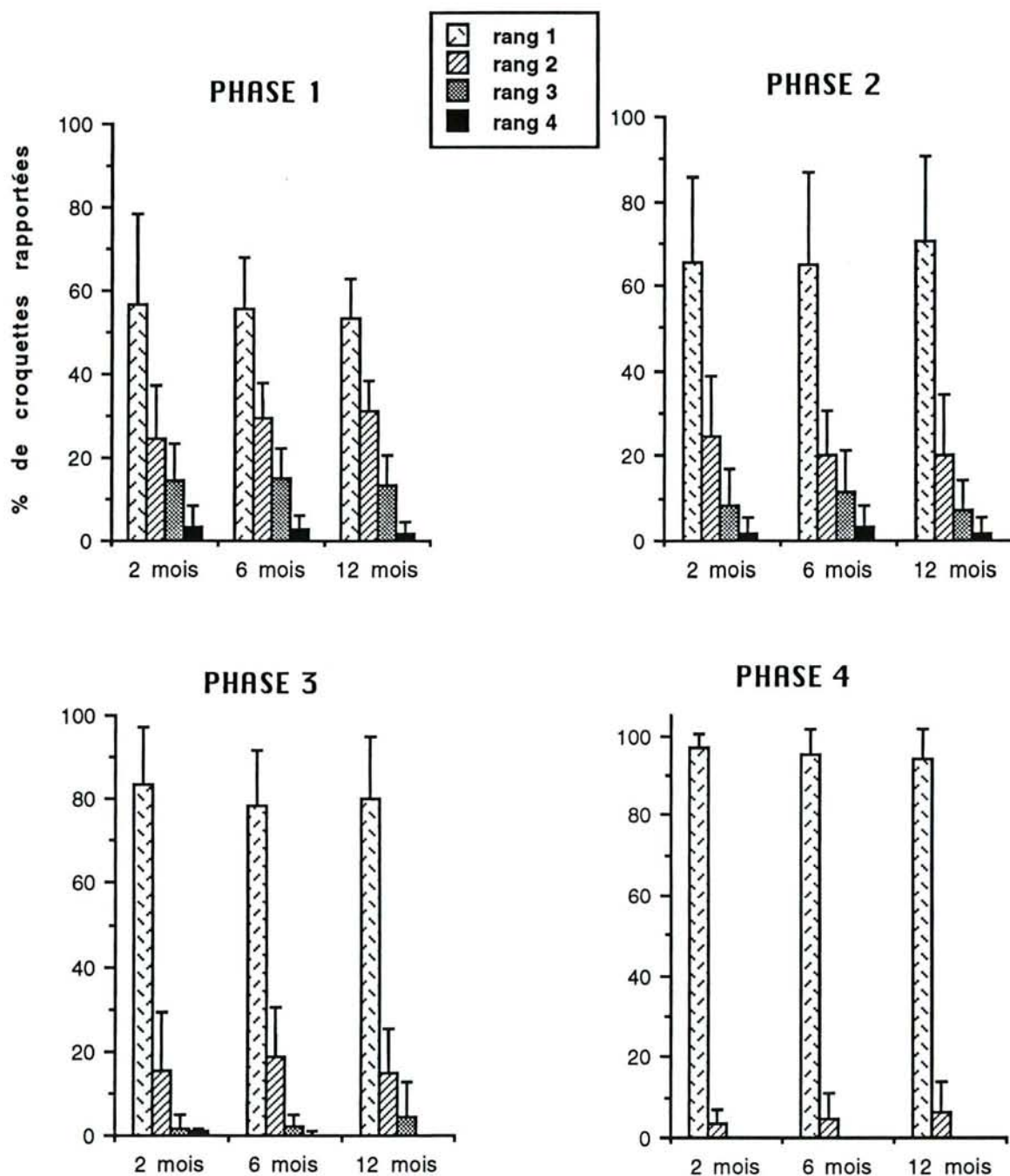


Figure 29: % de croquettes rapportées par les souris, de chaque lot, classées dans 4 rangs.

Nous avons classé les souris de chaque lot en 4 rangs, selon le nombre de croquettes qu'elles ont rapportées (procédure décrite au chapitre 2.2). La comparaison entre les quatre rangs (figure 29), lors de chaque phase, indique une hétérogénéité significative dans les 3 lots de souris étudiées (test de Kruskal-Wallis à $ddl=3$, la valeur de p est toujours inférieure à 0,001; voir Tableau 6). Ceci indique que les différenciations comportementales des souris apparaissent, quel que soit leur âge, depuis la phase 1 et tout au long des autres phases.

	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
souris de 2 mois	29,63	31,03	30,65	32,74
souris de 6 mois	33,92	29,23	32,91	32,82
souris de 12 mois	32,69	30,01	32,00	32,74

Tableau 6: valeur de H (test de Kruskal-Wallis) dans les comparaisons, phase par phase, entre les 4 rangs de chaque lots de souris étudiées.

Par ailleurs, l'ordre du classement en 4 rangs, donné aux souris de chaque groupe, reste, en général, constant tout au long de l'expérience. En effet, le test Spearman montre une corrélation hautement significative entre les 4 phases, chez les souris des 3 lots (Tableau 7). Ceci indique, une fois de plus, que l'ordre des souris d'un groupe donné, en fonction du nombre de croquettes qu'elles rapportent, reste constant, même si la contrainte alimentaire imposée augmente progressivement.

	phase 1/phase 2	phase 2/phase 3	phase 3/phase 4
souris de 2 mois	4,5; $p<0,001$	4,6; $p<0,001$	5,1; $p<0,001$
souris de 6 mois	4,5; $p<0,001$	3,05; $p<0,01$	5,1; $p<0,001$
souris de 12 mois	4,43; $p<0,001$	4,9; $p<0,001$	5,54; $p<0,001$

Tableau 7 : corrélations, entre les différentes phases, relatives au classement des souris en 4 rangs : valeur de z dans le test de Spearman.

D'autre part, la comparaison entre les souris des 3 lots, quant au nombre de croquettes qu'elles rapportent, rang par rang et phase par phase, ne montre aucune différence significative (test de Kruskal-Wallis à ddl =2, la valeur de p est toujours supérieur à 0,05; Tableau 8), ce qui montre, du moins pour ce critère, que les souris se différencient de la même façon quel que soit leur âge.

	rangs 1	rangs 2	rangs 3	rangs 4
phase 1	0,69; N.S	1,88; N.S	0,58; N.S	0,44; N.S
phase 2	0,46; N.S	0,40; N.S	1,22; N.S	0,50; N.S
phase 3	1,01; N.S	1,18; N.S	0,29; N.S	1,03; N.S
phase 4	0,33; N.S	0,33; N.S	0; N.S	0; N.S

Tableau 8 : valeur de H (test de Kruskal-Wallis) dans les comparaisons, phase par phase, entre les 4 rangs respectives des 3 lots de souris.

6.2.2- nombre de Transporteurs par groupe

La moyenne du nombre de Transporteurs, apparus dans chaque groupe, diminue significativement de 3,5 en phase 1 à 1,5 en phase 4 (figure 30) chez les souris du lot de 2 mois (test de Friedman, $X^2_r=24,9$, ddl=3, $p<0,001$ de la phase 1 à la phase 4, $X^2_r=13,6$, ddl=2, $p<0,01$ de la phase 2 à la phase 4; test de Wilcoxon, $Z=2,11$, $p<0,05$ dans la comparaison entre les phase 3 et 4). Chez les souris du lot de 6 mois, cette moyenne diminue significativement de 3,4 en phase 1 à 1,4 en phase 4 (test de Friedman, $X^2_r=23,05$, ddl=3, $p<0,001$ de la phase 1 à la phase 4, $X^2_r=13,56$, ddl=2, $p<0,01$ de la phase 2 à la phase 4; test de Wilcoxon, $Z=2,42$, $p<0,02$ dans la comparaison entre les phase 3 et 4). Quant au lot de 12 mois, elle passe de 3,2 en phase 1 à 1,5 en phase 4 (test de Friedman, $X^2_r=18$, ddl=3, $p<0,001$ de la phase 1 à la phase 4, $X^2_r=11,3$, ddl=2, $p<0,01$ de la phase 2 à la phase 4; test de Wilcoxon, $Z=2,64$, $p<0,01$ dans la comparaison entre les phase 3 et 4).

D'autre part, la comparaison, entre les 3 lots, du nombre de Transporteurs apparus dans leurs groupes respectifs, ne montre aucune différence significative au niveau des 4 phases (test de Kruskal Wallis à ddl=2; $H=1,42$, $p>0,05$ en phase 1; $H=0,30$, $p>0,05$ en phase 2; $H=2,30$, $p>0,05$ en phase 3 et $H=0,2$, $p>0,05$ en phase 4). Les différenciations comportementales des souris et leur évolution sont donc comparables, une fois de plus, dans les 3 lots étudiés.

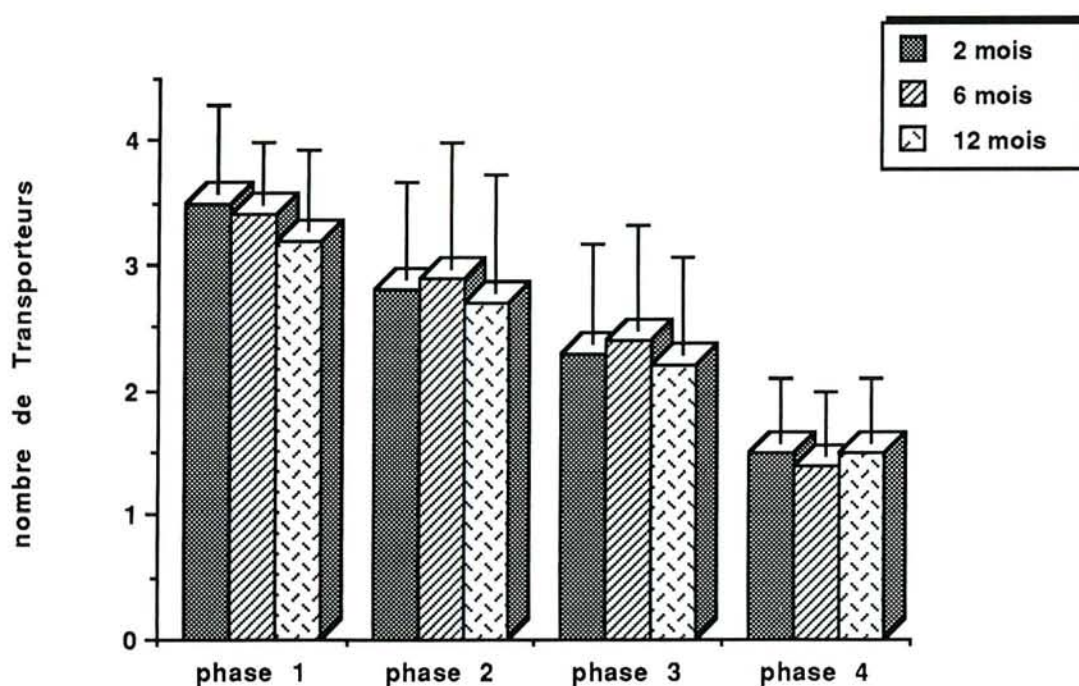


Figure 30 : moyennes des nombres de Transporteurs apparu dans chaque groupe de souris.

6.2.3- nombre de groupes ayant 1 Transporteur Majeur

Le nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur augmente significativement de la phase 1 à la phase 4 (figure 31), chez les souris des 3 lots (test de Cochran à ddl =3; $Q=20,4$, $p<0,001$ pour les souris de 2 mois; $Q=20,6$, $p<0,001$ pour les souris de 6 mois et $Q=19,6$, $p<0,001$ pour les souris de 12 mois). En effet, lors

de la phase 1, aucun Transporteur Majeur n'est apparu dans les groupes des 3 lots ; en revanche, en phase 4, il en apparaît systématiquement un par groupe.

Par ailleurs, la comparaison entre ces 3 lots, deux à deux, (test de Fisher, Tableau 9) ne montre aucune différence significative sur les 4 phases (nous avons utilisé le test de Fisher puisque le test de Chi 2 sur les 3 échantillons ne peut être utilisé. En effet 50% des effectifs théoriques sont inférieurs à 5).

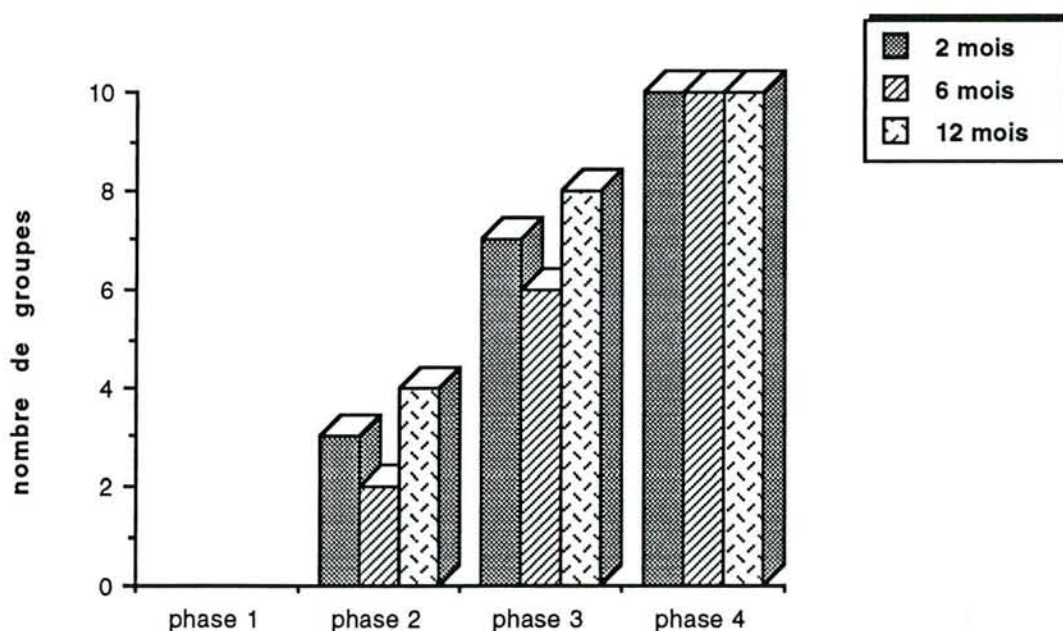


Figure 31 : nombre de groupes, chez les 3 lots, où apparaît un Transporteur Majeur.

Une fois de plus, le critère pris en compte dans ce paragraphe ne montre aucune différence significative entre les différenciations comportementales face à la contrainte expérimentale d'accès à la nourriture chez des souris d'âges différents.

	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
2 mois / 6 mois	p=1	p=0,48	p=0,48	p=1
2 mois / 12 mois	p=1	p=0,48	p=0,48	p=1
6 mois / 12 mois	p=1	p=0,30	p=0,30	p=1

Tableau 9 : comparaison entre les 3 lots, deux à deux, quant au nombre de groupes où apparaît un Tr. M (valeur de p non significative, test de Fisher).

6.3- CONCLUSION

Quel que soit le critère pris en compte pour évaluer l'importance des différenciations comportementales des souris, les résultats enregistrés dans les 3 lots étudiés sont largement comparables. Il semble, donc, que l'âge n'a pas d'influence sur la structure sociale qu'adoptent les souris pour répondre à la contrainte expérimentale d'accès à la nourriture. Cette conclusion rejoint celle de OLDFIELD-BOX, en 1969, lors d'une 'étude menée sur des rats dans la situation de "social problem".

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le but du travail mené dans cette première partie était d'étudier le comportement des souris, regroupées par quatre, face à une situation contraignante d'accès à la nourriture.

On remarque, tout d'abord, que dans la totalité des groupes testés, les souris procèdent différemment pour acquérir leur ration alimentaire quotidienne. Ainsi, certains individus, que nous avons qualifié de "Transporteurs", surmontent la contrainte imposée en parcourant l'allée de grillage, tout en se mouillant les pattes ou le ventre, pour extraire de la mangeoire des croquettes de nourriture. D'autres individus sont, par contre, radicalement différents puisqu'ils surmontent indirectement la difficulté d'accès à la nourriture en se contentant de dérober à leurs congénères les croquettes nécessaires. Nous les avons alors qualifiés de "Non-Transporteurs".

Par ailleurs, en phase 4, lorsque la contrainte atteint son niveau maximal, il apparait en plus de la dichotomie Transporteurs/Non-Transporteurs, une autre hétérogénéité au sein même de la catégorie des Transporteurs : - d'une part, certains individus rapportent de la mangeoire une quantité de nourriture dont la plus grande partie sera volée et servira, ainsi, à ravitailler les autres congénères; nous les avons qualifié de "Transporteurs Majeurs". Ces individus apparaissent, de plus en plus, parallèlement à l'augmentation progressive de la contrainte, jusqu'à ce que l'on trouve systématiquement un dans chaque groupe. - D'autre part, certains Transporteurs, qui n'apparaissent que dans 50% des groupes testés, ne rapportent qu'une partie de la

quantité de nourriture nécessaire à leurs propres besoins, et se comportent comme les Non-Transporteurs en dérobant leurs congénères pour acquérir le complément de la portion alimentaire quotidienne nécessaire, ils sont alors qualifiés de "Transporteurs Occasionnels".

En outre, nos résultats montrent que la structure des groupes reste constante tant que la contrainte imposée est stable. En revanche, quand celle-ci augmente en difficulté progressivement d'une phase à l'autre, les différenciations comportementales des souris se prononcent de plus en plus, sans pour autant que l'ordre du classement des souris au sein de chaque groupe, en fonction du nombre de croquettes qu'elles rapportent, ne soit significativement perturbé. Autrement dit, si l'on imagine que les 4 souris d'un groupe sont classées, par ordre de leurs transports, sur un axe fictif, les écarts entre ces souris vont translater, d'une phase à l'autre, sans qu'il y ait d'inversion d'ordre, jusqu'à obtenir la configuration typique de la phase 4, c'est-à-dire un Transporteur Majeur suivi d'un Transporteur Occasionnel suivi d'un Non-Transporteur comme le montre la figure 25. La corrélation entre la phase 1 et la phase 4 montre que, dans la majorité des groupes étudiés, les souris qui rapportent le plus de croquettes en phase 1 sont celles qui deviennent des Transporteurs Majeurs en phase 4, alors que la majorité de celles qui rapportaient peu de croquettes finissent par devenir des Non-Transporteurs.

Par ailleurs, il s'avère que la configuration sociale des souris en phase 4 reste stable dans le temps même si les souris sont testées, dans les mêmes conditions, après une longue période de repos pendant laquelle elles retrouvent les conditions standards d'approvisionnement.

On peut conclure aussi qu'avec leurs différenciations comportementales, toutes les souris parviennent à s'adapter au nouvel environnement expérimental qui présente des difficultés d'accès à la nourriture. En effet, leurs poids respectifs

évoluent de façon comparable à celle des souris élevées dans les conditions standards du laboratoire.

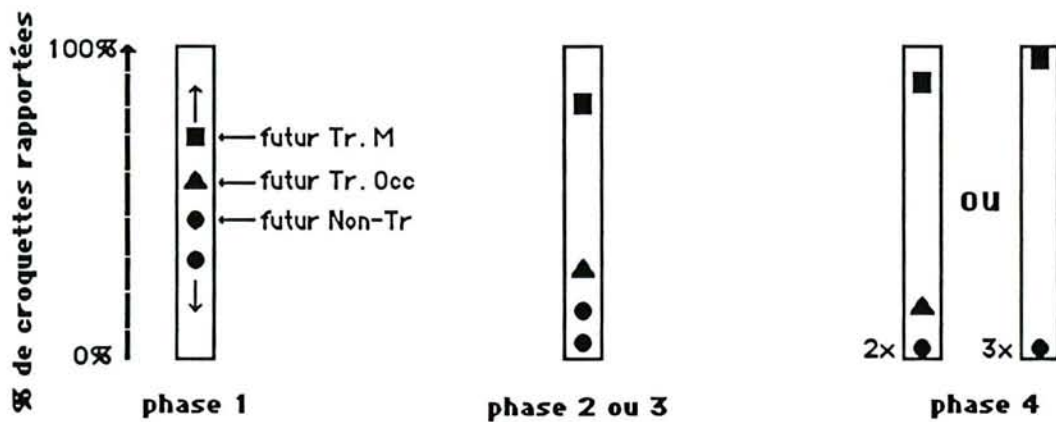


Figure 25 : représentation schématique de l'effet de la contrainte alimentaire sur la structure d'un groupe de 4 souris.

La comparaison entre mâles et femelles ne révèle aucune différence significative concernant tous les paramètres pris en compte pour estimer l'importance de leurs différenciations comportementales. Ceci s'oppose aux conclusions obtenues sur les travaux effectués sur les rats; l'étude détaillée des interactions qu'engagent les individus du même sexe entre eux dans la situation "piscine" a montré qu'il existe de petites différences entre les mâles et les femelles (COLIN.1989). Ces différences peuvent être résumées ainsi : les femelles effectuent moins de tentatives de vols, transportent moins de nourriture et s'alimentent moins longtemps que les mâles. L'auteur explique ces différences, d'une part par un niveau d'agressivité moins élevé chez les femelles que chez les mâles (SEWARD, 1945; GRANT & CHANCE, 1958; BARNET, 1958; CALHOUM, 1962; TIMMERMANS, 1978; VAN de POLL & al., 1982; SCHUSTER & al. 1988), et d'autre part, par les besoins alimentaires moins importants chez les femelles (WONG & OURZSOFF , 1974). De plus, un certain

nombre de données suggère une tolérance plus grande entre femelles qu'entre mâles (DAVIS, 1955; ASHIDA, 1964). Enfin, dans certains groupes de rats femelles testées dans la situation piscine, les individus changent de profil d'une séance à l'autre; ainsi, ils sont tantôt Transporteurs et tantôt non-Transporteurs. Ceci peut certainement être relié à une tendance à amasser plus particulièrement développée chez les femelles (COLIN 1989) : en effet, quand une femelle accumule un excédent de croquettes de nourriture qu'elle a rapportées de la mangeoire, celles ci lui permettront de s'alimenter même après la fin de la séance d'accès à la mangeoire. Ainsi, le lendemain, cette femelle rassasiée n'effectue aucun transport.

Dans notre situation expérimentale, les souris, mâles et femelles, ne manifestent pas de comportement d'amasement; c'est ce qui expliquerait la stabilité qu'on observe dans le classement des souris de chaque groupe en 4 rangs selon le nombre de croquettes qu'elles rapportent.

Par ailleurs, l'étude des 3 tranches d'âge, a montré que les souris se différencient de la même façon et qu'aucune différence n'apparaît dans les différents paramètres pris en compte pour évaluer la structure des groupes.

Par ailleurs, la comparaison entre les rats et les souris, soumis à des conditions contraignantes relativement comparables, montre plusieurs similitudes : d'une part, dans les deux cas, les individus d'un groupe donné se différencient en deux catégories: Transporteurs et Non-Transporteurs, d'autre part, les Non-Transporteurs vivent tous aux dépens de leurs congénères, en leur volant la quantité de nourriture dont ils ont besoin.

Avec ces similitudes, l'hypothèse socio-écologique, mise en avant dans le déterminisme des structures sociales et leurs dynamiques, se trouve renforcée. En effet, les rats et les souris, espèces relativement proches, ont développé des structures

sociales comparables lorsqu'ils doivent affronter les mêmes situations expérimentales contraignantes.

Toutefois, les contraintes environnementales ne peuvent à elles seules être l'origine principale d'une organisation sociale à cause des contre-exemples cités dans l'introduction générale. La deuxième partie de ce travail sera, donc, consacrée à rechercher d'autres facteurs susceptibles de modifier la structure sociale des souris face à la situation contraignante d'accès à la nourriture. Ainsi, seront examinés des facteurs individuels, physique et sociaux. Enfin, nous comparerons les modes de différenciations comportementales de deux souches consanguines : les C3H/He et les C57 BL/6.

2 ème PARTIE

**INFLUENCE DE DIFFERENTS FACTEURS
SUR LE PHENOMENE
DE DIFFERENCIATIONS
COMPORTEMENTALES**

CHAPITRE 1 : RELATION ENTRE LES NIVEAUX D'EMOTIVITE DES SOURIS ET LEURS PROFILS COMPORTEMENTAUX

1.1 - INTRODUCTION

Dans une situation contraignante d'approvisionnement, THULLIER en 1992, a démontré que les rats réagissent différemment à un traitement par anxiolytiques selon les profils comportementaux qu'ils ont précédemment adopté. Ainsi, le traitement des rats du type "Transporteur Ravitailleur" provoque une augmentation des attaques et des vols de nourriture des Non-Transporteurs sur ces rats. Le traitement des rats du type "Autonome" les rend plus interactifs, et il reste sans effet sur les interactions des rats du type "Non-Transporteur" lorsqu'il leur est appliqué.

Partant de l'hypothèse selon laquelle cette différence de réponse au traitement par anxiolytiques pourrait venir d'une différence dans les niveaux d'émotivité initiaux des rats, THULLIER a, par un test de labyrinthe, estimé les degrés émotionnels des 3 types de rats juste après leur différenciation dans la situation contraignante d'approvisionnement, elle a alors montré, que les Non-Transporteurs ont un niveau émotionnel supérieur à celui des Transporteurs, notamment des Transporteurs Ravitailleurs. D'où la conclusion de l'existence d'une relation étroite

entre les niveaux d'émotivité des rats et les profils comportementaux qu'ils adoptent dans la situation contraignante d'approvisionnement.

Mais comme le procédé d'estimation des niveaux émotionnels n'a été effectué qu'après le passage des rats dans la situation contraignante, on était incapable d'affirmer si c'étaient les conditions contraignantes de la situation "piscine" qui avaient engendré une différence dans les niveaux d'émotivité des rats ou si c'était l'inverse.

Plus tard, DESOR (1994) a procédé à la même démarche, mais, cette fois, les niveaux émotionnels des rats ont été estimés seulement avant leur passage dans la situation "piscine". Ceci a permis de conclure que la connaissance préalable des niveaux émotionnels des rats d'un groupe permettait de prédire les profils que certains d'entre eux adopteront en situation "piscine".

Nous avons ainsi mené une étude comparable à celle réalisée par THULLIER et DESOR, mais pour répondre cette fois à deux questions principales :

- 1- existe-il une corrélation entre les niveaux émotionnels des souris et les profils comportementaux qu'elles adoptent dans la phase de la situation la plus contraignante d'accès à la nourriture?
- 2- dans le cas où la réponse à la première question est affirmative, peut on déterminer si la différence dans les degrés émotionnels des souris d'un groupe engendre leur différenciation? ou est ce l'inverse?.

choix du test :

Pour estimer les niveaux émotionnels des souris nous nous sommes inspiré du test décrit par HANDLEY et MITHANY en 1984, test basé lui même sur celui mis au point par MONTGOMERY en 1955. Il consiste en l'utilisation d'un labyrinthe en

croix surélevé ("elevated plus-maze"), présentant deux branches cloisonnées, dites "fermées", et deux branches dépourvues de parois, dites "ouvertes".

L'exposition à un lieu surélevé et découvert engendre une situation conflictuelle, poussant l'animal, d'une part à explorer, et d'autre part à éviter de s'aventurer par crainte du vide et de la nouveauté.

Le choix de ce test pour estimer les niveaux émotionnels a été validé par des expériences pharmacologiques qui ont mis en évidence, dans ce labyrinthe, l'effet des anxiolytiques (notamment de type benzodiazépines) ainsi que des substances anxiogènes (PELLOW et col., 1985; PELLOW et FILE, 1986). En effet, l'effet anxiolytique se traduit par une augmentation significative du pourcentage d'entrées et du temps passé dans les branches ouvertes du labyrinthe surélevé, sans pour autant qu'il y ait une diminution du nombre total d'entrées dans les 2 types de branches. En revanche une diminution de ce critère, en dépit de la répartition des entrées entre les deux types de branches (ouvertes et fermées), révèle un effet sédatif.

Il faut, toutefois, rappeler que les niveaux émotionnels estimés dans ce chapitre reflètent les états des souris dans le labyrinthe surélevé et non pas leurs états émotionnels de base lorsqu'elles sont dans une situation normale.

1.2- MATERIEL ET METHODE

1.2.1- animaux

Nous avons utilisé 88 souris, 48 mâles et 40 femelles, de la souche consanguine C57BL/6, âgées de 9 à 13 semaines. Deux lots de 11 groupes chacun (6 groupes mâles et 5 groupes femelles) ont été constitués. Chaque groupe est formé par 4 souris du même sexe.

Ces souris sont nées et élevées au laboratoire dans les conditions décrites dans le premier chapitre de la première partie.

Gray en 1971 avait montré que chez la souris, aucune différence n'apparaît entre les mâles et les femelles en ce qui concerne leur degrés émotionnels. De plus, les résultats de la première partie de notre travail ont montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les mâles et les femelles en ce qui concerne leurs différenciations comportementales face à la contrainte d'accès à la nourriture.

1.2.2- dispositif expérimental

Il est constitué d'une croix en contre-plaqué dont les bras mesurent 25 cm de long et 5 cm de large (Figure 1). Sur deux branches opposées, des parois sont montées délimitant ainsi un couloir, non recouvert, de 20 cm de hauteur (branches fermées). Les deux autres bras opposés, sont laissés libre de toute enceinte (branches ouvertes). Le centre de la croix a donc la forme d'un carré de 5x5 cm. L'ensemble est posé sur un support de 25 cm de hauteur, invisible pour la souris.

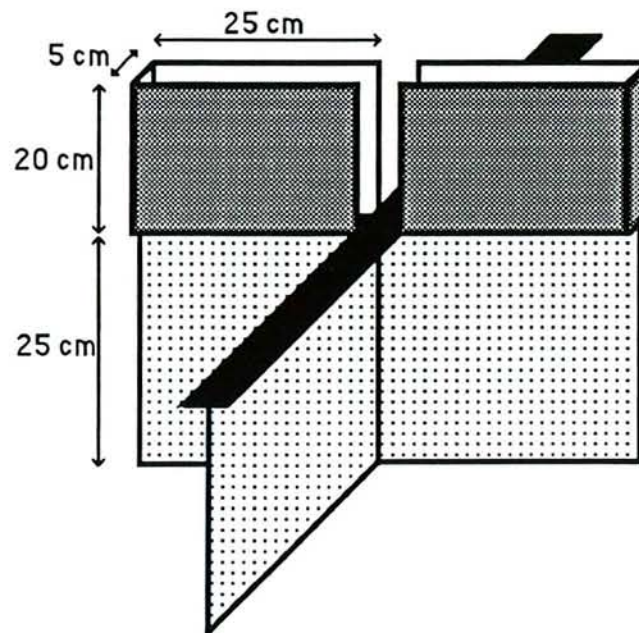


Figure 1 : Schéma du labyrinthe surélevé.

1.2.3- protocole expérimentale

Deux expériences ont été menées pour bien préciser le sens d'une éventuelle influence entre les niveaux d'émotivité des souris et les profils comportementaux qu'elles adoptent dans la situation piscine :

Expérience I : évaluation des niveaux d'émotivité des souris avant leur passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture

Nous avons évalué les degrés émotionnels d'un lot de 44 souris (24 mâles et 20 femelles), bien identifiées, dans le labyrinthe surélevé. Puis ces souris sont placées, par groupes de quatre, dans les dispositifs où elles ont affronté la contrainte

progressive d'approvisionnement selon le protocole habituel (détaillé dans le chapitre matériel et méthodes) jusqu'à leurs différenciations en 3 catégories : Transporteurs Majeurs, Transporteurs Occasionnels et Non-Transporteurs. Ensuite, nous avons étudié le rapport entre les profils comportementaux adoptés par les souris et leurs degrés émotionnels déjà évalués.

Expérience II : évaluation des niveaux d'émotivité des souris après leur passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture :

Dans cette expérience, nous avons évalué les degrés émotionnels d'un deuxième lots de 44 souris (24 mâles et 20 femelles) dans le labyrinthe surélevé, mais cette fois après leur différenciation dans la situation contraignante d'accès à la nourriture.

Ensuite, les niveaux d'émotivité estimés dans chaque expérience ont été comparés afin de déterminer si le passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture modifie l'état émotionnel des souris des 3 catégories.

Nous avons évité, dans notre démarche, d'évaluer les degrés émotionnels des souris d'un seul lot avant et après leur passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture. En effet, leur premier passage dans le labyrinthe pourrait être mémorisé, ce qui influencerait l'évaluation de leurs degrés émotionnels une deuxième fois après leur différenciations comportementales.

Lors des deux expériences, les souris ont été soumises au test du labyrinthe surélevé à deux reprises, à vingt quatre heures d'intervalle. En effet, il a été montré qu'une première expérience dans ce labyrinthe réduit l'effet anxiolytique des psychotropes administrés lors d'un second passage sur le "plus-maze" (LISTER, 1987; FILE, 1990).

Ainsi, si les différences dans les niveaux d'anxiété des souris ne sont pas très marquées au premier passage dans le labyrinthe, à cause de la nouveauté de ce milieu, on peut s'attendre à ce qu'elles soient plus prononcées lors de second passage qui éliminera l'effet de la "néophobie".

Après chaque passage, les branches du labyrinthe sont nettoyées à l'alcool dilué pour éliminer les odeurs qui pourraient avoir une influence sur l'activité des souris.

1.2.4- recueil des données

Avant d'être testée, chaque souris est isolée durant 5 minutes dans une enceinte en bois (35 x 35 x 20 cm) afin d'augmenter son activité locomotrice. Elle est ensuite placée à l'extrémité d'une branche fermée du labyrinthe et, pendant les cinq minutes que dure le test, les paramètres suivants sont relevés, pour les branches ouvertes et pour les branches fermées :

- Nombre d'entrées,
- Temps passé, en seconde,
- Nombre de redressements,
- Nombre de toilettages,
- Nombre de défécations,
- Nombre de mictions.

Il a été montré que les benzodiazépines diminuent la latence d'entrée dans une enceinte inconnue (THIEBOT, 1983). Pour cette raison, nous avons pris en compte les variables suivantes :

- le temps de latence de première entrée dans un bras ouvert.
- la durée du premier séjour dans un bras ouvert.
- le temps de première émergence d'un bras fermé.

1.3- RESULTATS

1.3.1- Evaluation des niveaux émotionnels des souris avant leur passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture

1.3.1.1 - Activité dans les branches fermées (Figure 2)

Le nombre d'entrées, dans les branches fermées, ne diffère pas significativement selon le profil comportemental des souris, ni au premier jour de passage dans le labyrinthe (Tr M : $11,2 \pm 7,0$, Tr OCC : $7,2 \pm 4,6$ et Non-Tr : $7,4 \pm 4,3$; test de Kruskal-Wallis, $H=0,677$, $p>.05$) ni au second (Tr M : $9,6 \pm 4,3$, Tr OCC : $12,2 \pm 9,7$ et Non-Tr : $6,7 \pm 4,4$; test de Kruskal-Wallis, $H=1,322$, $p>.05$).

Par ailleurs, en dépit d'un nombre plus élevé d'entrée, les souris devenues Transporteurs Majeurs, passent moins de temps dans ces branches que les Non-Transporteurs aussi bien lors du premier passage (Tr M : $265,5 \pm 19,3$ sec et Non-Tr : $286,2 \pm 10,4$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=9,78$, $p<.01$; test Mann-Witney, $z=3,05$, $p<.05$ dans la comparaison Tr. M/Non-Tr.) que lors du second (Tr M : $259,1 \pm 21,5$ s, Tr Occ : $273,2 \pm 19,2$ et Non-Tr : $286,9 \pm 9,4$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=12,498$, $p<.001$; test Mann-Witney, $z=3,47$, $p<.05$ et $z=1,40$, $.05<p<.10$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr Occ/Non-Tr.) Cette différence peut être expliquée par l'importance de la durée du séjour des Transporteurs dans les branches ouvertes (voir Figure 3). L'écart entre Transporteurs et Non-Transporteurs tend à se creuser lors du passage au deuxième jour dans le labyrinthe.

D'autre part, lors du premier passage dans le labyrinthe, les souris qui sont devenues Transporteurs, notamment les Occasionnels, se redressent plus souvent que les Non-Transporteurs (Tr M : $5,3 \pm 4,4$, Tr Occ : $7,4 \pm 5,4$ et Non-Tr : $3,4 \pm 3,1$; test de Kruskal-Wallis, $H=5,014$, $p<.01$; test Mann-Witney, $z=1,95$, $p<.05$ et $z=1,38$, $.05<p<.10$ respectivement dans les comparaisons Tr Occ/Non-Tr et Tr. M/Non-Tr.)

indiquant une exploration relativement importante chez les Transporteurs. On peut, donc, considérer que leurs degrés émotionnels sont moins importants que celui des Non-Transporteurs.

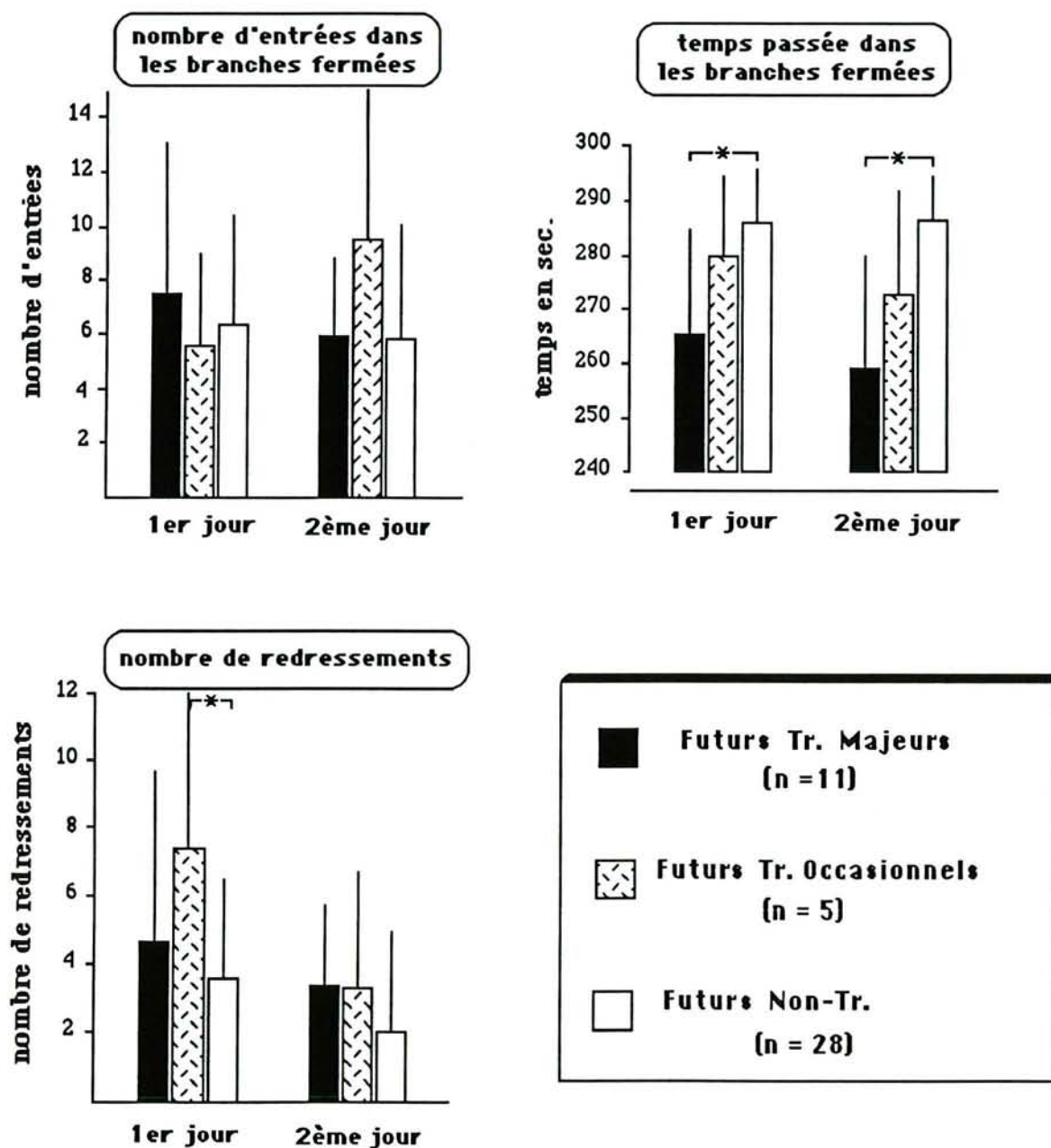


Figure 2 : Moyennes et écarts types des paramètres comportementaux pour chaque type de souris dans les branches fermées du labyrinthe, lors du premier et du second passage.

Toutefois, cette différence disparaît lors du second passage dans le labyrinthe (Tr M : $3,3 \pm 2,5$, Tr Occ : $3,2 \pm 3,4$ et Non-Tr : $2,4 \pm 2,4$; test de Kruskal-Wallis, $H=1,204$, $p>.05$), ce qui pourrait être expliqué par une diminution dans l'exploration du labyrinthe par les souris suite à leur habitude.

Nous n'avons pas procédé à l'analyse statistique des mictions, des défécations et des toilettages, puisqu'ils sont peu nombreux (entre 0 et 3).

1.3.1.2 - Activité dans les branches ouvertes (Figure 3)

Après avoir été placées dans le labyrinthe, les souris mettent, selon leurs futurs profils comportementaux, un temps différent, pour entrer dans une branche ouverte, (**1er passage**; Tr M : $151,5 \pm 62,2$ sec, Tr Occ : $208,6 \pm 91,9$ sec et Non-Tr : $232 \pm 74,3$; **2ème passage**; Tr M : $136,3 \pm 81,7$ sec, Tr Occ : $216,8 \pm 87,9$ sec et Non-Tr : $234,7 \pm 70,5$ sec; test de Kruskal-Wallis, $H=8,062$, $p<.05$ et $H=10,367$, $p<.05$ respectivement lors du premier et du second passage dans le labyrinthe). Ainsi le temps de latence pour entrer dans ces branches est plus petit chez les souris devenues Transporteurs Majeurs que chez celles devenues Non-Transporteurs, aussi bien lors du premier passage (test Mann-Witney, $z=2,81$, $p<.01$) que lors du second (test Mann-Witney, $z=3,15$, $p<.001$). Aucune autre différence significative, concernant ce paramètre, n'est apparue ni au premier passage (test Mann-Witney, $U=16$, $p>.05$ et $z=0,67$, $p>.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Tr. Occ et Tr. Occ/Non-Tr.) ni au second (test Mann-Witney, $U=12$, $p>.05$ et $z=0,74$, $p>.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Tr. Occ et Tr. Occ/Non-Tr.).

Par ailleurs, lors du premier passage dans le labyrinthe, les souris devenues Transporteurs, notamment les Majeurs, entrent dans les branches ouvertes plus souvent que celles devenues Non-Transporteurs (Tr M : $3,6 \pm 2,6$, Tr Occ : $1,8 \pm 1,3$ et Non-Tr : $1 \pm 1,1$; test de Kruskal-Wallis, $H=10,430$, $p<.01$; test Mann-Witney, $z=3,09$,

$p < .01$ et $z = 1,33$, $.05 < p < .10$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ/Non-Tr.).

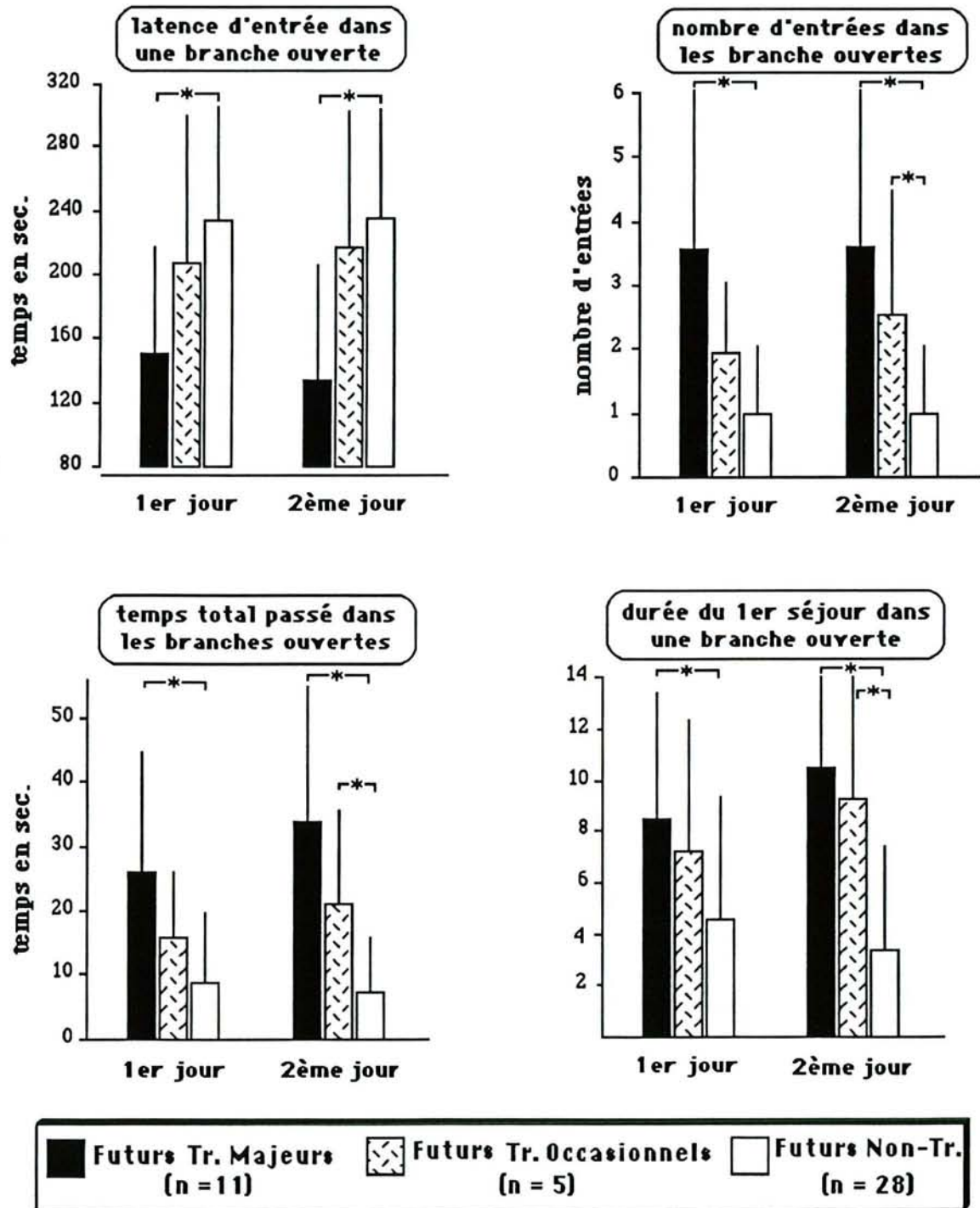


Figure 3 : Moyennes et écarts types des paramètres comportementaux pour chaque type de souris dans les branches ouvertes du labyrinthe, lors du premier et du second passages.

Cette différence tend à devenir plus marquée lors du second passage (Tr M : $3,7 \pm 2,5$, Tr Occ : $2,6 \pm 1,8$ et Non-Tr : $1 \pm 1,1$; test de Kruskal-Wallis, $H=13,518$ $p<.01$; test Mann-Witney, $z=3,33$, $p<.001$ et $z=2,12$, $p<.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ/Non-Tr.).

Les remarques faites concernant le paramètre précédent se répètent pour le paramètre "temps total passé dans les branches ouvertes", aussi bien lors du premier passage dans la labyrinthe (Tr M : $26,3 \pm 18,2$ s, Tr Occ : $15,6 \pm 11$ sec et Non-Tr : $8,5 \pm 9,8$ sec; test de Kruskal-Wallis, $H=9,656$, $p<.01$; test Mann-Witney, $z=2,94$, $p<.001$ et $z=1,34$, $.05<p<.10$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ/Non-Tr.), que lors du second passage (Tr M : $33,5 \pm 20,9$ sec, Tr Occ : $21,6 \pm 15,2$ sec et Non-Tr : $7,4 \pm 9,3$ sec; test de Kruskal-Wallis, $H=15,372$ $p<.001$; test Mann-Witney, $z=3,59$, $p<.001$ et $z=2,23$, $p<.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ/Non-Tr.).

Enfin, lors du premier passage dans le labyrinthe, les Transporteurs Majeurs, lorsqu'ils accèdent pour la première fois à une branche ouverte, tendent à y séjourner plus longtemps que les Non-Transporteurs (Tr M : $8,4 \pm 5,1$ sec, Tr Occ : $7,2 \pm 5,2$ sec et Non-Tr : $4,3 \pm 5,2$ sec; test de Mann-witney, $z=2,18$, $p<.05$ dans la comparaison Tr M:Non-Tr). Lors du second passage, la différence entre les Transporteurs Occasionnels et les Non-Transporteur concernant ce paramètre devient également significative (Tr M : $10,5 \pm 5,5$ sec, Tr Occ : $9,4 \pm 4,8$ sec et Non-Tr : $3,3 \pm 3,4$ sec; test de Mann-witney, $z=3,62$, $p<.001$ et $z=2,82$, $p<.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ/Non-Tr).

1.3.1.3 - Activité locomotrice globale (Figure 4)

Avant d'interpréter les différences observées, nous avons pris en compte d'autres paramètres qui permettront d'évaluer si la plus grande fréquentation des branches ouvertes par les souris du type Transporteur, par rapport aux souris du type

Non-Transporteur, provient d'une différence dans l'activité locomotrice globale ou d'une différence dans l'état émotionnel. Les relevés de ces paramètres sont représentés dans la Figure 4.

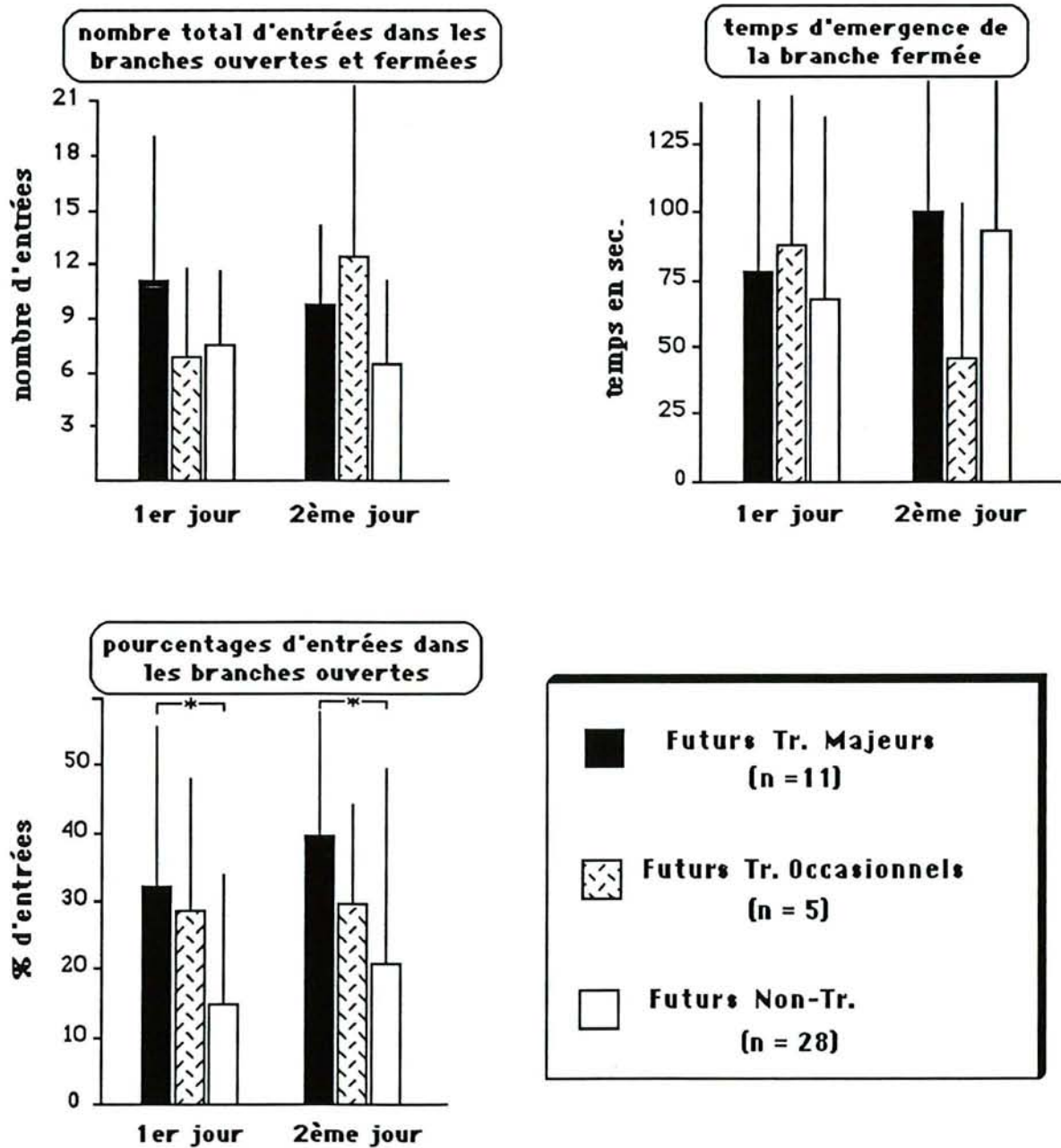


Figure 4: Moyennes et écarts types du nombre d'entrées dans une branche du labyrinthe, du temps mis à émerger de la branche fermée et du pourcentage d'entrées dans les branches ouvertes pour chaque type de souris lors du premier et du second passages dans le labyrinthe.

L'activité locomotrice globale des souris est similaire, qu'elles soient Transporteurs ou Non-Transporteurs, puisque le nombre total de leurs entrées dans les deux types de branches reste comparable lors des deux passages en labyrinthe (1^{er} passage : Tr M : $11,2 \pm 7$, Tr Occ : $7,2 \pm 4,6$ et Non-Tr : $7,4 \pm 4,3$; 2^{ème} passage : Tr M : $9,6 \pm 4,3$, Tr Occ : $12,2 \pm 9,7$ et Non-Tr : $6,7 \pm 4,4$; test de Kruskal-Wallis, $H=2,756$, $p>.05$ lors du premier passage, et $H=4,372$, $p>.05$ lors du second passage).

De plus, lorsqu'ils sont placés au bout d'une branche fermée, les différents types de souris quittent cette branche au bout d'un temps comparable (1^{er} passage : Tr M: $78 \pm 63,3$ sec, Tr Occ : $87,2 \pm 58,3$ sec et Non-Tr : $68,7 \pm 67,7$ sec; 2^{ème} passage : Tr M : $101 \pm 63,3$, Tr Occ : $46,6 \pm 53,8$ et Non-Tr : $92,1 \pm 90,5$; test de Kruskal-Wallis, $H=1,385$, $p>.05$ lors du premier passage, et $H=2,812$, $p>.05$ lors du second passage).

L'augmentation du nombre d'entrées dans les branches ouvertes ne vient donc ni d'une augmentation générale de l'activité locomotrice des transporteurs ni d'une diminution de la part des Non-Transporteurs. Elle est le résultat du faible degré émotionnel des Transporteurs.

En outre, nous avons pris en compte le pourcentage d'entrées des souris dans les branches ouvertes par rapport au nombre total d'entrées, puisque c'est un critère qui est souvent utilisé pour évaluer l'activité anxiolytique des molécules dans ce test.

Nous remarquons, alors, que le pourcentage d'entrées dans les branches ouvertes est plus important chez les Transporteurs Majeurs que chez les Non-Transporteurs aussi bien lors du premier passage dans le labyrinthe (Tr M: $32,9 \pm 22,6\%$, Tr Occ : $28 \pm 19\%$ et Non-Tr : $15,5 \pm 18,3\%$; test de Mann-Witney, $z=2,30$, $p<.05$) que lors du second passage (Tr M: $39,3 \pm 22,1\%$, Tr Occ : $28,7 \pm 14,3\%$ et Non-Tr : $21,7 \pm 26,8\%$; test de Mann-Witney, $z=2,13$, $p<.05$).

Toutefois, la comparaison entre Transporteurs Occasionnels et Non-Transporteurs en ce qui concerne ce critère, ne montre pas de différence significative sur les deux passages (test de Mann-Witney; $z=1,27$, $p>.05$ au premier passage et $z=1,22$, $p>.05$ au second passage). Il en est de même pour la comparaison entre Transporteurs Occasionnels et Transporteurs Majeurs (test de Mann-Witney; $U=27$, $p>.05$ au premier passage et $U=18,2$, $p>.05$ au second passage)

Conclusion

Ces résultats confirment que les Transporteurs, notamment les Transporteurs Majeurs, ont un degré d'émotivité plus faible que celui des Non-Transporteurs.

En revanche, dans les différents paramètres pris en compte, aucune différence significative entre les Transporteurs Majeurs et les Transporteurs Occasionnels n'a été observée.

1.3.2- évaluation des niveaux d'émotivité des souris après leur passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture

1.3.2.1- Activité dans les branches fermées (Figure 5)

Le nombres d'entrées dans les branches fermées ne diffèrent pas avec les 3 types d'animaux (**1er passage** : Tr M: $9 \pm 5,9$, Tr Occ : $6 \pm 3,5$ et Non-Tr : $6,7 \pm 4,5$; **2ème passage** : Tr M : $7,4 \pm 4,6$, Tr Occ : $8,4 \pm 6,1$ et Non-Tr : $6,4 \pm 4$; test de Kruskal-Wallis, $H=1,519$ lors du premier passage dans le labyrinthe et $H=0,582$ lors du second passage).

Les Transporteurs, lors du premier passage dans le labyrinthe, passent moins de temps dans les branches fermées que les Non-Transporteurs (test de Kruskal-Wallis, $H=20,709$, $p<.001$; test de Mann-Witney, $z=4,09$, $p<.001$ et $z=2,70$, $p<.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non Tr. et Tr. Occ./Non Tr.). Cette différence devient non-significative entre les Transporteurs Occasionnels et les Non-Transporteurs lors du second passage (test de Kruskal-Wallis, $H=10,149$, $p<.01$; test de Mann-Witney, $z=3,05$, $p<.01$ et $z=1,16$, $p>.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ./Non-Tr.).

Par ailleurs, lors du premier passage dans le labyrinthe, les Transporteurs tendent à se redresser plus souvent que les Non-Transporteurs (Tr M : $2,4 \pm 2,5$, Tr Occ: $3 \pm 2,5$ et Non-Tr : $1,2 \pm 1,9$; test de Kruskal-Wallis à $ddl=2$, $H=5,049$, $.05<p<.10$; test de Mann-Witney, $z=1,42$, $.05<p<.10$ et $z=2,02$, $p<.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ/Non-TR.). Cette tendance disparaît lors du second passage (Tr M : $0,6 \pm 1,3$, Tr Occ : $1,4 \pm 1,3$ et Non-Tr : $1 \pm 1,4$; test de Kruskal-Wallis, $H=1,753$, $p>.05$).

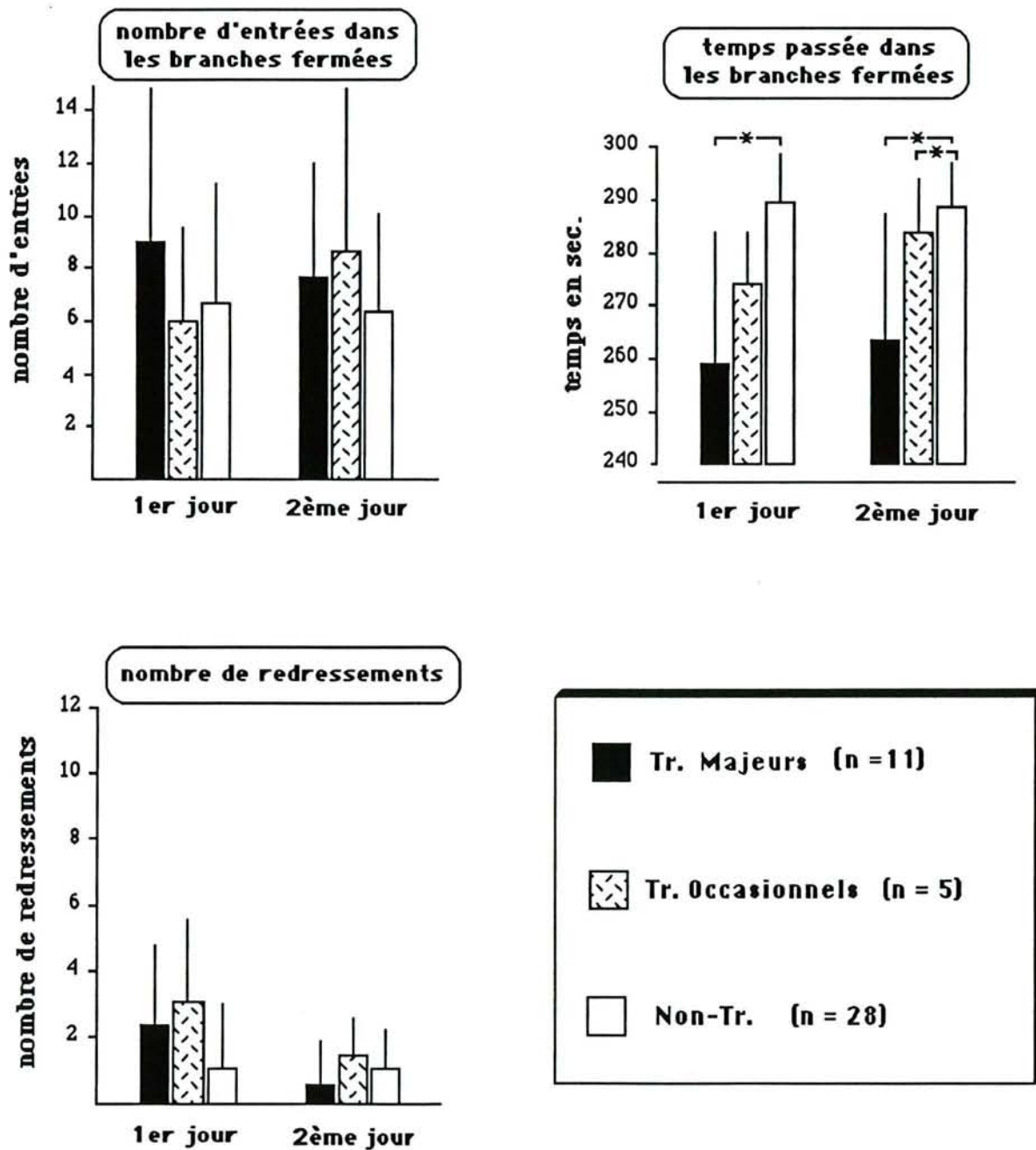


Figure 5 : Moyennes et écarts types des paramètres comportementaux pour chaque type de souris dans les branches fermées du labyrinthe, lors du premier et du second passage.

1.3.2.2- Activité dans les branches ouvertes (Figure 6)

Après avoir été placés dans le dispositif, les Transporteurs Majeurs, lors du premier passage au labyrinthe, mettent moins de temps pour entrer dans une branche ouverte que les Transporteurs Occasionnels et les Non-Transporteurs (Tr M : $143 \pm 56,8$ sec, Tr Occ : $217,2 \pm 56,4$ sec et Non-Tr : $236,8 \pm 75,7$ sec; test de Kruskal-Wallis, $H=11,068$, $ddl=2$, $p<.01$; test de Mann-Witney, $U=8,5$, $p<.05$ et $z=3,173$, $p<.01$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Tr. Occ. et Tr. M./Non-Tr.). Lors du second passage, la différence entre les Transporteurs Majeurs et les Transporteurs Occasionnels devient non-significative (Tr M : $170,8 \pm 69$ sec, Tr Occ : 217 ± 50 sec et Non-Tr : $238,6 \pm 71,2$ sec; test de Kruskal-Wallis, $H=6,794$, $p<.05$; test de Mann-Witney, $U=16,5$, $p>.05$ et $z=2,50$, $p<.01$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Tr. Occ. et Tr. M./Non-Tr.).

D'autre part, les Transporteurs, notamment les Majeurs, entrent dans les branches ouvertes plus souvent que les Non-Transporteurs, aussi bien lors du premier passage dans la labyrinthe (Tr M : $3,8 \pm 2,2$, Tr Occ : $1,6 \pm 1,3$ et Non-Tr : $1,1 \pm 1,2$; test de Kruskal-Wallis à $ddl=2$, $H=15,025$, $p<.001$; test de Mann-Witney, $z=3,79$, $p<.001$ et $z=0,92$, $p>.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ./Non-Tr.) que lors du second (Tr M : $4,1 \pm 2,7$, Tr Occ : $2,6 \pm 1,5$ et Non-Tr : $1,2 \pm 1,3$; test de Kruskal-Wallis à $ddl=2$, $H=12,919$, $p<.01$; test de Mann-Witney, $z=3,30$, $p<.001$ et $z=2,00$, $p<.05$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ./Non-Tr.).

Les remarques faites concernant le paramètre précédent se répètent pour celui du temps total passé dans les branches ouvertes, aussi bien lors du premier passage dans le labyrinthe (Tr M : $34 \pm 25,4$ s, Tr Occ : $19 \pm 8,5$ sec et Non-Tr : $6,5 \pm 9$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=19,828$, $p<.001$; test de Mann-Witney, $z=3,99$, $p<.001$ et $z=2,71$, $p<.01$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ./Non-Tr.)

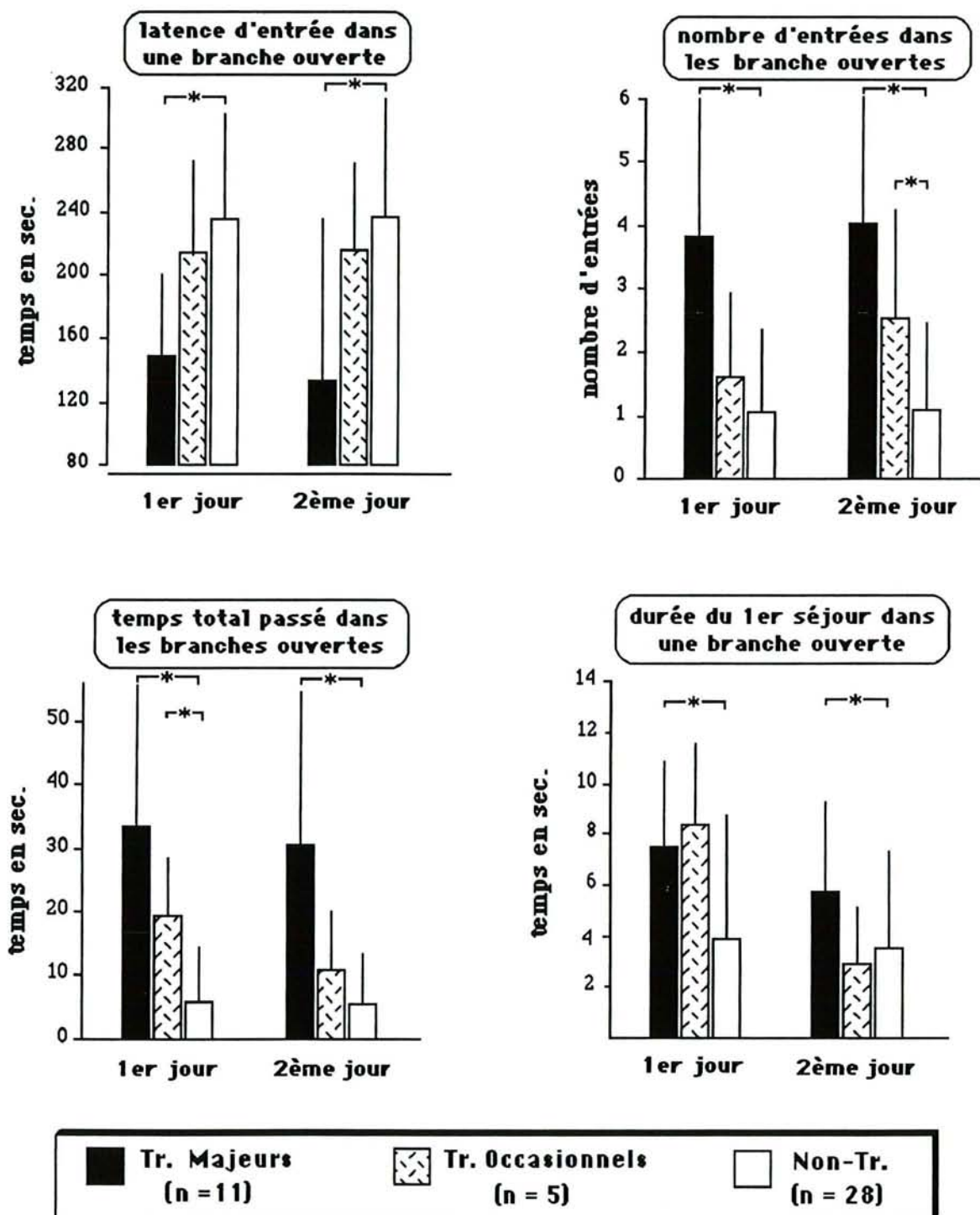


Figure 6 : Moyennes et écarts types des paramètres comportementaux pour chaque type de souris dans les branches ouvertes du labyrinthe, lors du premier du second passage.

que lors du second passage (Tr M : $31,1 \pm 25,1$ s, Tr Occ : $12 \pm 9,9$ sec et Non-Tr : $6,5 \pm 8$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=10,429$, $p<.01$; test de Mann-Witney, $z=3,07$, $p<.01$ et

que lors du second passage (Tr M : $31,1 \pm 25,1$ s, Tr Occ : $12 \pm 9,9$ sec et Non-Tr : $6,5 \pm 8$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=10,429$, $p<.01$; test de Mann-Witney, $z=3,07$, $p<.01$ et $z=1,31$, $.05<p<.10$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ./Non-Tr.).

Enfin, lors du premier passage dans le labyrinthe, les Transporteurs, lorsqu'ils entrent pour la première fois dans une branche ouverte, tendent à y rester plus longtemps que les Non-Transporteurs (Tr M : $7,3 \pm 3,6$ s, Tr Occ : $8,4 \pm 3,5$ sec et Non-Tr : $3,7 \pm 4,9$ s; test de Kruskal-Wallis à $ddl=2$, $H=11,402$, $p<.01$; test de Mann-Witney, $z=2,70$, $p<.01$ et $z=2,52$, $p<.01$ respectivement dans les comparaisons Tr. M/Non-Tr. et Tr. Occ./Non-Tr.). Cette différence devient non-significative lors du second passage dans le labyrinthe (Tr M : $5,4 \pm 3,8$ s, Tr Occ : $2,6 \pm 2,6$ sec et Non-Tr : $3,5 \pm 3,7$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=3,033$, $p>.05$).

1.3.2.3 - Activité locomotrice globale (Figure 7)

Comme dans l'expérience 1, nous avons évalué le nombre total d'entrées dans les 2 types de branches du labyrinthe, le pourcentage d'entrées dans les branches ouvertes et le temps d'émergence de la branche fermée où l'animal a été placé au début du test.

Le nombre total d'entrées dans les deux types de branches est comparable chez les Transporteurs et les Non-transporteurs (1^{er} passage : Tr M: $12,8 \pm 7$, Tr Occ : $7,6 \pm 4,1$ et Non-Tr : $7,8 \pm 4,7$; 2^{ème} passage : Tr M : $11,5 \pm 7,2$, Tr Occ : $11 \pm 6,9$ et Non-Tr : $7,6 \pm 4,4$; test de Kruskal-Wallis, $H=4,554$, $ddl=2$, $p>.05$ lors du premier passage et $H=4,519$, $ddl=2$, $p>.05$ lors du second passage), donc l'activité locomotrice globale des souris est similaire.

De plus, lorsqu'ils sont placés à l'extrémité de la branche fermée, les différents types de souris quittent cette branche dans des temps comparables (1^{er}

passage : Tr M: $50,9 \pm 57,9$ s, Tr Occ : $98,6 \pm 104,3$ et Non-Tr : $104,1 \pm 93$; 2^{ème} passage : Tr M : $77,1 \pm 101,7$ s, Tr Occ : $76 \pm 103,1$ sec et Non-Tr : $71,9 \pm 89,2$ s; test de Kruskal-Wallis, $H=1,885$, $ddl=2$, $p>.05$ lors du premier passage et $H=0,404$, $ddl=2$, $p>.05$ lors du second passage).

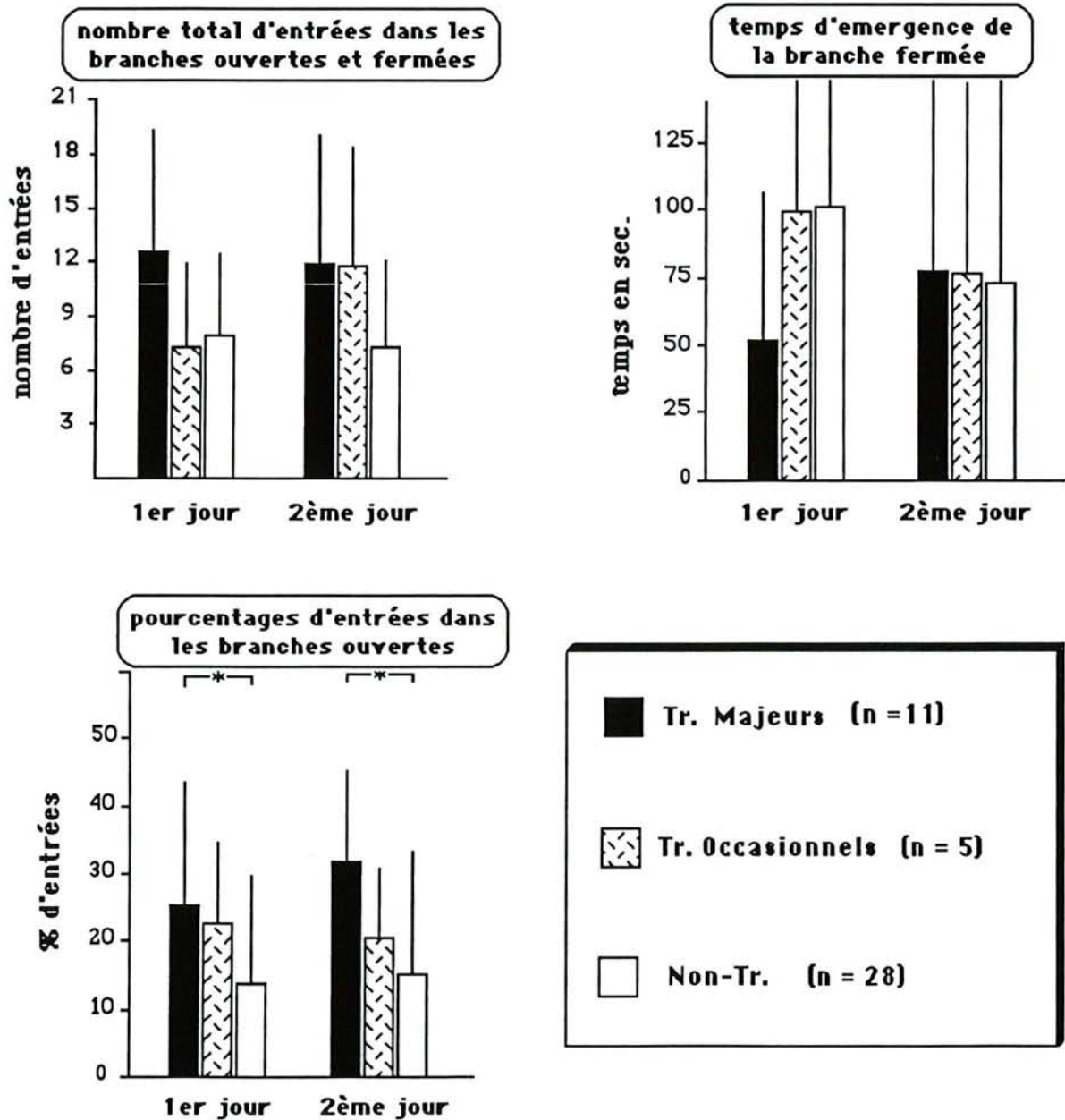


Figure 7 : Moyennes et écarts types du nombre d'entrées dans une branche du labyrinthe, du temps mis à émerger de la branche fermée et du pourcentage d'entrées dans les branches ouvertes pour chaque type de souris lors du premier et du second passage.

L'augmentation du nombre d'entrées dans les branches ouvertes ne vient donc pas d'une augmentation générale de l'activité locomotrice des Transporteurs, mais de leur faible degré émotionnel. En effet, la part d'entrées sur les branches ouvertes est significativement supérieure chez les Transporteurs Majeurs que chez les Non-Transporteurs, aussi bien lors du premier passage dans le labyrinthe (Tr M: $25,7 \pm 18,2\%$, Tr Occ : $22,9 \pm 13,6\%$ et Non-Tr : $14,4 \pm 15,6\%$; test de Mann-Witney, $z=2,16$ $p<.05$) que lors du second passage (Tr M: $32,1 \pm 13,1\%$, Tr Occ : $19,3 \pm 12,3\%$ et Non-Tr: $15,8 \pm 17,9\%$; test de Mann-Witney, $z=2,86$, $p<.05$).

Ces résultats confirment, une fois de plus, que les Transporteurs, notamment les Transporteurs Majeurs, ont des degrés d'émotivité plus faibles que ceux des Non-Transporteurs.

1.3.3- comparaison entre les niveaux d'émotivité relatifs aux souris des deux expériences

Pour déterminer si les profils comportementaux adoptés par les souris, lors de leur passage dans la Situation Contraignante d'Accès à la Nourriture (SCAN), peuvent modifier leur niveaux d'émotivité, nous avons procédé à la comparaison entre les niveaux émotionnels des souris étudiées dans la première expérience et ceux des souris étudiées dans la deuxième expérience (tableau 1).

Chez les Transporteurs Majeurs, les seules différences significatives apparues concernent le nombre de redressements (**avant la "SCAN"** : $5,3 \pm 4,4$ et $3,3 \pm 2,5$ respectivement dans le premier et le second passage; **après la "SCAN"** : $2,4 \pm 2,5$ et $0,6 \pm 1,3$ respectivement dans le premier et le second passage) et la durée du 1^{er} séjour dans une branche ouverte lors du second passage dans le labyrinthe (**avant la "SCAN"** : $10,5 \pm 5,5$ s; **après la "SCAN"** : $5,4 \pm 3,8$ s). En effet, Les Transporteurs Majeurs, dont

les degrés d'émotivité ont été estimés après le passage dans la situation contraignante d'approvisionnement, se redressent moins et passent moins de temps lors de leur première visite dans une branche ouverte.

A

		nombre d'entrées	temps passé (sec.)	redressements
Transporteurs Majeurs	1 ^{er} passage	U=49,5; N.S	U=56; N.S	U=33,5; T
	2 ^{ème} passage	U=52; N.S	U=53; N.S	U=17,5; p<.05
Transporteurs Occasionnels	1 ^{er} passage	U=11; N.S	U=11; N.S	U=6,5; p<.05
	2 ^{ème} passage	U=12,5; N.S	U=8; p<.05	U=8,5; T
Non-Transporteurs	1 ^{er} passage	z=0,35; N.S	z=1,17; N.S	z=2,91; p<.01
	2 ^{ème} passage	z=0,05; N.S	z=0,61; N.S	z=2,38; p<.01

B

		latence d'entrée	nombre d'entrées	durée du 1 ^{er} séjour	temps total passé (sec.)
Tr. Majeurs	1 ^{er} passage	U=60,5; N.S	U=57; N.S	U=49,5; N.S	U=54; N.S
	2 ^{ème} passage	U=41,5; N.S	U=54; N.S	U=26; p<.05	U=53; N.S
Tr. Occasionnels	1 ^{er} passage	U=12; N.S	U=11,5; N.S	U=12; N.S	U=11,5; N.S
	2 ^{ème} passage	U=12,5; N.S	U=12,5; N.S	U=3; p<.01	U=8; p<.05
Non-Tr.	1 ^{er} passage	z=0,17; N.S	z=1,17; N.S	z=0,11; N.S	z=0,56; N.S
	2 ^{ème} passage	z=0,21; N.S	z=0,61; N.S	z=0,15; N.S	z=0,27; N.S

Tableau 1 : résultats du test de Mann Witney sur la comparaison entre les souris de l'expérience 1 et celles de l'expérience 2 concernant les paramètres recueillis dans les branches fermées (A) et dans les branches ouvertes du labyrinthe (B). (T indique une tendance : .05<p<.010).

Chez les Non-Transporteurs, la seule différence significative entre les deux lots de souris étudiés concerne le nombre de redressements lors des deux passages dans le labyrinthe (**avant la "SCAN"** : $3,4 \pm 3,1$ et $2,4 \pm 2,4$ respectivement dans le premier et le second passage; **après la "SCAN"** : $1,2 \pm 1,9$ et $1,0 \pm 1,4$ respectivement dans le premier et le second passage). Le passage dans la situation contraignante diminue le nombre de redressements de ces souris dans le labyrinthe.

Quant aux Transporteurs Occasionnels, après leur passage dans la situation contraignante, ils passent, lors du second passage dans le labyrinthe, plus de temps dans les branches fermées (**avant la "SCAN"** : $273,2 \pm 19,2$ sec; **après la "SCAN"** : $284,2 \pm 9,7$ sec) et moins de temps dans les branches ouvertes (**avant la "SCAN"** : $21,6 \pm 15,2$ sec; **après la "SCAN"** : $12 \pm 9,9$ sec). En plus, la durée de leur 1^{er} séjour dans la branche ouverte, lors du second passage dans le labyrinthe, diminue significativement après le passage dans la situation piscine (**avant la "SCAN"** : $9,4 \pm 4,8$ sec; **après la "SCAN"** : $2,6 \pm 2,6$ sec). Enfin, lors du premier passage dans le labyrinthe, le nombre de leurs redressements diminue significativement (**avant la "SCAN"** : $7,4 \pm 5,4$ sec; **après la "SCAN"** : $3 \pm 2,5$ sec).

Ces résultats vont dans le sens d'une augmentation des niveaux d'émotivité des souris après leur passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture. En effet, l'augmentation du nombre de redressements va dans le sens d'une augmentation d'exploration. Ce qui montre que les degrés d'émotivité des souris sont moins importants en comparaison avec leur état émotionnel avant le passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture. Ceci est particulièrement bien observé chez les Transporteurs Occasionnels.

1.4- CONCLUSION ET DISCUSSION

Les 3 types de souris (Transporteurs Majeurs, Transporteurs Occasionnels et Non-Transporteurs) ont une activité locomotrice comparable sur le labyrinthe en croix surélevée. Toutefois, il existe des différences entre ces souris quant à la répartition de cette activité entre les branches ouvertes ou fermées, quant à la latence d'entrée, au nombre d'entrées et à la durée du 1er séjour dans les branches ouvertes.

Qu'il s'agisse des souris testées avant ou après la différenciation comportementale face à la situation contraignante d'approvisionnement, les Non-Transporteurs ont un niveau émotionnel supérieur à celui des Transporteurs, notamment des Transporteurs Majeurs.

Ces mêmes conclusions ont été déduites chez les rats testés dans la situation "piscine" par THULLIER en 1992 et par DESOR en 1994; cependant, la dichotomie entre Transporteurs et Non-Transporteurs, quant au niveau d'émotivité, est plus marquée chez les souris.

Les différenciations des souris en 3 catégories face à la situation contraignante d'approvisionnement provoquent une augmentation de leurs degrés émotionnels, évalués par le test dans le labyrinthe surélevé, se traduisant par une diminution du nombre de leurs redressements pour explorer le labyrinthe. Cette augmentation est plus importante chez les Transporteurs Occasionnels, puisqu'on remarque aussi une diminution de la durée de leur 1er séjour et du temps total passé dans les branches ouvertes.

Les données issues du test du labyrinthe surélevé contiennent, donc, suffisamment d'informations pour prédire les profils comportementaux que les souris adopteront dans la situation contraignante d'accès à la nourriture. En effet, bien que le test du labyrinthe se réalise dans des conditions non sociales, les deux situations se

ressemblent dans le caractère anxiogène qu'elles offrent lors de la transition des souris entre les milieux de départ (la cage ou la branche fermée) et d'arrivée (la branche ou l'aquarium, surtout lorsqu'il contient de l'eau).

La différence dans les niveaux émotionnels des souris peut être considérée comme un des facteurs mis en jeu dans le déterminisme de leurs différenciations en 3 catégories lors de la phase la plus contraignante d'accès à la nourriture. D'ailleurs, plusieurs études ont mis en avant les différences dans les niveaux émotionnels pour expliquer les variations comportementales que l'on observe d'un animal à un autre, dans une situation donnée, ainsi que le sens des relations que les individus d'un groupe entretiennent les uns avec les autres. GENTSCH et col. (1988) qui affirment l'implication de mécanismes sérotoninergiques dans l'anxiété, ont montré que des différences au niveau de la neurotransmission sérotoninergique interviennent dans le niveau de performance de rats testés en triades dans une situation de compétition alimentaire. RAAB et col. (1986) indiquent que des rats dominants ont un comportement explorateur plus important que les individus soumis, que ceux-ci perdent du poids et ont une corticostéronémie plus élevée. VALERI et col. (1978) ont mis en évidence, chez la souris, un taux de captation de corticostérone plus faible chez les animaux subordonnés que chez les dominants.

De plus, cette étude nous a permis de montrer que les niveaux d'émotivité des souris augmentent lorsqu'elles affrontent la situation contraignante d'approvisionnement. En effet, le contexte de compétition pour l'obtention de nourriture favorise une certaine émotivité, puisque les animaux doivent être capables de se procurer suffisamment de nourriture pour couvrir leurs besoins alimentaires.

La situation où se trouve un Transporteur qui se fait dérober de la nourriture à la suite d'une agression, ou celle d'un Non-Transporteurs qui attaque un

possesseur de nourriture qui va peut-être défendre celle-ci vigoureusement, sont des exemples de situations qui peuvent provoquer une certaine émotion.

En effet, une trop grande crainte de l'eau pourrait empêcher l'expression du comportement Transporteur. Mais, quand le groupe sera poussé par la puissante motivation alimentaire, la souris qui a le degré d'émotivité le plus faible finira par parcourir le grillage et rapporter sa croquette. Les interactions de vols et de résistance aux vols qui vont suivre, vont continuer à faire diverger les comportements des individus, toujours selon leurs niveaux d'émotivité au départ de l'expérimentation, jusqu'à ce que les 2 ou les 3 profils comportementaux soient stabilisés. Leur adoption donnera aux souris la possibilité d'acquérir leurs portions alimentaires quotidiennes, soit par vol, soit par transport.

CHAPITRE 2 : INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE SUR LE PHÉNOMÈNE DE DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES

2.1- DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES DES SOURIS EXPÉRIMENTÉES PENDANT LA PHASE NOCTURNE DE LEUR CYCLE

2.1.1- INTRODUCTION

Plusieurs études ont montré que l'activité des souris, qui sont des animaux nocturnes, diminue considérablement pendant la phase lumineuse de leur cycle (HALBERG , 1969 et OLIVERIO & MALORIN , 1979). Elles passent ainsi la plus grande partie de cette période dans le sommeil ou dans des périodes de faible activité alimentaire (GLEN & col., 1975; MITLER & col., 1977).

Or, dans les chapitres précédents, les souris ont été testées dans la situation contraignante d'accès à la nourriture pendant la période diurne. Par ailleurs, comme cette situation sollicite une grande activité locomotrice et alimentaire, on pourrait penser que la phase lumineuse, où se déroule les expérimentations, représente un des facteurs de l'environnement physique qui est à l'origine des différenciations comportementales que les souris développent face à la situation contraignante d'approvisionnement.

Dans ce chapitre nous avons testé les souris lors des deux phases lumineuses, puis nous avons comparé leurs différenciations comportementales pour vérifier l'hypothèse énoncée ci-dessus.

2.1.2- ANIMAUX ET METHODES

Nous avons utilisé 80 souris (40 mâles et 40 femelles) de la souche consanguine C57BL/6J, âgées de 9 à 13 semaines. Ces souris sont nées et élevées dans le laboratoire dans les conditions décrites au chapitre 1 de la première partie.

Les souris sont subdivisées en deux lots. Chaque lot est constitué de 10 groupes de 4 souris du même sexe (5 groupes de mâles et 5 groupes de femelles).

Les souris du premier lot subissent une contrainte alimentaire selon le protocole expérimental cité dans le premier chapitre de la première partie, les croquettes de nourriture étant présentées aux groupes pendant la phase diurne durant 7 heures : de 10 à 17 H. L'intensité lumineuse sous laquelle se déroulaient les expérimentations était de 60 lux.

Les souris du deuxième lot subissent la même contrainte alimentaire. Toutefois, la phase alimentaire de 7 heures est située dans la phase nocturne : de 22 à 05 H. Les observations étaient réalisées sous une lumière rouge atténuée de 2 lux seulement.

Le relevé des résultats se déroulait seulement le troisième jour de chaque phase.

2.1.3 - RESULTATS

2.1.3.1- nombre de croquettes rapportées par les souris

Pour le lot des souris étudié pendant la période diurne, le test de Kolmogorov-Smirnov montre une hétérogénéité, en ce qui concerne le nombre de croquettes rapportées par chaque souris, dans 8 groupes sur 10 lors de la première phase. Pendant les 3 dernières phases l'hétérogénéité s'étend sur les 10 groupes.

En revanche, pour les 10 groupes étudiés pendant la période nocturne, l'hétérogénéité n'est observée que dans 3 groupes lors de la première phase, 5 groupes lors de la deuxième, 8 groupes lors de la troisième, et ce n'est que lors de la quatrième phase qu'elle s'étend sur tous les groupes. Ceci montre que les souris, testées pendant la période nocturne se différencient plus progressivement que celles testées pendant la période diurne.

La figure 8 représente la moyenne du nombre de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs, et ce chez les deux lots.

Chez le lot étudié pendant la phase **diurne**, les résultats rejoignent, une fois de plus, ceux trouvés dans les chapitres de la première partie. En effet, la comparaison entre les 4 rangs indique une hétérogénéité significative dans chaque phase (test de Kruskal-Wallis à ddl=3; H=32,78, p<.001 en phase 1; H=32,67, p<.001 en phase 2; H=31,01, p<.001 en phase 3 et H=33,08, p<.001 en phase 4). Par ailleurs, les souris classées dans le rang 1 rapportent de plus en plus de croquettes entre la phase 1 (55% de croquettes) et la phase 4 (95% de croquettes)(test de Friedman à ddl=3; $X^2_r=24,94$, p<.001), alors que celles classées dans le rang 2 (24% en ph 1 et 5% en ph 4), le rang 3 (17% en ph 1 et 0% en ph 4) et le rang 4 (4% en ph 1 et 0% en ph 4) en rapportent de moins en moins (test de Friedman à ddl=3; $X^2_r=15,7$, p<.01; $X^2_r=18,72$, p<.001; $X^2_r=13,71$, p<.01 respectivement pour les rangs 2, 3 et 4).

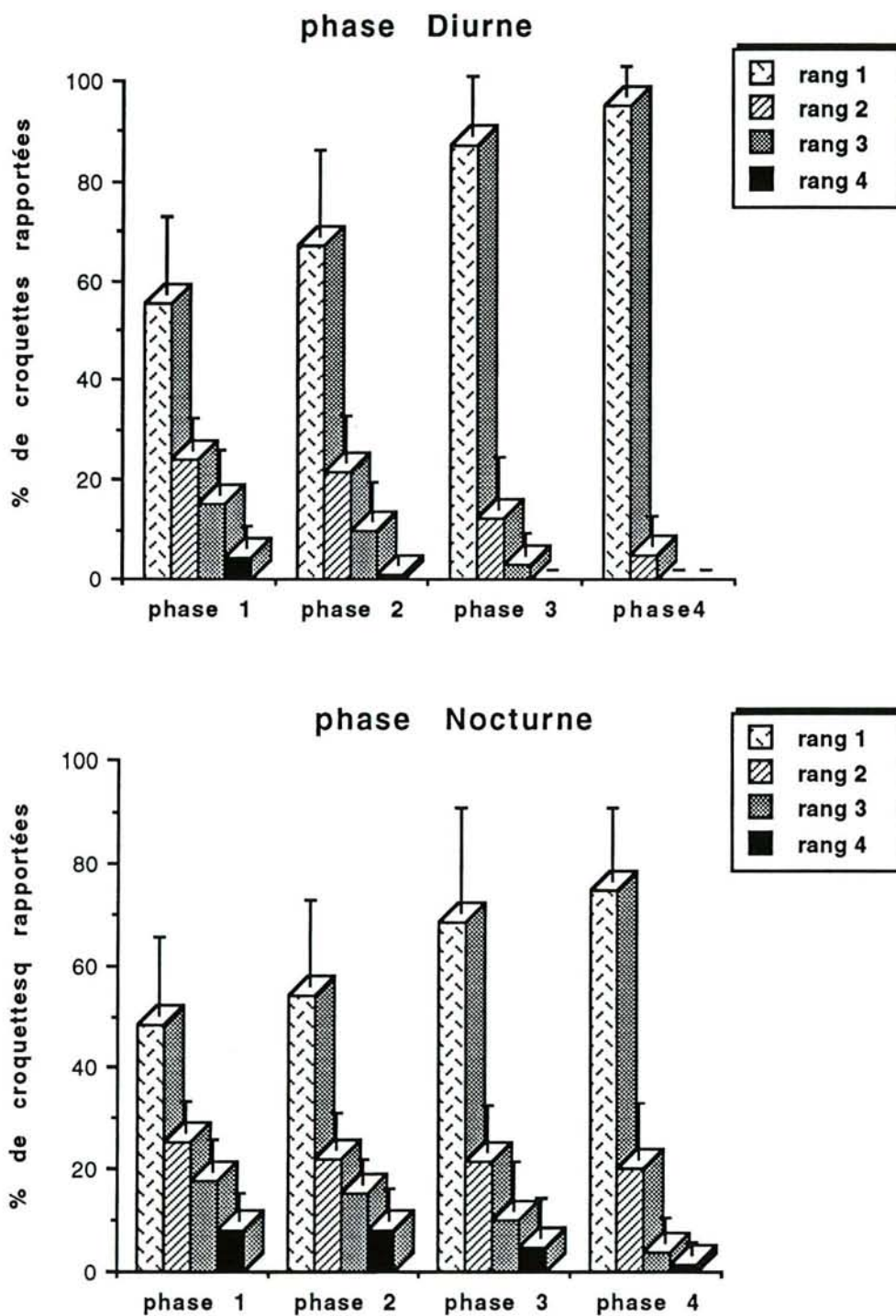


Figure 8 : moyenne des % de croquettes rapportées par les souris des 4 rangs, chez les deux lots.

Pour le lot des souris étudié pendant la phase **nocturne**, les résultats sont comparables à ceux des souris étudiées lors de la phase diurne. En effet, la comparaison entre les 4 rangs indique, aussi, une hétérogénéité significative dans chaque phase (test de Kruskal-Wallis à ddl=3; H=24,84; H=30,59; H=29,21 et H=31,34; $p < .001$ respectivement lors des phases 1, 2, 3 et 4). D'autre part, les souris classées dans le rang 1 rapportent de plus en plus de croquettes entre la phase 1 (48% de croquettes) et la phase 4 (74% de croquettes) (test de Friedman à ddl=3; $X^2_r=9,18$, $p < .05$) alors que celles classées dans le rang 3 (17% en ph 1 et 3% en ph 4) et le rang 4 (8% en ph 1 et 1% en ph 4) en rapportent de moins en moins (test de Friedman à ddl=3; $X^2_r=15,30$, $p < .01$ et $X^2_r=9,14$, $p < .05$ respectivement pour les rangs 3 et 4). Toutefois, les souris classées dans le rang 2 rapportent les mêmes quantités de croquettes (environ 25%) lors des 4 phases (test de Friedman à ddl=3; $X^2_r=0,09$, N.S).

	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
R1 diurne / R1 nocturne	32 (NS)	28 (NS)	14; $p < .02$	11; $p < .02$
R2 diurne / R2 nocturne	42 (NS)	45,5 (NS)	16; $p < .02$	11; $p < .02$
R3 diurne / R3 nocturne	39,5 (NS)	28 (NS)	21,5; $p < .05$	15; $p < .02$
R4 diurne / R4 nocturne	31 (NS)	14; $p < .02$	30 (NS)	40 (NS)

Tableau 2 : Valeurs de U de Mann-Whitney dans les comparaisons, rang par rang (R_i), entre les souris testées pendant la période diurne et celles testées lors de la période nocturne (NS : valeur de U non significative, $p > .05$).

Par ailleurs, la comparaison entre les deux lots de souris, rang par rang, montre des différences significatives surtout pour les souris classées dans les 3 premiers rangs lors des phases 3 et 4 (Tableau 2). En effet, les souris des rangs 2 et 3, testées pendant la période nocturne, rapportent plus de croquettes (**R2/** ph 3 : 21%, ph 4 : 20%; **R3/** ph 3 : 10%, ph 4 : 4%) que celles testées pendant la période diurne (**R2/** ph 3 : 11%, ph 4 : 5%; **R3/** ph 3 : 10%, ph 4 : 4%). Ceci se reflète sur le pourcentage de croquettes rapportées par les souris du rang 1. En effet, pendant les

phases 3 et 4, les souris du rang 1 testées pendant la période diurne rapportent relativement plus de croquettes (ph 3 : 85%, ph 4 : 95%) que celles du même rang testées pendant la phase nocturne (ph 3 : 68%, ph 4 : 75%). Ces résultats montrent que lors de la période nocturne, les différenciations des souris sont moins prononcées que celles des souris testées pendant la phase diurne.

	phase 1 / phase 2	phase 2 / phase 3	phase 3 / phase 4
lot diurne	$z=3,41; p<.001$	$z=4,61; p<.001$	$z=4,52; p<.001$
lot nocturne	$z=1,84; N.S$	$z=0,92; N.S$	$z=2,20; p<.05$

Tableau 3 : valeur de z (test Spearman de corrélation entre les rangs) dans les corrélation entre les 4 phases chez les deux lots de souris.

En outre, le classement des souris de chaque groupe en 4 rangs, reste constant chez les groupes étudiés lors de la période diurne. Par contre, chez ceux testés pendant la période nocturne, seules les phases 3 et 4 restent significativement corrélées (Tableau 3). En effet, nous avons montré plus haut que dans 7 groupes en phase 1 et 5 groupes en phase 2, testés en période nocturne, les souris rapportaient des quantités de croquettes comparables (test de Kolmogorov Smirnov). Ce qui indique l'inexistence d'écarts comportementaux entre les souris de ces groupes; et par la suite l'inversion de l'ordre dans lequel elles sont classées devient plus fréquente. Par contre, lors des phases 3 et 4, l'hétérogénéité s'étend respectivement sur 8 et 10 groupes, d'où l'installation des écarts comportementaux qui deviennent difficilement inversables.

2.1.3.2 - nombre de Transporteurs par groupe

Pour le lot des souris étudiées pendant la phase diurne, le nombre de Transporteurs par groupe diminue significativement de la phase 1 à la phase 4, il passe ainsi d'une moyenne de 3,6 Transporteurs à 1,6 (test de Friedman, $Xr2=24.38$, $ddl=3$, $p<.01$ de la phase 1 à la phase 4; $Xr2=13.61$, $ddl=2$, $p<.01$ de la phase 2 à la phase 4; test de Wilcoxon, $z=1.89$, $p<.05$ dans la comparaison entre les phases 1 et 4), confirmant ainsi la proportionnalité positive entre l'augmentation de la contrainte et les différenciations comportementales des souris.

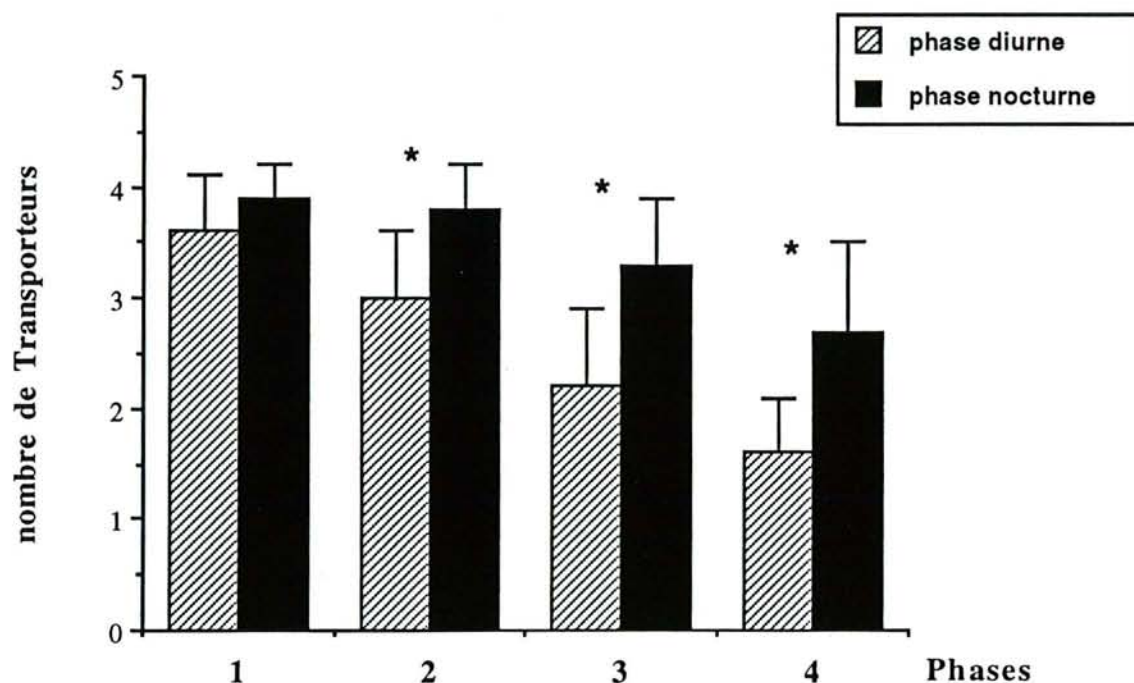


Figure 9 : moyenne du nombre de Transporteurs par groupe chez les deux lots de souris (* indique une différence significative entre les deux lots à $p<.02$).

En revanche, pour le lot des souris étudiées pendant la phase nocturne, même si le nombre de Transporteur par groupe diminue d'une moyenne de 3,9 en phase 1 à 2,6 en phase 4, cette diminution reste non significative (test de Friedmen, $Xr2=7.38$, $ddl=3$, $p>.05$).

Par ailleurs, la comparaison entre les deux lots concernant ce critère, montre une différence significative dans les trois dernières phases (test de Mann-Whitney, $U=35$, $p>.01$; $U=18$, $p<.02$; $U=16$, $p<.02$ et $U= 4$, $p<.02$ respectivement dans les phases 1, 2, 3 et 4). En effet, les groupes testés pendant la période nocturne comptent plus de Transporteurs dans ces 3 phases (des moyenne de 3,8 en phase 2, 3,3 en phase 3 et 2,6 en phase 4) que ceux étudiés pendant la période diurne (3 en phase 2, 2,2 en phase 3 et 1,,6 en phase 4). Ceci montre une fois de plus, que les différenciations comportementales des souris pendant la période nocturne sont moins prononcées que dans la période diurne.

2.1.3.3 - nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur

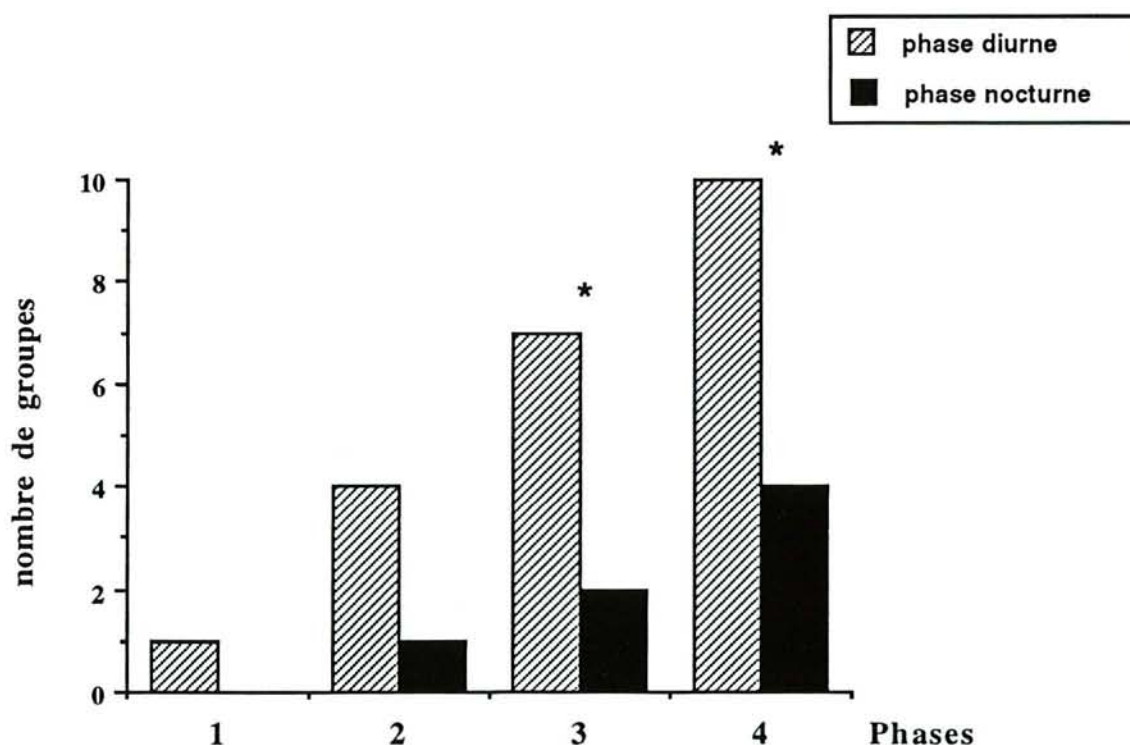


Figure 10 : nombre de groupes ayant 1 Transporteur Majeur chez les deux lots.
(* et ** indiquent des différences significatives respectivement à $p<.05$ et à $p<.01$).

L'augmentation significative du nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur indique une augmentation des différenciations comportementales des souris. C'est le cas des souris testées pendant la phase diurne chez qui on trouve 1 seul Transporteur Majeur en phase 1, alors qu'en phase 4, on en trouve 10 (test de Cochran, $Q=16.5$, $ddl=3$, $p<.001$ de la ph. 1 à la ph. 4; $Q=9$, $ddl=2$, $p<.02$ de la ph. 2 à la ph. 4).

En revanche, pour le lot de souris étudiées pendant la phase nocturne, aucune différence significative n'est apparue entre les 4 phases concernant ce critère, bien que le nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur passe de 0 en phase 1 à 4 en phase 4 (test de Cochran, $Q=7$, $ddl=3$, $p>.05$).

Par ailleurs, la comparaison entre les deux lots de souris montre des différences significatives en phase 3 (7 Tr M en période diurne et 2 en période nocturne) et en phase 4 (10 Tr M en période diurne et 4 en période nocturne) (test de Fisher; $p=0.5$: $p=0.14$: $p=0.03$ et $p=0.005$ respectivement en phases 1, 2, 3 et 4).

Nous remarquons que, même lorsque la contrainte alimentaire atteint son maximum, il n'y a que 4 Transporteurs Majeurs qui apparaissent dans les groupes étudiés pendant la période nocturne. Ceci montre que, pendant cette période, les souris parviennent plus facilement à surmonter la contrainte pour rapporter de la nourriture que celles testées pendant la phase diurne.

2.1.4- CONCLUSION ET DISCUSSION

Face à la contrainte d'accès à la nourriture, les souris se différencient en Transporteurs et Non-Transporteurs aussi bien pendant la période diurne que pendant la période nocturne.

Toutefois, pendant cette dernière période, le nombre de Transporteurs est relativement plus important, et celui des Transporteurs Majeurs l'est moins. Ce qui montre que les souris surmontent la contrainte d'accès à la nourriture plus facilement pendant cette période. En effet, pendant la phase nocturne de leurs cycle lumineux, les animaux nocturnes en général (MISTLBERGER , 1991 a et b) et les souris, en particulier, sont plus actives et ne présentent que rarement des périodes de sommeil, contrairement à leur état pendant la phase diurne (GLEN & col., 1975; MITLER & col., 1977). Donc, imposer aux souris une séquence d'alimentation exclusivement pendant cette période représente une difficulté supplémentaire, se rajoutant à celle induite par la contrainte d'accès à la nourriture.

D'autre part, nous avons montré, dans le chapitre précédent, que le profil comportemental adopté par une souris, face aux conditions qu'impose notre dispositif, est étroitement lié à son niveau émotionnel. En effet, les souris qui adoptent le profil du Transporteur sont celles qui ont des niveaux émotionnels élevés par rapport à ceux des autres individus de leur groupe. Imposer une contrainte alimentaire pendant la phase diurne où les souris sont moins actives, pourrait augmenter leurs niveaux émotionnels, et c'est ce qui pourrait expliquer le faible nombre de Transporteurs pendant cette phase.

2.2- FLEXIBILITE DES DIFFERENCIATIONS EN FONCTION DE LA VARIATION DE LA CONTRAINTE PHYSIQUE

2.2.1- INTRODUCTION

Nous avons vu dans les chapitres précédents, que le phénomène de différenciation comportementale des souris varie proportionnellement à l'augmentation de la contrainte physique imposée par notre dispositif. Ceci renforce l'hypothèse socioécologique qui met en avant les contraintes environnementales dans le déterminisme des structures sociales et de leur dynamique.

Lors des expérimentations menées dans ce chapitre, nous avons testé les souris dans nos dispositifs selon le protocole expérimental habituel, puis nous avons diminué la contrainte d'accès à la nourriture progressivement, en allant des conditions de la phase 4 à celles de la phase 1. Dans le cas où la contrainte physique représente le seul critère qui détermine la structure sociale du groupe, les différenciations comportementales des souris lors des phases où la contrainte diminue devraient être comparables à celles développés lors des phases où la contrainte augmente.

2.2.2- MATERIEL ET METHODE

Quarante souris (20 mâles et 20 femelles) de la souche consanguine C57BL/6, âgées de 9 à 13 semaines, ont été utilisées pour cette expérience. Ces souris sont nées au laboratoire et élevées dans les conditions décrites dans la partie matériel et méthodes.

Dix groupes de 4 souris du même sexe ont été alors constitués. Ces animaux ont été, ensuite, soumis à des contraintes expérimentales d'accès à la nourriture suivant deux grandes étapes (Figure 12):

étape 1 : la contrainte augmente progressivement tous les trois jours de la phase 1 à la phase 4 selon le protocole expérimental habituel : c'est l'étape à **contrainte croissante**.

étape 2 : une fois en phase 4 qui dure 3 jours, la contrainte reste constante pendant 3 jours supplémentaires, puis diminue progressivement, tous les 3 jours, en allant cette fois des conditions de la phase 4 vers celles de la phase 1 : c'est l'étape à **contrainte décroissante**.

Pour simplifier le traitement des résultats, les 3 jours supplémentaires de la phase 4 sont considérés comme faisant partie de l'étape 2 bien qu'ils représentent une continuité des 3 premiers jours de cette phase.

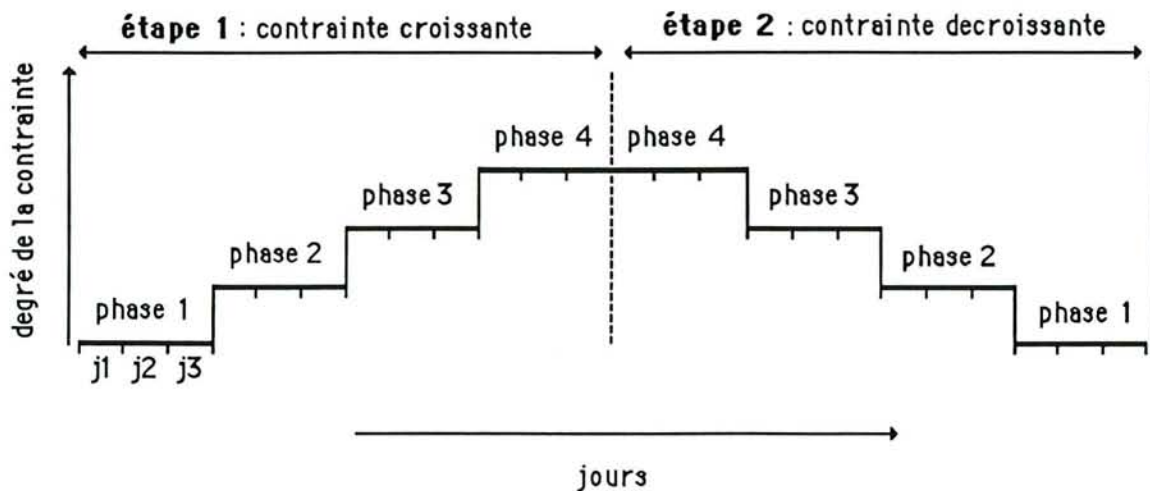


Figure 12 : schéma de la procédure expérimentale

2.2.3- RESULTATS

2.2.3.1- nombre de croquettes rapportées par les souris classées dans 4 rangs

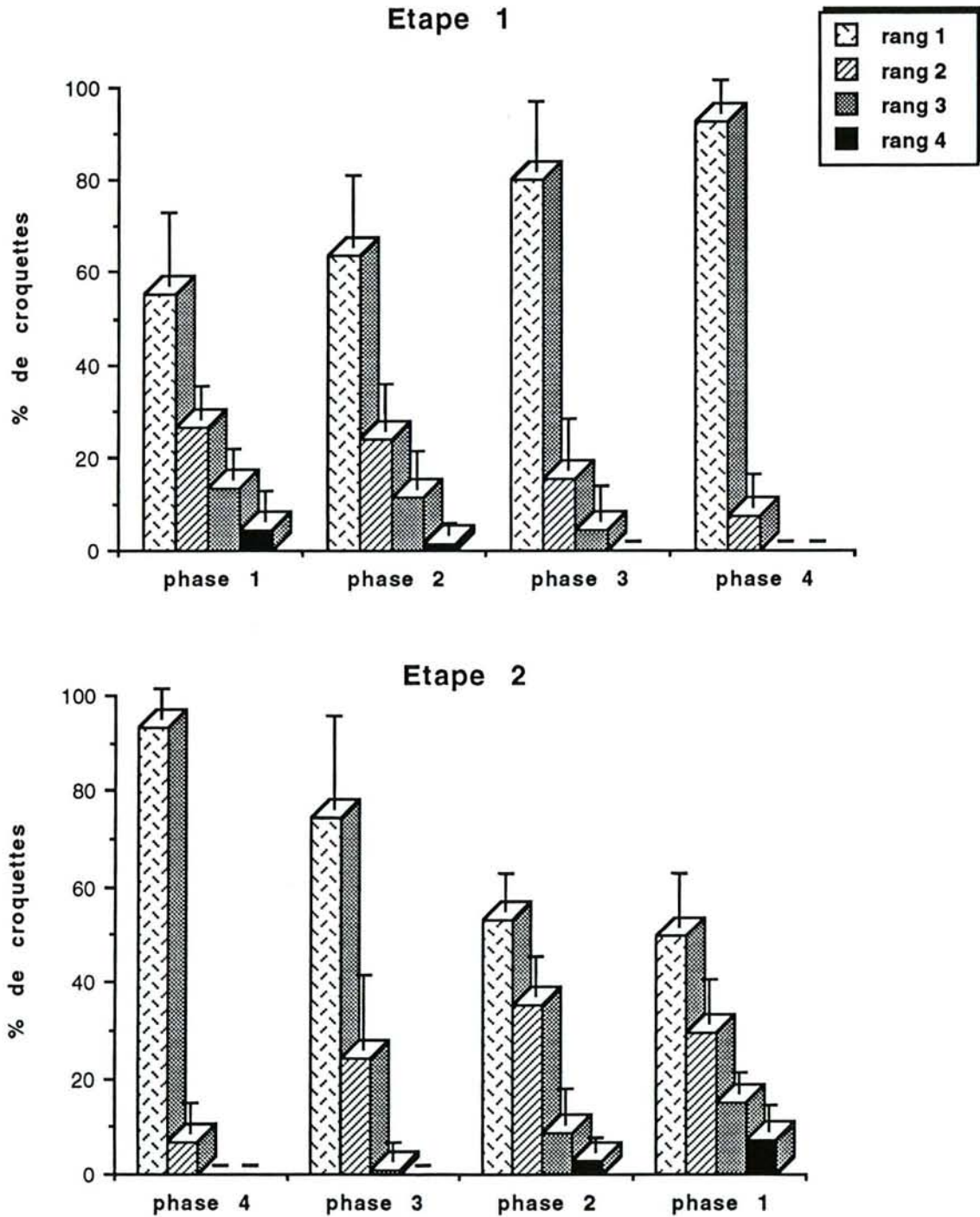


Figure 13 : % de croquettes rapportées par les souris des différents rangs lors des deux étapes.

La Figure 13 montre le pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs lors des deux étapes.

La comparaison entre les 4 rangs montre une hétérogénéité significative dans chacune des phases des deux étapes (Tableau 4), ceci montre que les souris de chaque groupe rapportent des proportions de croquettes significativement différentes lors des deux étapes.

	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
étape 1	32,77 p<.001	33,36 p<.001	32,07 p<.001	33,06 p<.001
étape 2	32,28 p<.001	33,22 p<.001	32,57 p<.001	33,06 p<.001

Tableau 4 : valeur de H (test de Kruskal-Wallis à 3 ddl) dans la comparaison entre les 4 rangs, phase par phase.

Par ailleurs, le test de Spearman montre une corrélation hautement significative entre chaque phase et celle qui la suit quant au classement des souris de chaque groupe selon le nombre de croquettes qu'elles rapportent, et ce, lors des deux étapes (Tableau 5).

	phase 1 / phase 2	phase 2 / phase 3	phase 3 / phase 4
étape 1	z=3,10; p<.01	z=6,09; p<.001	z=4,72; p<.001
étape 2	z=5,24; p<.001	z=3,15; p<.01	z=3,19; p<.01

Tableau 5 : valeur de z (test Spearman de corrélation entre les rangs) dans la corrélation entre chaque phase et celle qui la suit, et ce lors des deux étapes.

De plus, chaque phase de l'étape 1 est hautement corrélée à celle qui lui correspond dans l'étape 2 (test Spearman de corrélation entre les rangs, z=3,51, p<.001; z=4,78, p<.001, z=2,82, p<.01 et z=6,24, p<.001 respectivement dans la

comparaison, deux à deux, des phases 1, 2, 3 et 4 des deux étapes). Donc l'augmentation de la contrainte physique puis sa diminution n'ont pas inversé l'ordre dans lequel les souris de chaque groupe ont été classées en fonction du nombre de croquettes qu'elles rapportent.

En outre, la comparaison entre les deux étapes, phase par phase, du nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang ne montre qu'une seule différence significative (Tableau 6). En effet, pendant la phase 2 les souris classées dans le rang 2 ont rapporté plus de croquettes lors de l'étape 2 (32%) que lors de l'étape 1 (22%). Il existe, par ailleurs, des tendances à la significativité qui vont dans le sens d'une augmentation du nombre de croquettes rapportées lors de l'étape 2 par les souris du rang 2 (ph 3, étape 1: 15% / étape 2 : 24%) et du rang 4 (ph 1, étape 1: 5% / étape 2 : 9%) et une diminution de celui rapporté, lors de la même étape, par les souris du rang 1 (ph 2, étape 1: 63% / étape 2 : 51%).

	ph 1 étape1/ ph 1 étape 2	ph 2 étape1/ ph 2 étape 2	ph 3 étape1/ ph 3 étape 2	ph 4 étape1/ ph 4 étape 2
rang 1	1,00; N.S	1,73; T	0,88; N.S	1,57; N.S
rang 2	0,66; N.S	2,19; p<.05	1,83; T	1,57; N.S
rang 3	1,07; N.S	0,88; N.S	1,09 N.S	–
rang 4	1,68; T	0,94 N.S	–	–

Tableau 6 : valeur de Z (test de Wilcoxon) dans la comparaison entre les étapes 1 et 2, phase par phase, quant au nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang. T indique une tendance à la significativité : $0.05 < p < 0.10$.

2.2.3.2- nombre de Transporteurs par groupe

Pendant l'étape 1, la moyenne du nombre de Transporteurs par groupe diminue d'une façon non significative de la phase 1 à la phase 2 (3,4 en phase 1 et 3 en phase 2) puis elle diminue significativement jusqu'à 1,5 en phase 4 (test de Wilcoxon; $z = 1,63$, N.S de la ph. 1 à la ph. 2; test de Friedman : $X^2r=16, 2$ ddl=2, $p<0,001$ de la ph. 2 à la ph.4). La différenciation comportementale des souris augmente donc à partir de la phase 2, progressivement et parallèlement à l'augmentation de la contrainte imposée.

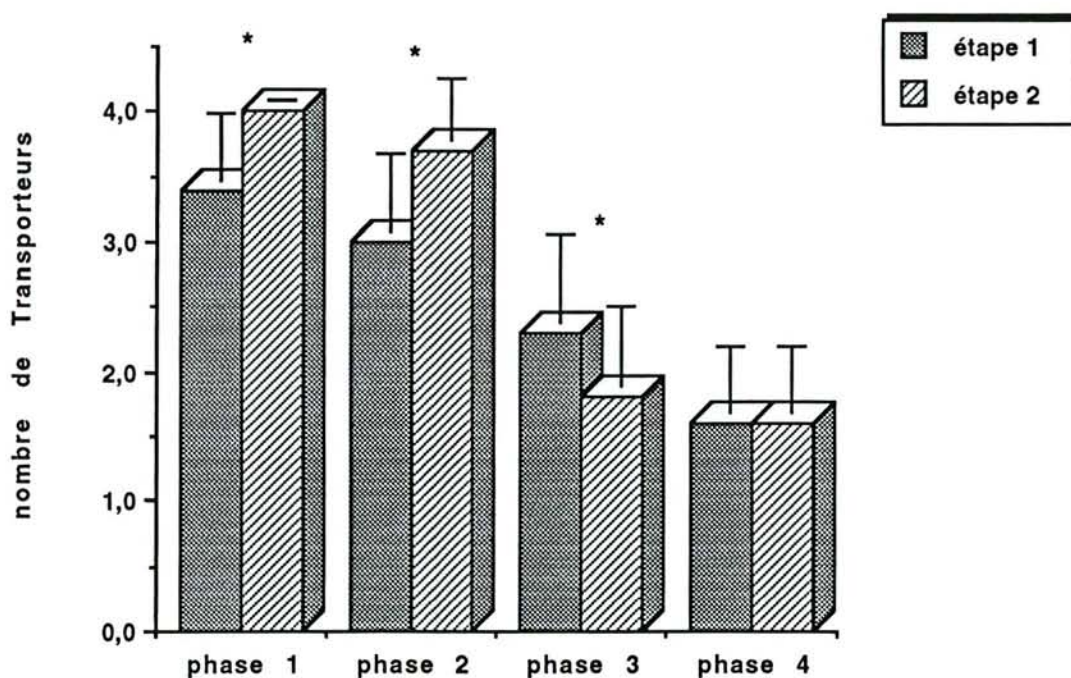


Figure 14 : Evolution du nombre de Transporteurs par groupe dans les deux étapes.

En revanche, pendant l'étape 2, la moyenne du nombre de Transporteurs par groupe présente une augmentation non significative de la phase 4 à la phase 3 (de 1,5 en ph 4 à 1,7 en ph 3) et de la phase 2 à la phase 1 (de 3,7 en ph 2 à 4 en ph 3) et

n'augmente significativement que de la phase 3 à la phase 2 (test de Wilcoxon; $z = 1,41$, N.S de la ph. 4 à la ph. 3; $z = 2,85$, $p < 0,01$ de la ph. 3 à la ph. 2; $z = 1,73$, N.S de la ph. 2 à la ph.1). Ceci montre que le nombre de Transporteurs par groupe n'augmente pas parallèlement à la diminution de contrainte expérimentale imposée.

Par ailleurs, la comparaison, deux à deux, des phases de même contrainte des deux étapes montre des différences significatives sur les phase 1, 2 et 3 (test de Wilcoxon, $z=2,44$, $p < 0,02$; $z=2,33$, $p < 0,02$ et $z=2,23$, $p < 0,05$ et $p=1$ respectivement dans les comparaisons des phases 1, 2, 3 et 4 des deux étapes). En effet, il y a plus de Transporteurs pendant les phases 1, 2 de l'étape 2 qu'il n'y en a pendant les mêmes phases de l'étape 1. En phase 3, on observe, plutôt, l'inverse.

En conclusion, quand la contrainte commence à diminuer de la phase 4 à la phase 3 le nombre de Transporteurs ne change pas, tout se passe comme si les souris n'avaient pas encore pris en compte la baisse du niveau de l'eau. Par contre, à partir de la phase 2 de l'étape 2, le nombre de Transporteurs augmente considérablement, pour atteindre des valeurs supérieures à celles observées lors de l'étape 1. Les souris surmonteraient donc les contraintes d'accès à la nourriture plus facilement pendant les phase 2 et 1 de l'étape 2. En effet, pendant la phase 1 de cette étape, toutes les souris étudiées arrivent, systématiquement, à rapporter des croquettes de nourriture de la mangeoire.

2.2.3.3- nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur

Lors de l'étape 1, le nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur augmente progressivement de la phase 1 (1 Tr M) à la phase 4 (10 Tr M)(test de Cochran: $X^2=18,8$, $ddl=3$, $p < 0,001$ de la phase 1 à la phase4 et $X^2=10,5$, 2 ddl , $p < 0,01$ de la ph. 2 à la ph. 4) indiquant une spécialisation progressive de certaines

souris qui vont transporter de plus en plus de croquettes (Figure 15). D'où, une augmentation progressive des différenciations comportementales des souris tout au long des 4 phases de cette étape.

En revanche, lors de l'étape 2, le nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur diminue significativement de la phase 4 à la phase 3 en passant de 10 Tr M à 1 seul, puis aucun dans les phase 2 et 1 (test de Mac Nemar; $X^2 = 7,14$, $p < 0,05$ de la phase 4 à la phase 3; test de Cochran: $X^2 = 2, 2$ ddl, $p > 0,20$ de la phase 3 à la phase 1 de l'étape 2).

Entre les 10 Transporteurs Majeurs qui apparaissent dans les 10 groupes lors de la phase 4, seul un individu continue à rapporter plus de 80% de croquettes en phase 3 et pendant les deux dernières phases (phases 2 et 1) aucun Transporteur Majeur n'apparaît dans les dix groupes étudiés.

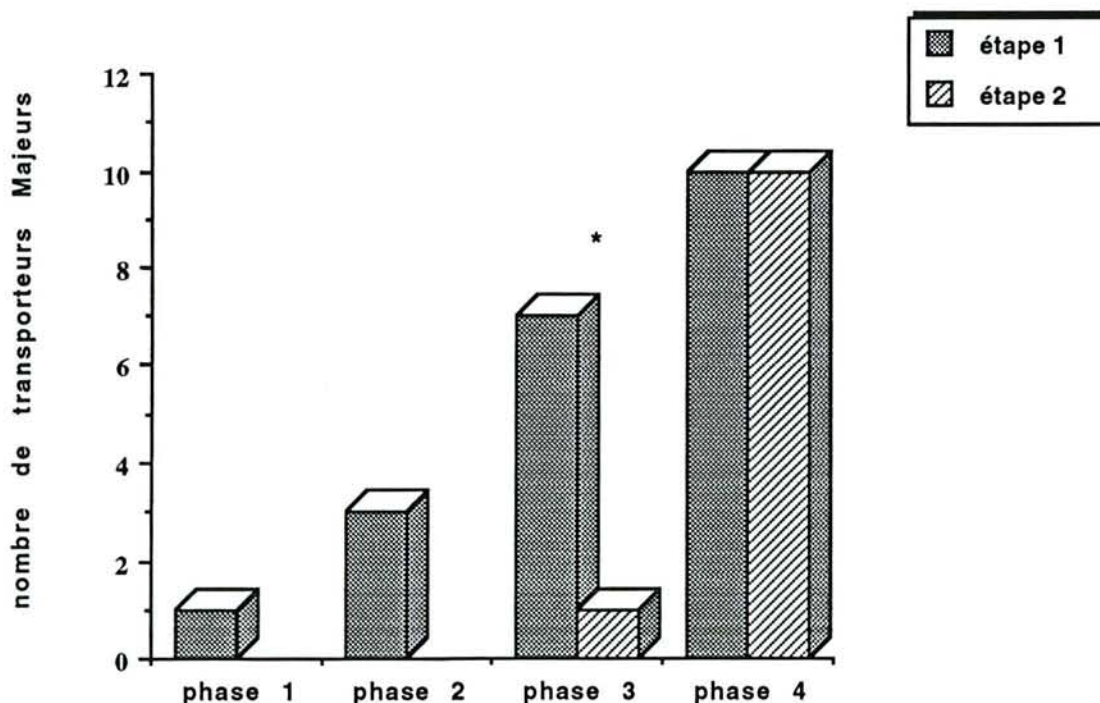


Figure 15 : évolution du nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur pendant les deux étapes.

Par ailleurs, la comparaison entre les phases de même contrainte des deux étapes, montre une seule différence significative au niveau des phases 3 (test de Mac Nemar; $X^2= 4,16$, $p<0,05$). En effet pendant la phase 3 de l'étape 1, dans les 10 groupes étudiés apparaissent 7 Transporteurs Majeurs, alors que, face à la même contrainte pendant l'étape 2, il n'y en avait qu'un seul. D'autre part, pendant les phases 1 et 2 de l'étape 1, apparaissent respectivement un et trois Transporteurs Majeurs, alors qu'il n'en apparait aucun lors de l'étape 2.

Ces résultats montrent que les souris se sont moins différenciées pendant l'étape 2. Ceci confirme une fois de plus que les souris surmontent plus facilement les contraintes physiques de l'étape 2 après avoir affronté ces mêmes contraintes pendant l'étape 1.

2.2.3.4- distribution des groupes selon le nombre de Transporteurs

La Figure 16 montre que la distribution des groupes en fonction du nombre de Transporteurs qu'ils possèdent, n'est pas comparable dans les mêmes phases des deux étapes (excepté les phases 4). En effet, il y a largement plus de groupes ayant 4 Transporteurs pendant la phase 1 (10 groupes) et la phase 2 (6 groupes) de l'étape 2 que pendant celles de l'étape 1 (4 groupes en ph 1 et 2 groupes en ph 2). Les différenciations comportementales sont donc relativement moins importantes pendant les phases 1 et 2 de l'étape 2.

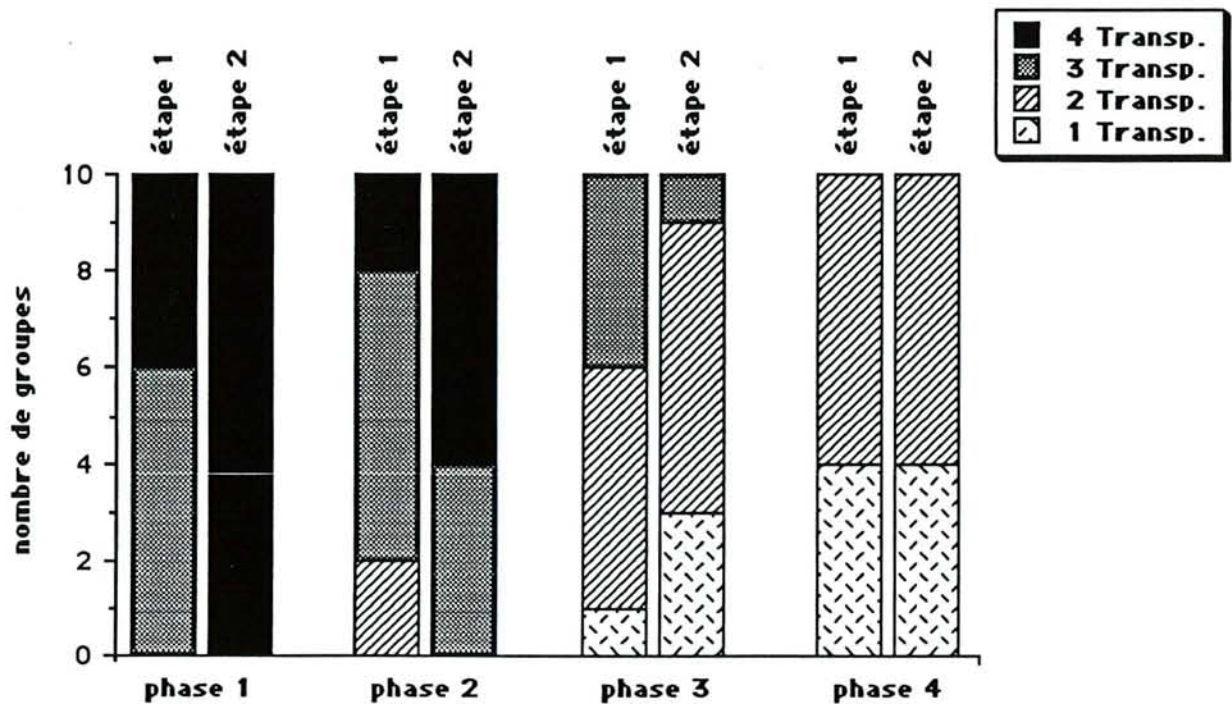


Figure 16 : distribution des groupes selon le nombre de Transporteurs qu'ils possèdent.

En revanche, pendant la phase 3 de l'étape 1, il y a plus de groupes ayant 3 Transporteurs (4 groupes) que pendant la même phase de l'étape 2 (1 groupe), indiquant des différenciations relativement plus importantes pendant cette dernière étape.

Par ailleurs, la comparaison entre la distribution des groupes en phase 4 et celle en phase 3 de l'étape 2 montre plusieurs ressemblances. En effet, de part et d'autre, on trouve 6 groupes ayant 2 Transporteurs. De plus, les individus Transporteurs en phase 3 sont, dans leur grande majorité, les mêmes qu'en phase 4.

2.2.4- CONCLUSION ET DISCUSSION

La prise en compte de tous les résultats trouvés dans l'étude des différents critères montre que toutes les souris ne réagissent pas en même temps et de la même façon à la diminution de la contrainte pendant l'étape 2.

En passant de la phase 4 à la phase 3 de cette étape, les Transporteurs Occasionnels de la phase 4 (rang 2) commencent à rapporter significativement plus de croquettes en phase 3, et, par la suite, les Transporteurs qui étaient Majeurs en phase 4 commencent à en rapporter moins, puisque les anciens Transporteurs Occasionnels participent indirectement au ravitaillement du groupe; d'où la chute du nombre de Transporteurs Majeurs de 10 à un seul. Ceci montre, vraisemblablement, que l'habitation relative des Transporteurs Occasionnels aux conditions, particulièrement contraignantes, de la phases 4 leur a permis de mieux surmonter celles de la phase 3.

Les Non-Transporteurs des phases 4 et 3 de l'étape 2 ne réagissent à la diminution de la contrainte qu'à partir de la phase 2 et c'est ce qui explique l'augmentation significative du nombre de Transporteurs par groupe pendant cette phase avec pour conséquence, la disparition complète des Transporteurs Majeurs. En outre, pendant la phase 1 de l'étape 2, toutes les souris arrivent à rapporter des croquettes de nourriture de la mangeoire, ce qui n'était pas observable dans les mêmes conditions contraignantes de l'étape 1.

Les résultats trouvés aboutissent tous à une seule conclusion : les souris arrivent à surmonter la contrainte physique imposée plus facilement pendant l'étape 2 que pendant l'étape 1. On pourrait penser, alors, que l'expérience acquise par les souris pour surmonter les contraintes physiques croissantes d'une phase à l'autre de l'étape 1 leur a permis de mieux s'adapter aux conditions moins contraignantes des 3 dernières phases de l'étape 2.

CHAPITRE 3 : COMPARAISON DU PHÉNOMÈNE DE DIFFERENCIATIONS COMPORTEMENTALES DANS DEUX SOUCHES CONSANGUINES

3.I - INTRODUCTION

Le facteur génétique représente, sans doute, un des facteurs qui pourraient avoir une influence sur le comportement d'un animal, et, par la suite, sur la structure sociale de son groupe (PLOMIN et al., 1980).

Chez les rongeurs, l'impact de ce facteur sur différents aspects biologiques a été mis en évidence dans de nombreux travaux comparatifs (pour revue, voir ABEELLEN, 1977, 1979; SEKIGUCHI, S., 1978; CREEL, 1980; AMROGI LORENZINI, 1991) révélant ainsi des caractéristiques propres à chaque souche.

Pour étudier ce facteur, l'utilisation des souches consanguines offre un avantage particulièrement intéressant. En effet, une souche consanguine est le résultat d'au moins une vingtaine de générations obtenues par l'accouplement de frères et sœurs qui réduit considérablement la variabilité génétique des individus (ELEFThERIOU, 1975; STAATS, 1981).

Chez la souris, on compte, à l'heure actuelle, plus de 240 souches consanguines qui diffèrent entre elles par certaines caractéristiques comportementales

(LAGERSPETZ , 1964; ABEELLEN, 1966; LAGERSPETZ & LAGERSPETZ , 1974; SEKIGUCHI & MAKINO, 1978).

Dans ce chapitre, nous avons comparé les différenciations comportementales des souris de deux souches consanguines qui affrontent la situation contraignante d'accès à la nourriture. D'une part, il s'agit d'une part, de la souche C57 BL utilisée dans la totalité de ce travail surtout à cause de ses performances dans l'apprentissage et de son activité locomotrice particulièrement importante (DEFRIES et al., 1969 WILCOCK, 1969; GOODRICK , 1971; FESTING, 1973 a et b; SYMONS, 1973; TIPLADY et al., 1976; BELL& LIVESEY, 1981). D'autre part, nous avons choisi la souche consanguine C3H/He; ce choix était motivé par deux raisons : tout d'abord du fait de l'intérêt qu'elle offre aux études menées au laboratoire puisqu'elle est le support d'une mutation neurologique dite "Nervous"; ensuite parce que l'étude de cette mutation dans notre dispositif expérimental s'inscrit dans les perspectives de ce travail. En effet, des expérimentations préliminaires ont montré qu'il paraissait intéressant de comparer les différenciations comportementales des individus "normaux" et des individus "mutants".

Des traits comportementaux différencient ces deux souches; ils feront l'objet de la discussion menée à la fin de ce chapitre.

3.2- ANIMAUX ET METHODES

Nous avons utilisé 40 souris de chacune des deux souches consanguines C57BL/6 et C3H/He, âgées de 9 à 13 semaines. Ces souris sont nées et élevées au laboratoire dans les conditions décrites dans le premier chapitre : Matériel et méthodes.

Les souris de chaque souche ont été regroupées par quatre (5 groupes de mâles et 5 groupes de femelles) et ont subi la contrainte progressive d'accès à la nourriture selon la procédure décrite précédemment.

3.3- RESULTATS

3.3.1- pourcentage de croquettes rapportées par les souris classées en 4 rangs

La figure 17 montre, que chez la souche C3H/He, les souris classées dans le rang 4 ne rapportent aucune croquette tout au long des 4 phases; autrement dit, chez tous les groupes étudiés dans cette souche, il existe au moins un individu qui ne rapporte aucune croquette, et ce lors de chaque phase, ce qui n'est pas le cas de la souche C57 BL au sein de laquelle ce phénomène n'est observable qu'à partir de la phase 3.

En revanche, la comparaison entre les 4 rangs montre des hétérogénéités significatives dans chaque phase, aussi bien chez la souche C57 BL que chez la souche C3H/He (Tableau 7). De plus, l'application du test Kolmogorov-Smirnov montre que les proportions de croquettes rapportées par les souris de chaque groupe sont significativement différentes chez les deux souches, et ce lors des 4 phases. Ceci

montre l'installation des différenciations comportementales chez les souris des souches depuis la première phase expérimentale.

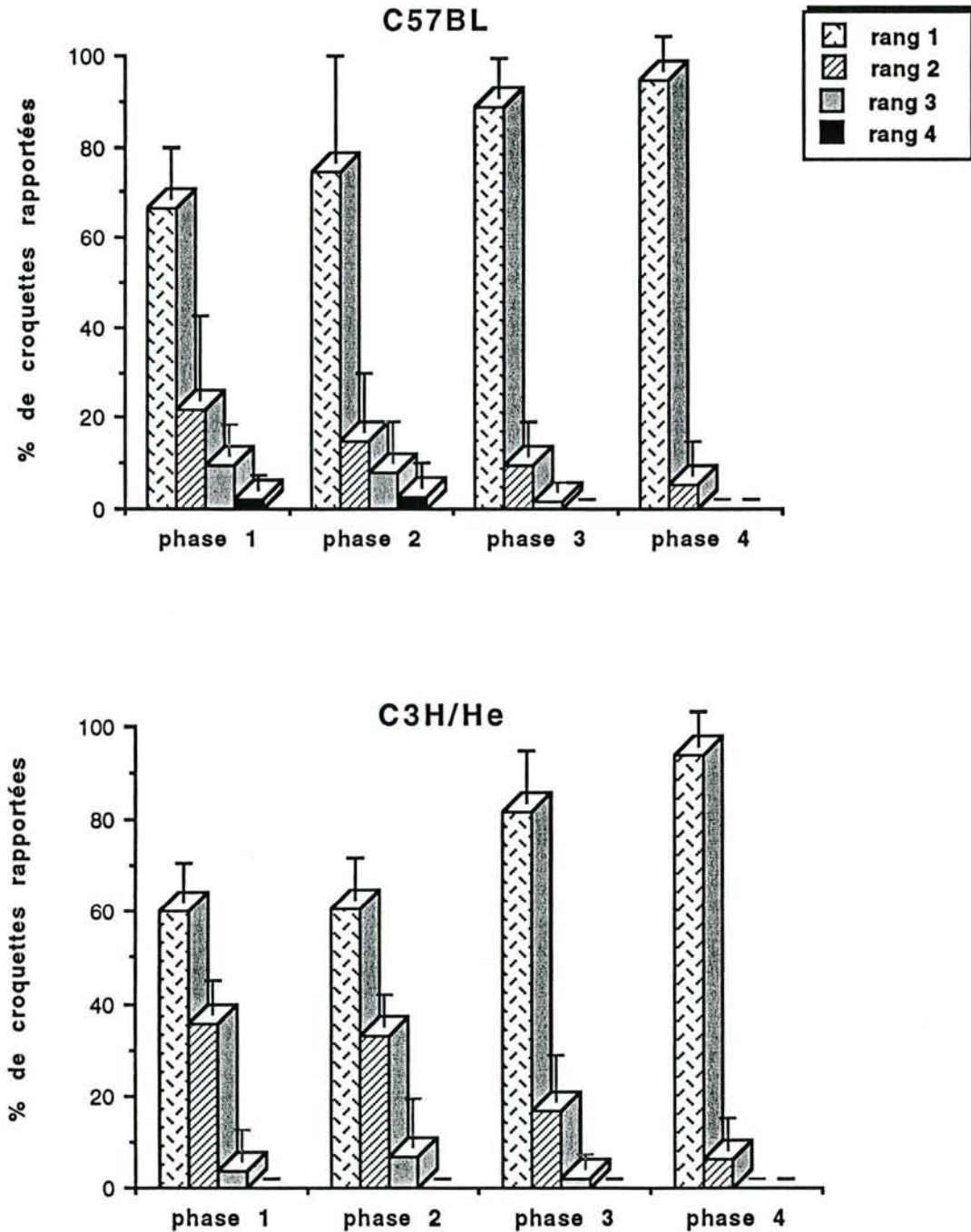


FIGURE 17 : moyenne des pourcentages de croquettes rapportées par les souris des 4 rangs, chez les deux souche de souris.

	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
C57 BL	31,62; p<.001	28,34; p<.001	31,27; p<.001	32,74; p<.001
C3H/He	36,02; p<.001	35,00; p<.001	34,00; p<.001	32,74; p<.001

Tableau 7 : valeur de H (test de Kruskal-Wallis à 3 ddl) dans la comparaison entre les 4 rangs, phase par phase.

En passant progressivement de la phase 1 à la phase 4, les souris du rang 1, rapportent de plus en plus de croquettes aussi bien chez les C57 BL (67% en ph 1 et 95 % en ph 4) que chez les C3H:He (60% en ph 1 et 92 % en ph 4). En revanche, les souris des autres rangs en rapportent de moins en moins (**R2** : pour les C57 de 22% en ph 1 à 5% en ph 4, pour les C3H de 35% en ph 1 à 8% en ph 4; **R3** : pour les C57 de 10% en ph 1 à 0% en ph 4; **R4** : pour les C57 de 2% en ph 1 à 0% en ph 4). En revanches, les souris du rang 3 de la souche C3H/He rapportent des proportions comparables sur les 4 phases (entre 0 et 7%) (Tableau 8).

	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4
C57 BL	X _{2r} =19,88 p<.001	X _{2r} =19,88 p<.001	X _{2r} =18,64 p<.001	X _{2r} =10,28 p<.02
C3H/He	X _{2r} =21,00 p<.001	X _{2r} =20,56 p<.001	X _{2r} =4,76 NS	-

Tableau 8 : valeur de X_{2r} (test de Friedman à 3 ddl) dans l'étude de l'évolution, au cours des 4 phases de la moyenne du nombre de croquettes rapportées par les souris de chaque rang.

En outre, la comparaison entre les deux souches, rang par rang et phase par phase, (Tableau 9) montre quelques différences significatives. En effet, les souris du rang 2 de la souche C3H/He rapportent, lors des deux premières phases, une moyenne de croquettes (35% en ph 1 et 32% en ph 2)

significativement supérieure à celle rapportées par les souris C57 BL du même rang (22% en ph 1 et 16% en ph 2). En revanche, lors de la première phase, les souris C3H/He du rang 3 en rapportent moins (4%) par rapport à celles du même rang dans l'autre souche (10%).

	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
R1 C57BL / R1 C3H/He	40; (NS)	36 (NS)	31,5; (NS)	47,5; (NS)
R2 C57BL / R2 C3H/He	12; p<.02	10; p<.002	29,5; (NS)	47,5; (NS)
R3 C57BL / R3 C3H/He	23; p<.05	40,5; (NS)	49,5; (NS)	-
R4 C57BL / R4 C3H/He	25; T	35; (NS)	-	-

Tableau 9 : Valeurs de U de Mann-Withney dans les comparaisons, rang par rang (Ri), entre les souris des deux souches (NS : valeur de U non significative, p>.05; T : tendance à la significativité .05<p<.10).

Enfin, dans les deux souches, l'ordre selon lequel les souris de chaque groupe ont été classées (relativement au nombre de croquettes rapportées), ne change pas significativement d'une phase à l'autre. En effet, le test Spearman montre des corrélations hautement significatives entre les 4 phases (Tableau 10). Les différenciations comportementales des souris s'installent donc dans les deux souches, depuis la phase 1, et l'augmentation de la contrainte expérimentale ne fait que creuser les écarts entre individus de chaque groupe.

	phase 1 / phase 2	phase 2 / phase 3	phase 3 / phase 4
C57 BL	z=4,21; p<.001	z=4,97; p<.001	z=5,21; p<.001
C3H/He	z=2,70; p<.02	z=5,81; p<.001	z=5,15; p<.001

Tableau 9 : valeur de z (test Spearman de corrélation entre les rangs) dans l(es) corrélation entre les 4 phases chez les deux souches.

3.3.2- nombre de Transporteurs par groupe

Chez la souche C57 BL, la moyenne du nombre de Transporteurs par groupe diminue progressivement de la phase 1 à la phase 4, elle passe ainsi de 3,5 à 1,5 (test de Friedman, $Xr^2=24.49$, $ddl=3$, $p<.01$). On retrouve le même résultat que dans les chapitres précédents, ce qui indique une proportionnalité positive entre l'augmentation de la contrainte et l'importance des différenciations comportementales.

En revanche, chez la souche C3H/He, bien que la moyenne du nombre de Transporteurs passe de 2,3 en phase 1 à 1,5 en phase 4, cette diminution reste non significative (test de Friedmen, $Xr^2 = 7.38$, $ddl = 3$, $p>.05$).

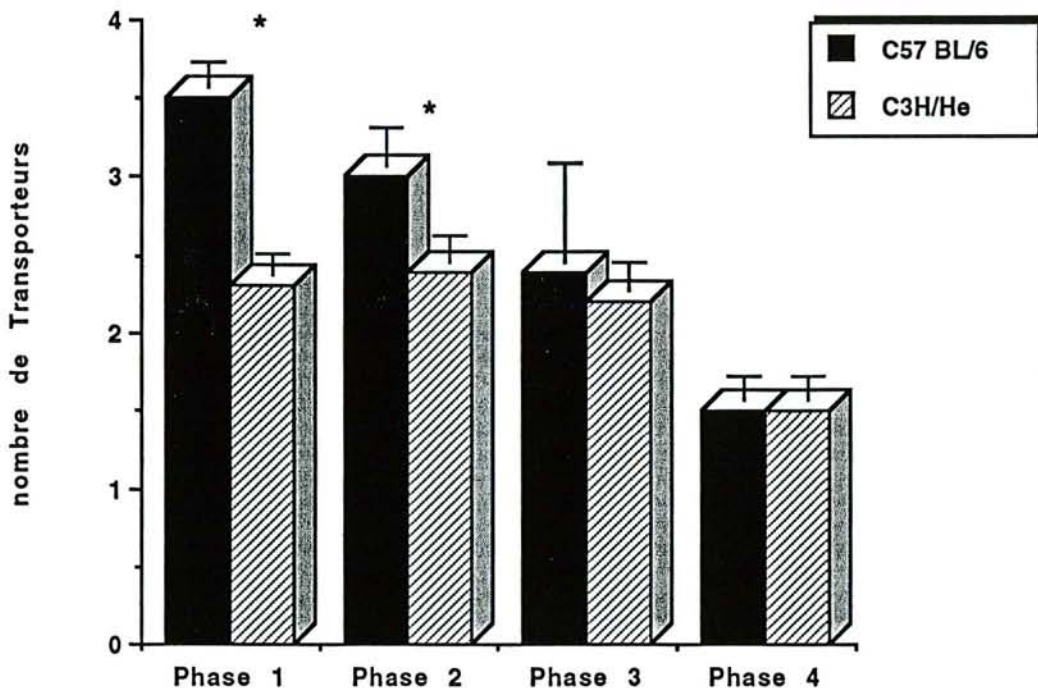


FIGURE 18 : évolution de la moyenne du nombre de Transporteurs par groupe
(* indique une différence significative entre les deux souches).

Par ailleurs, la comparaison entre les deux souches en ce qui concerne ce critère (Figure 18), montre des différences significatives dans les deux premières phases (test de Mann-Whitney, $U=3.5$, $p<.002$ et $U = 10$, $p<.002$ respectivement lors des phases 1 et 2; $U = 48.5$, N.S et $U = 50$, N.S respectivement lors des phases 3 et 4). En effet, lors de ces deux phases, la souche C57 BL compte plus de Transporteurs par groupe (moyenne de 3,5 en ph 1 et 3 en ph 2) que la souche C3H/He (moyenne de 2,3 en ph 1 et 2,4 en ph 2),. Ceci laisse supposer que les différenciations comportementales sont plus prononcées chez la souche C3H/He.

3.3.3- nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur

Dans la souche C57 BL,, le nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur augmente significativement de la phase 1 à la phase 4; il passe de 3 groupes en phase 1 à 10 groupes en phase 4 (test de Cochran, $Q = 10.23$, ddl = 3, $p<.02$), indiquant une augmentation de l'importance des différenciations comportementales.

En revanche, chez la souche C3H/He, bien qu'il existe une hétérogénéité significative entre les 4 phases concernant ce critère (test de Cochran, $Q = 14.3$, ddl = 3, $p<.01$), on note que, lors des deux première phases, aucun Transporteurs Majeur n'apparaît. Ce n'est qu'en phase 3 où apparaissent d'emblée 7 Transporteur Majeurs puis 10 en phase 4. L'augmentation du nombre des Transporteurs Majeurs ne se fait donc pas progressivement, comme c'est le cas chez la souche C57 BL.

Par ailleurs, la comparaison entre les deux souches concernant ce critère ne montre de différence significative que dans la phase 2 (test de Fisher, $p=0.101$, $p=1.015$, $p=0.493$ et $p=1$ respectivement dans les phases 1, 2, 3 et 4) : on trouve plus de Transporteurs Majeurs chez la souche C57 BL pendant les deux premières phases.

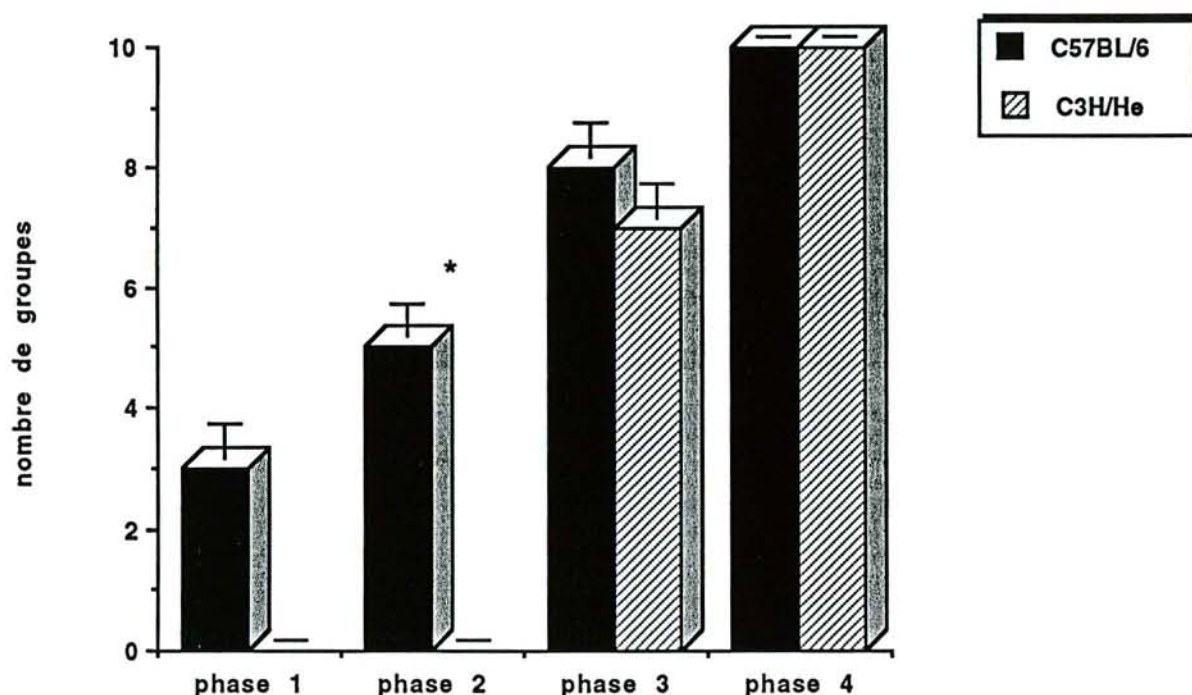


FIGURE 19 : évolution du nombre de groupes ayant un Transporteur Majeur
 (* indique une différence significative entre les deux souches)

Ces résultats montrent, contrairement à ceux du critère précédent, que les différenciations comportementales sont plus prononcées chez la souche consanguine C57 BL lors des deux premières phases. C'est la prise en compte des résultats du premier critère qui peut expliquer cette divergence dans les conclusions. En effet, nous avons montré qu'il y a moins de Transporteurs dans la souche C3H/He lors des phases 1 et 2, toutefois les souris du rang 2 de cette souche rapportent significativement plus de croquettes que celles de la souche C57 BL. De plus, la proportion qu'elles rapportent dépasse largement 20% du total des croquettes rapportées. C'est pour ces raisons qu'aucun Transporteur Majeur, qui est censé rapporter plus de 80% des croquettes, n'est observé dans la souche C3H/He lors de ces deux phases.

3.4- CONCLUSION ET DISCUSSION

L'étude comparative du phénomène de différenciation comportementale chez les souches consanguines C57 BL/6 et C3H/He, montre, que face à une contrainte expérimentale d'approvisionnement, les souris des deux souches se différencient depuis la première phase, où la contrainte est relativement faible.

De plus, lors des deux dernières phases, les différenciations des souris appartenant aux deux souches sont très comparables quant aux quatre paramètres pris en compte. Toutefois, lors des deux premières phases où la contrainte est relativement faible, plusieurs différences significatives entre les deux souches sont apparues. En effet, chez les C57 BL, il existe plus de Transporteurs par groupes et plus de Transporteurs Majeurs, alors que chez la majorité des groupes de la souche C3H/He, on ne trouve que deux Transporteurs et pratiquement aucun Transporteur Majeur. Il apparaît, ainsi, que les différenciations comportementales, lors des deux premières phases, sont plus prononcées chez les souris de la souche C3H/He.

En outre, chez les C57 BL, les différenciations des souris augmentent proportionnellement à l'augmentation de la contrainte d'accès à la nourriture, alors que chez les C3H/He cette proportionnalité est presque inexistante, si ce n'est aux deux dernières phases. On peut alors considérer que les souris de cette souche surmontent moins facilement la contrainte imposée lors des deux premières phases. Ceci pourrait être expliqué, entre autres, par l'importance de leurs degrés d'émotivité par rapport aux souris de la souche C57 BL. En effet, FULLER & THOMPSON, en 1960, ont montré que les souris de la souche C57BL/6 ont un degré émotionnel faible par rapport à celui des souris de la souche C3H/He. Un doute subsiste, néanmoins, car la conclusion de FULLER & THOMPSON concernant la différence des degrés

d'émotivité des souris des deux souches est basée sur l'étude de leur locomotion sur l'open-field, mesure qui peut être liée à l'activité globale des souris.

Par ailleurs, nous avons montré que les souris étudiées lors de la phase nocturne, où elles sont très actives, se différencient moins que lorsqu'elles sont testées lors de la phase diurne de leur cycle. Or, des études ont montré que les souris de la souche C57 BL sont particulièrement plus actives que celles des autres souches dont les C3H/He (DEFRIES et al., 1969; GOODRICK, 1971; SYMONS, 1973; TIPLADY et al., 1976; FESTING, 1977; SEKIGUCHI & MAKINO, 1978), ceci pourrait, aussi, expliquer l'importance des différenciations comportementales des souris de cette dernière par rapport à celles de la souche C57 BL.

Enfin, concernant l'apprentissage dans les labyrinthes, plusieurs études ont montré que les C57 BL ont des performances supérieures aux autres souches (MEIER, 1964; BOVET et al., 1976) Or, notre dispositif exige un apprentissage des souris pour qu'elles puissent surmonter les contraintes engendrées par la nouvelle situation. On peut donc penser que ce paramètre représenterait aussi une des causes qui sont à l'origine des différences observées entre les C57 BL et les C3H/He dans leurs différenciations comportementales.

Ces résultats montrent, une fois de plus, que le déterminisme des structures sociales est multifactoriel et ne dépend pas seulement des conditions écologiques qu'offre le milieu de vie.

De plus ces résultats constituent un premier pas vers l'étude des facteurs qui modulent certains comportements sociaux de la souris. Il sera nécessaire ultérieurement d'étudier les profils comportementaux, qui apparaissent en situation de contrainte, dans des groupes hétérogènes quant aux souris impliquées. Pour éviter un biais expérimental possible (par exemple : les souris d'une des deux souches ne serait pas capable d'atteindre la mangeoire), il est nécessaire de montrer, dans un premier

temps, que des groupes homogènes des différentes souris sont capables de présenter des différenciations classiques (Tr. Majeur, Tr. Occasionnel et Non-Tr.). C'est dans cette optique que l'étude présentée test les souris des souches C57 BL/6 et C3H/He.

DISCUSSION
ET
CONCLUSION

On a souvent, et longtemps, considéré l'environnement, avec les contraintes qu'il fait peser sur les individus, comme l'unique facteur qui intervient dans le déterminisme des organisations sociales et de leur dynamique (approche socio-écologique). Toutefois, une structure sociale représente la résultante des comportements différenciés des individus qui la constituent. Les facteurs qui influencent ces comportements devraient donc, participer eux aussi, à l'élaboration et au maintien de l'organisation sociale (approche socio-éthologique).

C'est dans l'esprit de cette logique que nous avons testé les deux approches dans un contexte expérimental bien choisi. En effet, nous nous sommes inspiré des travaux de COLIN et DESOR (1986) sur le rat pour mettre au point un dispositif expérimental qui permet d'imposer à un groupe de 4 souris une difficulté, progressivement croissante, d'approvisionnement. Pour qu'une souris parvienne à la seule source de nourriture qui lui est disposée, elle doit parcourir, de sa cage d'habitation, un tunnel en verre puis une allée en grillage immergée dans l'eau, ce qui l'oblige à se mouiller le ventre.

Lorsqu'elles affrontent en groupe cette situation, les souris se différencient et se spécialisent d'une façon très stable en deux catégories :

* celle des "Transporteurs", qui surmontent l'élément aversif interposé entre la cage et la mangeoire, et parviennent à rapporter des croquettes de nourriture,

* celle des "Non-Transporteurs", qui, pour couvrir leurs besoins alimentaires, initient des attaques contre leurs congénères en possession d'une croquette pour la leur dérober.

Au terme des 4 phases, au cours desquelles le niveau d'eau monte de plus en plus par rapport à celui de l'allée en grillage, le groupe des souris acquiert une structure bien particulière; ainsi on en trouve :

* un, et un seul, Transporteur qui rapporte plus de 80% des croquettes nécessaires pour les 4 souris du groupe, il a été qualifié de "Transporteur Majeur",

* au plus, un Transporteur qui rapporte moins de 20% de croquettes, quantité qui reste, de fait, insuffisante pour subvenir à ses propres besoins alimentaires quotidiens; il a été qualifié de "Transporteur Occasionnel",

* deux ou trois "Non-Transporteurs", qui n'effectuent aucun transport lors de la 4ème phase et se contentent de dérober la nourriture à leurs congénères.

Cette configuration sociale reste constante dans le temps, même si l'on teste une 2ème fois le groupe après plusieurs semaines d'interruption.

Ces trois profils comportementaux sont en interdépendance étroite, les Transporteurs Occasionnels et les Non-Transporteurs dépendent des Transporteurs Majeurs pour se nourrir, et ces derniers doivent avoir nourri leurs congénères pour pouvoir consommer une portion de la nourriture qu'ils ont rapporté dans la cage. Les souris, dans cette situation, se sont comportées selon une règle bien connue : "quand ils sont placés en petits groupes, les individus d'un très grand nombre d'espèces établissent rapidement des relations sociales, ce qui indique une tendance claire à entrer en interaction au cours du temps" (CHASE, 1987 et HINDE, 1976).

Par ailleurs, les différenciations comportementales que l'on retrouve chez les groupes étudiés ne s'installent pas spontanément en phase 4 où la contrainte est maximale. Mais, on découvre leurs ébauches depuis la première phase où la contrainte est relativement faible, à cause de l'absence d'eau dans le dispositif.

Ainsi, depuis la première phase, les souris rapportent des croquettes dans des proportions différentes, puis de phase en phase, les 3 profils commencent à s'installer proportionnellement à l'augmentation de la contrainte. Ainsi, le nombre de Non-Transporteurs augmente de plus en plus, obligeant certains Transporteurs à rapporter de plus en plus de croquettes, puisqu'ils se font dérober plus souvent. Cette augmentation du nombre de transport s'accompagne d'une augmentation du nombre de groupes où apparaît un Transporteur Majeur. Par contre, lorsqu'ils se font dérober la nourriture, d'autres Transporteurs vont manifester le comportement des Non-Transporteurs en dérobant la nourriture à leurs congénères. Toutefois, ils effectueront, occasionnellement, quelques transports qui restent insuffisant pour subvenir à leurs besoins alimentaires, d'où l'apparition du profil de Transporteurs Occasionnels.

L'écart comportemental existant entre les souris d'un groupe en première phase se creuse de plus en plus avec l'augmentation de la contrainte, mais sans que l'ordre dans lequel on peut classer les souris, selon leur capacité de transport, ne soit inversé. Ceci augmente la probabilité de prédire le profil comportemental qu'adopterait chaque souris d'un groupe rien qu'en le testant dans les conditions de la phase 1.

Par ailleurs, selon les résultats trouvés, ce phénomène de différenciation comportementale semble être indépendant du sexe et de l'âge des individus constituant le groupe. Toutefois, il reste très lié à l'environnement physique. En effet, les souris se différencient plus ou moins selon la période du cycle lumineux où elles sont testées. Ainsi, pendant la phase nocturne, on retrouve plus de Transporteurs,

moins de Non-Transporteurs et moins de souris qui adoptent le profil de Transporteur Majeur. Il semblerait donc que le fait de transposer la période d'alimentation à la phase diurne, pendant laquelle les souris sont moins actives, représente une contrainte qui s'ajoute à celle imposée déjà par les conditions du dispositif expérimental utilisé (NEJDI & al., 1996 a).

Ces résultats renforcent donc l'hypothèse socio-écologique citée plus haut. Toutefois, selon cette hypothèse, chaque environnement engendre une structure sociale bien déterminée; autrement dit, dans notre situation expérimentale, les souris devraient développer la même organisation chaque fois qu'elles sont testées dans les mêmes conditions d'une phase. Ce principe n'a pas été vérifié après expérimentation. En effet, quand nous avons testé les souris selon la procédure normale, c'est-à-dire pendant 4 phases de contrainte croissante, puis quand nous les avons testé une 2ème fois dans les mêmes phases, mais, avec des niveaux décroissants de contrainte (de la phase 4 à la phase 1), nous n'avons pas retrouvé les mêmes structures sociales. En effet, toutes les souris sont devenues Transporteurs (phases 1 et 2), et aucune n'a adopté le profil de Transporteur Majeur, ce qui n'était pas le cas dans le premier test. Ainsi, on peut considérer qu'une souris qui s'est habituée à surmonter de grandes contraintes, en l'occurrence celles de la phase 4, surmontera plus facilement, dans un autre test, des contraintes moins intenses comme celles des phases 1 et 2.

Ce raisonnement tient compte de l'expérience individuelle, et la considère comme l'un des facteurs déterminants de la structure sociale. De là, on déduit les limites explicatives de l'approche socio-écologique et l'importance de l'approche socio-éthologique. Celle-ci considère le patrimoine génétique, l'ontogenèse, l'environnement social et physique comme des facteurs qui peuvent avoir une influence considérable sur les organisations sociales, autant que sur les comportements des individus.

Nous avons bien vérifié la validité de certains de ces facteurs dans notre situation expérimentale. Ainsi, nous avons étudié la relation qui lie les profils comportementaux qu'adoptent les souris en phase 4 avec leurs degrés d'émotivité, estimés grâce au test du labyrinthe surélevé, d'autant plus que l'état émotionnel d'un animal face à une situation dépend de son patrimoine génétique et de son ontogenèse.

Cette étude a montré que, dans un groupe, les souris dont le degré d'émotivité est le plus bas sont celles qui adoptent le profil du Transporteur, notamment le Majeur, alors que celles dont le niveau d'émotivité est élevé sont celles qui deviennent des Non-Transporteurs. De plus, après le passage dans la situation contraignante d'accès à la nourriture, les degrés d'émotivité de toutes les souris semblent augmenter.

Partant de ces résultats, nous pouvons donner une approche hypothétique du déroulement de l'installation des différenciations comportementales dans notre situation : bien qu'elles appartiennent à la même souche et qu'elles sont élevées dans le même laboratoire, les souris d'un groupe ont des niveaux d'émotivité très différents. Une fois dans le dispositif expérimental, ces souris affrontent un élément aversif interposé entre leur cage d'habitation et la seule source de nourriture. Toutefois, la puissance de la motivation alimentaire va pousser ces souris à surmonter, plus au moins, la contrainte en fonction l'importance de leurs niveaux d'émotivité. Ainsi, lors des premières phases (phases 1 et 2), où la contrainte est relativement faible, plusieurs souris vont rapporter des croquettes de la mangeoire, mais dans des proportions significativement différentes. En revanche, lors des dernières phases, surtout la phase 4, ce n'est que la souris qui a le plus faible niveau d'émotivité dans le groupe qui va pouvoir rapporter le plus de croquettes, et ravitailler ses congénères. Les autres souris vont initier des attaques contre leur congénère pour se ravitailler, ce comportement de

vol apparaît chez ces souris à partir des premières phases puisqu'il leur permet de compléter la portion alimentaire dont ils ont besoin. Le profil de Transporteur Occasionnel reste bien particulier puisqu'il est intermédiaire entre les deux autres profils : le niveau d'émotivité de la souris qui l'adopte serait relativement faible, mais pas suffisamment pour qu'elle puisse rapporter la totalité des croquettes dont elle a besoin.

On peut schématiquement récapituler ce raisonnement en considérant que lors de la première phase, le classement des souris d'un groupe dans l'ordre croissant de leur degré émotionnel correspond souvent à leur classement dans l'ordre décroissant selon le nombre de croquettes qu'elles ont rapportées. Par la suite, l'augmentation de la contrainte d'une phase à l'autre ne va que creuser l'écart entre ces souris, sans inverser l'ordre de leur second classement, jusqu'à ce que la souris dont le niveau d'émotivité est le plus bas finit par devenir un Transporteur Majeur, alors que les autres adopteront le profil du non-Transporteur ou, à la limite, celui du Transporteur Occasionnel.

Selon ces explications, le phénomène de différenciation comportementale serait le résultat de l'interaction entre 3 éléments principaux :

* **les contraintes physiques** qu'offre le milieu expérimental ainsi que la procédure expérimentale (nouveau du milieu, présence de l'eau, alimentation pendant la période diurne ...etc);

* **l'état émotionnel** des souris, qui dépendrait de leur patrimoine génétique et de leur ontogenèse (NEJDI & GUASTAVINO, 1994; NEJDI & al., 1996 b);

* **l'environnement social** dans lequel une souris doit entrer en interaction agonistique avec ses congénères pour dérober ou pour défendre sa nourriture.

Cette hypothèse ne prétend pas apporter tous les éléments qui interviennent dans le déterminisme des structures sociales, mais elle permet néanmoins de montrer le caractère multifactoriel de celui-ci et les limites explicatives de toute approche monofactorielle.

Par ailleurs, les résultats trouvés dans la comparaison des différenciations comportementales des souris des deux souches consanguines, ne font que confirmer notre hypothèse. En effet, plusieurs études ont montré que les souris de la souche C57 BL sont plus actives et probablement moins anxieuses que celles de la souche C3H/He (FULLER & THOMPSON, 1960; DEFRIES et al., 1969; SYMONS, 1973). De là, on devrait s'attendre à ce que les différenciations comportementales des C3H/He soient plus prononcées que celles des C57 BL. Cette prévision est en partie retrouvée lors des premières phases des expérimentations où nous comptons moins de Transporteurs chez les C3H/He. Toutefois, en phase 4, aucune différence significative entre les deux souches n'a été observée. En effet, pendant ce stade où la contrainte est très importante, les différenciations arrivent à leur degré maximal avec l'apparition d'un seul Transporteur principal par groupe, apparition qui reste nécessaire à la survie des autres individus du groupe.

Dans cette situation expérimentale, des différences quantitatives concernant l'émotivité des animaux d'une même souche consanguine aboutissent à des différences qualitatives se traduisant par l'appartenance à l'une des trois catégories comportementales. Nous serions, dans ce cas, en présence d'un phénomène d'auto-organisation du groupe, et notre interprétation serait, donc, de nature systémique. Le "système" serait ici l'ensemble (**environnement physique** avec toutes ses contraintes : taille de la cage, distance à parcourir, hauteur du niveau d'eau, sa température, taille unitaire des croquettes ... et l'**environnement social** : nombre de souris,

caractéristiques des souris ...). En ce qui concerne les facteurs individuels du système, nous avons montré que l'émotivité semble jouer un rôle crucial. Il est compréhensible que pour chaque espèce les caractéristiques de "prudence" , quant à l'entrée dans un milieu inconnu, aient fait l'objet de pression sélectives au cours du temps. Il sera donc nécessaire de réaliser une étude génétique de ce facteur. Il semble que le meilleur moyen soit d'utiliser la méthode des lignés hautement consanguines déjà utilisés pour l'étude d'autres facteurs, tels que l'agression, l'activité locomotrice ou les caractéristiques du rythme d'activité (LE PAPE & LASSALLE, 1983; ROBERT et al., 1983; BEAU, 1988; ROUBERTOUX & CARLIER, 1987).

Pour que nos conclusions et nos hypothèses soient plus consolidées, il serait profitable, pour nous, d'approfondir nos recherches sur les 3 éléments mis en jeu dans nos explications, à savoir, l'implication de l'environnement physique, de l'environnement social et des facteurs génétiques et ontogénétiques dans l'élaboration d'une structure sociale. Dans ce sens, certaines expériences préliminaires ont été menées et paraissent pouvoir apporter plusieurs éléments d'informations. Nous avons, à titre d'exemple, testé dans notre dispositif des groupes de souris constitués par des individus qui ont initialement adopté un des 3 profils comportementaux. En outre, nous avons étudié la réaction des Transporteurs Occasionnels et des Non-Transporteurs après le retrait du Transporteur Majeur. Enfin, nous avons testé l'influence d'une déstabilisation du support potentiel de la reconnaissance chez la souris, c'est-à-dire l'olfaction (YAMAGUCHI & al., 1981) sur la structure du groupe, et ce grâce à un agent anosmique ($ZnSO_4$). Toutefois, ces études préliminaires ont été réalisées sur un nombre de groupes insuffisant pour une bonne démarche statistique au terme de laquelle on peut tirer des conclusions.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- ABEELLEN J. H. F., VAN., 1966 : Effects of genotype on mouse behavior.
Anim. Behav., 14 : 218-225.
- ABEELLEN J. H. F., VAN., 1977 : Rearing responses and locomotor activity in mice :
Single locus control.
Behav. Biol., 19: 401-404.
- ABEELLEN J. H. F., VAN., 1979 : Genetic analysis of locomotor activity in immature
mice from two inbred strains.
Behav. Neural Biol., 27: 214-217.
- AIMONE I., 1989 : *Influence de la taille et de la composition du groupe sur les
relations individuelles chez le rat Wistar.*
D.E.A, Régulations Physiologiques et Comportementales, Strasbourg.
- AMBROGI LORENZINI C., BUCHERELLI C., GIACHETTI A. & TASSONI G., 1991 :
The behavior of homozygous and heterozygous sub-types of rats which are
genetically-selected for diabetes insipidus : A comparison with Long-Evans and
Wistar stocks. *Experientia*, 47 (10) : 1019-1026.
- ANTHOUARD F., 1971-a : Phénomène de "parasitisme social" dans une colonie de rats
blancs soumis à un conditionnement opérant.
Rev. Comp. Anim., 5 : 111-116.
- ANTHOUARD F., 1971-b : Privation sociale précoce et apparition du phénomène de
"parasitisme" chez le rat blanc adulte.
C.R. Acad. Sc. Paris, 272 : 2009-2012.
- ASHIDA S., 1964 : Modification of early experience of the tendency toward gregariousness
in rats.
Psychol. Sci., 344-344.
- BALDWIN J.D. & BALDWIN J.I., 1979 : The phylogenetic and ontogenetic variables
that shape behavior and social organization. In : *Primate ecology and human
origins-Ecological influences on social organization*. I.S. Bernstein & E.O. Smith
(Eds.). New York, Garland STPM Press, pp : 89-116.

- BARASH D. F., 1974 : The evolution of marmot societies : A general theory.
Science, 185 : 415-420.
- BARNETT S.A., 1958 : An analysis of social behavior in wild rats.
Proc. Zool. Soc. Lond., 130 : 107-152.
- BARNETT S.A. & EVANS C.S., 1965 : Questions on the social dynamics of rodents. ⁱⁱ
Symp. Zool. Soc. Lond., 14 : 233-248.
- BEAU J., 1988 : Mise en évidence de corrélats polygéniques des caractéristiques du rythme
de l'activité chez un mammifère : étude de deux lignées de souris consanguines
C 57 BL/6By et BALB/cBy. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 307, 3 : 37-40.
- BEEAMAN E., 1947 : The effect of male hormone on aggression behavior in mice.
Physiol. Zool., 20 : 373-405.
- BELL J.A. & LIVESEY P.J., 1981 : Cue significance learning from differentially
reinforced prior exposure to shape stimuli, in albino and brown rats.
Psychopharmacol. (Berlin), 73 : 171-175.
- BEKOFF M., 1974 : Social play and play eliciting by infant canid.
Am. Zool., 14 : 323-340.
- BERCOVITCH F.B., 1988 : Coalitions, cooperation and reproductive tactics among adult
male baboons.
Anim. Behav., 36 : 1198-1209.
- BOURLIERE F., 1952 : Classification et caractéristiques des principaux types de
groupements sociaux chez les vertébrés sauvages. In : Structure et fonction des
sociétés animales.
Colloque. C.N.R.S., 71-79.
- BOVET D., BOVET-NITTI F. & OLIVERIO A., 1969 : Genetic aspects of learning
and memory in mice.
Science, 163 : 139-149.
- BOWEN W.D., 1981 : Variation in coyote social organization: the influence of prey size.
Can. J. Zool., 59 : 639-642.
- BRONSON F.H. & DESJARDINS C., 1970 : Neonatal androgen administration and
adult aggressiveness in female mice.
Gene. Comp. Endocrinol., 15 : 320-325.

- BYRNE R.W., WHITEN A., HENZI S.P. & McCULLOCH F.M., 1993 :**
Nutritional constraints on mountain baboons (*Papio ursinus*) : implications for baboon socioecology.
Behav. ecol. sociobiol., **33**, 4 : 233-246.
- CAINE R., MACCOMBIE D. and HOOD K., 1983 :** A developmental-genetic analysis of aggressive behavior in mice : I. behavioral outcomes. *J. comp. Psychol.*, **97** : 68-89.
- CAINE N.G. & MARRA S.L., 1988 :** Vigilance and social organization in two species of Primates.
Anim. Behav., **36** : 897-904.
- CALHOUN J.B., 1962 :** The ecology and sociobiology of the Norway rat. U.S. *Public Health Ser. Publ.*, 1008. Bethesda, Maryland, U.S. Departement of Health.
- CARACO T., 1979 :** Time budgeting and group size : a test of theory.
Ecology, **60** : 618-627.
- CASSAING J., 1990 :** *Aspects évolutifs liés au mode d'intégration de l'individu dans la société : une approche "relationnelle" du système social dans les populations des souris européennes.* Thèse de l'Université de Montpellier.
- CASSAING J. & CROSET H., 1985 :** Organisation spatiale, compétition et dynamique des populations sauvages de souris (*Mus spretus* Lataste et *Mus musculus domesticus* Ratty) du Midi de la France. *Z. Saeugetier.*, **50** : 271-284.
- CHAPMAN C.A., WRANGHAM R.W. & CHAPMAN L.J., 1995 :** Ecological constraints on group size : an analysis of spider monkey and chimpanzee subgroups.
Behav. ecol. sociobiol., **36**, 1 : 59-70.
- COLIN C., 1984 :** *Contribution à l'étude du comportement d'une colonie de rats placés dans une situation de difficulté d'approvisionnement alimentaire.*
D.E.A de Neurosciences, Nancy, Strasbourg, Besançon.
- COLIN C. et DESOR D., 1986 :** Différenciations comportementales dans des groupes de rats soumis à une difficulté d'accès à la nourriture.
Behav. Proc., **13** : 85-100.

- COLIN C.**, 1989 : *Apports d'une situation de difficulté d'accès à la nourriture dans l'étude des relations sociales chez le rat. Doctorat de l'Université de Nancy I.*
- CORBARA B. et GHEUSI G.**, 1989 : Une monarchie révolutionnaire.
La Recherche, 20 : 950-952.
- CORNET A. et JOUVENTIN P.**, 1979 : La vie sociale des Phoques.
La Recherche, 10 : 1058-1066.
- CLUTTON-BROCK T.H. & HARVEY P.**, 1977 : Primate ecology and social organization. *J. Zool. Lond.*, 183 : 1-39.
- CREEL D.**, 1980 : Inappropriate use of albino animals as models in research. *Pharmac. Biochem. Behav.*, 12 : 969-977.
- CROOK J.H. & GARTLAN J.S.**, 1966 : On the evolution of Primate societies.
Nature, 210 : 1200-1203.
- CROOK J.H. & ALDRICH-BLAKE P.**, 1968 : Ecological and behavioural contrasts between sympatric ground-dwelling Primates in Ethiopia.
Folia Primatol., 8 : 192-227.
- CROOK J.H.**, 1970 : Social organization and the environment: aspects of contemporary social ethology.
Anim. Behav., 18 : 197-209.
- CROOK J.H., ELLIS J.E. & GOSS-GUSTARD J.D.**, 1976 : Mammalian social systems : structure and functions.
Anim. Behav., 24 : 261-274.
- DAVIS D.E.**, 1955 : Social interaction of rats as indicated by trapping procedure.
Behaviour, 8 : 335-343.
- DEPUTTE B.L. & JOUANJEN A.**, 1989 : Ethologie et cognition : comment des éthologistes pensent-ils que l'animal pense?
Bull. SFECA, 4 : 34-53.
- DESOR D.**, 1994 : *Contributions à l'étude du comportement social du rat. Différenciations comportementales dans des groupes de rats confrontés à une difficulté d'accès à*

la nourriture : typologie des individus, aspects socio-cognitifs des interactions, ontogénèse des différenciations, aspects pharmacologiques.

Thèse de l'Université de Nancy I.

DE WAAL F.B.M. & LUTRELL L.M., 1986 : The similarity principle underlying social bonding among females of rhesus monkeys.

Folia Primatol., 46 : 215-234.

DEFRIES J.C., 1969 : Pleiotropic effects of albinism on open field behaviour in mice.

Nature, 221 : 65-66.

DITTUS D.R. & DICKEY C.L., 1977 : Observational and competitive measures of dominance in rats.

Psychol. Rec., 2 : 331-338.

EINSENBERG J.F., 1966 : The social organization of mammals. Handbuch de Zoologie. Walter de Gruyter and Co. (Eds), Berlin.

ELEFThERIOU B.E., 1975 : Hormones and behavior : A genetic approach.

In : *B.E. Eleftheriou & R.L. Sprott* (Eds.), Hormonal correlates of behavior. Plenum press : New York, 447-467.

FEDIGAN L.M., 1983 : Dominance and reproductive success. Ybk phys.

Anthropol., 26 : 91-129.

FEH C., BOLDSUKHT & TOURENQ C., 1994 : Are family groups in equids a responsive to cooperative hunting by predators? the case of Mongolian Kulans (Equus Hemionus Luteus Matschie).

Revue d'écologie, 49, 1 : 11-20.

FESTING M.F.W., 1973 a : Water escape learning in mice. I. Strain differences and biometrical considerations.

Behav. Genet., 3 : 13-23.

FESTING M.F.W., 1973 b : Water escape learning in mice. II. Replicated selection for increased learning speed.

Behav. Genet., 3 : 25-36.

FESTING M.F.W., 1977 : Wheel activity in 26 strains of mouse.

Laborat. Anim., 11 : 257-258.

- FULLER J.L. & THOMPSON W.R.**, 1960 : Behavior genetics. John Wiley & Sons, Inc. : New York, 230-269.
- GALEF B.G. Jr.**, 1980 : Diving for food: Analysis of a possible case of social learning in wild rats (*Rattus norvegicus*).
J. comp. physiol. psychol., 94 : 416-425.
- GALEF B.G. Jr.**, 1982 : Studies of social learning in Norway rats: Brief review.
Dev. Psychobiol., 15, 279-285.
- GANDELMAN R. & VOM SAAL F.S.**, 1977 : Exposure to early androgen attenuates androgen-induced pup-killing in male and female mice.
Behav. Biol., 20 : 252-260.
- GANDOLFI G. & PARISI V.**, 1973 : Ethological aspects of predation by rats, *Rattus norvegicus* (Berkenhout), on bivalves *Unio pictorum* L. and *Cerastoderma lamarckii* (Reeves).
Bol. Zool., 40 : 69-74.
- GÄRTNER K., WANKEL B. & GAUDSZUHN D.** 1981 : The hierarchy in copulatory competition and its correlation with paternity in grouped male laboratory rats.
Zeit. Tierpsychol., 56 : 243-254.
- GENTSCH C., LICHTSTEZINER M. & FEER H.**, 1988 : Competition for sucrose-pellets in triads of male Wistar rats : effects of three serotonergic drugs.
Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiat., 12 : 639-651.
- GINSBERG J.**, 1987 : *Social organization and mating strategies of an arid adapted Equid : the Grevy's Zebra*. Ph D thesis, Princeton University.
- GLEN L., LEWIS D., MITLER, M. & DEMENT W.**, 1975 : Behavioral observations versus polygraphic recording in the mouse : evaluation of sleep scoring errors.
Sleep Res., 4:144.
- GOODRICK C.L.**, 1971 : Direct observation and automated scoring of the activity of active and inactive inbred mouse strains.
Behav. Res. Met. Instrum., 3 : 255-256.

- GOSS CUSTARD J.D., 1970 : *Feeding dispersion in some overwintering wading birds*. In : *Social behaviour in birds and mammals*. J.H. Crook (Ed.). London, Academic Press., 3-34.
- GRANT E.C. & CHANCE M.R.A., 1958 : Rank order in caged rats. *Anim. Behav.*, **6** : 183-184.
- GRASSE P.P., 1952 : *Le fait social : ses critères biologiques, ses limites*. In : Structure et physiologie des sociétés animales, *colloque. C.N.R.S.*, 7-17.
- GUINET C., 1991 : *Socio-écologie des orques de l'Archipel Crozet : une approche comparative*. *Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 2*.
- HALBERG F., 1969 : Chronobiology. *Ann. Rev. Physiol.*, **31**:675-725.
- HANDLEY S.L. & MITHANI S., 1984): Effects of alpha-adrenoreceptor agonists and antagonists in a maze-exploration model of "fear"-motivated behavior. Naunyn-Shmiedeberg's Arch. *Pharmacol.*, **327** : 1-5.
- HAUG M., 1978 : Aggression by resident female mice towards lactating and non-lactating intruders : effect of ovariectomy. *IRCS Med. Sci.*, **6** : 106.
- HELDER R., 1994 : *Contribution à l'étude expérimentale du déterminisme de l'organisation sociale dans des groupes de rats : Comparaison des différenciations comportementales de rats Wistar et Long-Evans face à une difficulté d'accès à la nourriture; rapport entre les différenciations comportementales des rats Wistar en situation de difficulté d'accès à la nourriture et en situation collective opérante*. *Thèse de l'Université de Nancy I*.
- HINDE R.A., 1976 : Interactions, relationships and social structure. *Man*, **11** : 1-17.
- HINDE R.A., 1978 : Dominance and role : two concepts with dual meanings. *J. Soc. Biol. Struct.*, **1** : 27-38.
- HINDE R.A., 1987 : *Social interactions*. In : *The oxford companion to animal behaviour*. Mac Farland D. (Ed.). Oxford, oxford University Press, 517-518.
- HUCK V.W., LISK R.D. & Mc KAY M.V., 1988 : Social dominance and reproductive success in pregnant and lactating golden hamsters (*Mesocricetus auratus*) under semi-natural conditions.

- Physiol. Behav.*, **44** : 313-319.
- IMMELMANN K., 1980 : *Introduction to ethology*. Plenum Press. New York and London.
- JARMAN P.J., 1974 : The social organization of antelope in relation to their ecology.
Behaviour, **48** : 215-266.
- JARMAN P.J. & JARMAN M.V., 1979 : *The dynamic of ungulate social organization*.
In : Serengeti dynamics of an ecosystem. Sinclair A.R.E. & Norton-Griffith M.
(Eds.). Chicago, University of Chicago Press.
- KLINGEL H., 1978 : La vie sociale des Zèbres et des Antilopes.
La Recherche, **9** : 112-120.
- KOFORD C.B., 1968 : Peruvian desert mice : water independence competition and breeding
cycle near by the Equator.
Science, **160** : 552-553.
- KRUUK H., 1972 : *The spotted hyena*. Chicago, University of Chicago Press.
- KUMMER H., 1971 : Immediate causes of Primate social structures.
Proc. 3rd Int. Congr. Primat. (Zurich, 1970), **3** : 1-11. Karger, Basel.
- LAGERSPETZ K.M.J., 1964 : Studies on the aggressive behaviour of mice.
Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Ser. B, **131** : 1-131.
- LAGERSPETZ K.M.J. & LAGERSPETZ K.Y.H., 1974 : *Genetic determination of
aggressive behavior*. In : J.H.F. van Abeelen (Ed.), The genetics of behavior.
North Holland Publishing Company : Amsterdam, 321-346.
- LE MASNE, 1958 : le comportement social des animaux.
Colloque C.N.R.S. (Edt) Paris.
- LE PAPE G. and LASSALLE J-M, 1984 : A developmental genetic analysis of
locomotor activity in mice : maternal effects in F₁ hybrids. *Behav. Genet.*, **14** : 21-29.
- LITTMAN R.A., LANSKI L.M. & RHINE R.J., 1954 : Studies of individual and
paired interactional problem solving behavior in rats.
Behaviour, **7** : 189-205.
- LOTT D.F., 1984 : Intraspecific variation in the social systems of wild vertebrates.
Behaviour, **88** : 266-325.

- MALENKY R.K. & WRANGHRAM R.W.**, 1994 : A quantitative comparison of terrestrial herbaceous food consumption by *Pan paniscus* in the Lomako forest, Zaire, and *Pan troglodytes* in the Kibale forest, Ugand.
American Journal of primatology, 32, 1 : 1-12.
- MASUR J. & STRUFFALDI G.**, 1974 : Division of labor between rats : influence of differential social rearing conditions.
Behav. Biol., 12 : 233-241.
- MASUR J. MARTZ R.M.W. & CARLINI E.A.**, 1972 : The behavior of worker and nonworker rats under the influence of (-) delta 9-trans-tetrahydrocannabinol, chlorpromazine and amylobarbitone.
Psychopharmacologia, 25 : 57-68.
- MAZUR A.**, 1973 : A cross-species comparison of status in small established groups.
Am. Soc. Rev., 38 : 513-530.
- MEIER G.W.**, 1964 : Differences in maze performances as a function of age and strain of house mice.
J. of Compar. physiol. Psychol., 58 : 418-422.
- MEIKLE D.B., TILFORD B.L. & VESSEY S.H.**, 1984 : Dominance rank, secondary sex ratio, and reproduction of offsprings in polygynous Primate.
Am. Nat., 124 : 173-187.
- MEIKLE D.B. & VESSEY S.H.**, 1988 : Maternal dominance rank and life survivorship of male and female rhesus monkeys.
Behav. Ecol. Sociobiol., 22 : 379-383.
- MISTLBERGER R.E.**, 1991 : Scheduled daily exercise or feeding alters the phase of photic entrainment in Syrian hamsters.
Physiol. Behav., 50 : 1257-1260.
- MISTLBERGER R.E.**, 1991 : Effects of daily schedules of forced activity on free running rhythms in the rat. *J. Biol. Rhythms* , 6 : 71-80.
- MITLER M. M, LUND R., SOKOLOVE P. G., PITTENDRIGH C. S. & DEMENT W.**, 1977 : Sleep and activity rhythms in mice: a description of circadian patterns and unexpected disruptions in sleep.
Brain Res., 131 : 129-145.

- MORIN E., 1973 : *Le paradigme perdu : la nature humaine*. Paris, Editions du seuil.
- MOWRER O. H., 1940 : Animal studies in the genesis of personality.
Trans. N. Y. Acad. Sc., 3 : 8-11.
- MUNRO J. & BEDARD J., 1977 : Gull predation and creching behaviour in the common eider. J. Anim. Ecol., 46 : 799-810.
- NAGEL D., 1971 : *Social organization in a baboon hybrid zone*. Proc. 3rd Int. Congr. Primat. (Zurich, 1970), 3 : 1-11. Karger, Basel.
- NEJDI A. & GUASTAVINO J.-M., 1994 : *Social differentiation in mice according to their genotype*. 70th annual Meeting of the Southwestern and Rocky Mountain Division of the American Association for Advancement of Science (AAAS), Durango, Colorado.
- NEJDI A, GUASTAVINO J.-M. & LALONDE R., 1996 a : Effects of the light-dark cycle on a water tank Social Interaction Test in mice.
Physiol. and Behavi., 59 : 45-47.
- NEJDI A, GUASTAVINO J.-M., LALONDE R., DESOR D. & KRAFFT B., 1996 b : Behavioral differentiation of mice exposed to a water tank social interaction test.
Behav. Proc., 36 : 11-18.
- NEL J.A.J., 1975 : Aspects of the social ethology of some Kalahari rodents.
Z. Tierpsychol., 5 : 322-331.
- OLDFIELD-BOX H., 1967 : Social organization of rats in a "social problem" situation.
Nature, 213 : 533-534.
- OLDFIELD-BOX H., 1969-a : The influence of specific group membership upon individual performance in a "social problem" format.
Psychol. Sc., 14 : 39-40.
- OLDFIELD-BOX H., 1969-b : Individual performance in two experimental social organizations of Rats.
Anim. Behav., 17 : 534-536.
- OLDFIELD-BOX H., 1970 : The behaviour of laboratory rats in a social learning situation.
Acta Psychol., 32 : 48-64.

- ORSINI P., CASSAING J., DUPLANTIER J.M. & CROSET H., 1982 :**
Premières données sur l'écologie des populations naturelles de souris. *Mus spretus* Lataste et *Mus musculus domesticus* Ruddy, dans le Midi de la France.
Rev. Ecol., **36** : 321-336.
- PEFAUR J.E., YANEZ J.E. & JAKSIS F.M., 1979 :** Biological and environmental aspects of a mouse outbreak in the semi-arid region of Chile.
Mammalia, **43** : 313-322.
- PEIGNOT P., 1989 :** *Structurations temporelle et sociale de certains types d'interrelations sociales chez le rat Wistar (Rattus norvegicus).*
D.E.A. Régulations Physiologiques et Comportementales, Strasbourg.
- PEIGNOT P., 1994 :** *Etude de l'évolution de différents aspects de la mise en place de l'organisation sociale dans des groupes de rats Wistar en réponse à une contrainte de l'environnement.* Doctorat de l'Université de Nancy 1.
- PELLOW S., & FILE S.E., 1986 :** Anxiolytic and anxiogenic drug effects on exploratory activity in an elevated plus-maze : a novel test of anxiety in the rat.
Pharmacol. Biochem. Behav., **24** : 525-529.
- PELLOW S., CHOPIN Ph., FILE S.E. & BRILEY M., 1985 :** Validation of open-closed arm entries in an elevated plus-maze as measure of anxiety in the rat.
J. Neurosc. Meth., **14** : 149-167.
- PENZHORN B., 1984 :** A long study on social organization and behaviours of Cape mountain zebras. *Z.f. Tierpsychol.*, **64** : 97-146.
- PETRUCCI R., 1906 :** Origine polyphylétique, homotypie et non comparabilité directe des sociétés animales. Institut Solvay Travaux de l'institut de sociologie. *Notes et mémoires*, fasc. **3**, Bruxelles : Dish et Thon.
- PLOMIN R. DEFRIES J.C. & MCCLEARN G.E., 1980 :** *Behavioral genetics.* W.H. Freeman (Ed.), San Francisco, CA.
- POOLE T., 1985 :** Social behaviour in mammals. Blackie, Chapman & Hall. (Ed.) New York.

- RAAB A., DANTZER R., MICHAUD B., MORMEDE P., TAGHZOUTI K., SIMON H. and LE MOAL M., 1986 :** Behavioural, physiological and immunological consequences of social status and aggression in chronically coexisting resident-intruder dyads of male rats. *Physiol. & Behav.*, **36** : 223-228.
- RASA O.A.E., 1987 :** Vigilance behaviour in dwarf mangooses : selfish or altruistic? *South Afric. J. Sci.*, **83** : 587-590.
- ROBERTS S.C., 1988 :** Social influences on vigilance in rabbits. *Anim. Behav.*, **36** : 905-913.
- ROUBERTOUX P. L. & CARLIER M., 1987 :** Differences between CBA/H and NZB mice on intermale aggression. II. Maternal effects. *Behav. Gen.*, **18** : 175-184.
- RUBENSTEIN D.I., 1981 :** Population density, resource patterning and territoriality in the everglades pygmy sunfish. *Anim. Behav.*, **29** : 155-172.
- SEKIGUCHI S., 1978 :** Strain differences of mice for open field behavior, circadian rhythms and morphine reactivity. *Memoirs of the Faculty of Education, Shiga University, Japan*, **32**: 93-101.
- SCHMIT J.L., 1985 :** *Etude des interactions sociales dans des colonies de rats Brattleboro soumises à une difficulté d'approvisionnement alimentaire.*
D.E.A de Neurosciences, Nancy, Strasbourg, Besançon.
- SCHUSTER R., BERGER B.D & SWANSON H.H., 1988 :** Cooperative social coordination and aggression : sex and strain differences in the effects of housing on gonadectomized rats with hormone replacement. *Aggress. Behav.*, **14** : 179-184.
- SEGHERS B.H., 1974 :** Schooling behavior in the guppy (*Poecilia reticulata*). An evolutionary response to predation. *Evolution*, **28** : 486-489.
- SEWARD J.P., 1954 :** Aggressive behavior in the rat. II. The role of frustration. *J. Comp. Psychol.*, **38** : 225-238.
- SILK J.B., 1983 :** Local resource competition and facultative adjustment of sex ratios in relation to competitive abilities. *Am. Nat.*, **121** : 56-66.

- SILK J.B., CLARK-WHEATLEY C.B., RODMAN P.S. & SAMUELS A., 1981 :** Differential reproductive success and facultative adjustment of sex ratios among captive female bonnet macaques (*Macaca radiata*).
Anim. Behav., 29 : 1106-1120.
- SMITH D.G. & SMITH S., 1988 :** Paternal rank and reproductive success of natal rhesus male monkey. *Anim. Behav.*, 36 : 554-562.
- SOCZKA L., SOCZKA M., WILL B., 1974 :** Comportement opérant du rat dans une situation de compétition alimentaire.
Behav., 53 : 76-90.
- STAATS J., 1981 :** *Inbred and segregating inbred strains*. In H.L. Foster, J.D. Small & J.G. Fox (Eds.) : The mouse in biomedical research, Volume I. Academic Press : London, 177-213.
- SYMONS J.P., 1973 :** Wheel-running activity during ad lib and food-deprivation conditions in four inbred mouse strains. *Bul. of the Psychon. Soc.*, 1 : 78-80.
- TAHIRI K., 1991 :** *Etude du comportement social du rat en situation de difficulté d'accès à la nourriture: influence des variations de composition du groupe sur les comportements individuels*. D.E.A Régulations physiologiques et comportementales, Strasbourg.
- THULLIER F., 1986 :** *Etude des interactions sociales dans des groupes de rats Zuker soumis à une difficulté d'approvisionnement alimentaire*.
D.E.A Régulations physiologiques et Comportementales, Strasbourg.
- THULLIER F., 1992 :** *Contribution à l'étude de la différenciation comportementale dans des groupes de rats soumis à une difficulté d'accès à la nourriture : influence de l'effectif, approche pharmacologique (effets du chlordiazépoxide sur des rats de différents profils)*. Doctorat de l'Université de Nancy 1 en Neurosciences.
- TIMMERMANS P.J.A., 1978 :** Social behaviour of the rat. Thèse Université de Nimègue (Pays-bas).
- TIPLADY B., KILLIAN J.J. & MANDEL P., 1976 :** Tyrosine hydroxylase in various brain regions of three strains in mice differing in spontaneous activity, learning ability and emotionality. *Life Sciences*, 18 : 1065-1070.

- TRIVERS R.**, 1985 : *Social evolution..* Londres, the Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., New-York.
- VALERI P., ANGELUCCI L. and PALMERY M.**, 1978 : Specific (³H) corticosterone uptake in the hippocampus and septum varies with social setting in mice : hormone-receptor autoregulation may be involved. Neuroscience Letters, **9** : 249-254.
- VAN DE POLL N.E., VAN OYEN J.G., SMEETS H.J. & DE JONGE F.H.**, 1982 : Effects of agonistic experience in rats. Aggress. Behav., **8** : 149-151.
- VAN SCHAIK C.P. & VAN HOOFF J.A.R.A.M.**, 1983 : On the ultimate causes of Primate social systems. Behaviour, **85** : 91-117.
- WARD I.L. & WEISZ J.**, 1980 : Maternal stress alters plasma testosterone in fetal males. Science, **207** : 328-329.
- WHALEN R.E.**, 1974 : *Sexual differentiation : Models, methods and mechanisms*. In R. Friedman, R. Richart & R. Vande Wiele (Eds.), Sex differences in behavior. New York: Wiley.
- WHITE F.J. & CHAPMAN C.A.**, 1994 : Contrasting chimpanzees and bonobos : nearest neighbor distances and choices. Folia Primat., **63**, 4 : 181-191.
- WILCOCK J.**, 1969 : Gene action and behavior : An avaluation of major gene pleiotropism. Psychol. Bul., **72** : 1-29.
- WILSON E.O.**, 1975 : *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge, Massachusets, Belknap Press of Harvard University.
- WONG R. & OGURZSOFF S.**, 1974 : Note on sex difference, early experience and food intake in rats. Physiol. Behav., **13** : 841-843.
- YAMAGUCHI M., YAMAKAZI K., BEAUCHAMP G.K., BARD J. THOMAS L., BOYSE E.A.**, 1981 : Distinctive urinary odors governed by the major histocompatibility locus of the mouse. Proc. Nat. Acad. Sci. UA, **78** : 5817-5820.

Publications scientifiques dans des revues à comité de lecture

- 1- NEJDI A, GUASTAVINO J.-M. & LALONDE R., 1996 a : Effects of the light-dark cycle on a water tank Social Interaction Test in mice. *Physiol. and Behavi.*, 59 : 45-47.
- 2- NEJDI A, GUASTAVINO J.-M., LALONDE R., DESOR D. & KRAFFT B., 1996 b : Behavioral differentiation of mice exposed to a water tank social interaction test. *Behav. Proc.*, 36 : 11-18.

Communications scientifiques

- 1- NEJDI A. & GUASTAVINO J.-M., 1994 : *Social differentiation in mice according to their genotype. 70th annual Meeting of the Southwestern and Rocky Mountain Division of the American Association for Advancement of Science (AAAS), Durango, Colorado.*
- 2- NEJDI A, GUASTAVINO J.-M. & LALONDE R., 1994 : *Effet du cycle lumineux sur la différenciation comportementale des souris face à une contrainte alimentaire, 26ème colloque annuel de la S.F.E.C.A, Nancy, France.*

Nom : NEJDI

Prénom : Amine



DOCTORAT de l'UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ, NANCY-I

en NEUROSCIENCES

VU, APPROUVÉ ET PERMIS D'IMPRIMER

Nancy, le 18 NOV 1996 UHP 113

Le Président de l'Université



Une structure sociale représente la résultante des comportements différenciés des individus qui la constituent. Les facteurs qui influencent ces comportements devraient donc participer, eux aussi, à l'élaboration et au maintien de l'organisation sociale.

Pour tester cette hypothèse, nous avons mis au point une situation expérimentale dans laquelle des souris regroupées par quatre se différencient en plusieurs catégories comportementales. La situation consiste à interposer entre la cage d'habitation et l'unique source de nourriture un élément aversif, en l'occurrence une piscine dans laquelle les souris sont obligées de se mouiller avant d'atteindre la mangeoire. Cette contrainte imposée augmente progressivement en 4 phases, au terme desquelles les souris de chaque groupe se différencient en 3 catégories comportementales :

- **Transporteur Majeur** : souris qui surmonte la contrainte et rapporte plus de 80% de la nourriture nécessaire au groupe,
- **Transporteur Occasionnel** : souris qui surmonte, elle aussi, la contrainte mais ne rapporte que moins de 20% de la nourriture et en dérobe le reste à ses congénères pour satisfaire ses besoins alimentaires quotidiens,
- **Non-Transporteur** : souris qui ne rapporte de la mangeoire aucune croquette de nourriture et se contente de dérober à ses congénères la nourriture dont elle a besoin.

Si ces différenciations comportementales sont insensibles à l'âge et au sexe de la souris, nous avons montré qu'elles sont dépendantes, au moins, de 3 grands facteurs :

1- les contraintes physiques : nous avons montré que les différenciations des souris sont d'autant plus importantes que la contrainte imposée augmente. Elles dépendent aussi de la phase lumineuse pendant laquelle les expérimentations se déroulent. Ainsi, les souris testées pendant la phase nocturne se différencient moins que celles testées pendant la période diurne,

2- l'état émotionnel des souris : il existe une relation étroite entre les 3 profils comportementaux cités ci-dessus et les niveaux émotionnels des souris estimés par le test du labyrinthe surélevé. En effet, c'est la souris qui a le degré émotionnel le plus bas du groupe qui adopte le profil de Transporteur Majeur. De plus, le passage dans cette situation provoque l'augmentation des niveaux d'émotivité de toutes les souris.

3- le patrimoine génétique : nous avons comparé les différenciations comportementales de deux souches consanguines les C57 BL et les C3H/He, qui diffèrent essentiellement par le niveau d'activité physique et l'état émotionnel. Les différenciations dans la souche C3H/He, physiquement moins active et dont l'état émotionnel est plus important, sont plus prononcées que celles de la souche C57 BL.

Ces résultats confirment donc l'hypothèse de départ, et montrent le caractère multifactoriel (facteurs individuels, génétiques, ontogénétiques et environnementaux) du déterminisme des différenciations comportementales qui sont à la base des structures sociales.