

**DYNAMIQUE DE POPULATION,
CONDITION ET CONSTITUTION
DU CHEVREUIL**

(Capreolus capreolus L., 1758)

**DANS LES CANTONS
DE NEUCHÂTEL ET VAUD
(OUEST DE LA SUISSE)**

PAR

MICHEL BLANT

LICENCIÉ EN BIOLOGIE

THÈSE PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

IMPRIMATUR POUR LA THÈSE

Dynamique de population, condition et constitution du Chevreuil (*Capreolus capreolus* L., 1758) dans les Cantons de Neuchâtel et Vaud (ouest de la Suisse)

de Monsieur Michel Blant

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

FACULTÉ DES SCIENCES

La Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel,
sur le rapport des membres du jury,

Messieurs Cl. Mermod, J.-C. Pedrolì,

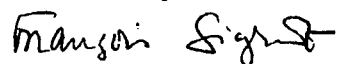
H. Blankenhorn (Berne), K. Eiberle

(EPF-Zurich) et H. Ellenberg (Hambourg)

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 26 février 1987

Le doyen:



François Sigrist

DYNAMIQUE DE POPULATION, CONDITION ET CONSTITUTION DU
CHEVREUIL (*Capreolus capreolus* L., 1758) DANS LES
CANTONS DE NEUCHÂTEL ET VAUD (OUEST DE LA SUISSE)

Par Michel Blant

Institut de Zoologie
Université de Neuchâtel

CH-2000 Neuchâtel 7

Abstract

The contents of this study include the census of Roe deer (*Capreolus capreolus*) populations by drive counts and the evaluation of potential and effective reproductive performances. The condition and the constitution of the deers was also determined in relation with a 50 % decrease of the population density.

In the Western Switzerland (Neuchâtel and Vaud) we find a high fawn mortality rate (about 50 %). During the six years of the study, condition and constitution were measured with use of body weight and size of the lower jaw respectively. These indices tend to increase.

The results are compared with the abundant data of the literature.

Remerciements

La conception de cette étude était fondée sur la collaboration de très nombreuses personnes, ce qui s'est réalisé d'une manière parfaite. Qu'elles m'excusent toutefois par avance de ne pas pouvoir les citer toutes nommément, faute de place...

Ma gratitude va tout d'abord au Prof. Claude Mermod, directeur de thèse, pour ses judicieux conseils tout au long de ce travail, ainsi qu'au Dr Jean-Carlo Pedroli, Inspecteur cantonal de la Chasse, à Neuchâtel, sans qui ces recherches n'auraient pas été possibles.

Elle va aussi particulièrement aux autres membres du jury de thèse, le Dr H.J. Blankenhorn, Inspecteur fédéral de la Chasse, le Prof. K. Eiberle, de l'Institut pour la recherche sur la Forêt et le Bois de l'EPF Zürich et le Dr H. Ellenberg, de l'Institut de Sylviculture et Ecologie de Hambourg ainsi qu'à Mme J. Moret, conseillère en statistique du Centre de calcul de l'Université de Neuchâtel et M. G. Matthey, Conservateur de la Faune du canton de Vaud.

Le travail de terrain n'a pu être réalisé que grâce au dévouement des gardes-chasse, MM. J.-J. Humbert et C. Zbinden. Je dois aussi particulièrement remercier mon collègue de travail François Chappuis. Ma gratitude va aussi à ma compagne Anne-Marie, tant pour sa présence à mes côtés dans le terrain que pour ses démêlés avec l'ordinateur lors de la mise en forme de ce travail. Je remercie enfin mes parents de l'intérêt qu'ils ont toujours porté à ma recherche.

Une mention toute particulière doit être attribuée à ceux qui ont permis la récolte des données. Je remercie les gardes-chasse auxiliaires de leur excellent travail de recensement ainsi que les chasseurs neuchâtelois et vaudois de leur grand empressement pour l'envoi des mâchoires et des ovaires.

Je remercie également le personnel des institutions qui ont centralisé ces envois : l'Institut de Zoologie dans le canton de Neuchâtel et la Conservation de la Faune dans le canton de Vaud. La récolte de données a également été effectuée par la Gendarmerie du canton de Neuchâtel, le Centre d'incinération de Montmollin, les Abattoirs de La Chaux-de-Fonds et l'Institut Galli-Valerio, institutions que je remercie vivement.

Enfin, les battues ont été réalisées grâce à la vigueur des chasseurs neuchâtelois et vaudois, des membres du Service forestier du canton de Neuchâtel (ainsi que des communes) et des étudiants en biologie de l'Université de Neuchâtel et du Gymnase cantonal de La Chaux-de-Fonds, ainsi que de leurs professeurs. Dans le canton de Vaud, je dois encore remercier les Surveillants permanents de la Faune et MM. G. Berthoud et D. Gétaz, pour leur travail et la transmission des résultats.

En dernier lieu, ma gratitude va aux organismes qui ont soutenu matériellement cette étude : le Département de l'Agriculture du canton de Neuchâtel et ses Inspections de la Chasse et des Forêts (MM. les Conseillers d'Etat J. Béguin et J.-C. Jaggi, MM. J.-C. Pedroli, L.-A. Favre et L. Farron), la Conservation de la Faune du canton de Vaud (M. G. Matthey), l'Office fédéral des Forêts et de la Protection du Paysage (MM. M. de Coulon et H.J. Blankenhorn), le Centre de calcul de l'Université de Neuchâtel (M. R. Corfu) et l'Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel (Prof. A. Aeschlimann).

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 1.1. Historique | 2 |
| 1.2. Position du problème | 2 |
| 2. REGIONS ET CHASSE | 6 |
| 2.1. Territoires d'étude | 6 |
| 2.1.1. Canton de Neuchâtel | 6 |
| 2.1.2. Canton de Vaud | 7 |
| 2.2. Méthodes de chasse | 9 |
| 2.3. Pression de chasse | 9 |
| 3. RECENSEMENTS | 13 |
| 3.1. Méthodes | 13 |
| 3.1.1. Méthodes appliquées dans le canton de Neuchâtel | 15 |
| 3.1.2. Méthodes appliquées dans le canton de Vaud | 16 |
| 3.1.3. Analyse statistique | 16 |
| 3.2. Résultats | 17 |
| 3.2.1. Canton de Neuchâtel | 17 |
| 3.2.2. Canton de Vaud | 25 |
| 3.3. Discussion | 28 |
| 3.3.1. Recensements et indices utilisés | 28 |
| 3.3.2. Les battues sur surfaces- échantillons | 29 |
| 3.3.3. Evolution des effectifs et comparaison entre les deux cantons | 34 |
| 4. STRUCTURE DES POPULATIONS | 35 |
| 4.1. Méthodes | 35 |
| 4.1.1. Echantillonnages | 35 |
| 4.1.2. Sex-ratio | 36 |
| 4.1.3. Détermination de l'âge | 36 |
| 4.1.4. Age moyen | 37 |
| 4.1.5. Faons | 37 |
| 4.1.6. Tables de survie et de vie | 39 |
| 4.2. Résultats | 41 |
| 4.2.1. Sex-ratio | 41 |
| 4.2.2. Age moyen | 42 |
| 4.2.3. Proportions de faons | 42 |
| 4.2.4. Tables de survie et de vie | 44 |

| | |
|---|-----|
| 4.3. Discussion | 53 |
| 4.3.1. Sex-ratio | 53 |
| 4.3.2. Age moyen | 53 |
| 4.3.3. Proportions de faons | 53 |
| 4.3.4. Tables de survie et de vie | 54 |
| | |
| 5. REPRODUCTION | 56 |
| 5.1. Rappels sur la reproduction du chevreuil | 58 |
| 5.2. Méthodes | 59 |
| 5.2.1. Principe | 59 |
| 5.2.2. Méthodes utilisées | 60 |
| 5.2.3. Hypothèses | 64 |
| 5.2.4. Analyse statistique | 64 |
| 5.3. Résultats | 65 |
| 5.3.1. Taux de fertilisation | 65 |
| 5.3.2. Taux de reproduction observés | 71 |
| 5.3.3. Calcul de la mortalité | 73 |
| 5.4. Discussion | 77 |
| 5.4.1. A propos de la fertilité | 77 |
| 5.4.2. A propos des taux de reproduction | 81 |
| 5.4.3. A propos de la mortalité | 86 |
| | |
| 6. CONDITION ET CONSTITUTION | 95 |
| 6.1. Définitions et hypothèses | 96 |
| 6.1.1. Définitions | 96 |
| 6.1.2. Hypothèses | 97 |
| 6.2. Méthodes | 98 |
| 6.2.1. Poids | 98 |
| 6.2.2. Longueur de la mâchoire inférieure | 99 |
| 6.2.3. Analyse statistique | 99 |
| 6.3. Résultats | 102 |
| 6.3.1. Poids | 102 |
| 6.3.2. Longueur de la mâchoire inférieure | 122 |
| 6.3.3. Relation entre les deux paramètres | 130 |
| 6.4. Discussion | 131 |
| 6.4.1. A propos du poids | 131 |
| 6.4.2. A propos de la longueur de la mâchoire inférieure | 137 |
| 6.4.3. A propos des paramètres de qualité | 142 |
| | |
| 7. CONCLUSIONS | 145 |
| 7.1. Remarques sur l'obtention des données | 145 |
| 7.2. Essai de synthèse | 146 |
| 7.3. Conclusion | 148 |

| | |
|------------------|-----|
| 8. RESUME | 149 |
| ZUSAMMENFASSUNG | 150 |
| SUMMARY | 151 |
| 9. BIBLIOGRAPHIE | 153 |

1. INTRODUCTION

Le chevreuil Capreolus capreolus L. (Cervidae) est un mammifère gibier répandu dans l'Europe et l'Asie centrale. On considère généralement deux sous-espèces de ce gracieux cervidé : le chevreuil européen et le chevreuil sibérien (BUBENIK, 1984). Ce dernier se distingue du premier par son poids plus élevé et ses trophées lyriformes. Certains auteurs, par la morphométrie du crâne, distinguent même 4 sous-espèces : les chevreuils européen, sibérien, de l'Oural et du Tien Shan (SOKOLOV et GROMOV, 1985, SOKOLOV et al., 1986). Toutefois, la plus grande différence réside entre forme européenne et formes asiatiques. Mais tous sont nos "antilopes des forêts" : leurs corps en fuseau, leur taille relativement restreinte et leurs membres faits pour bondir favorisent les déplacements rapides sous les basses frondaisons, à travers les buissons.

Une autre caractéristique du chevreuil est d'être partout un gibier apprécié des chasseurs, ce qui n'est pas toujours allé sans risque : dans certaines régions, des populations ont bien failli disparaître, suite au manque de limites de la part des disciples de Saint-Hubert. Les mesures de gestion ont permis, dans la plupart de ces cas, de restaurer les effectifs.

Les circonstances actuelles - exploitation intensive et entretien des forêts - en font toutefois aussi un gibier au premier plan des polémiques : les forestiers ne manquent pas de le considérer comme un consommateur vorace, fauteur de dégâts insupportables, alors que les chasseurs, souvent trop peu soucieux du milieu vital du chevreuil, réfutent ces dommages ou les attribuent à d'autres.

Durant ces 20 dernières années, un certain nombre de travaux ont été effectués dans l'optique d'une meilleure gestion des intérêts forêt et gibier. Ces recherches appliquées, corollaires de recherches fondamentales, ont permis de progresser dans la compréhension de la relation de cet animal avec son milieu. De cette compréhension dépend l'avenir de toutes nos populations de chevreuils : c'est maintenant l'homme qui, la plupart du temps, se trouve être le premier facteur agissant directement sur les populations.

Notre présente étude apporte des informations sur la reproduction et la taille corporelle des chevreuils du Jura et du Plateau suisses, et tente d'en tirer les enseignements pratiques utiles à la gestion. Nous examinerons d'abord brièvement les fondements historiques et biologiques ayant amené à cette étude.

1.1. Historique

Les premiers pas de ce travail ont été effectués dans le canton de Neuchâtel en 1980. L'histoire du développement de la population de chevreuils et de ses dégâts y paraît proche de celle de plusieurs autres cantons suisses. Nous l'emprunterons pour l'essentiel à QUARTIER (1954, 1961).

Suite à une législation sur la chasse extrêmement large dans le courant du XIXe siècle, le chevreuil devint rapidement rare dans le canton. On arriva dans les années 1926 à 1928 à ne tirer plus que quelques individus. Il s'ensuivit alors des mesures draconiennes permettant une reconstitution du cheptel : fermeture de la chasse durant quelques années, puis protection des femelles et strict contingentement des animaux à abattre.

Au début des années 50, toutefois, la population s'est fort bien reconstituée, au point qu'on en tire 500 à 600 par année, qu'on estime les pertes naturelles à une valeur semblable, et que des épizooties frappent les chevreuils de Chaumont/Neuchâtel (1950 et 1951; on a retenu comme causes strongylose, myase, bronchite vermineuse et diarrhée). A partir de 1963, un recensement par indices d'abondance, effectué par des gardes-chasse auxiliaires, permet de constater une évolution de la population de tendance croissante jusqu'en 1980 (PEDROLI et al., 1981).

Quant à l'origine des dégâts aux forêts, il apparaît pour la première fois en 1950, dans le "rapport du service forestier" (comm. de l'Inspection cantonale des Forêts) que, en certaines régions, les chevreuils commettent de grands dégâts. FAVRE (1980b) rappelle en 1980 que "les déprédations par l'abrouissement et la frayure ont commencé il y a 35 ans dans les forêts du Littoral et du Val-de-Ruz et ont progressivement gagné tout le canton". Il conclut sur ce sujet (1980a) : "il s'agit d'un problème politique qui devra bien trouver un dénouement faute de quoi le traitement par le jardinage cultural, déjà sérieusement compromis, sera remis en cause et avec lui tous les avantages que les générations passées et actuelle en ont retiré".

C'est dans ce cadre qu'en 1980 le gouvernement neuchâtelois décidait de procéder à un tir de réduction. Des tirs semblables eurent lieu la même année dans le canton voisin de Vaud.

1.2. Position du problème

La situation conflictuelle décrite ci-avant implique des mesures d'intervention dans la population de chevreuils ou dans son environnement. Des travaux concernant cette "gestion de la faune en vue d'un équilibre sylvo-cynégétique" ont été développés ces dernières années. La plupart concerne toutefois le cerf (voir les synthèses d'UECKERMANN, 1981, et de GOSSOW, 1981). Les modèles de gestion du chevreuil, moins nombreux, sont en outre moins

sûrs. On trébuche toujours en fait au premier pas, celui du recensement des populations, malgré de nombreuses méthodes. Se greffent ensuite d'autres problèmes suivant les régions, comme par exemple tout simplement la confiance dans les statistiques établies... (UECKERMANN, 1985).

Les principales mesures de gestion - "Hegemassnahmen" - qui sont le plus souvent proposées sont la réduction des populations de gibier, l'amélioration des gagnages naturels, le nourrissage artificiel et la protection mécanique ou chimique des recrûs forestiers.

Suite à l'application de la première mesure citée dans le canton de Neuchâtel en 1980, un premier travail à court terme a été effectué, précisant la densité de la population, quelques-unes de ses caractéristiques et le régime alimentaire ligneux des chevreuils (BLANT et al., 1982a). En 1982, trois thèmes particuliers donnaient encore matière à réflexion :

1. Le recensement. Bien que décrite et couramment appliquée (VON BERG, 1979, PEDROLI et al., 1981, C.E.M.A.G.R.E.F., 1984), la méthode des battues sur secteurs-échantillons est pauvre en connaissances statistiques.
2. L'accroissement. Parfois déterminés, parfois évalués, les taux de reproduction cités dans la littérature varient considérablement. Faits régionaux, phénologiques, biologiques, voire méthodologiques, et quelle(s) valeur(s) retenir ?
3. La qualité. L'existence d'une relation inverse entre la densité de la population et la qualité (taille corporelle) des individus est sujette à controverses. Le tir de réduction nous permettait de suivre dans cette optique quelques paramètres qualitatifs. A ce problème est lié la question des indicateurs de "densités supportables", du degré d'adaptation ("Anpassung") de la population à son environnement.

Pour une meilleure compréhension de l'étude, ces trois thèmes et les autres phénomènes en présence sont représentés sur le schéma de la figure 1.1.

Notre travail rendra compte en détail des développements suivants :

Recensement (ch. 3) : méthodologie et évolution de la population du canton de Neuchâtel (1980-1985). Comparaison avec le canton de Vaud (1980-1985).

Age, tables de survie (ch. 4) : paramètres descriptifs des populations des cantons de Neuchâtel (1980-1985) et Vaud (1983-1985).

Reproduction (ch. 5) : méthodologie et évaluation des taux de reproduction de la population du canton de Neuchâtel (1983-1986).

Condition et constitution (ch. 6) : paramètres descriptifs des populations des cantons de Neuchâtel (1980-1985) et Vaud (1983-1985).

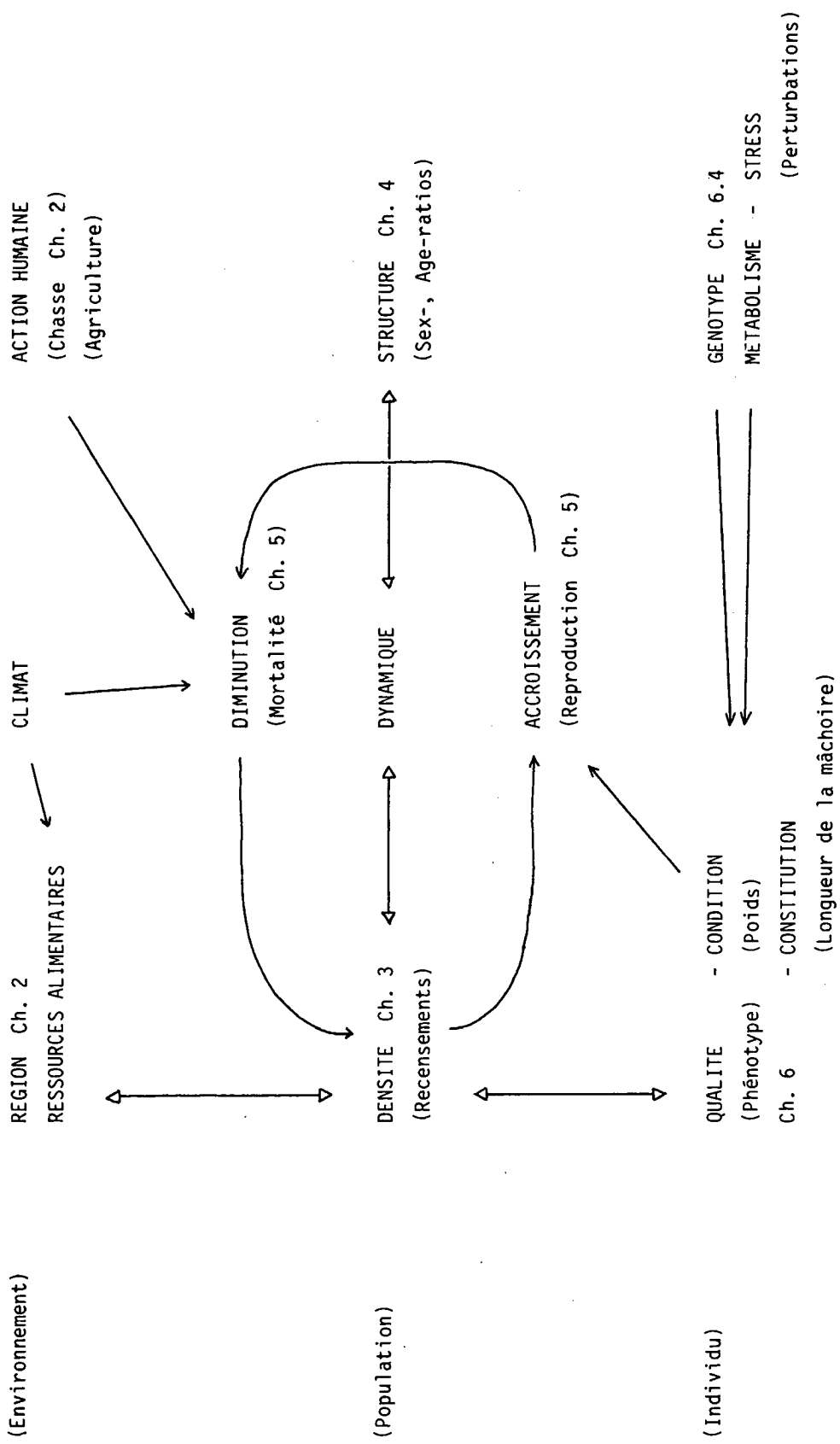


Fig. 1.1. Thèmes étudiés et relations principales.

2. REGIONS ET CHASSE

2.1. Territoires d'étude

Les cantons de Neuchâtel (NE) et Vaud (VD) sont situés dans l'ouest de la Suisse. Ils comprennent des territoires appartenant aux régions Jura (NE,VD), Plateau (VD) et Alpes (VD).

Les principales caractéristiques géographiques, forestières et cynégétiques de ces deux cantons sont données dans le tableau 2.I et développées ci-dessous.

2.1.1. Canton de Neuchâtel

Le canton de Neuchâtel est un territoire montagneux d'altitude moyenne de 700 à 800 m. Sa surface terrière est de 650 km². On y distingue

- le littoral (430-1550 m) : rive des lacs et première chaîne de montagnes. Taux de boisement de 44-45 %.
- les vallées centrales (600-1550 m) : comprises entre deux chaînes, aux versants boisés et raides. Taux de boisement 34-43 %.
- les montagnes et hautes vallées (600-1450 m) : d'altitude moyenne de plus de 1000 m (seconde chaîne de montagnes), cette zone s'étend jusqu'à la vallée du Doubs. Taux de boisement 27-29 %.

Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1000 mm à Neuchâtel et 1600 mm à la Chaux-de-Fonds. Selon JORNOD (1981-1986), la neige occupe le sol à Neuchâtel jusqu'à 50 jours par année, avec une épaisseur maximale de 32 cm. Dans les montagnes, il faut compter un temps plus long et une épaisseur plus grande, la température hivernale moyenne descendant en dessous de 0°C.

Les températures annuelles moyennes varient de 4.7°C à la Brévine à 9.2°C à Neuchâtel.

Le terrain est essentiellement de nature calcaire.

Les cultures sont importantes sur le littoral et dans le fond des vallées centrales. En montagne, on ne trouve pratiquement plus que des herbages et des pâtures.

Le grand gibier (ruminants) comprend le chevreuil, présent à peu près partout. Le cerf est signalé sporadiquement dans l'ouest du canton. Le chamois est estimé (gardes-chasse auxiliaires, voir ch. 3) à environ 300 individus (1985). On le rencontre surtout en montagne, dans les versants abrupts, où les densités de chevreuils sont plus faibles.

Du point de vue cynégétique, le canton de Neuchâtel a été

divisé (Inspection cantonale de la chasse) en 11 zones de chasse, selon la topographie, exposition et altitude notamment. Des détails supplémentaires sont donnés lors de leur utilisation (ch. 6).

2.1.2. Canton de Vaud

Le canton de Vaud est un territoire hétérogène, d'une surface terrière de 3000 km².

a) Jura

Le Jura vaudois comprend une zone littorale de grandes côtes, exposées au sud, du bord des lacs aux sommets de la première chaîne de montagnes (400-1700 m). Au-delà s'étend une zone de montagnes et hautes vallées (800-1700 m). Le taux de boisement est en moyenne nettement plus élevé que dans le Jura neuchâtelois; il atteint 67 %.

Les traits principaux du climat sont semblables à ceux du canton de Neuchâtel.

Le terrain est aussi essentiellement de nature calcaire.

Les cultures sont peu abondantes en dehors de la zone littorale.

Le grand gibier comprend le chevreuil - répandu -, le cerf - en deux petites colonies - et le chamois, généralement en montagne et inféodé aux sites rocheux.

b) Plateau

Le Plateau vaudois est un territoire hétérogène. Il peut être subdivisé en 4 régions :

- la "Riviera" (380-1000 m) : zone littorale du lac Léman, fortement urbanisée, au vignoble étendu,
- le "Gros de Vaud" (500-900 m) : alternance de collines et vallons, avec cultures et boisements,
- les plaines, de l'Orbe (430 m), de la Broye (430-510 m) et du Rhône (380-410 m) : vastes zones agricoles,
- les hauts plateaux du pied du Jura (600-700 m), avec cultures et boisements.

Le taux de boisement moyen est faible : 21 %. Il comprend des petits bois de quelques kilomètres carrés, extrêmement nombreux et bien disséminés, et un massif plus important, le Jorat.

Les données climatiques de Lausanne (Pully) montrent des précipitations à peine supérieures à celles de Neuchâtel. L'hiver est par contre nettement plus doux (0.7-1.1°C de

| CANTON | N E | | V D | |
|-------------------------|---------------------------------------|---|-------|-------|
| REGION | JU | JU | PL | AL |
| I. SYLVICULTURE | | | | |
| Surface terrière | 665 | | 2819 | |
| dont boisée | 263 | | 1060 | |
| | (37%) | | (38%) | |
| Surface boisée | 263 | 461 | 318 | 291 |
| dont pâturages boisés | 45 | 85 | 0 | 33 |
| | (17%) | (18%) | | (11%) |
| Régime d'exploitation | Coupe jardinatoire (FAVRE, 1980a) | Coupe progressive (parfois coupe rase et plantations) | | |
| Structure forestière | Mélange des différentes classes d'âge | Mosaïque de peuplements de différentes classes d'âge | | |
| II. AGRICULTURE | | | | |
| Surface de cultures | 276* | 42 | 729 | 7 |
| Pâturages | 128 | 156* | 332* | 307* |
| *herbages compris | | | | |
| Improductif | 48 | 33 | 117 | 25 |
| III. CYNEGETIQUE | | | | |
| Droit de chasse | Patente cantonale | Patente cantonale | | |
| Mode principal | Chien courant | Chien courant | | |

Tableau 2.I. Caractéristiques cantonales. Sources: FAVRE (1980b), JEANNERET (1981) et inventaire BADIN (Comm. Conservation de la Faune, Vaud). Surfaces en km².

plus en moyenne, de décembre à mars).

Le terrain est essentiellement composé de moraines et de molasse. L'agriculture est prépondérante, elle recouvre près du 50 % de la surface terrière.

Le grand gibier ne comprend pratiquement que le chevreuil.

c) Alpes

Les Alpes vaudoises se composent de deux vallées : le Pays d'Enhaut (sommets jusqu'à 2500 m) et la Vallée des Ormonts (sommets jusqu'à plus de 3000 m).

Les flancs sont raides et escarpés, avec boisements, pâtures et herbages. Le taux de boisement moyen est de 46 %.

Le climat y est rude, comme dans le Jura.

Le terrain est de nature calcaire. L'élevage est la production agricole essentielle.

Le grand gibier comprend le chamois, en altitude, alors que le chevreuil occupe plutôt les zones basses. Une faible population de cerfs en permet néanmoins la chasse. Le bouquetin est présent dans certaines zones rocheuses d'altitude.

2.2. Méthodes de chasse

La plupart des chasseurs neuchâtelois et vaudois pratiquent leur sport à l'aide de chiens courants. Le tir est donc à grenaille. Une très faible proportion tire à l'affût, à balle. Le procédé de chasse n'est donc pratiquement pas sélectif. De plus, les tirs élevés de ces dernières années accentuent encore dans ce sens.

2.3. Pression de chasse

Dans le canton de Neuchâtel, on compte environ 500 preneurs de permis chaque année. Dans le canton de Vaud, ce nombre se monte à 1'000.

Les plans de tir antérieurs à 1980 ont été plus ou moins stables. Etaient accordés par chasseur :

- dans le canton de Neuchâtel, généralement un ou deux chevreuils (1 ind. de 1964 à 1975, 2 ind. de 1950 à 1956, en 1959, en 1962-63 et de 1976 à 1979, 3 ind. en 1957-58 et 1960-61),
- dans le canton de Vaud, généralement deux chevreuils (1 ind. de 1972 à 1974, 2 ind. de 1965 à 1971 et en 1975-76, 3 ind. en 1977-78 et 4 ind. en 1979).

Dans le canton de Vaud, le tir s'effectue sans prescription de sexe. Dans le canton de Neuchâtel, les marques octroyées définissaient le plus souvent le sexe de l'animal à tirer. On y a favorisé le tir des brocards certaines années, sans toutefois déséquilibrer le sex-ratio de la population (BLANT et al., 1982b).

De 1980 à 1985, les plans de tir ont été les suivants :

boutons accordés : par chasseur

| | NE | VD |
|------|-------|-------|
| 1980 | 4 * | 6 |
| 1981 | 2 | 3 3/4 |
| 1982 | 2 1/2 | 3 1/4 |
| 1983 | 2 1/2 | 4 |
| 1984 | 2 | 3 |
| 1985 | 2 | 2 |

* dont 2 faons

au km2 boisé

| | NE | VD |
|------|-----|-----|
| 1980 | 8.2 | 6.9 |
| 1981 | 4.0 | 4.2 |
| 1982 | 5.0 | 3.6 |
| 1983 | 4.9 | 4.6 |
| 1984 | 4.0 | 3.3 |
| 1985 | 3.4 | 2.2 |

Afin de comparer l'effort de chasse dans les deux cantons, nous avons établi (tab. 2.II)

- la pression de chasse :

| n | x | n | x | n |
|------------|---|-----------------|---|-----------------|
| boutons | | permis délivrés | | jours ouvrables |
| ----- | | | | |
| km2 boisés | | | | |

- le taux de réussite :

$$\frac{n \text{ chevreuils tirés}}{n \text{ boutons émis}}$$

Les tirs effectifs réalisés par surface forestière sont également calculés (tab. 2.III).

Ces données montrent que :

- la pression de chasse est deux à trois fois plus élevée dans le canton de Neuchâtel que dans le canton de Vaud. Ceci tient au fait que le nombre de chasseurs y est plus grand, proportionnellement au territoire. De plus, la durée d'ouverture de la chasse au chevreuil y est beaucoup plus importante. Malgré cela, le taux de réussite se situe partout entre 1981 et 1984 à 80-90%. Le taux de réussite baisse si
- le nombre de boutons délivrés est très grand (1980, NE et VD)
- la durée de la chasse est très réduite (VD 1985).
- le nombre de chevreuils tirés (par km² boisé) ces dernières années est assez similaire entre les deux cantons. Une différence sensible apparaît seulement en 1985, où un plan de tir abaissant la pression de chasse dans le canton de Vaud provoque une chute sensible des tirs réalisés. Dans le canton de Neuchâtel, une mesure de protection des chèvres (retard de l'ouverture de 2 semaines) n'a pas eu d'incidence sur le résultat global de la chasse.

| | Pression de chasse | | | Taux de réussite | |
|------|--------------------|----|-------|------------------|----|
| | NE | VD | JU-PL | NE | VD |
| 1980 | 221 | 94 | 128 | 67 | 76 |
| 1981 | 104 | 39 | 53 | 91 | 85 |
| 1982 | 124 | 41 | 56 | 83 | 88 |
| 1983 | 120 | 62 | 84 | 89 | 83 |
| 1984 | 96 | 48 | 65 | 87 | 85 |
| 1985 | 67 | 15 | 20 | 85 | 75 |

Tableau 2.II. Pression de chasse (boutons x permis x jours / km²) et Taux de réussite (%) dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (avec Jura et Plateau vaudois).

| | Chevreuils tirés | | Chevreuils tirés / km ² boisé | | |
|------|------------------|------|--|-----|-------|
| | NE | VD | NE | VD | JU-PL |
| 1980 | 1434 | 4698 | 5.5 | 4.4 | 6.0 |
| 1981 | 956 | 3205 | 3.6 | 3.0 | 4.1 |
| 1982 | 1075 | 2914 | 4.1 | 2.7 | 3.7 |
| 1983 | 1118 | 3419 | 4.3 | 3.2 | 4.3 |
| 1984 | 877 | 2551 | 3.3 | 2.4 | 3.3 |
| 1985 | 753 | 1491 | 2.9 | 1.4 | 1.9 |

Tableau 2.III. Tableau de chasse dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (avec Jura et Plateau vaudois).

3. RECENSEMENT

Le recensement d'une population de chevreuils vivant en milieu forestier est particulièrement difficile. Ces animaux ont le don de disparaître dans les fourrés épais ou même de se dissimuler près de l'observateur, derrière un tronc ou un buisson. On a donc souvent estimé des effectifs de chevreuils en effectuant des comptages sur leurs gagnages en milieu ouvert (lisières, clairières).

Le comptage par observation directe se heurte à une difficulté majeure : sauf en cas de particularités physiques, il est pratiquement impossible de différencier les animaux observés (reconnaissance individuelle). Plusieurs expériences démontrent la complexité des comptages visuels. On cite généralement celle d'ANDERSEN (1953), qui étudia le tir total d'une population de 213 chevreuils, alors que forestiers et gardes-chasse expérimentés de la région en avaient dénombré 70.

La connaissance des effectifs sur pied au printemps est pourtant une donnée de base dans la gestion des populations de chevreuils. Aussi, de nombreuses méthodes ont été développées pour tenter de résoudre ce problème.

3.1. Méthodes

SCHROEDER et FISCHER (1984) ont résumé ces méthodes de recensement et les ont classées selon deux groupes :

1. Détermination de la densité absolue

- a) Comptage direct (possible seulement en agrocénose).
- b) Battues sur surfaces-échantillons.
- c) Capture-recapture, ou capture-observation (Lincoln-index).

2. Détermination d'une densité relative

- a) Par observation directe
 - sur itinéraires-échantillons (pédestre ou en véhicule)
 - par affût (méthode non encore standardisée).
- b) D'après indices comme traces, fèces, frayures, broutis, etc. (méthodes non encore développées).
- c) D'après la végétation.

Il semblerait donc que le gestionnaire n'aie que le choix des méthodes pour déterminer ses effectifs. Or, si certaines de ces techniques sont couramment appliquées, d'autres se sont révélées en fait très peu adaptées au cas du chevreuil.

En France (C.E.M.A.G.R.E.F., 1984, DENIS, 1985), on pratique souvent des battues sur secteurs-échantillons, voire la battue "totale" de territoires pas trop grands. C'est une méthode aussi couramment appliquée dans les pays de l'Est (PUCEK et al., 1975, BOBEK, 1977), et proposée en Allemagne par VON BERG (1979). Il va de soi que plus l'échantillonnage est important, meilleure est l'évaluation de la densité absolue.

La capture-observation (adaptation de la "PETERSEN-method" ou du "LINCOLN-index") a été testée au Danemark par STRANDGAARD (1967). La technique se révèle peu adaptée au chevreuil. La grande difficulté est d'avoir un échantillon marqué représentatif - selon la structure - de la population. En effet, les animaux de sexe et d'âge différents présentent des comportements différents, et donc une observabilité différente. Au sens strict, l'application de cette méthode demanderait le marquage de plus de deux tiers des individus. Au prix de cet effort, autant tous les capturer et tous les marquer ! En France, des résultats variables ont été obtenus par BOISAUBERT et al. (1980). De meilleures expériences ont été réalisées en Allemagne, en été et en automne (ELLENBERG, comm. pers.).

Les méthodes relatives sont plus nombreuses. Elles fournissent un indice d'abondance, qui est fonction de la population.

En France, on utilise l'Indice Kilométrique d'Abondance (I.K.A.) sur des parcours pédestres. La méthode a été développée par VINCENT (1982). On pratique aussi la méthode des observateurs mobiles, l'approche et affût combinés, les poussées sur secteurs ou par fractions, les circuits en véhicules, et d'autres (BOISAUBERT et al., 1980; C.E.M.A.G.R.E.F., 1984; DENIS, 1985).

La comparaison de ces méthodes à une méthode dite absolue, le LINCOLN-index, a été effectuée par VINCENT et BOISAUBERT et al. L'I.K.A. a été trouvé proportionnel à la densité. La méthode des observateurs mobiles, en revanche, montrait une sous-estimation de la population de 35 à 48 %, celle de l'approche et affût combinés une sous-estimation de 42 à 57 % et celle des poussées sur secteurs-échantillons une sous-estimation de 13 à 43 %. Quant aux résultats obtenus par circuits en véhicule au crépuscule, il sont extrêmement variables.

Le recensement individuel des brocards (BOISAUBERT et al., 1980) par la conformation des bois montre les résultats suivants : on reconnaît une fraction variable, de 27 à 71 % de la population mâle observable, elle-même étant une sous-estimation de la population totale (selon méthodes précédentes).

Concernant les indices de présence, le comptage de traces serait meilleur pour le cerf que pour le chevreuil (DZIECIOLOWSKI, 1976a). En hiver, le nombre de traces relevé dépend fortement de l'intervalle de temps entre la dernière

chute de neige et le comptage (BUETTNER, 1983). Quant aux fèces, la variabilité de leur production selon les matières nutritives et leur vitesse de décomposition selon le climat empêcherait toute standardisation (DZIECIOLOWSKI, 1976b). Toutefois, le travail de REIMOSER (1986) montre que, pour compenser une observabilité faible des animaux, l'utilisation des traces et des fèces peut donner d'excellents résultats, à condition d'observer une méthodologie stricte.

Nos propres recherches antérieures sur ce sujet ont montré que, si dans les grandes lignes un rapport indices-densité existe (voir BERTHOUD, 1982), le risque d'erreur est trop élevé dans l'application pratique (BLANT et al., 1982a).

Quant à l'utilisation de la végétation, signalons que REIMOSER (1986) mentionne pour son territoire d'étude que "les dégâts ne sont pas corrélés avec la densité".

Nous ajouterions enfin à la classification de SCHROEDER et FISCHER l'estimation relative des densités par le gibier accidenté ou le gibier péri (Fallwild) en général.

3.1.1. Méthodes appliquées dans le canton de Neuchâtel

Les méthodes utilisées dans le canton de Neuchâtel ont déjà été décrites (PEDROLI et al., 1981). Nous en rappellerons ici l'essentiel.

Un recensement visuel est effectué depuis 1963 par un corps d'environ 70 gardes-chasse auxiliaires. Chacun, sur une surface allant jusqu'à 11 km², recense le gibier présent par observation directe diurne. La somme des observations permet de calculer une densité relative, donc un indice d'abondance.

Un recensement par battues sur surfaces-échantillons est effectué depuis 1980. Il a lieu à la fin du mois de juin, durant 3 jours. Une journée voit la participation du Service cantonal forestier, une journée celle des chasseurs et une journée celle d'étudiants en biologie (Université et Ecole Normale de Neuchâtel et Gymnase de La Chaux-de-Fonds). Au total, 9 à 13 battues sont effectuées, réparties sur les différents faciès forestiers du canton.

Un tel travail demande une organisation soigneuse. Un minimum de temps est consacré aux déplacements, grâce à un transport par minibus, et un maximum aux battues elles-mêmes: en juin, les chiens ne sont bien sûr pas lâchés et l'avance des traqueurs doit être très lente, afin de battre consciencieusement tous les fourrés, et de maintenir un contact visuel permanent avec ses voisins.

Les surfaces des secteurs recensés sont déterminées en fonction de la densité de la strate buissonnante (problème de visibilité) et du nombre de participants (60 à 100 personnes). L'espacement entre traqueurs est ainsi maintenu

le plus réduit possible.

En plus de ces recensements au sens strict, nous avons utilisé en second indice d'abondance la statistique du gibier péri hors chasse, notamment des animaux accidentés par la circulation routière et ferroviaire.

3.1.2. Méthodes appliquées dans le canton de Vaud

Des recensements par battues sur surfaces-échantillons ont eu lieu en 1980 et 1981, au mois de septembre (BERTHOUD, Rapports à la Conservation de la Faune 1980 et 1981), puis dès 1983 (GETAZ, Rapports à la Conservation de la Faune, et 1984, 1986). Ces derniers étaient conduits le plus souvent au printemps, aux mois de mars et d'avril (les samedis). En montagne, quelques battues ont eu lieu au mois de septembre. La participation des chasseurs était la règle, souvent renforcée par celle de jeunes gens en âge de scolarité.

Nous avons en plus utilisé en indice d'abondance la statistique du gibier péri hors chasse, notamment des animaux accidentés par la circulation routière et ferroviaire.

3.1.3. Analyse statistique

En plus de la moyenne arithmétique, nous avons cherché la médiane des recensements par battues. On l'obtient par élimination des extrêmes. C'est le dernier nombre restant ou la moyenne des deux derniers nombres restants. La médiane (valeur "milieu" : 50 % des valeurs lui sont inférieures, 50 % lui sont supérieures) est souvent préférée à la moyenne, pour diminuer l'effet des données extrêmes, parfois très anormales ou douteuses (DAGNELIE, 1973).

Les moyennes sont comparées avec le test t de Student. Le niveau de signification est donné par la probabilité de risque p à 5 %.

L'erreur standard est donnée par s/\sqrt{n} . L'intervalle de confiance des moyennes est donné par $t[1-\alpha/2](n-1) \times s/\sqrt{n}$.

3.2. Résultats

3.2.1. Canton de Neuchâtel

a) Résultats des battues

Les surfaces-échantillons recensées sont données avec leurs caractéristiques dans le tableau 3.I. Les résultats obtenus depuis 1980 y figurent en nombre de chevreuils adultes (des deux sexes) par km² boisé.

La description annuelle des résultats est donnée dans le tableau 3.II par la moyenne et ses caractéristiques, les extrêmes et la médiane des densités obtenues. La médiane est toujours inférieure à la moyenne, avec une différence maximale de 5.5 individus en 1982.

b) Résultats des indices

Les résultats du recensement par indices d'abondance, mené par les gardes-chasse auxiliaires, sont donnés dans le tableau 3.III. Ils indiquent chaque année le nombre de chevreuils présents au printemps dans le canton de Neuchâtel.

Nous donnons également dans le tableau 3.III le nombre de chevreuils périés hors chasse durant l'année, le nombre de chevreuils accidentés durant l'année (trafic automobile et ferroviaire) et l'indice calculé par l'Inspection cantonale de la chasse (Dr PEDROLI). Il s'agit du nombre de chevreuils accidentés en hiver et au printemps, par le trafic automobile (du 15 novembre de l'année précédente au 30 avril de l'année considérée).

Le gibier péri "durant l'année" concerne la durée de l'année civile. La chasse ayant lieu du 1^{er} octobre au 15 novembre, il paraîtrait mieux adapté de considérer les années "entre saisons de chasse", soit du 16 novembre au 30 septembre. Nous avons estimé superflu cette manière de procéder car les accidents sont très peu nombreux dans les dernières semaines de l'année, après chasse. Notre propre matériel concernant les animaux accidentés ne comporte qu'en 1980 et 1981 quelques individus de cette période (consulter le tableau 6.VI).

c) Evolution de la densité depuis 1980

L'évolution des deux recensements est donnée sur la figure 3.1. Le rapport du recensement visuel par indices d'abondance au recensement exhaustif par battues sur surfaces-échantillons varie de 1/4 à 1/3. La sous-estimation du recensement visuel direct est donc de 200 à 300 %.

Les différences annuelles ont été calculées selon les recensements et les autres indices utilisés (tab. 3.IV, fig. 3.2). Les différences annuelles constatées d'après les battues ne sont pas statistiquement significatives

($p > 0.1$). La diminution de 50 % de la population, de 1980 à 1986, est par contre statistiquement significative ($p < 0.02$).

Les deux recensements montrent les mêmes tendances évolutives, sauf sur les différences 1982-83 et 1983-84. Toutefois, on peut faire les deux remarques suivantes :

- la somme des différences sur ces années-là est, à 1 % près, semblable pour les deux recensements (- 24 % pour les battues, - 23 % pour les gardes);
- le calcul de la différence 1982-84 indique une diminution de 35 % selon les battues et une diminution de 21 % selon les gardes. La différence constatée d'après les battues est probablement exagérée : les battues effectuées à la fois en 1982 et 1984 montrent des résultats en 1984 particulièrement bas, alors que d'autres battues de 1984 (mais non effectuées en 1982, donc non comprises dans le calcul de la différence) montrent des résultats élevés (tab. 3.I).

Dans le cas des autres indices, seul le gibier accidenté durant l'année indique des différences relativement équivalentes à celles des recensements (tab. 3.IV, fig. 3.2).

| | m | sd | n | se | ic | max | min | médiane |
|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1980 | 21.4 | 8.7 | 9 | 2.9 | 6.7 | 38 | 11 | 20 |
| 1981 | 17.1 | 9.9 | 12 | 2.9 | 6.3 | 31 | 4 | 14.5 |
| 1982 | 15.5 | 12.8 | 13 | 3.6 | 7.7 | 39 | 0 | 10 |
| 1983 | 14.9 | 9.1 | 12 | 2.6 | 5.8 | 39 | 7 | 12 |
| 1984 | 11.9 | 4.7 | 13 | 1.3 | 2.8 | 20 | 5 | 11 |
| 1985 | 9.9 | 4.6 | 13 | 1.3 | 2.8 | 19 | 3 | 8 |
| 1986 | 10.3 | 6.9 | 12 | 2.0 | 4.4 | 25 | 0 | 9.5 |

Tableau 3.II. Canton de Neuchâtel: description des résultats des battues. m: moyenne, sd: écart-type, n: nombre, se: erreur standard, ic: intervalle de confiance. Nombres: chevreuils adultes / km² boisé.

| | Recensement gardes indice d'abondance au printemps | Chevreuils pèris hors chasse durant l'année | accidentés durant l'année | accidentés hiver+print. (selon PEDROLI) |
|------|--|---|---------------------------------|---|
| 1980 | 1793 | 384 | 226 | 77 |
| 1981 | 1132 | 390 | 179 | 45 |
| 1982 | 1271 | 246 | 167 | 46 |
| 1983 | 1119 | 207 | 155 | 45 |
| 1984 | 1001 | 185 | 123 | 47 |
| 1985 | 895 | 170 | 111 | 36 |
| 1986 | 893 | - | - | 41 |

Tableau 3.III. Canton de Neuchâtel: résultats du recensement par indices d'abondance des gardes-chasse auxiliaires et extraits de la statistique du gibier péri hors chasse.

Tableau 3.I. Canton de Neuchâtel: caractéristiques des surfaces-échantillons recensées et résultats des battues de 1980 à 1986. N: nombre de chevreuils adultes recensés en 1986. n/km²: densité de chevreuils adultes par km² boisé. Battue 8, Forêt de Cortailod II: battue de démonstration sur petite surface (10 ha), densité trop aléatoire.

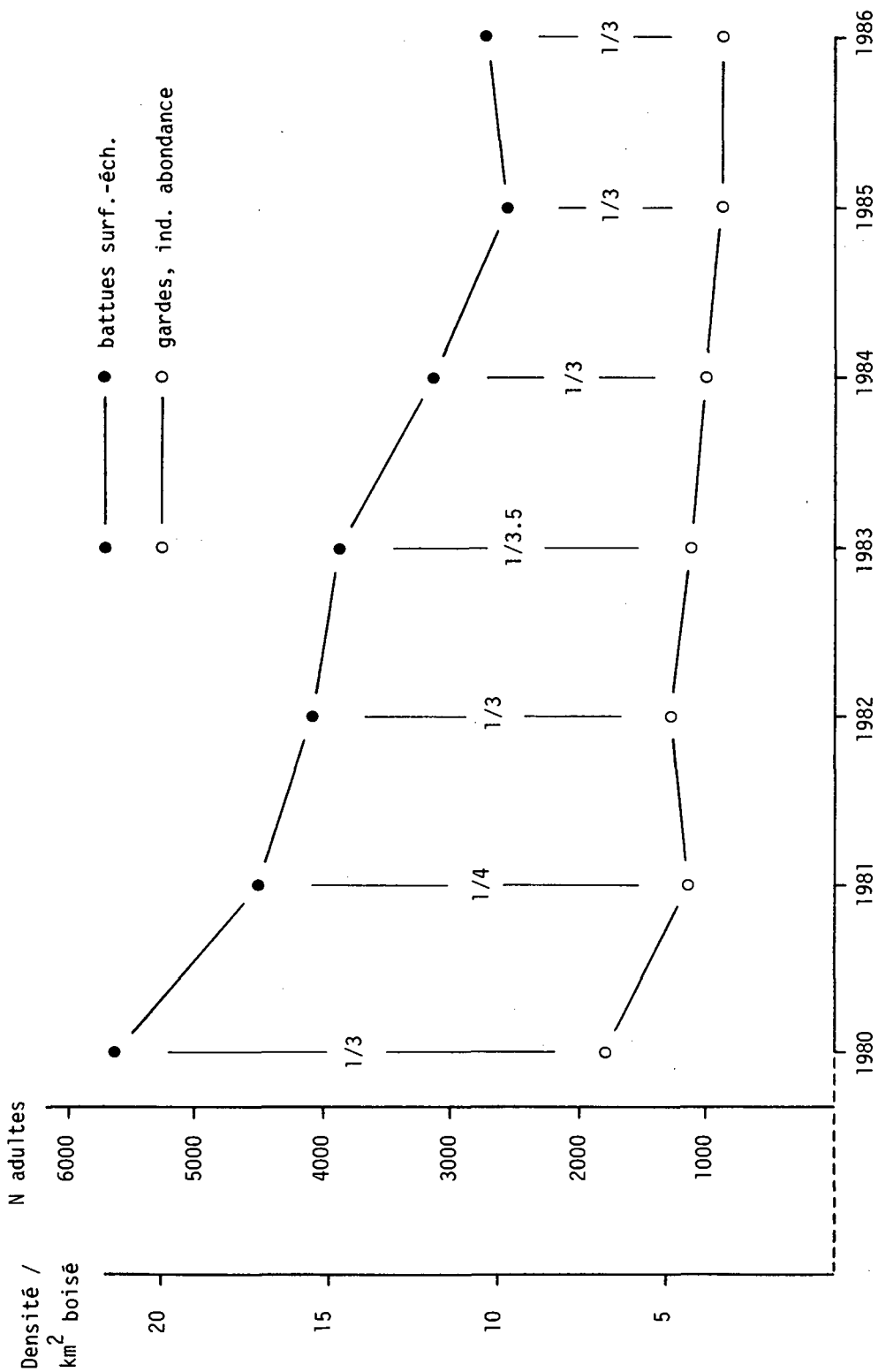


Fig. 3.1. Canton de Neuchâtel: évolution de la densité selon les deux recensements et rapports entre eux.

| | RECENSEMENTS | | AUTRES INDICES | | |
|-----------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------|
| | Battues sur surfaces éch. | Rec. gardes indices ab. | Péris hors ch. durant l'an. | Accidentés dur. l'an. | hiver/pr. |
| 1980-1981 | - 32 % | - 37 % | + 2 % | - 21 % | - 42 % |
| 1981-1982 | + 15 % | + 12 % | - 37 % | - 7 % | + 2 % |
| 1982-1983 | - 1 % | - 12 % | - 16 % | - 7 % | - 2 % |
| 1983-1984 | - 23 % | - 11 % | - 11 % | - 21 % | + 4 % |
| 1984-1985 | - 10 % | - 11 % | - 8 % | - 10 % | - 23 % |
| 1985-1986 | + 2 % | 0 | - | - | + 14 % |
| <hr/> | | | | | |
| 1980-1986 | - 50 % (p=0.02) | - 50 % | - | - | - 47 % |

Tableau 3.IV. Canton de Neuchâtel: évolution de la densité. Différences annuelles selon les recensements et les autres indices utilisés. Battues: les calculs sont effectués d'après les résultats des surfaces communes aux deux années considérées (voir tab. 3.I).

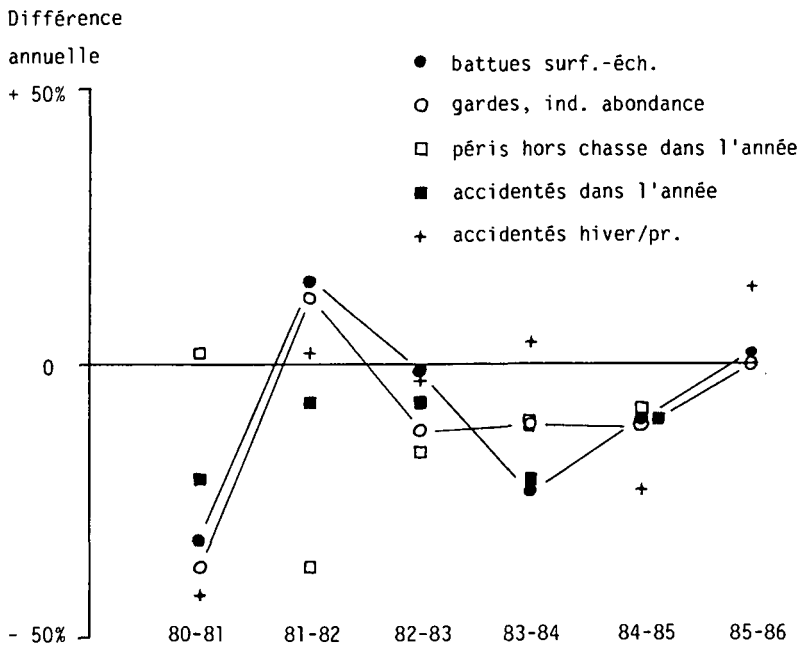


Fig. 3.2. Canton de Neuchâtel: différences annuelles constatées selon les recensements (traits continus) et les autres indices.

d) Analyse statistique des battues sur surfaces-échantillons

La variance (s^2) des moyennes de densité des battues sur surfaces-échantillons nous permet de distinguer deux différents groupes de données : de 1980 à 1983, la variance est élevée; en 1984 et 1985, la variance est basse (en 1986, le résultat est intermédiaire). Le tableau 3.II nous donne les caractéristiques suivantes :

| | 1980 - 1983 | 1984 - 1985 |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Max - min constatés | 39 - 0 | 20 - 3 |
| Ecart-types (s) | 12.8 - 8.7 | 4.7 - 4.6 |
| Intervalles de confiance | 7.7 - 5.8 | 2.8 |

L'intérêt de cette distinction réside dans la confrontation d'une population à répartition de toute évidence hétérogène (1980-1983) et d'une population à répartition plus homogène (1984-1985). Nous allons considérer tour à tour ces deux types de populations en fonction d'un problème méthodologique : la détermination du nombre de battues à effectuer en fonction de l'intervalle de confiance ou marge d'erreur d (détermination du nombre de mesures, DAGNELIE, 1973).

Comme la moyenne m est obtenue à partir d'un échantillonnage, la vraie moyenne μ de la population est donnée par

$$\begin{aligned}\mu &= m + / - d \\ &= m + / - t[1-\alpha/2](n-1) \times s2/\sqrt{n}\end{aligned}$$

Le nombre n de battues en fonction de l'intervalle de confiance est donc

$$n = t^2[1-\alpha/2](n-1) \times s2/d^2.$$

Nous avons calculé le nombre de battues n par rapport à un choix d'intervalles d : + / - 1 ou 2 individus et + / - 10 ou 20 %, pour des moyennes de densité de 10 ou 20 ind./km² boisé. La caractéristique homogène et hétérogène est donnée par une valeur approximative des écart-types des années considérées. Dans la formule de l'intervalle de confiance, $t(n-1)$ à 5% est estimé par un t approximatif de 2.0.

Répartition hétérogène

Population de 20 ind./km², écart-type de 10 ind., intervalles de confiance de :

+ / - 1 ind. : $n=400$

+ / - 2 ind. = + / - 10 % : $n=100$

+ / - 20 % : n=25

Population de 10 ind./km², écart-type de 10 ind.,
intervalles de confiance de :

+ / - 1 ind. = + / - 10 % : n=400

+ / - 2 ind. = + / - 20 % : n=100

Répartition homogène

Population de 20 ind./km², écart-type de 5 ind.,
intervalles de confiance de :

+ / - 1 ind. : n=100

+ / - 2 ind. = + / - 10 % : n=25

+ / - 20 % : n=6

Population de 10 ind./km², écart-type de 5 ind.,
intervalles de confiance de :

+ / - 1 ind. = + / - 10 % : n=100

+ / - 2 ind. = + / - 20 % : n=25

Dans notre cas

Nous pouvons, au vu de la stabilité de la population
(tab. 3.IV), regrouper les résultats des battues de 1985
et 1986. On obtient :

m=10.1 sd=5.7 n=25

erreur standard : 1.14

intervalle de confiance à 5 % : 2.35

La vraie densité moyenne μ de la population se situe donc
dans l'intervalle $7.7 < \mu < 12.5$ ($p=0.05$).

En regard de ce résultat, nous devons mentionner que les
battues, chaque année, ne couvrent que le 2 % de la
surface forestière totale du canton de Neuchâtel.

3.2.2. Canton de Vaud

a) Résultats des battues

Le nombre de battues effectuées dans le canton de Vaud par BERTHOUD et GETAZ est relativement bas, compte tenu de la surface forestière. Nous donnons toutefois à titre indicatif les moyennes obtenues dans le tableau 3.V.

b) Résultats des indices

Les résultats annuels (voir remarque sous 3.2.1.b) sont donnés, à titre indicatif depuis 1976, sur la figure 3.3. Les deux indices sont le nombre de chevreuils pérus hors chasse et le nombre de chevreuils accidentés par le trafic automobile et ferroviaire.

c) Evolution de la densité depuis 1980

Les différences annuelles sont données dans le tableau 3.VI. Nous avons calculé la différence 1980-81 d'après les densités moyennes, sur l'ensemble du canton, du recensement par battues de BERTHOUD. Nous avons également calculé les différences 1983-84 et 1984-85 d'après le nombre brut de chevreuils comptés au printemps dans les battues de GETAZ. En comparaison de ces derniers chiffres, nous donnons encore les estimations indiquées par l'auteur.

Ces données ne sont pas équivalentes. Nous devons toutefois relever que les résultats des battues de printemps sont difficiles à interpréter, car des différences phénologiques importantes existent parfois d'une année à l'autre, pour les mêmes dates d'exécution des battues.

| | VD | JU | PL | AL | |
|-----------|---------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------|
| | — | — | — | — | |
| 1980 | 25.3 | 34.7 | 16.0 | - | |
| septembre | sd 20.3 | sd 26.0 | sd 9.5 | | |
| BERTHOUD | n = 6 | n = 3 | n = 3 | | |
| 1981 | 15.0 | 15.3-16.2 ⁽¹⁾ | 7.9-8.6 ⁽¹⁾ | 21.5-27.4 ⁽¹⁾ | |
| septembre | sd 7.2 | sd 6.6 | sd 2.6 | sd 5.3 | |
| BERTHOUD | n = 11 | n = 5 | n = 3 | n = 3 | |
| 1982 | - | - | - | - | |
| | | (2) | (3) | (4) | |
| 1983 | - | 52.5 | 2.8 | 21.2 | 23.0 |
| GETAZ | | sd 40.2 | sd 0.6 | sd 6.0 | sd 4.6 |
| | | n = 3 | n = 2 | n = 3 | n = 3 |
| 1984 | - | 38.0 | non | 17.0 | 21.9 |
| GETAZ | | sd 27.4 | comm. | sd 7.0 | sd 1.3 |
| | | n = 4 | | n = 4 | n = 2 |
| 1985 | - | 35.8 | non | 15.3 | 23.8 |
| GETAZ | | sd 26.5 | comm. | sd 15.3 | sd 2.5 |
| | | n = 4 | | n = 3 | n = 3 |

(1) si l'on ajoute les animaux recensés d'âge indéterminé

(2) densités printanières, concentrations en bas de côtes

(3) densités automnales, Vallée de Joux

(4) densités printanières, concentrations possibles

Tableau 3.V. Canton de Vaud: résultats des battues effectuées par BERTHOUD et GETAZ. Nombres: individus adultes / km² boisé (d'après nos propres calculs).

| | RECENSEMENTS | | | INDICES | |
|-----------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | Battues BERTHOUD | Battues GETAZ | Estimation GETAZ | Chevreaux p ris durant l'an. | accidentés dur. l'an. |
| 1980-1981 | (- 41 %) | | | - 15 % | - 21 % |
| 1981-1982 | | | | - 8 % | + 6 % |
| 1982-1983 | | | | - 5 % | - 13 % |
| 1983-1984 | | - 35 % * | - 15   20 % | - 5 % | - 1 % |
| 1984-1985 | | + 9 % * | - 15 % | - 22 % | - 4 % |
| 1980-1985 | | | | - 45 % | - 31 % |

Tableau 3.VI. Canton de Vaud:  volution de la densité. Différences annuelles selon recensements et indices. *: selon nombre de chevreux comptés sous chiffres (2) et (4) au printemps, tab. 3.V.

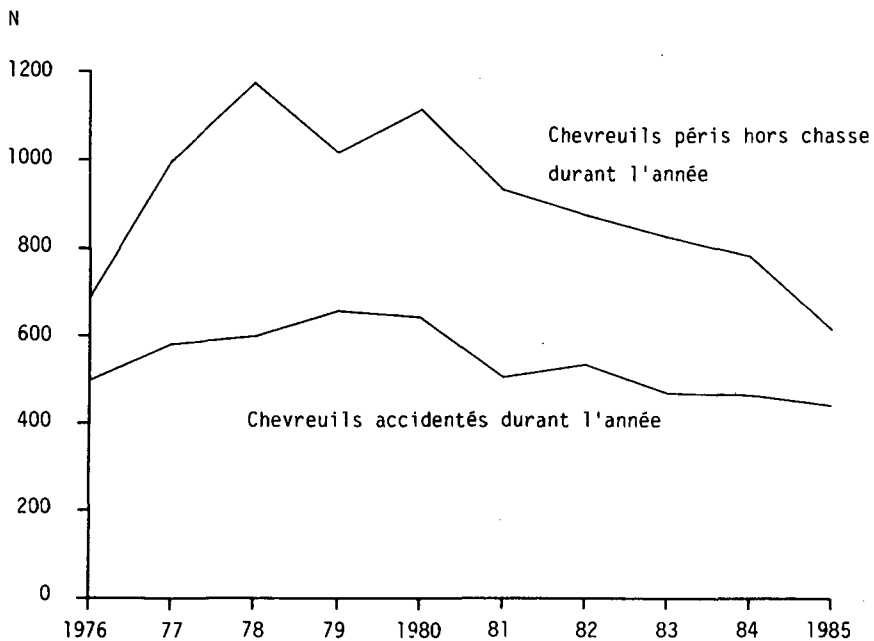


Fig. 3.3. Canton de Vaud:  volution de la population d'après les indices.

3.3. Discussion

3.3.1. Recensements et indices utilisés

Nous avons déjà comparé (PEDROLI et al., 1981) les deux modes de recensement mis en pratique dans le canton de Neuchâtel. Nous pouvons ajouter maintenant, après 7 ans d'observation, que le rapport ne s'écarte guère de 1/3 : une année (1983) montre un rapport de 1/3.5, une année (1981) montre un rapport de 1/4. Ces deux années suivent l'introduction, à la saison de chasse précédente, d'un plan de tir de réduction, donc plus important que d'habitude (ch. 2). Selon toute vraisemblance, ces variations sont à mettre au compte de l'impact psychologique de ces mesures.

Le recensement par indices d'abondance pratiqué par les gardes dans le canton de Neuchâtel comprend les caractéristiques suivantes : il est visuel, diurne et direct, sur de grandes surfaces, de l'ordre de 10 km². Il se base principalement sur le comptage des animaux par corps au printemps, lorsqu'ils sont le plus visibles. Les indices de présence sont complémentaires, utiles là où les gagnages à découvert manquent.

En supposant que les battues donnent une évaluation juste de la population sur pied, et nous n'avons pas de raison d'en douter (voir ch. suivant), nous pouvons alors conclure que, d'une manière générale, un recensement visuel direct, diurne, permet le comptage de 1/3 des effectifs de chevreuils. La sous-estimation est donc de 200 %. La constance de cette sous-estimation, le parallélisme évident entre les deux recensements, nous permettent aussi d'ajouter que le recensement des gardes est de très bonne qualité. C'est donc un indicateur précieux des variations de la population.

Pour mémoire, nous rappellerons qu'ANDERSEN (1953) obtenait le même rapport de 1/3. En revanche, sur des surfaces plus restreintes (notamment en chasse affermée), une meilleure connaissance des effectifs de manière visuelle paraît possible. UECKERMANN (1982) cite une estimation de 12 chevreuils sur 75 ha, où un tir total permit d'abattre en fait 25 individus. EIBERLE (1979b) mentionne également, pour un territoire d'étude dans le canton de Zurich, une sous-estimation n'atteignant "de loin pas" celle d'ANDERSEN. Enfin, BUBENIK (1984) estime la présence de 80 à 100 chevreuils en réalité, aux 1000 ha, lorsqu'un comptage visuel donne 50 individus aux 1000 ha.

Les autres indices utilisés montrent une plus grande variabilité. Le gibier péri hors chasse ne paraît guère être fonction de la densité de la population, puisqu'il n'enregistre notamment pas la forte baisse de 1980-81. Il est probable qu'il soit fortement dépendant de conditions climatiques, comme la durée de l'hiver par exemple. Il est probable aussi que, dans notre cas, le gibier péri hors chasse soit relativement important en raison de la destruction, par le tir de réduction, de nombreuses

relations sociales au sein des groupes de chevreuil (ELLENBERG, comm. pers.). Le gibier accidenté durant l'année paraît par contre meilleur : mis à part 1981-82, les variations qu'il enregistre sont relativement concordantes par rapport à celles des recensements. Enfin, le suivi du gibier accidenté en hiver et au printemps déçoit : les variations enregistrées sont exagérées ou complètement discordantes. Notons que le nombre d'accidents est généralement bas sur cette période et qu'hormis celle de 1980-81, les variations sont de quelques unités sur une quarantaine de cas seulement.

Nous avons donc estimé que le nombre de chevreuils accidentés dans l'année était l'indice le plus fiable, sous réserve d'une certaine variabilité. Nous l'utiliserons dans la comparaison des deux cantons.

3.3.2. Les battues sur surfaces-échantillons

a) Echantillonnage et résultats statistiques

Bien que la méthode des battues soit d'utilisation courante, on connaît mal ses conditions d'utilisation et la fiabilité des résultats que l'on peut obtenir. VON BERG (1979) parle d'un échantillonnage de 10 à 30 % de la surface à recenser. Le C.E.M.A.G.R.E.F. (1984) donne comme taux d'échantillonnage 10 à 15 %, mais au moins 20 % en septembre. DENIS (1985) cite 10 % comme taux "généralement suffisant" en avril ou en juin.

Notre travail dans le canton de Neuchâtel représente, à notre connaissance, pour la première fois l'utilisation des battues sur surfaces-échantillons dans l'évaluation des densités de chevreuil sur très grande surface (250 km² boisés, 650 km² de surface totale). Cette méthode nécessitant un personnel nombreux, c'est seulement 2 % de la surface qui est recensé au mois de juin. Ce taux paraît évidemment faible.

L'examen de l'erreur standard associée à la moyenne nous révèle toutefois dans notre cas un bon niveau de précision. L'erreur standard est très faible dans le cas d'une population homogène. Elle reste assez faible dans le cas d'une population hétérogène, mais de densité élevée. Par contre, elle nous montre que la méthode n'est pas adaptée à la détermination de la densité moyenne d'une population à répartition hétérogène, de basse densité : l'erreur, par rapport à la moyenne, devient trop élevée.

Ces conditions proviennent des valeurs élevées des écarts-types, signifiant une distribution assez large des densités (constatée: 0 à 39, fig. 3.4). Nous pouvons en conclure qu'en soi une seule battue est un résultat aléatoire, et que seule une moyenne d'un certain nombre de mesures peut être interprétée.

Le calcul de l'intervalle de confiance, effectué pour la moyenne 1985-86, donne toutefois un résultat assez grand (+ / - 2.35 individus), à une probabilité de risque p de 0.05. Nous constatons au travers de quelques exemples que le nombre de battues doit être passablement élevé pour obtenir une estimation précise de la densité moyenne réelle μ de la population.

Nous devons toutefois revenir sur le cas du canton de Neuchâtel. Les calculs statistiques utilisés correspondent à un échantillonnage non orienté ("au hasard") d'une surface que l'on devrait considérer comme un tout. Dans un tel cas, il serait évidemment décevant de constater que l'on peut obtenir de 0 jusqu'à 39 ind./km² selon le hasard du choix des surfaces. Or, la distribution des surfaces inventoriées que nous avons réalisée est précisément orientée. Elle est fonction de la surface forestière des 3 grandes zones du canton de Neuchâtel : 4 surfaces-échantillons sont situées dans chacune de ces zones (littorale, des vallées centrales, des montagnes), car elles présentent chacune à peu près la même surface boisée. La treizième battue, pas toujours réalisée, ne remet pas fondamentalement en question cette répartition.

Le tableau 3.I. met en évidence l'importance d'une telle répartition orientée. On constate une densité élevée sur le littoral, moyenne dans les vallées centrales et basse en montagne. Une répartition équilibrée des surfaces-échantillons dans ces trois zones, aux surfaces forestières égales, mais à densité de chevreuil inégales, nous permet d'affirmer que la densité moyenne trouvée m ne doit pas être très éloignée de la densité moyenne réelle μ de la population.

On remarque aussi que la médiane est toujours inférieure à la moyenne. La fréquence des densités n'est donc pas symétrique (fig. 3.4). On peut dès lors se demander si des valeurs obtenues sont "très anormales ou douteuses". A notre avis, le nombre de cas de valeurs de 30 à 40 ind./km² est assez grand pour démontrer une situation réelle sur la période 1980-83 : de très fortes densités existaient, principalement dans la région littorale. Ces fortes densités n'apparaissent plus dès 1984.

On notera donc, en conclusion du traitement statistique, que le nombre de 25 surfaces-échantillons donne un résultat précis. Toutefois, au risque de 5 %, l'intervalle de confiance peut être assez grand. En plus des cas de répartition hétérogène, nous ne devons pas oublier aussi que des impondérables peuvent survenir et la divergence entre le recensement par battues et le recensement des gardes par indices, en 1982-83 et 1983-84, est là pour nous le rappeler. La méthode des battues sur surfaces-échantillons peut donc s'appliquer à la détermination des densités sur très grande surface, mais l'échantillonnage doit être relativement important.

Il faut également revenir encore sur l'application pratique de la méthode. Nous devons signaler que le travail effectué dans le terrain n'est pas simple et demande un personnel d'encadrement nombreux et soigneux. Ce personnel doit fournir un maximum d'effort car il peut être difficile, en juin, de circuler à travers certains couverts.

Notre préférence ne va par contre de loin pas aux battues de printemps, plus faciles à réaliser. L'interprétation des résultats ponctuels est tout d'abord extrêmement difficile, les résultats étant fortement sous l'influence de la phénologie de la végétation et du terrain. Ensuite, l'ensemble des résultats correspond à la situation de répartition hétérogène, avec une variance parfois très élevée (Jura et Plateau 1985, tab. 3.VI). Dans ce cas, un nombre restreint de battues donne une très grande erreur standard. Nous avons ici un exemple particulièrement démonstratif de mauvaise utilisation d'un outil de bonne qualité.

Quant aux battues de septembre, elles montrent dans le canton de Vaud des résultats relativement précis, sauf en 1980 (BERTHOUD), où la variance est élevée.

Nos propres résultats (PEDROLI et al., 1981) ont montré qu'à cette période des concentrations existent déjà.

b) Distribution spatiale des animaux

STAINES (1974) a passé en revue les facteurs influençant la dispersion des cervidés, notamment selon des travaux effectués sur le cerf, le chevreuil et des espèces d'Amérique du Nord.

Il relève que la taille du domaine vital et la distribution sont influencées par les facteurs sociaux du comportement spécifique. Le rôle des ressources alimentaires, des abris et des dérangements est également important. Il suggère que les animaux occupent les espaces possédant la meilleure combinaison de ces paramètres.

Au mois de juin, nous devons distinguer dans la population de chevreuils les animaux territoriaux des non-territoriaux. PRIOR (1981) mentionne la présence de subadultes non territoriaux, ensemble, dans des sites d'alimentation ("snack-bars"). BIDEAU et al. (1983b, 1985) constatent une instabilité des jeunes, apparemment sans association, en cas de faible densité. Par contre, les adultes sont stables, et les chèvres sur les sites d'élevage sont très sédentaires (domaines vitaux de 16 ha). ELLENBERG (1978) mentionne des domaines vitaux d'environ 20 ha, mais la moitié seulement, 10 ha, pour des chèvres sur les sites d'élevage, et plus, jusqu'à 35 ha, quand les densités baissent.

Deux points nous paraissent fondamentaux vis-à-vis des

battues : le regroupement possible d'animaux non territoriaux et la très faible dimension des territoires d'élevage. Le premier point nous incite à renoncer à prendre comme surfaces-échantillons des boisements de faible dimension, des boisements extrêmement découpés ou encore des plantations. Le risque serait trop élevé de tomber hors des territoires d'animaux normalement cantonnés et de comptabiliser alors une concentration passagère de jeunes. Le second point nous laisse beaucoup plus perplexe. Les sites de mise bas dépendent de la structure forestière locale, sont généralement localisés sur des sites à couvert important, mais peuvent aussi être situés hors boisement. Nous pensons donc qu'une sous-estimation de la population femelle peut exister avec un comptage sur secteurs-échantillons.

Ce fait ne peut malheureusement pas être vérifié. Le sex-ratio des animaux comptés en battue ne peut pas être calculé. A cause de la végétation parfois dense, un grand nombre d'animaux sont comptés en tant qu'adultes de sexe indéterminé, et des brocards subadultes avec des bois de quelques centimètres seulement ont peu de chance d'être reconnus comme tels.

La répartition des ressources alimentaires et des abris est bien sûr à considérer au premier plan. Dans le canton de Neuchâtel, la forêt jardinée, très rarement hétérogène, a sensiblement facilité le choix des battues. A notre avis, d'autres structures forestières peuvent poser plus de problèmes, notamment en cas de fortes régénérations par plantations, bien que BIDEAU et al. (1985) constatent que "la structure du milieu ne semble pas influencer sur la répartition spatiale des individus".

Quant aux dérangements, il s'agit d'impondérables pouvant agir dans un sens comme dans l'autre.

Nous concluerons donc en émettant l'hypothèse que le recensement par battues sur surfaces-échantillons n'est entaché à priori d'aucune erreur systématique. Bien entendu, cette hypothèse n'est valable que dans des territoires fortement boisés, comme le canton de Neuchâtel. De plus, le personnel effectuant les comptages doit être à toute épreuve. Nous mentionnerons ici pour l'anecdote le fait que, contre toute attente, les chasseurs ont ces dernières années recensé plus de surfaces indiquant une augmentation des effectifs, alors que les forestiers ont recensé plus de surfaces indiquant une diminution des effectifs. Apparemment, le personnel a donc recensé des chevreuils réellement observés plutôt que cherché à indiquer des tendances artisanes.

3.3.3. Evolution des effectifs et comparaison entre les deux cantons

L'évolution de la population dans le canton de Neuchâtel montre une baisse significative d'environ 50 % des effectifs entre 1980 et 1986. Le niveau de signification insuffisant des différences annuelles (même de 30 %) provient des écarts-types élevés obtenus. Pour les raisons exposées précédemment, nous les considérons toutefois comme tout-à-fait réalistes.

L'évolution de la population dans le canton de Vaud montrerait une baisse d'environ 30 % entre 1980 et 1985, selon l'indice des accidents durant l'année. Selon les battues, la diminution, non estimable, aurait sans doute été encore plus grande (tab. 3.VI). Nous devons toutefois remarquer la totale discordance entre les quelques différences annuelles obtenues avec les battues (selon calcul strict ou selon interprétation) et l'indice des accidents.

La pression de chasse (ch. 2, tab. 2.II et boutons accordés) a toutefois été plus faible que dans le canton de Neuchâtel. Il ne serait donc pas étonnant que la diminution soit moins importante.

Nous comparerons en dernier lieu les deux populations d'après les taux d'accidents par surface boisée (voir indice des accidents durant l'année, ch. précédent) :

| | NE | VD |
|------|-----|-----|
| 1980 | 0.9 | 0.7 |
| 1981 | 0.7 | 0.6 |
| 1982 | 0.6 | 0.6 |
| 1983 | 0.6 | 0.5 |
| 1984 | 0.5 | 0.5 |
| 1985 | 0.4 | 0.5 |

La densité de ces populations ne présente donc apparemment pas de différences importantes.

4. STRUCTURE DES POPULATIONS

La seule connaissance des effectifs d'une population ne suffit pas à la caractériser. Le sex-ratio et l'âge-ratio sont des déterminants de la dynamique. La liaison entre âge et fertilité, par exemple, a souvent été mise en évidence chez les ongulés. La structure de la population est donc un des facteurs de son évolution démographique.

Nous étudierons la démographie des populations, dans ce chapitre, à l'aide de tables de survie ou de vie (DOWNING, 1980). "Les tables de vie résument de façon concise les statistiques vitales de la cohorte entre sa naissance et son extinction et permettent, à condition d'admettre que l'échantillon est représentatif de la population, d'établir la démographie de cette dernière" (BLONDEL, 1975).

4.1. Méthodes

4.1.1. Echantillonnages

a) Animaux chassés

La collaboration des chasseurs était requise dans cette étude. Ils étaient invités à envoyer tête ou mâchoire inférieure seulement (notamment pour les brocards, après séparation du trophée) des animaux qu'ils avaient tirés. Une prime de cinq francs leur était attribuée par pièce.

Dans le canton de Neuchâtel, l'échantillonnage a porté sur 6 ans, de 1980 à 1985. Deux personnes ont pu être présentes dans les postes de gendarmerie lors du contrôle du gibier tiré (7 postes ouverts). Une partie des têtes ou mâchoires pouvait être ainsi récoltée directement. Nous avons de cette manière obtenu des données sur 10 à 20 % des tableaux de chasse réalisés.

Dans le canton de Vaud, l'échantillonnage n'a porté que sur deux ans, en 1984 et 1985. Nous avons obtenu des données sur respectivement 8 et 6 % des tableaux de chasse réalisés.

b) Animaux péris hors chasse

Un échantillonnage d'animaux accidentés ou trouvés morts a été réalisé dans chacun des cantons.

Le Centre d'incinération de Montmollin et les Abattoirs de La Chaux-de-Fonds se sont chargés de conserver les mâchoires de chevreuils dans le canton de Neuchâtel. L'Institut Galli-Valerio à Lausanne en a fait de même dans le canton de Vaud.

4.1.2. Sex-ratio

Le sex-ratio est donné en nombre de femelles par rapport à un mâle (M:F = 1:x).

Nous avons pu le calculer sur les tableaux de chasse complets et selon nos échantillonnages. Nous les donnons à titre informatif pour le canton de Neuchâtel où existent des prescriptions de sexe dans les plans de tir (ch. 2.3).

Les sex-ratios obtenus sont confrontés à une répartition théorique de 1:1 (test χ^2).

4.1.3. Détermination de l'âge

Un certain nombre de critères d'évaluation de l'âge, sur l'animal mort, sont connus. Nous citerons entre autres des mesures du trophée (diamètre des pivots p. ex.), de sutures ou de croissance des os. Ces critères ont généralement une trop grande variabilité pour être utilisables en pratique (SAEGESSER et HUBER, 1963).

On a moins de choix méthodologique dans la détermination précise de l'âge. Chez les ongulés, les stades de maturation dentaire, les stades d'usure dentaire et les "strates d'accroissement" du cément, ou anneaux cémentiques, sont les critères les plus utilisés (voir BOURLIERE et SPITZ, 1975).

Le comptage des anneaux cémentiques, généralement sur la M1, permet une détermination exacte de l'âge (AITKEN, 1975). Cependant, la méthode est très dispendieuse en temps, et des problèmes d'application, que nous n'aborderons pas ici, peuvent se rencontrer.

L'examen de la maturation et de l'usure des dents jugales (PM, M) de la mâchoire inférieure est la méthode traditionnelle que nous avons utilisée. Elle permet de déterminer avec certitude deux classes d'âge : les faons et les subadultes. Les faons se reconnaissent aux dents de lait, notamment la PM3 trilobée. Les subadultes ont l'apparition des PM définitives et de la M3 à 12-15 mois (KERSCHAGL, 1952). A 18 mois, on ne constate encore pratiquement aucune usure. Seules les M1 et M2 montrent un fin trait de dentine.

Dans le cas des adultes, la méthode perd de sa précision. On considère généralement l'évaluation de l'âge juste à plus ou moins une année, ou plus ou moins une classe d'âge, mais l'erreur peut être parfois plus grande. L'usure dépend notamment de la dureté de la dentine (RIECK, 1965, WAGENKNECHT, 1984), reconnaissable extérieurement à la couleur (foncé = dure, clair = tendre).

Pratiquement, nous avons utilisé les descriptions de KERSCHAGL (1952) et RIECK (1965), en adoptant les classes d'âge 0+, 1+, 2+, 3+, 4+, 5+, 6-7+, 8-9+ et 10+ (BLANT et al., 1982a).

Selon RIECK (1970), la méthode donne des résultats exacts à 80 %, avec 90 % des erreurs à + / - 1 année seulement. AITKEN (1975) obtient 63 % de résultats exacts seulement, mais aussi 90 % des erreurs à + / - 1 année seulement. SZABIK (1973) mentionne quant à lui une marge d'erreurs de 1 à 4 ans. Les erreurs seraient moindres pour des chevreuils de montagne et plus importantes pour des chevreuils de plaine.

Ces difficultés sont semblables chez d'autres cervidés, comme le cerf de Virginie (Odocoileus virginianus), chez qui MOEN et SAUER (1977) ont comparé usure et anneaux cémentiques. Ils constatent plutôt une sous-estimation de l'âge : "10 % des "subadultes" étaient âgés de 2 ans ou plus, 57 % des "2 ans" étaient de 3 ans ou plus et 47 % des "3 ans" étaient de 4 ans ou plus".

Chez le chevreuil, les pourcentages d'erreur ne sont de loin pas aussi élevés. Nous avons donc suivi les conclusions de AITKEN et SZABIK : la détermination de l'âge par l'examen de l'usure des dents reste valable (pratique et rapide) dans le cas de grands échantillons, où le comptage des anneaux cémentiques n'est pas réalisable en pratique.

De plus, en dehors de ce chapitre descriptif, nous utilisons presque toujours des analyses sur les classes faons (0+), subadultes (1+) et adultes regroupés (>2+).

4.1.4. Age moyen

L'âge moyen est calculé sur la fraction adulte (>1+) de la population. Nous l'avons donné par la moyenne des nombres entiers (1.0, 2.0, ...).

Pour les classes 6-7+, 8-9+ et 10+, nous avons admis 6.0, 8.0 et 10.0 ans.

Les différences sont mesurées et testées sur les distributions de fréquences d'âges (test χ^2).

4.1.5. Faons

Les faons ne sont pas pris en compte dans le calcul de l'âge moyen. En dehors de leur proportion dans nos échantillons, nous avons établi leur proportion dans le tableau de chasse à l'aide des tableaux complets de poids (voir ch. 6), selon le procédé ci-après.

Nous avons établi le poids limite des faons mâles et femelles dans notre échantillonnage 1980-85 regroupé, par comparaison des séries faons (0+) et adultes (>1+) et élimination des extrêmes. Les faons de hauts poids comme les adultes de bas poids étaient simultanément ignorés jusqu'au poids limite commun, comme dans l'exemple ci-dessous :

| faons | adultes >1+ | |
|-------|-------------|---------------------|
| 16 | 12 | élimination |
| 15.5 | 12 | " |
| 15 | 12.5 | " |
| 15 | 12.5 | " |
| 15 | 12.5 | " |
| 14.5 | 13 | " |
| 14.5 | 13 | " |
| 14 | 13.5 | " |
| 14 | 14 | poids limite commun |
| 14 | 14 | |
| 14 | 14 | |
| 14 | 14.5 | |
| 13 | 15 | |
| 13 | 15 | |

Dans le tableau complet des poids, le nombre d'adultes est donné par

$$\frac{n(14 \text{ kg})}{2} + n(>14 \text{ kg})$$

et le nombre de faons par

$$\frac{n(14 \text{ kg})}{2} + n(<14 \text{ kg})$$

Sur la période 1980-1985, nous avons obtenu le poids limite des mâles à 14 kg et celui des femelles à 13 kg.

Nous nous bornerons à donner dans ce chapitre la proportion de faons constatée dans les tableaux de chasse. L'étude détaillée de la reproduction fera l'objet du chapitre 5.

4.1.6. Tables de survie et de vie

On calcule à l'aide des tables de survie les taux de survie et de mortalité dans les différentes classes d'âge. Les tables de vie permettent de calculer l'espérance de vie.

Une table est constituée pour chaque sexe, des différences étant fréquentes dans les populations de gibier à la suite d'une chasse préférentielle des mâles (SPITZ et BOURLIERE, 1975).

Nous étudierons ici la survie des adultes ($\geq 1+$) seulement, les faons pouvant être traités séparément (CAUGHLEY, 1977). Ils le seront en détail dans le chapitre 5.

Nous avons calculé les tables de survie courantes ("time specific life table" de DEEVEY, 1947) en adoptant le procédé de BUCHLI (1979) pour le cerf (d'après les modèles de COX, 1967, et SCHROEDER, 1971). Les paramètres sont les suivants :

x : âge considéré

l : information de base; nombre d'animaux d'âge x dans les échantillonnages (animaux tirés ou accidentés).

l_x : nombre d'animaux d'âge x avec population de départ de 1000 individus.

dx : $l_x - l_{(x+1)}$: nombre d'animaux morts entre x et $x+1$.

q_x : dx/l_x : taux de mortalité.

p_x : $1 - q_x$: taux de survie.

L'espérance de vie (DEEVEY, 1947) est donnée par

$$e_x = \frac{T_x}{L_x}$$

où L_x est le nombre d'unités de temps vécues par les survivants à la fin d'un intervalle x à $x+1$:

$$L_x = l_{(x+1)} + dx/2 = [l_x + l_{(x+1)}]/2$$

et T_x la durée moyenne que les individus d'âge x ont encore à vivre :

$$T_x = \sum_{x+1}^{\infty} L_x \text{ jusqu'à la classe d'âge la plus élevée, depuis l'âge } x.$$

Comme BUCHLI (1979), nous avons scindé les classes d'âge 6-7+ et 8-9+ en admettant arbitrairement $n/2$ individus de chaque âge. On utilise alors dans le calcul de l'espérance de vie

$$dx(6+) = dx(7+) = dx(6-7+)/2$$

$$dx(8+) = dx(9+) = dx(8-9+)/2$$

Pour la classe 10+ (10 ans $\frac{1}{2}$ ou plus), nous admettons qu'il ne s'agit que d'animaux de 10 à 10.9 ans.

Nous insistons enfin, comme BUCHLI, sur le fait que ce procédé de séparation donne des valeurs purement hypothétiques.

4.2. Résultats

4.2.1. Sex-ratio

Nous avons pu constater les sex-ratios suivants :

Tableaux de chasse :

| | | | |
|---------|-------------|---|----------|
| NE 1980 | 743 : 691 | = | 1 : 0.93 |
| NE 1981 | 487 : 469 | = | 1 : 0.96 |
| NE 1982 | 539 : 536 | = | 1 : 0.99 |
| NE 1983 | 559 : 559 | = | 1 : 1 |
| NE 1984 | 447 : 430 | = | 1 : 0.96 |
| NE 1985 | 390 : 363 | = | 1 : 0.93 |
| VD 1984 | 1201 : 1350 | = | 1 : 1.12 |
| VD 1985 | 691 : 824 | = | 1 : 1.19 |

Echantillonnages réalisés : adultes (>1+) seulement :

| | | | |
|---------|---------|---|----------|
| NE 1980 | 73 : 73 | = | 1 : 1 |
| NE 1981 | 42 : 49 | = | 1 : 1.17 |
| NE 1982 | 66 : 62 | = | 1 : 0.94 |
| NE 1983 | 79 : 92 | = | 1 : 1.16 |
| NE 1984 | 54 : 94 | = | 1 : 1.74 |
| NE 1985 | 51 : 72 | = | 1 : 1.41 |
| VD 1984 | 83 : 93 | = | 1 : 1.12 |
| VD 1985 | 25 : 41 | = | 1 : 1.64 |

NE, chevreuils péris 1980-85 75 : 66 = 1 : 0.88

VD, Galli-Valerio 1983-84 38 : 28 = 1 : 0.74

Les sex-ratios calculés sur les tableaux de chasse VD 1984 et 1985 sont différents d'une répartition théorique de 1 : 1 ($p < 0.05$).

Le sex-ratio calculé sur l'échantillon NE 1984 est différent d'une répartition théorique de 1 : 1 ($p < 0.05$).

4.2.2. Age moyen

L'âge moyen des chevreuils de nos échantillons est le suivant :

| | Brocards | Chèvres | Différence |
|------------------|----------|---------|------------|
| NE 1980 | 2.14 | 2.48 | ns |
| NE 1981 | 2.33 | 3.37 | ns |
| NE 1982 | 2.09 | 2.65 | p < 0.05 |
| NE 1983 | 2.22 | 2.63 | ns |
| NE 1984 | 2.04 | 2.51 | ns |
| NE 1985 | 2.43 | 2.90 | ns |
| VD 1984 | 2.28 | 2.31 | ns |
| VD 1985 | 2.84 | 2.17 | ns |
| NE ch.péris | 2.59 | 3.41 | p < 0.02 |
| VD Galli-Valerio | 2.95 | 3.57 | ns |

Le nombre n d'individus formant les échantillons peut être lu au chapitre précédent sex-ratio.

Dans le canton de Neuchâtel, les mâles semblent plus jeunes que les femelles. On ne retrouve pas cette tendance dans le canton de Vaud. Remarquons que deux différences seulement sont statistiquement significatives. Dans l'échantillon NE 1982, on trouve chez les mâles plus d'individus de 2 ans et moins d'individus de \geq 5 ans que chez les femelles. Dans l'échantillon NE chevreuils péris, on trouve chez les mâles moins d'individus de 4 et 5 ans que chez les femelles.

4.2.3. Proportions de faons

Les pourcentages de faons sont donnés dans le tableau 4.I.

Ils sont assez variables dans nos échantillons d'animaux chassés (min. 8.7 %, mâles NE 81 à max. 30.6 %, mâles VD 85).

Mise à part l'année 1980, ils atteignent à chaque fois environ 20 % de la population chassée.

| | Echantillons | | Population | | | | totale | |
|----------------|--------------|-----------------|--------------|--------|------|-----------------|--------|------|
| | mâle % 0+ | femelle % 0+ | mâle n 0+ | n > 1+ | % 0+ | femelle n 0+ | n > 1+ | % 0+ |
| NE 1980 | 28.4 | 19.8 | 259 | 485 | 35 | 218 | 470 | 33 |
| NE 1981 | 8.7 | 16.9 | 102 | 384 | 21 | 75 | 392 | 19 |
| NE 1982 | 22.4 | 25.3 | 112 | 426 | 21 | 89 | 448 | 19 |
| NE 1983 | 22.5 | 22.0 | 111 | 447 | 20 | 126 | 432 | 21 |
| NE 1984 | 20.6 | 13.8 | 97 | 349 | 22 | 76 | 353 | 20 |
| NE 1985 | 25.0 | 22.6 | 68 | 321 | 17 | 78 | 284 | 19 |
| VD 1984 | 13.5 | 15.5 | | | | | | |
| VD 1985 | 30.6 | 22.6 | | | | | | |
| Animaux périss | | | | | | | | |
| NE (1) | 29.9 | 31.3 | | | | | | |
| VD (2) | 5.0 | 9.7 | | | | | | |

1
4
3
1

Tableau 4.1. Pourcentages de faons dans les échantillons et dans la population neuchâteloise, d'après l'analyse du poids limite. (1): à partir de l'âge de 3 mois. (2): conservation non systématique.

4.2.4. Tables de survie et de vie

Nos données nous ont permis de construire les tables suivantes :

Table 4.1: taux de mortalité et de survie de la population du canton de Neuchâtel de 1980 à 1985 (an. chassés).

Table 4.2: espérance de vie de la même population.

Table 4.3: taux de mortalité et de survie de la population du canton de Neuchâtel de 1980 à 1985 (an. périss hors chasse).

Table 4.4: taux de mortalité et de survie de la population du canton de Vaud en 1984 et 1985 (an. chassés).

Table 4.5: taux de mortalité et de survie de la population du canton de Vaud en 1983 et 1984 (an. périss hors chasse).

La table 4.1 fait apparaître un anachronisme chez les chèvres (solution a) : le nombre de chèvres de 10 ans est plus grand que le nombre de chèvres de 8 ans ou de 9 ans. Or, nos échantillons représentent l'évolution d'une cohorte hypothétique, où le nombre d'individus ne peut que rester égal ou diminuer avec l'augmentation de l'âge.

Deux hypothèses sont plausibles :

- 1) l'évaluation de l'âge dans la classe 10+ est fautive. Un certain nombre d'individus, à denture peu dure, sont en fait moins âgés.
- 2) la durée de vie est plus longue que 10 ans et la classe devrait être partagée en 10, 11, 12 ans, voire plus.

Nous avons estimé l'hypothèse 1 plus probable et construit la solution b de la table, en regroupant les individus en une classe 8-10+. La table 4.2 est construite en fonction de cette solution b.

De semblables anachronismes (animaux plus âgés plus nombreux) apparaissent dans les tables 4.3, 4.4 et 4.5, sans doute dus à l'échantillonnage. Nous avons donc effectué des regroupements de classes d'âge dans certains tableaux et calculé les taux par rapport aux données x' et l' .

On constate d'autre part dans ces 3 tables un nombre plus bas d'animaux de 1 an que d'animaux de 2 ans. Nous n'obtenons donc pas la représentation d'une cohorte hypothétique. Nous avons néanmoins calculé les taux de mortalité et de survie à partir de la classe d'âge 2+. On notera que ces tables 4.3 à 4.5 sont formées sur un nombre de données plus petit que la table 4.1.

L'ensemble des résultats fait apparaître un taux de survie élevé pour les subadultes 1+. Les autres taux de survie sont

Mâles

- 45 -

| x | l | lx | dx | qx | px |
|-----|-----|------|------|-------|------|
| 1 | 142 | 1000 | 183 | .183 | .817 |
| 2 | 116 | 817 | 479 | .586 | .414 |
| 3 | 48 | 338 | 162 | .479 | .521 |
| 4 | 25 | 176 | 14 | .080 | .920 |
| 5 | 23 | 162 | 127 | .784 | .216 |
| 6-7 | 5 | 35 | 31.5 | .900 | .100 |
| 8-9 | 0.5 | 3.5 | 3.5 | 1.000 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | | | |

Femelles

| x | l | lx | dx | qx | px |
|--------|-----|------|------|-------|------|
| 1 | 145 | 1000 | 193 | .193 | .807 |
| 2 | 117 | 807 | 400 | .496 | .504 |
| 3 | 59 | 407 | 83 | .204 | .796 |
| 4 | 47 | 324 | 55 | .170 | .830 |
| 5 | 39 | 269 | 203 | .755 | .245 |
| a) 6-7 | 9.5 | 66 | 38 | .576 | .424 |
| 8-9 | 4 | 28 | - 27 | - | - |
| 10 | 8 | 55 | 55 | 1.000 | 0 |
| b) 6-7 | 9.5 | 66 | 29 | .576 | .424 |
| 8-10 | 5.3 | 37 | 37 | 1.000 | 0 |

Table 4.1. Table de survie NE 1980-1985, animaux chassés. x: classe d'âge; l: information, nombre d'an. d'âge x; lx: nombre d'an. d'âge x, population de 1000 ind.; dx: nombre de morts entre x et x+1; qx: taux de mortalité; px: taux de survie.

Mâles

| x | dx | lx | Lx | Tx | ex |
|----|--------|------|-------|--------|------|
| 1 | 183 | 1000 | 908.5 | 2052.5 | 2.05 |
| 2 | 479 | 817 | 577.5 | 1144 | 1.40 |
| 3 | 162 | 338 | 257 | 566.5 | 1.68 |
| 4 | 14 | 176 | 169 | 309.5 | 1.76 |
| 5 | 127 | 162 | 98.5 | 140.5 | 0.87 |
| 6 | 31.5/2 | 35 | 27.1 | 42 | 1.20 |
| 7 | 31.5/2 | 19.3 | 11.4 | 14.9 | 0.77 |
| 8 | 3.5/2 | 3.5 | 2.6 | 3.5 | 1.00 |
| 9 | 3.5/2 | 1.8 | 0.9 | 0.9 | 0.50 |
| 10 | | 0 | | | |

Femelles

| x | dx | lx | Lx | Tx | ex |
|----|------|------|-------|--------|------|
| 1 | 193 | 1000 | 903.5 | 2498.5 | 2.50 |
| 2 | 400 | 807 | 607 | 1595 | 1.98 |
| 3 | 83 | 407 | 365.5 | 988 | 2.43 |
| 4 | 55 | 324 | 296.5 | 622.5 | 1.92 |
| 5 | 203 | 269 | 167.5 | 326 | 1.21 |
| 6 | 29/2 | 66 | 58.8 | 158.5 | 2.40 |
| 7 | 29/2 | 51.5 | 44.3 | 99.8 | 1.94 |
| 8 | 37/3 | 37 | 30.8 | 55.5 | 1.50 |
| 9 | 37/3 | 24.7 | 18.5 | 24.7 | 1.00 |
| 10 | 37/3 | 12.3 | 6.2 | 6.2 | 0.50 |

Table 4.2. Table de vie: calcul de l'espérance de vie. Population hypothétique de la table 4.1, NE 1980-1985, animaux chassés. Lx: temps vécu par les survivants de x à x+1; Tx: durée moyenne que les individus d'âge x ont encore à vivre; ex: espérance de vie.

Mâles

| x | l | x' | l' | lx | dx | qx | px |
|-----|-----|------|-----|------|-----|-------|---------|
| 1 | 24 | 1 | 24 | - | - | (0) | (1.000) |
| 2 | 25 | 2 | 25 | 1000 | 520 | .520 | .480 |
| 3 | 12 | 3 | 12 | 480 | 360 | .750 | .250 |
| 4 | 3 | 4 | 3 | 120 | 40 | .333 | .667 |
| 5 | 2 | 5 | 2 | 80 | 8 | .100 | .900 |
| 6-7 | 3.5 | 6-10 | 1.8 | 72 | 72 | 1.000 | 0 |
| 8-9 | 0 | | | | | | |
| 10 | 2 | | | | | | |

Femelles

| x | l | x' | l' | lx | dx | qx | px |
|-----|-----|------|-----|------|-----|-------|---------|
| 1 | 13 | 1 | 13 | - | - | (0) | (1.000) |
| 2 | 15 | 2 | 15 | 1000 | 267 | .267 | .733 |
| 3 | 11 | 3 | 11 | 733 | 133 | .181 | .819 |
| 4 | 7 | 4-5 | 9 | 600 | 433 | .722 | .278 |
| 5 | 11 | 6-7 | 2.5 | 167 | 80 | .479 | .521 |
| 6-7 | 2.5 | 8-10 | 1.3 | 87 | 87 | 1.000 | 0 |
| 8-9 | 1 | | | | | | |
| 10 | 2 | | | | | | |

Table 4.3. Table de survie NE 1980-1985, animaux péris hors chasse.
 x', l': nouvelles données après regroupement de certaines classes d'âge x.

Mâles

| x | l | lx | dx | qx | px |
|-----|-----|------|-----|-------|---------|
| 1 | 32 | - | - | (0) | (1.000) |
| 2 | 39 | 1000 | 590 | .590 | .410 |
| 3 | 16 | 410 | 179 | .437 | .563 |
| 4 | 9 | 231 | 26 | .113 | .887 |
| 5 | 8 | 205 | 167 | .815 | .185 |
| 6-7 | 1.5 | 38 | 25 | .658 | .342 |
| 8-9 | 0.5 | 13 | 13 | 1.000 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | | | |

Femelles

| x | l | lx | dx | qx | px |
|----------|-----|------|-----|-------|---------|
| 1 | 41 | - | - | (0) | (1.000) |
| 2 | 49 | 1000 | 490 | .490 | .510 |
| 3 | 25 | 510 | 347 | .680 | .320 |
| 4 | 8 | 163 | 0 | 0 | 1.000 |
| 5 | 8 | 163 | 132 | .810 | .190 |
| 6-7 | 1.5 | 31 | 31 | 1.000 | 0 |
| 8-9 - 10 | 0 | 0 | | | |

Table 4.4. Table de survie VD 1984-1985, animaux chassés.

Mâles

| x | l | lx | dx | qx | px |
|-----|-----|------|-----|-------|---------|
| 1 | 7 | - | - | (0) | (1.000) |
| 2 | 12 | 1000 | 333 | .333 | .667 |
| 3 | 8 | 667 | 334 | .501 | .499 |
| 4 | 4 | 333 | 83 | .249 | .751 |
| 5 | 3 | 250 | 125 | .500 | .500 |
| 6-7 | 1.5 | 125 | 83 | .664 | .336 |
| 8-9 | 0.5 | 42 | 42 | 1.000 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | | | |

Femelles

| x | l | x' | l' | lx | dx | qx | px |
|-----|---|------|-----|------|-----|-------|---------|
| 1 | 2 | 1 | 2 | - | - | (0) | (1.000) |
| 2 | 9 | 2 | 9 | 1000 | 444 | .444 | .556 |
| 3 | 5 | 3 | 5 | 556 | 56 | .101 | .899 |
| 4 | 2 | 4-5 | 4.5 | 500 | 389 | .778 | .222 |
| 5 | 7 | 6-7 | 1 | 111 | 78 | .703 | .297 |
| 6-7 | 1 | 8-10 | 0.3 | 33 | 33 | 1.000 | 0 |
| 8-9 | 0 | | | | | | |
| 10 | 1 | | | | | | |

Table 4.5. Table de survie VD 1983-1984, animaux péris hors chasse.

assez variables, mais montrent une évolution convergente pour les échantillonnages d'animaux chassés (fig. 4.1) comme pour ceux d'animaux péris hors chasse (fig. 4.2).

L'espérance de vie des brocards (NE 1980-85) est d'environ 2 ans jusqu'à l'âge de 4 ans, puis d'une année jusqu'à l'âge de 8 ans.

L'espérance de vie des chèvres peut être considérée comme constante, de 2 ans, jusqu'à l'âge de 8 ans.

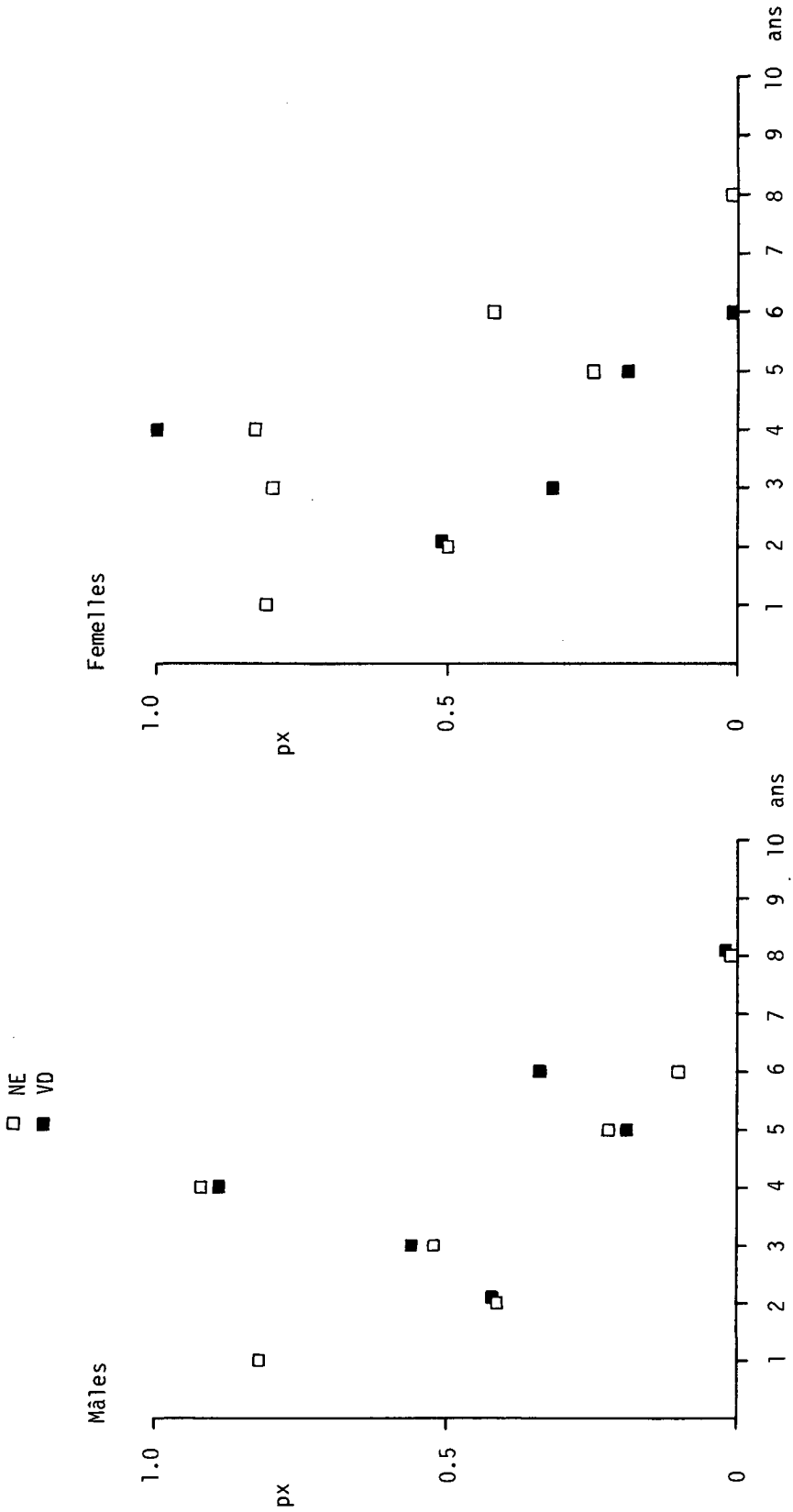


Fig. 4.1. Taux de survie en fonction de l'âge. Animaux chassés.

△ NE
▲ VD

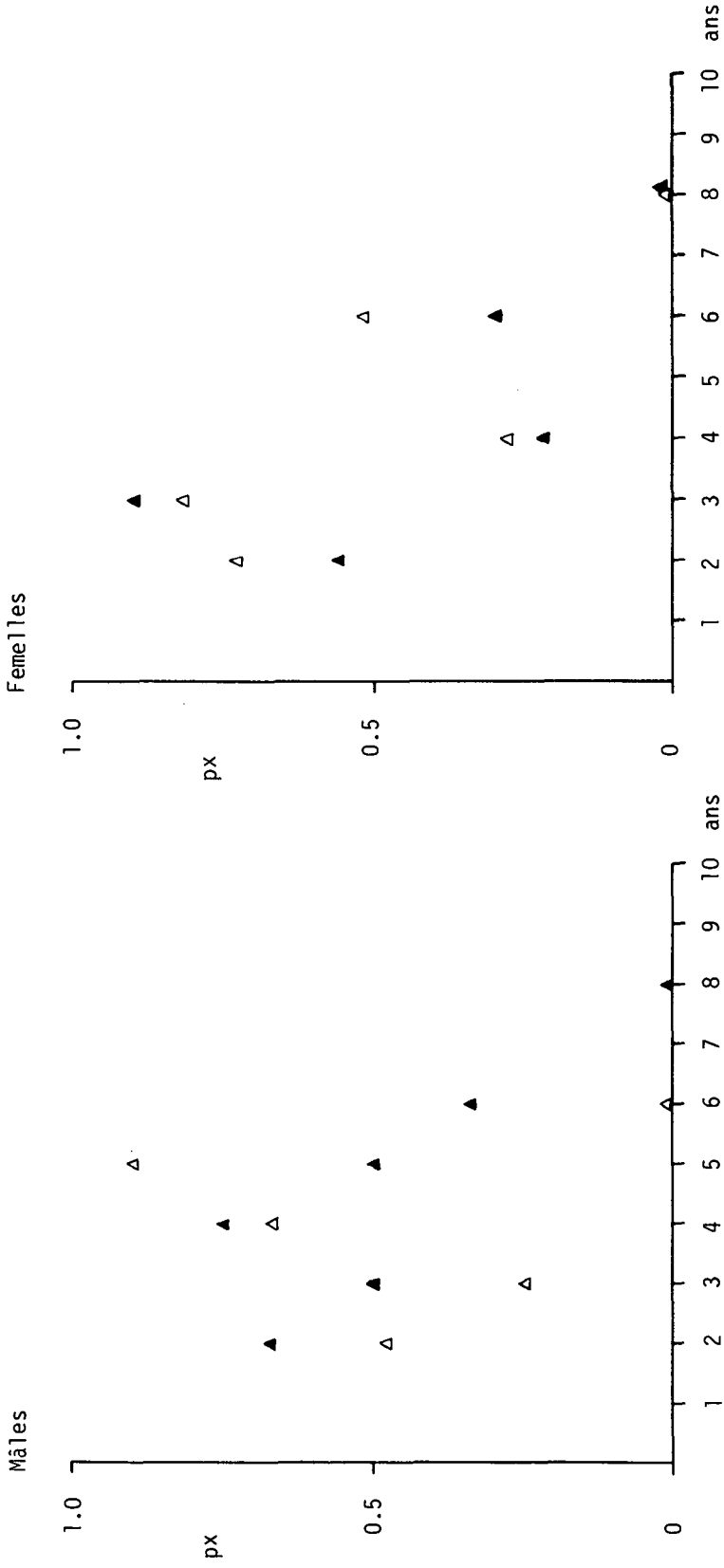


Fig. 4.2. Taux de survie en fonction de l'âge. Animaux périss hors chasse.

4.3. Discussion

4.3.1. Sex-ratio

Les tableaux de chasse du canton de Neuchâtel montrent une répartition équilibrée des sexes. Cette situation est dictée par l'attribution aux chasseurs chaque année d'un bouton mâle et d'un bouton femelle (ch. 2). Toutefois, les années où des boutons supplémentaires, sans prescription de sexe, ont été accordés, le tir ne s'est pas fait préférentiellement sur un des sexes.

Dans les échantillons, le sex-ratio est généralement en faveur des femelles. La répartition d'une seule année est significativement différente d'une répartition théorique égale. La conservation de la tête ou du massacre par les chasseurs est certainement la cause de cette sous-représentation des brocards dans les échantillons.

Nous pouvons donc supposer que dans la population sur pied aussi le sex-ratio n'est pas très différent de 1 : 1. Une étude précédente des animaux accidentés (BLANT et al., 1982b) amenait à la même conclusion.

Les tableaux de chasse du canton de Vaud montrent une répartition en faveur des femelles. Comme le tir s'effectue sans prescription de sexe (ch. 2), le sex-ratio de la population sur pied est probablement aussi en faveur des femelles.

4.3.2. Age moyen

La majorité de nos échantillons fait ressortir des mâles en moyenne plus jeunes que les femelles. Il est possible que ce phénomène soit en relation avec le tir en regard du trophée. On aurait un tir partiellement sélectif des brocards, sur les classes d'âge moyennes, à l'apogée de la formation du trophée, alors que le tir des chèvres se ferait sans aucune sélection (prélèvement au hasard).

4.3.3. Proportions de faons

La forte proportion de l'échantillon NE 1980 est due à l'attribution aux chasseurs de 2 boutons "faons" (pour animal de moins de 13 kg vidé).

Les taux calculés sur la population montrent un tir d'une proportion relativement constante de faons (20 %). Les échantillons montrent par contre parfois une sous-représentation, parfois une sur-représentation des faons. DOWNING (1980) remarque que des biais, qui peuvent être importants, sont souvent contenus dans les analyses de proportions d'animaux chassés. Nous avons donc renoncé à estimer la reproduction des populations de cette manière. D'autres méthodes ont été appliquées et font l'objet du chapitre 5.

4.3.4. Tables de survie et de vie

L'analyse d'âge-ratios ou de tables de survie non établies sur des cohortes est extrêmement complexe et non sans risques de biais (DOWNING, 1980). En fait, la distribution temporelle d'une cohorte est égale à la distribution effective (âge-ratio) de la population dans des conditions très précises, définies comme suit par CAUGHLEY (1977) :

- la survie (moyenne) et la fécondité doivent être constantes,
- le taux de croissance (population's exponential rate of increase, r) doit être égal à 0, et ceci depuis un certain temps.

Lorsque le taux de croissance r est positif (population en augmentation, les juvéniles sont sur-représentés par rapport aux autres classes d'âge. Lorsque r est négatif (diminution), ils sont sous-représentés. La connaissance du taux de croissance est indispensable, selon CAUGHLEY, et permet l'utilisation d'un facteur de correction pour obtenir un âge-ratio réellement représentatif.

Nous avons montré dans le chapitre 2 la forte diminution des populations neuchâteloise et vaudoise. Cette diminution n'étant pas linéaire, nous avons dû renoncer à une estimation de r pour notre période d'étude. Nous considérons donc les valeurs obtenues dans les tables 4.1 à 4.5 comme des valeurs approchées. Les taux de survie des classes jeunes seraient plutôt inférieurs en réalité, les taux de survie des classes âgées plutôt supérieurs.

Nous pouvons malgré tout faire deux importantes remarques.

La concordance des tables nous permet d'affirmer que le taux de survie est variable, de nature ondulatoire (fig. 4.1 et 4.2). Pour les brocards, il est d'abord élevé chez les subadultes, puis il baisse à l'âge de 2 et 3 ans, pour remonter à 4 ans. Dès 6 ans, le taux de survie est très bas. Pour les chèvres, il est d'abord élevé chez les subadultes, puis il baisse à 2 ans, pour remonter à 3 ans. On constate ensuite une divergence entre échantillonnage d'animaux tirés ou pérés hors chasse.

L'espérance de vie est plus courte chez les mâles que chez les femelles. Ce fait est connu chez d'autres ongulés, comme le cerf (MITCHELL, COWAN et PARISH, 1971, cit. par BUCHLI) ou le chamois (SCHROEDER, 1971, cit. id.). Cette différence entre les sexes peut laisser supposer que de façon naturelle, sans chasse, le sex-ratio d'une population de ces ongulés est à l'avantage des femelles (BUCHLI, 1979, GAILLARD et al., 1985). Nous sommes plutôt d'avis, au moins dans le cas du chevreuil, qu'il s'agit d'un phénomène fortement lié à la chasse, puisque l'espérance de vie des brocards baisse très tôt déjà (à 5 ans). Notons toutefois

que GAILLARD et al. (1985) obtiennent en réserves de chasse des taux de survie annuels de 0.8 pour les mâles subadultes et adultes et de 0.9 pour les femelles du même âge.

5. REPRODUCTION

Les travaux concernant la reproduction du chevreuil sont relativement nombreux parmi ceux relatifs aux ongulés sauvages. On trouve notamment dans la littérature les aspects suivants de sa stratégie de reproduction :

1. Taux de fertilité ou de fertilisation (ou encore d'ovulation) par comptage des corps jaunes dans les ovaires (BORG, 1970, en Suède, STRANDGAARD, 1972a, b, au Danemark, et, plus près de nous, WANDELER, 1975, sur le plateau bernois). En effet, si les pertes embryonnaires sont faibles, le nombre de Corpora lutea (secrétant la progestérone) prédit le nombre de faons à naître. On obtient donc un taux potentiel de reproduction ("reproductive capacity", KIRKPATRICK, 1980). Durant la période de portance, le taux de fertilité peut aussi être déterminé par le comptage des embryons.
2. Taux de reproduction des populations, c'est-à-dire accroissement annuel, que l'on peut déterminer par observation directe des faons et des chèvres (voir par exemple KURT, 1968a, en Suisse (Plateau et Alpes), ELLENBERG, 1974a, en Allemagne ou EIBERLE, 1979a, dans le canton de Zurich).
3. Mortalité des faons et causes, par analyse des cadavres (BORG, 1970, WANDELER, 1975) ou par marquage des individus à l'âge de quelques semaines (STOCKER, 1984, ou STOCKER et MEIER, 1985, pour les résultats d'une grande action de marquages dans la Suisse centrale et de l'est).
4. Vie sociale des familles, étudiée notamment à l'aide de la télémétrie (BIDEAU et al., 1983a, en France) ou par observation d'animaux marqués (KURT, 1968a, sur le Plateau et dans les Alpes suisses, BRAMLEY, 1970, dans le Dorset anglais, et ELLENBERG, 1978, dans le Jura bavaïrois).

Comme le relève justement WANDELER, on constate à la lecture de ces travaux qu'il existe de considérables variations des valeurs de ces paramètres, régionales ou annuelles. Elles sont le plus souvent externes, dues à des facteurs de l'environnement. Mais elles peuvent aussi s'interpréter d'un point de vue adaptatif (mécanismes internes de régulation) en regard de la densité des populations (WANDELER, 1975).

Dans notre travail, le but que nous nous étions fixé était d'établir les chances de survie des faons au cours de leur première année d'existence. L'intérêt d'un tel suivi est de déterminer le niveau de mortalité des faons à différentes périodes de l'année afin, pour une gestion efficace des populations, de prévoir l'accroissement annuel réel (à la fin de l'hiver) de ces populations et la part de prélèvement possible, à la chasse, dans la classe d'âge faons.

Pratiquement, les trois questions suivantes se posent :

- Les chèvres sont-elles toutes fertiles, quel est leur taux de fertilisation et quel est le taux de mortalité intra-utérine ?
- Quelles sont les chances de survie des faons à la naissance et durant les semaines suivantes ?
- Lors des périodes de chasse et hivernale, les chances de survie des faons sont-elles différentes de celles des adultes ?

5.1. Rappels sur la reproduction du chevreuil

Nous devons rappeler avant tout les résultats de l'excellent travail de WANDELER (1975), qui démontrent la relation entre le nombre de corps jaunes et le nombre d'embryons. Quelques aspects plus généraux concernant la reproduction des ongulés seront ajoutés, d'après le travail de GEISER (1980) sur le chamois.

Le chevreuil est le seul ruminant (du moins connu) à pratiquer l'implantation différée. Le rut a lieu à la fin du mois de juillet, l'implantation du blastocyste dans la muqueuse utérine au début du mois de janvier seulement. Les mises bas ont lieu principalement dans la seconde moitié du mois de mai.

Des follicules III peuvent s'observer dans les ovaires durant toute l'année, de même que des follicules atrophiques (prob. chez tous les ongulés). Tous les corps jaunes naissant à la suite d'une ovulation sont qualifiés de Corpora lutea vera. On en connaît 3 types : le Corpus luteum graviditatis en cas de grossesse, le C. luteum periodicum si la femelle n'est pas fertilisée et le corps jaune secondaire en cas d'ovulation postconceptionnelle. Au cours de la formation des C. lutea vera, des follicules III ou atrophiques peuvent se lutéiniser, sans ovuler eux-mêmes, formant les C. lutea accessoria. Après la naissance, les corps jaunes régressent en Corpora albicantia.

Chez le chevreuil, des corps jaunes sont trouvés dès le début juillet. Toutes les chèvres saines (en bonne santé) sont trouvées fécondées au mois d'août. D'octobre à décembre, aucune femelle fécondée ne présente des corps jaunes frais (nouvellement formés, avec lumière centrale), donc secondaires. Un seul exemple a pu être trouvé, après décembre, en période de post-implantation : une chèvre avec 2 corps jaunes mûrs et 3 corps jaunes frais (et bien entendu 2 embryons).

En période de préimplantation, 2.00 Corpora lutea vera ont été trouvés par femelle saine, en période de post-implantation 2.21. Chez les femelles avec des corps jaunes surnuméraires par rapport au nombre d'embryons, ceux de moins de 30 mm³ (1) sont plus fréquents (le diamètre maximal est généralement de moins de 3 mm). Il s'agit là de C. lutea accessoria (aucune cicatrice de ponte ovulaire n'est décelable dans les tissus ovariens environnant ces petits corps jaunes). En dernier ressort, le comptage des embryons en période de postimplantation donne lui-même 2.00 embryons par femelle saine, soit exactement le même nombre que celui des corps jaunes en période de préimplantation.

- (1) Volume de l'ellipsoïde, $V = \frac{4}{3} \pi r_1 r_2 r_3$. r_1 et r_2 sont mesurés sur les faces des sections de l'ovaire. r_3 est estimé par le nombre de sections de 1 mm contenant le corps jaune.

Les Corpora albicantia subsistent très longtemps dans les tissus ovariens sous forme de petites cicatrices fortement pigmentées.

5.2. Méthodes

5.2.1. Principe

Nous avons décomposé la première année de vie des faons en 4 parties distinctes : naissance (0-2 mois, mai-juin), été (3-5 mois, juillet-septembre), chasse (6-7 mois, octobre-novembre), hiver (8-11 mois, décembre-mars). Les taux de reproduction suivants sont calculés :

Période I (mai) : Taux de reproduction à la mise bas (taux potentiel), estimé par le taux de fertilisation des chèvres.

Période II (septembre) : Taux de reproduction utile, avant la chasse.

Période III (décembre) : Taux de reproduction restant, après la chasse.

Période IV (mars) : Taux d'accroissement réel à la fin de l'hiver.

Les taux des périodes II et IV sont estimés par observation directe des chèvres adultes suitées (accompagnées de 1, 2 ou 3 faons) et des chèvres seules, non suitées, adultes ou subadultes (Schmaltiere). Pratiquement, durant la période III, nous avons dû renoncer à comptabiliser ces chèvres seules, trop d'incertitude survenant dans leur distinction des brocards sans bois (l'essentiel des observations étant effectué de nuit, au phare).

Les différences entre ces périodes permettent d'estimer les taux de mortalité des faons

- juste après la mise bas,
- durant la chasse,
- durant l'hiver.

Cette partie de notre étude s'est déroulée essentiellement sur le territoire du canton de Neuchâtel. Seuls quelques ovaires de chèvres vaudoises ont été analysés en plus.

5.2.2. Méthodes utilisées

Les taux de fertilisation sont déterminés par la méthode du comptage des corps jaunes. Nous traiterons brièvement ci-après l'aspect technique de ce comptage (KIRKPATRICK, 1980).

Les taux de reproduction déterminés par observation directe sont le fait principalement de comptages le long de parcours nocturnes généralement fixes (méthode des itinéraires-échantillons). Les animaux sont éclairés à l'aide d'un phare mobile, branché sur la batterie d'un véhicule (OPTRONICS BB-2000 (100 W) ou BB-3000 (150 W), Optronics Inc., Fort Gibson (OK), USA. Batterie de min. 50 Ah). Nous avons tenté d'établir une distinction des femelles observées, malgré l'absence de marquages, afin d'éviter de multiples comptages d'un même individu ou d'une même famille. Pour ce faire, nous avons établi une méthodologie que nous développerons également ci-après.

a) Taux de fertilisation (technique)

Les ovaires analysés ont été fournis par les chasseurs. Il s'agit donc à chaque fois de chèvres tirées entre le 1er octobre et le 15 novembre, pour le canton de Neuchâtel, et du mois d'octobre pour le canton de Vaud.

Les chasseurs devaient rechercher et envoyer le système génital complet de l'animal. Les ovaires étaient prélevés et placés en formaline 10 % (formaldéhyde 4 %) durant au moins 24 heures, si possible plus. Leur surface était ensuite examinée afin de déceler les cicatrices de la ponte ovulaire (parfois peu visibles). Enfin, ils étaient coupés en tranches de 1 mm d'épaisseur. La coupe s'effectue au scalpel parallèlement au plan longitudinal vertical (fig. 5.1). Les membranes basales sont toutefois conservées; ainsi, les tranches restent attachées entre elles et on peut observer les différentes coupes l'une après l'autre, comme on feuillette un livre. Le comptage peut s'effectuer à l'oeil nu. Toutefois, deux corps jaunes pouvant être accolés l'un à l'autre, voire comprimés, une vérification s'avère souvent nécessaire à la loupe binoculaire.

b) Taux de reproduction observés

Les observations ont été réalisées le long de 14 itinéraires-échantillons couvrant les 6 districts du canton de Neuchâtel. Le parcours de ces itinéraires n'était toutefois pas absolument strict : suivant les conditions météorologiques, certains tronçons pouvaient présenter une visibilité fortement réduite et devaient être écartés. De plus, des observations occasionnelles complémentaires ont été intégrées aux résultats.

La majeure partie des comptages a eu lieu de nuit. Toutefois, et notamment au printemps, de nombreuses observations ont été réalisées de jour dans de très

bonnes conditions (au télescope, sans dérangements), surtout au crépuscule. Les animaux ont pratiquement toujours été observés en milieu ouvert, sur leurs sites de pâture (gagnages).

Nous avons trois types d'observations possibles : femelles seules (adultes ou subadultes), femelles adultes suitées, faons seuls. Afin de classer nos observations selon ces trois types fondamentaux, nous avons estimé indispensable de travailler avec des critères d'identification soigneusement déterminés. En effet, si la différence entre adultes et faons saute encore aux yeux en août ou septembre, elle devient plus subtile au printemps, mais reste distincte. EIBERLE (1964) et KURT (1968a) sont même d'avis que l'on peut encore distinguer plus tard les chèvres subadultes (Schmalrehe) des adultes. Pour notre part, nous avons renoncé à tenter cette distinction, assez difficile de nuit. Nous avons donc strictement retenu les appréciations suivantes pour les faons :

- taille : hauteur aux épaules inférieure à celle des chèvres, au printemps épaisseur inférieure (chèvres adultes portantes)
- tête : tête et cou plus étroits.
- pelage : la mue n'est généralement pas simultanée entre mère et faons.
- comportement : action de suitage des faons, notamment dans la fuite. Très rarement, les faons se trouvent devant.

Ces critères sont illustrés par les figures 5.2 et 5.3.

Au cours des cycles de comptages (août-septembre à mars-avril), chaque femelle observée seule ou accompagnée de faon(s) est cartographiée. Les individus ou familles sont considérés comme étant :

- les mêmes s'ils correspondent à une observation antérieure au même endroit, dans un rayon de 500 m,
- différents s'ils se situent à plus de 500 m, en lisière, d'une observation semblable antérieure,
- différents s'ils se situent à moins de 500 m, mais sur un autre gagnage, séparé par une barrière naturelle.

Parfois, l'absence du marquage est compensé par un critère physique de reconnaissance (corpulence particulière, sexe du (des) faon(s), bois du (des) faon(s), taches sur le pelage, etc...).



Fig. 5.1. Sectionnement des ovaires en tranches de 1 mm.



Fig. 5.2. Chèvre et faon mâle. Martel Dernier, 28 mars 1985.



Figure 5.3. Brocard et chèvre suitée d'un faon femelle. Saint-Blaise, 1er février 1985.

5.2.3. Hypothèses

Afin de répondre aux questions posées à l'aide de notre méthode, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- 1) Les pertes intra-utérines pré- et postimplantatoires (oeufs et embryons) sont nulles.
- 2) Les mères sont accompagnées en tout temps de leurs faons.
- 3) En hiver, les faons orphelins, après la chasse, suivent une mère de remplacement. Leurs chances de survie ne sont pas différentes de celles des autres faons.
- 4) Durant chaque période de comptage, les animaux restent fidèles à leurs sites de pâture.
- 5) Les observations sont faites sur un temps si court que la mortalité des faons durant la période de comptage est nulle.

Ces hypothèses seront confrontées à nos observations et aux données de la littérature.

5.2.4. Analyse statistique

Les tests statistiques standards du t de Student (comparaisons quantitatives) et du χ^2 (comparaisons qualitatives) ont été utilisés. Les niveaux de signification sont donnés par la probabilité de risque p.

5.3. Résultats

5.3.1. Taux de fertilisation

Nous avons analysé 108 paires d'ovaires, dont 9 faons et 99 adultes. Aucun faon n'était fertilisé. La fertilité des adultes est donnée dans le tableau 5.I. La répartition des corps jaunes dans les ovaires était la suivante (nombre dans l'ovaire 1 + nombre dans l'ovaire 2) : 0+0 : 1 ind., 0+1 : 10 ind., 1+1 : 37 ind., 0+2 : 40 ind., 1+2 : 8 ind., 0+3 : 2 ind., 0+4 : 1 ind.

Pour 60 chèvres, nous avons reçu conjointement ovaires et mâchoires. La fertilité par rapport à l'âge est donnée dans le tableau 5.II.

Pour 89 chèvres dont nous avons reçu les ovaires, le poids exact était connu. La fertilité par rapport au poids est donnée sur la figure 5.4. Pour 44 chèvres, nous connaissions conjointement fertilité, âge et poids. La fertilité des subadultes par rapport au poids est donnée sur la figure 5.5, celle des adultes sur la figure 5.6.

a) Périodes I (mai)

Le taux de fertilisation moyen s'élève à 2.00 corps jaunes par chèvre adulte (n=99). Dans le canton de Neuchâtel, il atteint en moyenne 1.97 (n=88). Les valeurs annuelles y sont en 1983, 1984 et 1985 respectivement 2.05, 1.90 et 2.00 corps jaunes par chèvre adulte. On remarque chaque fois une très forte prépondérance de chèvres avec 2 corps jaunes. Les autres cas (0-1 et 3-4 corps jaunes) sont en trop petit nombre pour permettre une comparaison statistique d'année en année. Un test du χ^2 sur chèvres avec 2 corps jaunes - autres chèvres montre une grande homogénéité (p=0.5).

En rapport avec l'âge, les taux les plus faibles se trouvent chez les chèvres de 1½ - 2½ ans. Le plus fort est obtenu pour les chèvres de 3½ ans. Ces résultats ne sont toutefois pas statistiquement significatifs (différence 0-1 et 2-3 corps jaunes non significative entre 1-2+ et >3+, p>0.3). Si l'on considère que l'unique chèvre sans corps jaune est un cas particulier par rapport au reste de la population, on observe alors une croissance de la fertilité jusqu'à 3½ ans, puis une baisse (fig. 5.7).

La fertilité est aussi en rapport avec la condition physique des chèvres. Les chèvres avec 2 corps jaunes peuvent être considérées comme norme, puisqu'elles sont de loin les plus nombreuses. Leur poids moyen est 17.24 kg. En comparaison, le poids moyen des chèvres avec 0-1 corps jaune est inférieur (15.45 kg, p<0.02) alors que le poids moyen des chèvres avec 3-4 corps jaunes est supérieur (19.09 kg, p<0.01)(fig. 5.4). Chez les subadultes, les chèvres avec 1 corps jaune seraient plus

légères que les chèvres avec 2 corps jaunes, mais le nombre de cas observés est très petit (fig. 5.5). Chez les adultes, le poids moyen des chèvres avec 2 corps jaunes est 18.2 kg. Le poids moyen des chèvres avec 0-1 corps jaune est inférieur (16.2 kg, $p=0.03$) alors que le poids moyen des chèvres avec 3 corps jaunes est supérieur (21.3 kg, $p<0.01$) (fig. 5.6).

b) Cas particuliers

L'unique chèvre non fertile (NE 1175) présentait dans un ovaire 2 corps brunâtres, avec lumière centrale, de structure granuleuse semblable aux corps jaunes. Ils étaient allongés, de diamètres maxima de 2.7 et 3.4 mm. Dans l'autre ovaire se trouvait un petit corps jaune, d'un volume de 9.0 mm³ (dimensions 2.4 x 2.4 x 3 mm). La surface de l'ovaire présentait une petite protubérance (cicatrice). Les 2 ovaires étaient de petite taille.

Des C. lutea accessoria ont été trouvés chez 4 chèvres (NE 959 : V = 10.0 mm³, 3.4 x 2.8 x 2, avec 2 C. lutea vera; NE 1218 : V = 5.8 mm³, 3.1 x 1.8 x 2, avec 1 C. luteum verum; VD 289 : V = 7.8 mm³, 3.4 x 2.2 x 2, avec 2 C. lutea vera; VD 332 : V = 3.3 mm³, 3.0 x 0.7 x 3, avec 2 C. lutea vera). Nous les avons considérés comme tels à cause de leur très faible taille (V < 30 mm³). Le plus petit C. luteum verum atteignait 41 mm³.

c) Représentativité de l'échantillonnage

Nous avons en dernier lieu cherché la représentativité de notre échantillonnage par rapport à la population chassée, pour les cas où nous avons assez de données, c'est-à-dire NE 1983, NE 1984 et NE 1985. Concernant l'âge des chèvres, l'échantillon formé par ces trois ans regroupés ne diffère pas ($p>0.1$) de celui obtenu, sur la même période, par l'ensemble des chèvres d'âge connu (voir ch. 4). Concernant le poids, nous avons considéré comme population femelle adulte l'ensemble des poids des animaux chassés (voir ch. 6) de 14 à 24 kg (poids limite des faons femelles 13 kg, ch. 4). La différence entre notre échantillon et cette population n'est pas significative ($p>0.1$).

Dans le premier cas, la fertilité obtenue sur l'échantillon de chevrettes d'âge connu vaut 1.93. Celle calculée sur la population vaut 1.96, soit une différence de 1.6 % seulement. Dans le deuxième cas, la fertilité obtenue sur l'échantillon de chevrettes de poids connu vaut 2.05. Celle calculée sur la population vaut 2.02, soit une différence de 1.5 %.

Ainsi, le taux de fertilisation de la population n'est pas très différent du taux de fertilisation de l'échantillon.

| Echantillon | N | Nombre de corps jaunes (<u>C. lutea vera</u>) | | | | |
|-------------|----|---|----|----|----|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| NE 1982 | 5 | - | 2 | 2 | 1 | - |
| NE 1983 | 22 | - | 1 | 19 | 2 | - |
| NE 1984 | 29 | - | 4 | 24 | 1 | - |
| NE 1985 | 32 | 1 | 3 | 24 | 3 | 1 |
| NE 1982-85 | 88 | 1 | 10 | 69 | 7 | 1 |
| VD 1985 | 11 | - | - | 8 | 3 | - |
| TOTAL | 99 | 1 | 10 | 77 | 10 | 1 |

Tab. 5.I. Fertilité des chèvres adultes. Les années indiquent les saisons de chasse où les ovaires ont été récoltés.

| Classe d'âge | Nombre de corps jaunes (<u>C. lutea vera</u>) | | | | Nombre moyen |
|--------------|---|------------------|------------------|---|--------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 + | - | 2 ⁽¹⁾ | 13 | - | 1.87 |
| 2 + | 1 | 3 | 17 | 1 | 1.82 |
| 3 + | - | - | 7 | 4 | 2.36 |
| 4 - 5 + | - | - | 5 | - | 2.00 |
| 6 - 7 + | - | - | 1 | - | 2.00 |
| 8 - 9 + | - | 1 | 1 ⁽²⁾ | 1 | 2.00 |
| 10 + | - | - | 3 | - | 2.00 |

Tab. 5.II. Fertilité des chèvres adultes en fonction de l'âge.

(1): 1 individu avec 1 C. luteum accessorum.

(2): chèvre à perruque.

| | | | | |
|---|---------------|--------|-----------|-----------|
| 0 | Corpus luteum | n = 11 | m = 15.45 | sd = 2.46 |
| 1 | | | | |
| 2 | Corpora lutea | n = 67 | m = 17.24 | sd = 2.18 |
| 3 | | | | |
| 4 | Corpora lutea | n = 11 | m = 19.09 | sd = 1.87 |

$t_{76} = 2.48, p < 0.02$

$t_{76} = 2.66, p < 0.01$

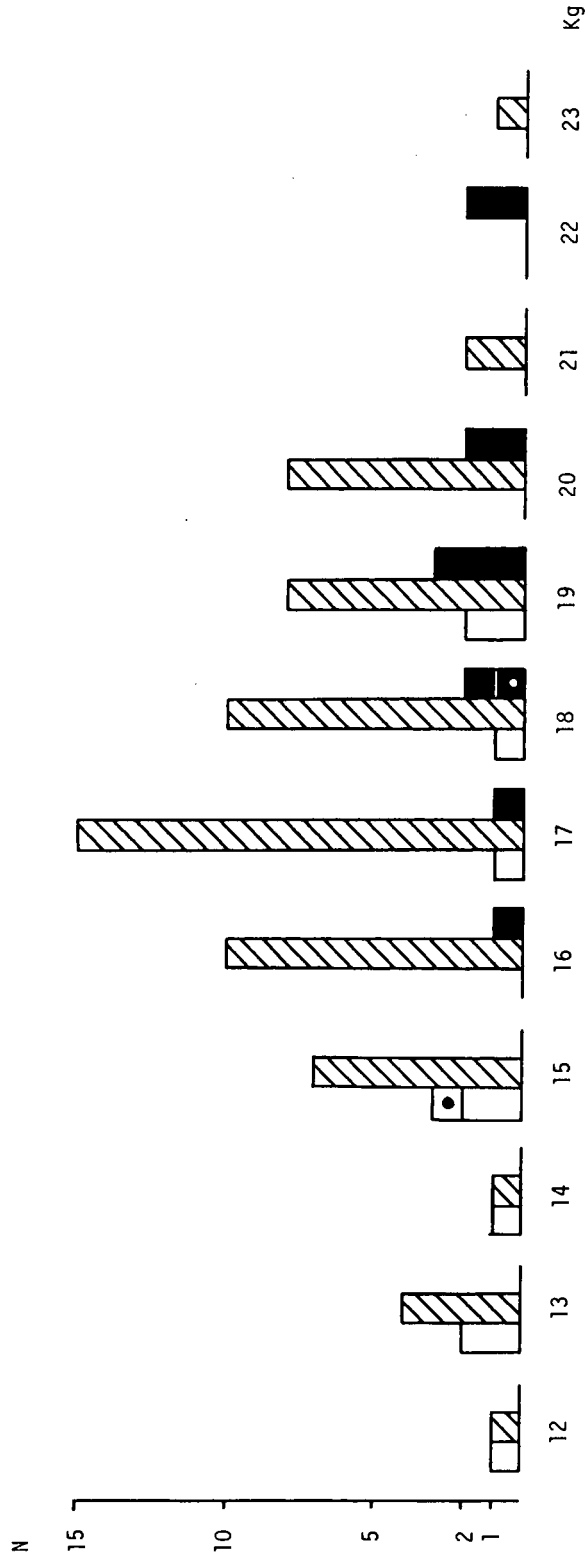


Fig. 5.4. Fertilité des chèvres en fonction du poids.

□ 1 Corpus luteum n = 2 m = 15.5 sd = 3.5
 ▨ 2 Corpora lutea n = 9 m = 16.7 sd = 3.1

p non significatif

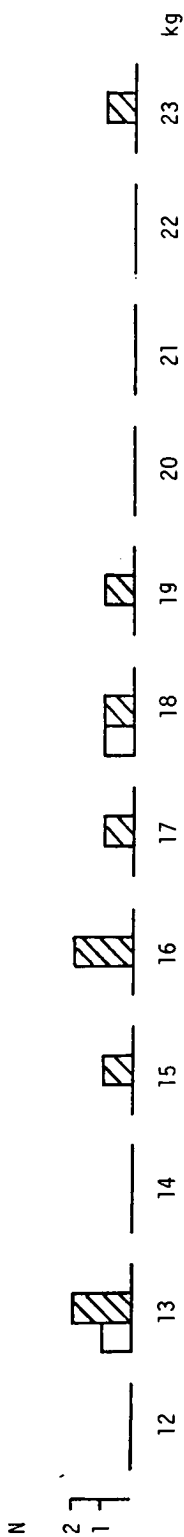


Fig. 5.5. Fertilité des subadultes (1+) en fonction du poids.

□ 0 Corpus luteum n = 5 m = 16.2 sd = 1.8
 ▨ 1 n = 25 m = 18.2 sd = 1.8
 ▩ 2 Corpora lutea
 ■ 3 Corpora lutea n = 3 m = 21.3 sd = 1.2

$t_{28} = 2.27, p = 0.03$

$t_{26} = 2.88, p < 0.01$

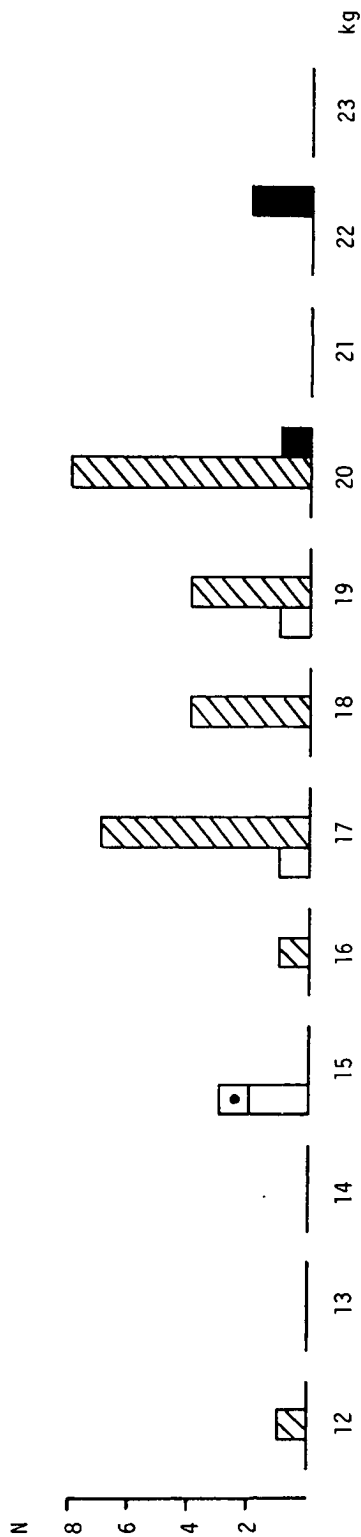


Fig. 5.6. Fertilité des adultes (≥2+) en fonction du poids.

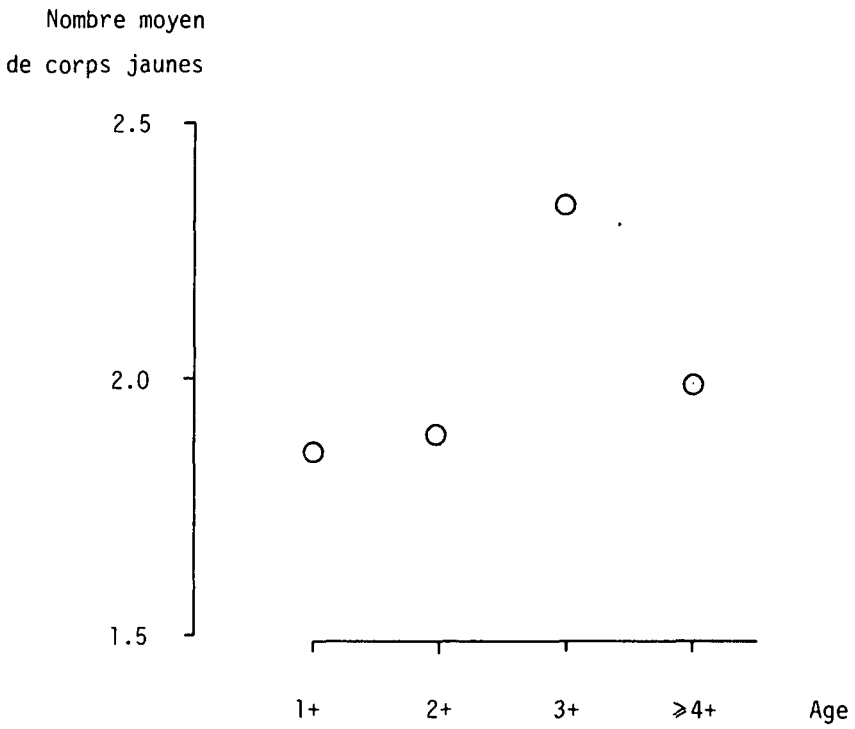


Fig. 5.7. Fertilité moyenne en fonction de l'âge.

5.3.2. Taux de reproduction observés

Les nombres d'animaux différents observés sont donnés de la manière suivante :

n1 : nombre de femelles,

n2 : nombre de femelles suitées.

Les années indiquées sont celles durant lesquelles les observations ont été réalisées. Elles l'ont été uniquement sur territoire neuchâtelois.

a) Périodes II (septembre)

159 femelles différentes ont été observées, avec ou sans faons (pratiquement, à partir du 15 août, après la fin du rut). Des faons seuls, à cette période, sont rarement observés (5 fois seulement) (tableau 5.III).

Le taux moyen de reproduction s'établit à 74 % (n1 = 159). Le nombre moyen de faons par femelles suitée est 1.46 (n2 = 80).

Par année, on obtient les résultats suivants :

| | taux de reproduction | faons/F. suitée |
|------|----------------------|-----------------|
| 1983 | 80 % (n1 = 53) | 1.48 (n2 = 25) |
| 1984 | 65 % (n1 = 62) | 1.33 (n2 = 30) |
| 1985 | 91 % (n1 = 49) | 1.60 (n2 = 25) |

L'année 1984 peut être considérée comme mauvaise (mortalité élevée des faons après la mise bas), l'année 1985 comme bonne (mortalité faible des faons après la mise bas). La différence n'est toutefois pas significative au seuil de 5 % (femelles avec 0-1 faon et femelles avec 2 faons, $p=0.1$). Statistiquement, nous n'obtenons donc pas la quasi-certitude d'une différence réelle entre les deux années, mais nous pouvons tout de même avoir de fortes présomptions qu'elle existe.

b) Périodes III (décembre)

76 femelles suitées différentes ont été observées, avec 1 ou 2 faons (pratiquement, à partir du 15 novembre, après la fin de la chasse) (tableau 5.IV). Vu les difficultés, nous nous étions limités au seul comptage de ces femelles suitées (Ch. 5.1.1).

| Période/ année | Chèvres seules | Chèvres avec faons | | | Faons seuls | n1 | n2 |
|-------------------|-------------------|--------------------|----|---|-----------------------|-----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| II/1983 | 25 | 14 | 10 | 1 | 3x1 ind. | 50 | 25 |
| II/1984 | 32 | 20 | 10 | - | - | 62 | 30 |
| II/1985 | 22 | 10 | 15 | - | 1x1 ind. 1x2 ind.* | 47 | 25 |
| TOTAL | 79 | 44 | 35 | 1 | 6 | 159 | 80 |

Tab. 5.III. Femelles observées au mois de septembre. *: disparition de la mère à la fin du mois, peu avant la chasse.

| Période/année | Nombre de faons | | n2 |
|---------------|-----------------|----|----|
| | 1 | 2 | |
| III/1983 | 22 | 13 | 35 |
| III/1984 | 15 | 8 | 23 |
| III/1985 | 13 | 5 | 18 |
| TOTAL | 50 | 26 | 76 |

Tab. 5.IV. Femelles suitées observées au mois de décembre.

| Période/ année | Chèvres seules | Chèvres avec faons | | | n1 | n2 |
|-------------------|-------------------|--------------------|----|---|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| IV/1984 | 25 | 30 | 11 | 1 | 67 | 42 |
| IV/1985 | 25 | 28 | 8 | - | 61 | 36 |
| IV/1986 | 18 | 18 | 6 | - | 42 | 24 |
| TOTAL | 68 | 76 | 25 | 1 | 170 | 102 |

Tab. 5.V. Femelles observées au mois de mars.

Le nombre moyen de faons par femelle suitée est 1.34 (n2 = 76). Par année, de 1983 à 1985, il est respectivement 1.37 (n2 = 35), 1.35 (n2 = 23) et 1.28 (n2 = 18) (aucune différence statistiquement significative, $p > 0.1$).

c) Périodes IV (mars)

170 femelles différentes ont été observées, avec ou sans faons (pratiquement, jusqu'au début du mois d'avril) (tableau 5.V). Les observations étaient stoppées aux premiers signes d'agressivité de brocards adultes envers des faons, susceptibles de déclencher l'émigration, ou à la première observation de faons seuls, probablement émigrants (respectivement les 11.4.1984, 2.4.1985 et 7.4.1986).

Le taux moyen de reproduction s'établit à 76 % (n1 = 170). Le nombre moyen de faons par femelle suitée est 1.26 (n2 = 102).

Par année, on obtient les résultats suivants :

| | taux de reproduction | faons/F. suitée |
|------|----------------------|-----------------|
| 1984 | 82 % (n1 = 67) | 1.31 (n2 = 42) |
| 1985 | 72 % (n1 = 61) | 1.22 (n2 = 36) |
| 1986 | 71 % (n1 = 42) | 1.25 (n2 = 24) |

La différence 1984 - 1985-86 n'est pas statistiquement significative ($p > 0.1$).

5.3.3. Calcul de la mortalité

Les différences entre les taux de reproduction que nous avons calculés permettent d'estimer la mortalité des faons survenue entre les différentes périodes d'observation.

Nous étudierons tout d'abord la mortalité survenant entre la mise bas et le mois de septembre, puis la mortalité des faons durant la chasse et durant l'hiver.

a) Périodes I - II : mortalité après la mise bas

La première opération consiste ici à éliminer du tableau 5.III le nombre de femelles subadultes (faons de l'année précédente, non fertiles, "Schmalrehe") n'ayant forcément pas mis bas, comptabilisées dans la classe "femelles seules" observées, afin de ne garder que les femelles seules adultes ayant mis bas et ayant perdu tous leurs faons. Nous avons évalué dans ce but la proportion d'adultes $\geq 2+$ / $\geq 1+$ dans le tableau de chasse. Reportée sur le nombre de femelles observées (n1), cette proportion permet de déduire le nombre total de femelles

adultes. La différence avec le nombre de femelles suitées (n2) donne le nombre de femelles adultes fertiles sans faons. Les résultats sont les suivants :

| | proportion $\frac{n_2}{n_1} \times 100$ | n1 | = | n2 | = | F. adultes fertiles sans faons |
|---------|--|-------|---|-----|------|--------------------------------------|
| 1983 | 71 % | x 50 | = | 36 | - 25 | = 11 |
| 1984 | 66 % | x 62 | = | 41 | - 30 | = 11 |
| 1985 | 74 % | x 47 | = | 35 | - 25 | = 10 |
| 1983-85 | 70 % | x 159 | = | 112 | - 80 | = 32 |

Les taux de reproduction par rapport aux femelles fertiles sont donc respectivement de 103% en 1983, 98% en 1984 et 114 % en 1985. Le taux de reproduction sur les 3 ans vaut 104%. La mortalité survenue chez les faons équivaut à la différence entre le taux de fertilisation moyen et ces taux de reproduction.

| | mortalité par femelle | proportion | niveau de signification |
|---------|--------------------------|------------|----------------------------|
| 1983 | $1.97 - 1.03 = 0.94$ | 48 % | p < 0.001 |
| 1984 | $1.97 - 0.98 = 0.99$ | 50 % | p < 0.001 |
| 1985 | $1.97 - 1.14 = 0.83$ | 42 % | p < 0.001 |
| 1983-85 | $1.97 - 1.04 = 0.93$ | 47 % | p < 0.001 |

Les chances de survie des faons à la naissance sont donc le plus souvent légèrement supérieures à 0.5.

b) Périodes II-III : mortalité durant la chasse

Nous avons évalué la mortalité des faons à la chasse d'après nos échantillonnages sur les animaux tirés. Les proportions de faons dans les tableaux de chasse étaient relativement constantes (ch. 4). Il en ressort les taux de mortalité suivants (en faons pour 100 F., c.à.d. faon/chèvre - ratio), comparés aux taux de reproduction en septembre :

| | taux de reproduction | taux de mortalité (faon/chèvre - ratio) |
|------|----------------------|--|
| | moyen 77 % | |
| 1980 | | 101 % |
| 1981 | | 45 % |
| 1982 | | 45 % |
| 1983 | 80 % | 55 % |
| 1984 | 65 % | 49 % |
| 1985 | 91 % | 51 % |

On constate que les faons ne sont pas tirés en proportion de leur présence dans la population.

Les observations des femelles suitées montrent une diminution du nombre de chèvres avec 2 faons. Le nombre de faons par femelle suitée est en moyenne 1.34 contre 1.46 dans la période II, soit une baisse de 0.12 (9 %). Cette différence n'est toutefois pas significative ($p=0.25$).

c) Périodes III-IV : mortalité hivernale

Les observations de femelles suitées montrent une diminution du nombre de chèvres avec 2 faons. Le nombre moyen de faons par femelle suitée est 1.26 contre 1.34 dans la période III, soit une baisse de 0.08 (6 %). Cette différence n'est toutefois pas significative ($p=0.3$).

d) Périodes II-IV : mortalité "chasse + hiver"

En comparant les observations des périodes II et IV, donc en regroupant les effets "chasse" + "hiver", on obtient l'image suivante :

- le nombre moyen de faons par femelle suitée passe de 1.46 à 1.26, c'est-à-dire que la proportion de femelles suitées de 2 faons diminue fortement ($p<0.01$).
- parmi la population femelle totale, le nombre de femelles seules diminue également ($p<0.01$). Les pourcentages évoluent de la manière suivante :

| | Femelles seules | Femelles avec 1 faon | Femelles avec 2(ou plus) faons |
|----------------|-----------------|----------------------|--------------------------------|
| II (septembre) | 50 % | 28 % | 22 % |
| IV (mars) | 40 % | 45 % | 15 % |

Nous constatons ici qu'entre les deux périodes seule la proportion de chèvres suitées d'un faon augmente. Nous avons alors émis l'hypothèse suivante : Le nombre réel de femelles suitées d'un faon reste constant (solution minimale), la mortalité dans cette catégorie étant compensée par la mortalité chez les chèvres suitées de deux faons et en perdant un. Nous pouvons alors calculer dans ce cas la mortalité dans les catégories femelles seules et femelles avec deux faons. Par amplification des proportions de la période II par 45/28 (solution minimale), on obtient :

| | Femelles seules | Femelles avec 1 faon | Femelles avec 2(ou plus) faons |
|----------------|--------------------|----------------------------|---|
| II (septembre) | 80 (50%) | 45 (28%) | 35 (22%) |
| IV (mars) | 40 | 45 | 15 |
| bilan | - 40 | | - 20 |

La mortalité totale "chasse + hiver" serait alors au minimum de 40 faons pour 60 femelles (67 faons/100 femelles). Comparé aux taux de mortalité calculés à la chasse, c'est-à-dire 55, 49 et 51 (moyenne 52) faons/100 femelles, la différence est de 12 à 18 (moyenne 15) faons.

5.4. Discussion

5.4.1. A propos de la fertilité

L'absence de fertilité chez les faons n'appelle qu'un commentaire succinct. WANDELER (1975) signale sur l'analyse des ovaires de 60 faons en bonne santé 5 fois la présence d'un corps jaune, sur celle de 41 faons malades aucun corps jaune. En période de postimplantation toutefois, un seul faon sur 34 animaux sains et 34 animaux malades porte un embryon formé. BORG (1970) signale, sur plus de 1000 faons analysés de septembre à mai, une seule chevrette de 12 mois portant un embryon immature et suppose une fertilisation en début d'hiver avec développement sans latence. La maturité sexuelle avant 1 an apparaît donc comme exceptionnelle.

Elle a lieu également après 1 année chez le daim (à 17-20 mois, FISCHER, 1983) et à 1½ ans ou même 2½ ans chez le cerf (aucun faon fertile, BUCHLI, 1979).

Les résultats obtenus concernant les adultes montrent un taux faible de femelles "stériles" (soit véritablement stériles, soit non fertilisées) : 1 ind. sur 99 analyses. Les taux cités dans la littérature sont généralement supérieurs : 19 % selon HAMILTON et al. (1960), 6 % selon STUBBE et al. (1982) ou 14 % selon FRUZINSKI et LABUDZKI (1982). Une explication est apportée par WANDELER (1975), qui trouve dans le canton de Berne les femelles en bonne santé à 100 % fertiles et les femelles malades (pneumonie et diarrhée surtout) par contre à 27 % sans corps jaunes et 44 % sans embryons.

Le cas observé dans le canton de Neuchâtel est celui d'une chèvre de 14.5 kg (½-vidée) âgée de 2½ ans. La présence dans les ovaires de deux corps pigmentés (brunâtres) et d'un petit corps jaune indique que des ovulations ont vraisemblablement eu lieu à la période d'oestrus, donnant 2 corps jaunes fortement régressés en octobre (corps en atrésie), suivies d'une ovulation supplémentaire en automne donnent un C. luteum periodicum de petite taille. WANDELER n'avait quant à lui pas observé de corps jaunes en régression en période de préimplantation. Nous ne pouvons pas expliquer pourquoi cette femelle n'a pas été fertilisée. Notons toutefois qu'elle aurait peut-être pu l'être au "second rut", en décembre.

Le taux de fertilisation de 2.00 corps jaunes par femelle adulte est élevé comparé aux autres données de la littérature (tableau 5.VI). Il est absolument égal à celui de WANDELER pour le canton de Berne, en période de préimplantation, et qui, rappelons-le, correspond au nombre d'embryons après l'implantation. Le taux le plus élevé est trouvé par BORG (1970) en Suède. Le taux le plus faible est cité par ELLENBERG (1978, 1979) pour des chèvres de faible condition (12.5 kg vidées).

| <u>Auteur</u> | <u>Territoire</u> | <u>N analyses</u> | <u>N moy. corps jaunes</u> | <u>Pré-implantation</u> | <u>N analyses</u> | <u>N moy. embryons</u> |
|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| ANDERSEN, 1953 | Danemark | 46 | 1.98 | 1.98 | | |
| STRANDGAARD, 1972 a | Danemark | 24 | 2.00 | 2.00 | 24 | 1.92 |
| BORG, 1970 | Suède | 179 | 2.51 | 2.51 | 362 | 2.19 |
| HAMILTON et al., 1960 | Angleterre | 32 | 1.77 | 1.77 | 32 | 1.85 |
| CHAPLIN et al., 1966 | Angleterre | | | | 19 | 1.58 |
| SHORT and HAY, 1966 | Angleterre | 35 | 1.80 | | 17 | 1.80 |
| CHAPMAN and CHAPMAN, 1971 | Angleterre | 17 | 1.71 | 1.71 | 54 | 1.91 |
| LOUDON, 1979 | Ecosse | 25-58 18-27 | 1.05-1.77 1.60-2.06 | | | |
| | ♀ 1+ | | | | | |
| | ♀ ≥2+ | | | | | |
| ELLENBERG, 1978, 1979 | RFA | 16 | 1.25 | 1.25 | | |
| | | 12 | 1.54 | 1.54 | | |
| STUBBE et al., 1982 | RDA | | | | 149 | 1.85 |
| FRUZINSKI and WABUDZKI, 1982 | Pologne | | | | 71 | 1.56 |
| KAWUZINSKI, 1982 | Pologne | | | | 138 | 1.88 |
| WANDELER, 1975 | Berne | 114 | 2.12 | 2.00 | 73 | 2.00 |
| | ♀ saines | | | 2.21 | 52 | 1.83 |
| | ♀ malades | 81 | 1.93 | | 438 | 1.90 |
| | gardes-chasse | | | | | |
| Présente étude | Neuchâtel, Vaud | 99 | 2.00 | 2.00 | | |

Tableau 5.VI. Données recensées sur la fertilité (non exhaustif): taux de fertilisation (corps jaunes ou embryons).

| Auteur | Territoire | Fréquence de | | | | corps jaunes (1) embryons (2) | |
|---------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ANDERSEN, 1953 | Danemark | 0 | 4 (9%) | 39 (85%) | 3 (7%) | 0 | (1) n = 46 préimplantation |
| BORG, 1970 | Suède | | 8 (4%) | 78 (44%) | 87 (49%) | 6 (3%) | (1) n = 179 postimplantation |
| | | | 57 (16%) | 181 (50%) | 120 (33%) | 4 (1%) | (2) n = 362 |
| MANDELER, 1975 | Berne ♀ saines | 0 | 8 (7%) | 88 (77%) | 15 (13%) | 3 (3%) | (1) n = 114 |
| | gardes-chasse | 0 | 10 (14%) | 54 (74%) | 8 (11%) | 1 (1%) | (2) n = 73 |
| | | | 17% | 76% | 7% | (1 ind.) | (2) n = 438 |
| STUBBE et al., 1982 | RDA | 12 | 31 (21%) | 102 (72%) | 8 (7%) | 0 | (2) n = 153 |
| KAZUZINSKI, 1982 | Pologne | 9 | 17 (13%) | 94 (73%) | 17 (13%) | 1 (1%) | (2) n = 138 |
| Présente étude | Neuchâtel, Vaud | 1 | 10 | 77 | 10 | 1 | (1) n = 99 préimplantation |

Tableau 5.VII. Données recensées sur la fertilité (non exhaustif): fréquence des mises bas de 1 à 4 faons (chèvres "stériles" à titre indicatif), selon le nombre de corps jaunes ou d'embryons.

La fréquente mise bas de 2 jumeaux (70-80 %) semble être la règle (tableau 5.VII), sauf pour BORG, ce qui explique son taux de fertilisation particulièrement élevé. Dans tous les autres cas, la mise bas d'un seul faon ne dépasse pas 21 %, celle de 3 faons 13 % des femelles portantes. La mise bas de 4 faons est très exceptionnelle (3 % des comptages de corps jaunes, mais seulement 1 % des comptages d'embryons). La répartition des corps jaunes dans les ovaires (gauche + droit) est semblable à celle trouvée par BORG, sauf le cas de 4+0. BORG mentionne pour 4 corps jaunes 2+2 ou 3+1. Rappelons que STRANDGAARD (1972a) et WANDELER ont montré la bonne correspondance des parties gauche et droite de l'utérus par la répartition équilibrée des embryons (1+1), quelle qu'ait été l'ovulation (1+1 ou 2+0 corps jaunes).

Le nombre de 4 corps jaunes ou embryons paraît être un maximum (embryons, fréquence 1 %, tableau 5.VII). WANDELER signale une chèvre avec 5 corps jaunes, mais dont 3 sont des corps jaunes secondaires frais (donc d'ovulations postconceptionnelles). Un seul cas de 5 emryons (observé par MYRBERGET et RAIBY, 1971) est connu dans la littérature (cité par STRANDGAARD, 1972a).

Plusieurs auteurs ont mis en rapport la fertilité avec l'âge. Presque tous mentionnent une fertilité plus faible des chevrettes subadultes (1+), ce résultat n'étant toutefois pas toujours significatif. Signalons à nouveau le résultat de WANDELER : entre subadultes et adultes, la différence du nombre de corps jaunes n'est pas significative, mais par contre la différence du nombre d'embryons l'est. Il constate de plus un nombre significativement plus élevé de corps jaunes chez les chèvres âgées (>4+). Une grande différence de fertilité entre subadultes et adultes est signalée par LOUDON (1979) pour des chevreuils d'Ecosse. Enfin, STUBBE et al. (1982) mentionnent une augmentation du taux de fertilité jusqu'à l'âge de 4 ans, puis une baisse (résultats toutefois non significatifs), alors que BORG signale une baisse de fertilité à partir de l'âge de 8 ans. Ce dernier explique ce résultat par des pertes préimplantatoires ("ova loss") plus élevées chez les chèvres âgées. Dans notre cas, la fertilité paraît plus faible pour les classes d'âge 1+ et 2+ (différence non significative).

Il en va autrement de la relation fertilité - poids. Nos résultats montrent que les chèvres peu fertiles sont de condition physique faible et les chèvres très fertiles de condition physique forte. Cette relation est également relevée par LOUDON (1979), qui rejette ainsi les suggestions de KLEIN et STRANDGAARD (1972) comme quoi "la fertilité n'est pas en relation avec le poids" et de BOBEK (1977) comme quoi "les variations dans la reproduction sont faibles, chaque femelle occupant un territoire avec des ressources alimentaires adéquates" ("density-independent reproductive rate"). STUBBE et al. (1982) constatent également que les femelles avec 3 embryons sont significativement plus lourdes. Enfin, ELLENBERG (1984) obtient une véritable relation linéaire du taux d'ovulation

en fonction du poids.

Chez le cerf, BUCHLI (1979) ne constate aucune différence de fertilité pour des populations de condition et constitution physiques différentes. Il remarque une tendance à la baisse (non significative toutefois) pour les animaux âgés (dès 13 ans). ALBON et al. (1983) en Ecosse constatent quant à eux une relation sous dépendance de la densité : des biches de faible poids peuvent concevoir si la densité de la population est faible; elles ne le pourront pas si la densité est élevée.

Deux conclusions s'imposent à notre point de vue :

- 1) Il n'y a pas lieu de douter que 80 % des chèvres mettent bas 2 faons. En effet, nos résultats ne font apparaître qu'une seule chèvre "stérile" (non fertilisée probablement). L'ensemble de la population doit par conséquent être en bonne santé, puisque fertile. Nous pouvons alors reprendre les résultats de WANDELER : les pertes intra-utérines sont négligeables (max. 1.5%) dans les populations en bonne santé. Notre première hypothèse (ch. 5.2.3) est donc ainsi vérifiée.
- 2) WANDELER conclut : "la question de l'importance de ces phénomènes comme éventuels mécanismes de régulation des populations reste ouverte". Pour LOUDON (1979), la fertilité dépend du poids, donc de l'habitat. Pour STRANDGAARD (1972b), cette fertilité est un bon indicateur de surpopulation. ELLENBERG (1978) réunit ces points de vue : la fertilité dépend de l'âge et du poids, donc de la densité et de l'habitat. Il l'interprète véritablement comme un (parmi 3 cités) mécanisme de régulation : "de bonnes conditions de nutrition pour la future mère dans les 10-15 jours précédant le rut conduisent à un taux d'ovulation élevé, de mauvaises conditions à un taux faible".

Nos propres résultats confirment la relation fertilité-poids. La relation poids-densité fera, quant à elle, l'objet d'un chapitre suivant (ch. 6).

5.4.2. A propos des taux de reproduction

Nous discuterons ici les hypothèses émises (ch. 5.2.3) et les valeurs des taux de reproduction comparées aux données observées et théoriques de la littérature.

a) Hypothèses

Nous avons considéré pour la détermination des taux de reproduction que

- les mères sont accompagnées en tout temps (hors rut) par leurs faons, lorsqu'elles en ont (hypothèse 2), et que les faons orphelins suivent une mère de

remplacement (hypothèse 3),

- les animaux restent fidèles à leurs sites de pâture (hypothèse 4),
- la mortalité est nulle durant la période de comptage (hypothèse 5).

Les données de la littérature ainsi que nos propres observations permettent de discuter ces hypothèses. WANDELER (1975) indique que les jeunes se tiennent "assez constamment" à proximité de la mère et qu'ainsi "le risque d'erreur des observations ne doit pas être trop élevé". ESPMARK (1969) observe, à propos du développement du comportement, que les mères sont toujours avec leur(s) faon(s) dès le 80ème jour, soit après le rut. BIDEAU et al. (1983a) montrent par télémétrie que la soudure étroite de l'association mère-jeune dure jusqu'en avril. Mais en hiver, STRANDGAARD (1972b) constate pour une famille la présence possible de la mère avec ses faons (au nombre de 3), de la mère avec certains faons seulement (1 ou 2), ou aussi des faons sans la mère. BRAMLEY (1970) trouve par contre l'observation de faons seuls de janvier à avril comme peu fréquente (0.6 à 3.7 % des observations), la plupart étant avec des femelles, soit la mère, soit équivalentes. En cas de mort de la mère, KURT (1978) mentionne le rôle des "x-soeurs" (femelles subadultes, "Schmalrehe", issues de la même mère) pour la reprise du rôle maternel envers les faons et leur annexion à un autre groupe. D'eux-mêmes, les faons ne se rapprocheraient que difficilement : "l'impossibilité pour un faon non conduit de s'immiscer dans un autre groupe ("Sprung") peut être observée très souvent". ELLENBERG (1978) indique quant à lui que, pour les faons faisant partie des groupements familiaux ("Sippen"), la perte de la mère peut être compensée à partir de mi-juillet : il mentionne un exemple d'adoption d'un faon par une autre femelle du groupe.

Nos propres observations ont permis de constater à 5 reprises 1 ou 2 faons seuls, avant la chasse (septembre), en regard de 80 observations de femelles suitées. A 2 reprises, il s'agissait de 1 faon seul, jamais revu ensuite. A 2 reprises aussi, il s'agissait de 1 faon seul, mais réobservé par la suite avec sa mère. Enfin, le dernier cas consiste en l'observation de 2 faons seuls, juste avant la chasse (1985), vus une semaine plus tôt avec leur mère. Ainsi, 2 observations seulement sont le fait de faons peut-être réellement orphelins, ou de faons dont nous n'avons jamais pu voir la mère. A supposer que dans le cas contraire 2 "mères dont nous n'avons jamais pu voir les faons" se trouveraient parmi nos 79 femelles observées seules, l'erreur serait alors de l'ordre de 1 % seulement sur le taux de reproduction. Si la proximité mère-faons ne paraît ainsi pas toujours absolue, ces cas ne sont probablement pas une grande source d'erreur dans nos estimations. ELLENBERG (comm. pers.) est toutefois d'avis

que l'observabilité des faons est plus faible que celle de leur mère jusque dans la première moitié de septembre.

Après la chasse, par contre, des faons seuls ont été observés à plusieurs reprises, mais toujours sur des sites de pâture où nous observions aussi d'habitude des familles. Nous ne pouvons donc pas savoir s'il s'agit de faons orphelins seuls ou de séparations temporaires (voir aussi le cas particulier mentionné au ch. 6.4.2).

Nous devons par conséquent accepter malgré tout les hypothèses 2 et 3. En vertu de l'observabilité moindre des faons, nos valeurs sont des taux minima. Il nous est impossible d'estimer la grandeur de l'erreur commise. Mais le contrôle, à plusieurs reprises, d'un certain nombre de données (réobservation de femelles seules ou de familles sans modifications) nous incite à penser comme WANDELER (1975) que "le risque d'erreur ne doit pas être trop élevé".

En ce qui concerne l'hypothèse 4, 20 % des familles ou des individus recensés étaient réobservés au même endroit, ce qui dénote une certaine fidélité. L'absence de marquage et le manque de temps pour effectuer des observations très répétitives nous incitent toutefois à la prudence. Mais il nous paraît peu probable au vu de la pratique que nous ayons compté plusieurs fois la même chèvre ou la même famille à des sites différents.

Enfin, concernant l'hypothèse 5, le seul cas de mortalité observé est celui discuté ci-dessus (2 faons seuls, une semaine plus tôt avec leur mère; nous supposons la mort de la mère dans l'intervalle). Nous n'avons pas constaté de mortalité chez les faons au sein des familles observées.

Nous estimons à propos des deux dernières hypothèses comme STRANDGAARD (1972b) que le marquage serait indispensable pour approfondir ces questions.

En conclusion, nous pensons que notre procédé d'observation était indiqué et ne comporte pas trop de risques d'erreurs pour obtenir une évaluation des taux de reproduction.

b) Taux de reproduction

Le tableau 5.VIII indique les taux de reproduction observés en automne par divers auteurs. Nos propres résultats montrent un taux moyen relativement faible, mais paraissant variable selon les années ($p=0.1$).

Des fortes variations annuelles sont aussi relevées par STRANDGAARD (1972b) : dans un même territoire, il trouve en 1967 "plus de la moitié en moins de faons que d'habitude" (reproduction très faible). ANDERSEN (1953) trouve, lui, un résultat particulièrement élevé, de même qu'ELLENBERG (1974a) en enclos, qui démontre "le grand

| <u>Auteur</u> | <u>Territoire</u> | <u>Faons / population ♀</u> | <u>Faons / ♀ reproductrice</u> | <u>Faons / ♀ suitee</u> | <u>Remarques</u> |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------|
| ANDERSEN, 1953 | Danemark | 1.20 | 1.75 | | tir total |
| STRANDGAARD, 1972 b | Danemark | | 0.5-1.1 | | |
| CEDERLUND and LINDSTRÖM, 1983 | Suède | 1.06 | 1.33 | | captures, hiver |
| CHRZANOWSKI, 1981 | Pologne | 1.24 | | 1.7 | agrocénose |
| FRUZINSKI and VABUDZKI, 1982 | Pologne | 0.67 | | | |
| PIELOWSKI and BRESINSKI, 1982 | Pologne | | 0.78 | | |
| ELLENBERG, 1974 a | RFA | | 1.83-2.12 | | en parc |
| KURT, 1968 a | Suisse | | 0.77 (0.51-1.27) | | |
| WANDELER, 1975 | Berne, Plateau | | | 1.59 | |
| EIBERLE, 1979 b, 1981 a | Zürich | 0.94 | 1.44 | | |
| 1981 b | Thurgovie | 0.96 | | | |
| Présente étude | Neuchâtel, Jura | 0.74 (0.65-0.91) | 1.04 (0.98-1.14) | 1.46 (1.33-1.60) | |

Tableau 5.VIII. Données recensées sur la reproduction (non exhaustif): taux de reproduction en automne.

| <u>Auteur</u> | <u>Territoire</u> | <u>Faons / ♀</u> | <u>Remarques</u> |
|---|-------------------|---------------------|--|
| a) Taux théoriques d'accroissement | | | |
| EIBERLE, 1976, 1979 b | Suisse | 1.00 | par ♀ reproductrice au printemps |
| UECKERMANN, 1982 | RFA | 0.8-1.00 | par ♀ reproductrice au printemps, selon l'altitude |
| b) Taux d'accroissement observés au printemps | | | |
| FRUZINSKI and KABUDZKI, 1982 | Pologne | 0.9 | par ♀ reproductrice, après chasse et hiver |
| KALUZINSKI, 1982 | Pologne | 0.8 | par ♀ reproductrice, après chasse et hiver, agrocénose |
| | | 0.56 | sur population ♀, après chasse et hiver, agrocénose |
| Présente étude | Neuchâtel | 0.76 (0.71-0.82) | sur population ♀, après chasse et hiver |
| | | 1.26 (1.22-1.31) | par ♀ suitée, après chasse et hiver |

Tableau 5.IX. Données recensées sur la reproduction (non exhaustif): taux théoriques d'accroissement et taux d'accroissement observés au printemps.

potentiel possible d'accroissement du chevreuil".

KURT (1968a) mentionne une baisse du taux de reproduction de 1.27 à 0.51 en relation avec l'augmentation dans les populations étudiées de la proportion de chèvres adultes (36-40 % à 61-65 %). Il explique cette relation inverse par la gêne des femelles entre elles durant l'élevage des jeunes : la défense du territoire d'élevage contre d'autres femelles (non parentes) distrait des comportements de protection des jeunes, donc laisserait plus d'occasions aux prédateurs d'approcher les faons.

D'autres explications concernant ces différences seront encore discutées au chapitre suivant (ch. 5.4.3).

En Suisse, les taux de reproduction observés par d'autres auteurs (KURT ou WANDELER) sont somme toute assez semblables. Seuls les taux calculés par EIBERLE sont légèrement supérieurs. Toutefois, ces taux recouvrent plusieurs années d'observation et effacent ainsi les variations annuelles.

En hiver, nous n'avions pu déterminer que le taux de reproduction par femelle suivée (1.34 f/F). Il égale le taux de CEDERLUND et LINDSTROM (1983) (porté dans le tableau 5.VIII) déterminé sur des captures hivernales. Il faut dire qu'à cette période ces taux vont dépendre des plans de tir et des tableaux de chasse réalisés.

Cette remarque vaut aussi pour les taux d'accroissement, ou les taux de reproduction au printemps, portés dans le tableau 5.IX. Les taux observés sont généralement bas, au-dessous du taux théorique d'accroissement de 100 % (ou 1.00 f/F). EIBERLE (1979b) attribue l'insuccès souvent constaté de plans de tir à une sous-estimation de l'accroissement réel, en utilisant le taux théorique de 100 %. Dans notre cas ce taux est juste atteint (avant chasse ou taux réel / F. reproductrice). A notre sens, l'insuccès de plans de tirs (c'est-à-dire augmentation de population au lieu de stabilité) provient plutôt d'une mauvaise évaluation des effectifs sur pied au printemps.

Nous concluerons ce chapitre en soulignant que, si les taux de reproduction semblent relativement constants dans l'espace, il n'en est pas de même dans le temps. On notera tout particulièrement l'existence possible d'années à faible taux de reproduction (voir ci-dessous).

5.4.3. A propos de la mortalité

Deux questions fondamentales se posaient au départ de ce travail : quelles sont les chances de survie des faons à la naissance et quelles sont les chances de survie des faons à la chasse et durant l'hiver, par rapport aux adultes. Nous examinerons ces questions à l'aide des taux de mortalité, préférés aux taux de survie dans la littérature.

a) Mortalité après la mise bas

Les résultats obtenus dans le canton de Neuchâtel montrent un taux de mortalité très élevé (42-50 % des faons) entre la mise bas et la saison d'avant-chasse (août-septembre). Les chances de survie des faons à la naissance sont d'environ 1/2.

En Pologne, la mortalité postnatale est estimée par FRUZINSKI et LABUDZKI (1982) à 37.6 % (34-45 %) en milieu forestier. En agrocénose, KALUZINSKI (1982a) la mesure encore plus élevée (56 %). Dans son territoire clos de Stammham, ELLENBERG (1978) observe une diminution estivale de 2.00 à 1.33 faon/F, soit une perte de 34 %. Enfin, WANDELER (1975) mentionne des pertes d'au moins 20 %. Ces données brutes montrent une variabilité certaine (20 à 56 %), ce qui rejoint la forte variabilité des taux de reproduction observés en automne (ch. 5.3.2). Nous allons en examiner les raisons.

C'est dans la période critique des 2 premiers mois d'existence que l'essentiel de la mortalité survient (WANDELER, 1975). En effet, le comportement des faons change fondamentalement dès la 6ème semaine, avec la perte du comportement de se tapir au sol (le "sich drücken"), et l'indépendance du lait maternel a lieu dès le 3ème mois (KURT, 1968a). GUINNESS et al. (1978) recensent chez le cerf le 78 % de la mortalité estivale des faons durant la première semaine.

Les analyses de WANDELER donnent comme causes de mortalité les machines agricoles (10 %), les infections et maladies (5 %) et la prédation (?), le tout faisant en tout cas 20 % de mortalité.

EIBERLE (1965a) estime à 15-30 % la mortalité des faons uniquement par les machines agricoles. KALUZINSKI (1982b) l'estime à 26 % (sur un total de 56 %) en agrocénose. Il ajoute qu'il s'agit en fait de la mort du 56 % des 46 % des faons en danger réel. En milieu mixte, en Suisse, KURT (1968b) estime lui à 30 % le nombre de faons mis en danger réel par l'agriculture. La mécanisation agricole peut donc être une cause de mortalité importante. ELLENBERG (1974a) avec des taux de reproduction extraordinairement élevés (212 %) en décembre à Stammham mentionne bien qu'aucune exploitation agricole n'est effectuée dans son territoire clos.

Nous pouvons donc formuler une première hypothèse sur la variabilité des taux observés. Suivant la phénologie des récoltes et celle du développement des jeunes, une mortalité très élevée peut survenir. STRANDGAARD (1972a) signale des dates moyennes de mise bas assez variables suivant les années : 17 mai au 10 juin (soit une différence de 24 jours) dans un territoire (Kalø), 6 au 19 juin (soit une différence de 13 jours) dans un autre (Borris). Une mortalité particulièrement élevée surviendrait donc les années où l'essentiel de la

fenaison coïncide avec la présence maximale des faons en prairies (assez tard pour un nombre de mises bas maximum mais assez tôt pour un âge des faons minimum).

Dans leur territoire de haute montagne, A. et J. VON BAYERN (1975) constatent une forte mortalité néo-natale en cas de précipitations importantes (neige notamment) à la mise bas. WANDELER (1975) estime à 5 % environ la mortalité par infections et maladies (pneumonie surtout, due au froid et à l'humidité) suite aux conditions météorologiques défavorables. Dans notre cas, durant les précipitations élevées de mai 1983, nous avons trouvé successivement en milieu ouvert une portée de 3 faons du premier jour, dont 2 étaient morts, le 3ème, fortement détrempe, survivant encore par miracle..., puis une portée d'un faon d'une semaine et une d'un faon de deux semaines. Le taux de reproduction n'a pourtant pas été si faible cette année-là...

En fait, 2.3 à 4.2 % seulement des faons reçus à analyser par WANDELER étaient morts à la suite d'infections ou de maladies. Or, deux remarques s'imposent immédiatement : 1) l'autolyse des petits cadavres est généralement très rapide à cette saison, on ne retrouve donc qu'un nombre minimum de cas; 2) cette cause est liée à la prédation par les animaux ayant un comportement charognard.

C'est surtout la prédation des faons par le renard qui se révèle un facteur pouvant avoir une certaine importance. STRANDGAARD (1972b) constate dans ses marquages qu'il a retrouvé 69 à 71 % des faons marqués en 1965-66, alors que c'est seulement 20 % de ceux marqués en 1967. Cette "mortalité inhabituellement haute après la naissance" est mise en relation avec le seul facteur particulier de cette année 1967 : "une augmentation de la population de renards". WANDELER (1975) évalue pour Berne une consommation de 11 faons/3 mois par renard. CEDERLUND et LINDSTROM (1983) calculent eux une consommation estivale (1 mai - 31 août, 4 mois) de 5 à 10 faons, plus un adulte! Mais "la mortalité estivale des faons était indirectement attribuable à la prédation par le renard", "elle peut être attribuée au renard si il a tué ceux-ci pour les consommer". ELLENBERG (1974a) cite par contre la survie élevée de ses faons en décembre (212 %) "malgré la présence dans le parc de 2 renards, 2 blaireaux et 1 à 4 sangliers". Comme on le voit, la question "prédation vraie" ou "consommation de cadavres" est loin d'être résolue... comme celle de la mortalité directe par des facteurs météorologiques.

CEDERLUND et LINDSTROM remarquent également que la présence de chevreuil dans les crottes de renard est inversement proportionnelle à celle des campagnols. Ils concluent qu'en fait l'impact du renard sur une population de faons serait particulièrement observable avec la conjonction d'un hiver précédent sévère et d'un été avec un creux du cycle des campagnols.

En définitive, que montrent alors nos propres résultats? Nous avons regroupé les facteurs en question dans le tableau 5.X.

Un premier problème est le manque de concordance entre la valeur observée du taux de reproduction et la valeur calculée de la mortalité. Nous avons utilisé dans nos calculs la proportion de femelles adultes reproductrices du tableau de chasse. Curieusement, cette méthode de calcul (ch. 5.3.3.a) amène à :

- une différence, selon les années, de proportions de chèvres avec 1 ou 2 faons
- une constance du nombre de chèvres adultes ayant perdu leurs 2 faons.

Nous ne voyons pas pourquoi un nombre constant de chèvres adultes perdrait ses 2 faons et un nombre variable de chèvres adultes n'en perdrait qu'un. Nos chiffres étant petits, le risque d'erreur est assez grand. Nous avons donc formulé d'autres hypothèses :

1. Le taux de femelles reproductrices est constant au printemps et vaut 70 %. La mortalité est alors de 1983 à 1985 respectivement de 46, 53 et 39 %. Le résultat obtenu est plus logique mais, puisque les taux de reproduction varient, il faudrait que les chasseurs "égalisent" à chaque saison de chasse les nouvelles cohortes de faons (en tirent plus si les faons sont très nombreux et moins s'ils sont peu nombreux). Dans le cas contraire (qui est probablement notre cas), cette hypothèse n'est pas valable car une survie variable à la chasse amènerait à des proportions variables de femelles reproductrices et non reproductrices.
2. Les accidents routiers et le gibier tombé (péri "naturellement") constituent un échantillonnage représentatif de la population. La proportion d'adultes fertiles est alors 66 % en moyenne sur les 3 ans, l'échantillon étant trop petit pour différencier les années. Cas semblable au précédent.
3. Selon KURT (1968a), une femelle adulte perdant ses faons change de comportement et peut se joindre à une autre famille comme accompagnatrice ("Mitläuferin"). Les femelles subadultes sont par contre presque toujours en compagnie d'un brocard. Nous avons donc, parmi nos observations, tenté de différencier nos chèvres en adultes et subadultes, avec ces critères éthologiques ou, parfois, un critère physique (finesse du corps, taches de vieillesse, etc...). Dans ce cas, nous obtenons des taux de mortalité de 1983 à 1985 respectivement de 49, 57 et 40 %. Ce résultat est également plus logique, en regard des taux de reproduction obtenus.

4. Enfin, nous avons calculé les pertes selon la méthode d'EIBERLE (1979a), en considérant le nombre de corps jaunes pour la première période. Les taux de mortalité obtenus de 1983 à 1985 sont alors respectivement 38, 49 et 24 %.

Ces différentes méthodes nous permettent de conclure qu'une mortalité réellement différente d'année en année s'est produite durant la période considérée, ce qu'indique la plupart des modes de calcul. Notre premier mode - utilisation de la proportion de femelles adultes du tableau de chasse - n'en rend pas bien compte. Nous supposons que c'est de manière fortuite, à cause de l'échantillonnage.

Le moins que l'on puisse dire est que la relation mortalité des faons - densité des renards n'apparaît pas évidente. Bien au contraire, le taux de reproduction maximal de 1985 correspond avec une densité apparemment 2 à 3 fois supérieure de ce carnassier. Quant au cycle des campagnols, il était bas durant les 3 ans considérés. De plus, aucun hiver sévère ne s'est produit durant cette période (voir fig. 6.17). Remarquons toutefois que la densité du renard est de toute manière relativement faible depuis l'apparition de la rage en 1976 dans le canton de Neuchâtel. Nous avons déjà montré (PEDROLI et al., 1981) qu'à cette époque, la très forte diminution de la population de renards avait correspondu à une légère augmentation de celle du chevreuil.

La relation mortalité des faons - conditions météorologiques est par contre plus franche. L'année 1984 (forte mortalité) diffère nettement des années 1983 et 1985 (mortalité moyenne et faible) par son caractère sec (fig. 5.8). Les mois d'avril et de juin à déficits de précipitations très importants (22 et 44 % de la normale) ont pu provoquer une fenaison précoce. Reste à savoir encore si la forte pluviosité des mois d'avril et mai 1983 et 1985 n'ont pas par exemple provoqué une proportion plus élevée de mises bas en milieu forestier.

Il est dès lors extrêmement difficile de conclure ce chapitre sans relever l'extrême complexité de l'action possible de ces divers facteurs. Il nous paraîtrait particulièrement opportun de les suivre sur plusieurs années encore. ELLENBERG (1978) pour le chevreuil et GUINNESS et al. (1978) pour le cerf démontrent de plus les relations entre la mortalité et les facteurs de structure ou de qualité des populations. De telles recherches sont encore à approfondir. Comprendre le fonctionnement des taux de mortalité permettrait au gestionnaire de prévoir les plans de tir en toute connaissance de l'évolution probable des populations, tout comme au protecteur ("Heger") de décider de l'intérêt des actions à entreprendre pour diminuer cette mortalité, les pertes dues aux machines agricoles, par exemple, pouvant être "considérablement abaissées" d'après KURT (1968b).

| Année/taux de reproduction | Mortalité calculée | Abondance relative des renards | | | Total | Obs. nocturne sur it.-éch. IV(mars) n/km II(sept.) | Cycle des campagnols |
|----------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------|---------------|-------|--|----------------------|
| | | N tirés chasse | N tirés gardes | N acci-dentés | | | |
| 1983 | | | | | | (170 km) | |
| moyen 80% | 48% | 11 | 30 | 12 | 53 | 0.000 | bas |
| 1984 | | | | | | (381 km) | |
| bas 65% | 50% | 32 | 27 | 13 | 72 | 0.024 | bas |
| 1985 | | | | | | (296 km) | |
| élevé 91% | 42% | 50 | 53 | 10 | 113 | 0.074 | bas |

| Année/taux de reproduction | Mortalité calculée | Hiver précédent | | | | | | | | | | | | Printemps | | | Eté | | |
|----------------------------|--------------------|-----------------|-------|-----|------|-------|------|-----|------|-------|----|----|----|-----------|----------|----------|-----|-----|----|
| | | N XI | D XII | J I | I II | M III | A IV | M V | J VI | F VII | PP | CC | CC | FF | PP | S | J | VII | |
| 1983 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| moyen 80% | 48% | CC | CC | CC | CC | F | C | C | C | C | C | C | C | pluvieux | pluvieux | pluvieux | SS | C | CC |
| 1984 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bas 65% | 50% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| élevé 91% | 42% | CC | C | C | FF | | | | | | | | | | | | | | |

Tableau 5.X. Facteurs de mortalité: renards et météorologie. Précipitations: PP: plus de 150% de la normale, P: plus de 130%, S: moins de 70%, SS: moins de 50%. Température: FF: - 2° ou plus p. r. à la normale, F: - 1 à - 2°, C: + 1 à 2°, CC: + 2° ou plus.

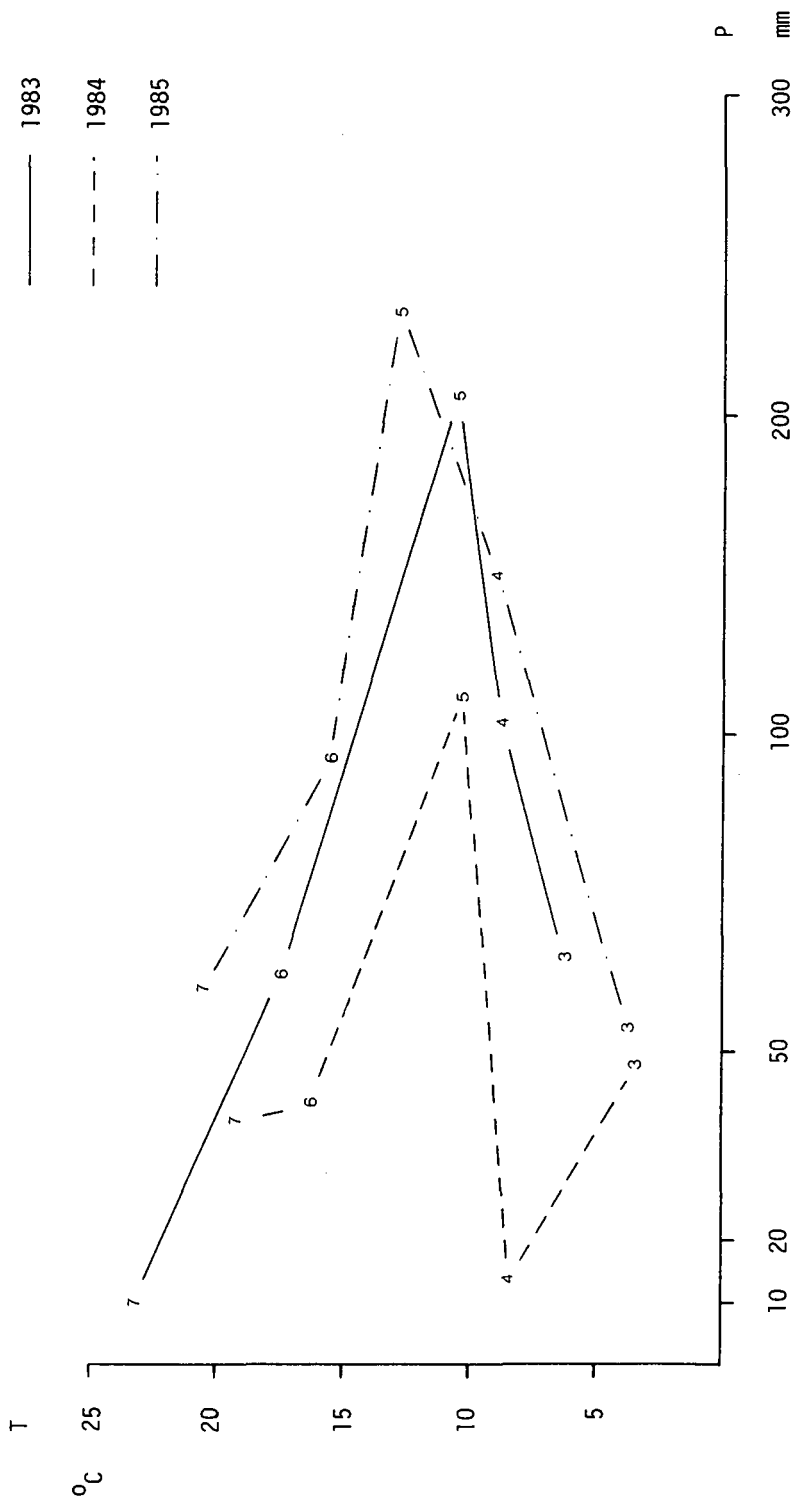


Fig. 5.8. Climatogramme de Neuchâtel, des mois de mars (3) à juillet (7), de 1983 à 1985. T: température, P: pluviosité.

b) Mortalité "chasse + hiver"

La mortalité des faons due à la chasse dans le canton de Neuchâtel est inférieure à celle des adultes. Pour un taux de reproduction moyen de 80 % environ en automne, le tir effectué est d'environ 50 % (50 faons pour 100 femelles), soit en proportion :

| | faons | : | chèvres | : | brocards |
|------------|-------|---|---------|---|----------|
| population | 1.6 | : | 2 | : | 2 |
| tirs | 1 | : | 2 | : | 2 |

On observe toutefois une diminution du nombre de familles comprenant 2 faons (de presque la moitié à un tiers des familles), diminution qui se poursuit durant l'hiver ($\frac{1}{4}$ des familles à la fin de l'hiver). Le taux de reproduction sur l'ensemble de la population femelle ne change toutefois guère au printemps par rapport à l'automne. On constate donc à la fois :

- une mortalité des faons dans les familles et
- une mortalité des femelles seules, qui passent de 50 % à 40 % de la population.

Comparée à la mortalité à la chasse d'un faon/chèvre - ratio de 50 %, la mortalité chasse + hiver est de 67 %. Cette différence doit être attribuée à une mortalité hivernale légèrement plus élevée chez les faons, par rapport aux adultes. Cela dépend en fait de la diminution des femelles adultes seules, sans faons :

- si l'essentiel de la mortalité de ces femelles adultes a lieu à la chasse, on observe alors un "déficit" de mortalité des faons à la chasse qui ne peut être que compensé en hiver par une mortalité plus élevée de ces faons. C'est l'hypothèse la plus probable.
- si l'essentiel de la mortalité de ces femelles adultes a lieu en dehors de la chasse, alors les proportions s'inversent et on devrait avoir une mortalité relativement plus faible des faons en hiver. C'est l'hypothèse la moins probable, car nous voyons mal pourquoi une mortalité hivernale toucherait subitement particulièrement des femelles adultes seules.

Le gibier péri que nous avons pu recenser de janvier à mars est en nombre beaucoup trop faible pour confirmer une de nos hypothèses. Il ne s'agit que de 12 faons pour 11 femelles adultes.

CEDERLUND et LINDSTROM (1983) calculent un taux de mortalité par télémétrie (l'"Interval death rate" selon TRENT et RONGSTAD, 1974) de 0.31 pour les adultes et 0.66 pour les juvéniles par très sévère hiver, soit deux fois plus élevé. Ils relèvent la mortalité par inanition, avec

consommation secondaire par le renard. BORG (1970) mentionne 29 % (sur 43 % au total) de mortalité juvénile due à l'inanition, aussi avec hiver sévère, contre 30 % (sur 57 % au total) de mortalité adulte pour la même cause. ELLENBERG (1978) mentionne quant à lui des pertes par hiver sévère de 0.65 ind. adulte par 100 ha et 0.92 ind. juvénile par 100 ha, soit une fois et demi plus élevées. Ainsi, plusieurs auteurs relèvent des pertes en juvéniles (faons) plus élevées que les pertes en adultes, ce que confirment nos résultats.

Nous pouvons conclure ici du point de vue de la gestion cynégétique qu'il apparaît clairement opportun, dans un but de conservation des populations, de tirer des faons à la chasse. D'une part, ils contribueront à diminuer la mortalité naturelle hivernale puisqu'elle touche plus intensément les faons que les adultes, notamment en conditions alimentaires difficiles susceptibles de provoquer des cas d'inanition. D'autre part, ils n'entament pas le potentiel reproducteur de la population, et notamment les chèvres qui montrent une espérance de vie élevée jusqu'à un âge avancé (ch. 4). La productivité de la population en est donc doublement bénéficiaire. A ce sujet, BUBENIK (1984) conseille un tir contenant 50 % de faons, pour maintenir la structure sociobiologique optimale. EIBERLE (1964) mentionne le tir des jeunes afin d'éviter les concentrations des individus non territoriaux.

6. CONDITION ET CONSTITUTION

Deux questions surgissent immanquablement à l'esprit du chasseur ou du naturaliste attentif lorsqu'un chevreuil apparaît devant lui : quelle est sa corpulence et porté-t-il des bois ? En cas de réponse positive à la deuxième question, une troisième s'enchaîne tout naturellement : quelle est leur taille et leur forme ? Ces questions ont pour but d'apprécier la qualité de l'animal. Leurs réponses permettent à l'observateur d'une part de différencier les chevreuils observés les uns des autres et d'autre part d'évaluer globalement l'état physique des animaux, corollaire de leur état de santé.

Les paramètres de qualité sont étudiés depuis longtemps chez les cervidés, les trophées notamment. Plusieurs auteurs ont montré, à propos du chevreuil, à quel point ils reflètent les influences de l'environnement sur les individus (KLEIN et STRANDGAARD, 1972, ELLENBERG, 1974b, 1977, LOUDON, 1979, et d'autres). Le problème de tout premier plan est celui du rapport entre les ressources alimentaires et la population qui les exploite. Au sujet de la recherche d'un équilibre des populations avec leurs milieux, EISFELD et ELLENBERG (1975) ont proposé l'adaptation des plans de tir à un de ces paramètres, témoin de la croissance osseuse : la longueur de la mâchoire inférieure. Un optimum à atteindre devait dans ce cas avantageusement remplacer les recensements et leurs aléas (ch. 3) et permettre d'approcher cet équilibre de manière indirecte.

Ces paramètres de qualité ont également été mis en relation avec la dynamique des populations, par ELLENBERG (1978) pour le chevreuil et ALBON et al. (1983) pour le cerf. On en a déduit notamment un principe de succès reproductif en fonction du poids des femelles (voir ch. 5).

Nos observations de la condition physique et de la constitution physique des chevreuils ont été réalisées dès 1980 dans le canton de Neuchâtel, en regard de l'évolution numérique de la population (ch. 3). En 1984, nous les avons étendues au canton de Vaud, afin d'obtenir des comparaisons dans un environnement semblable (Jura) et un environnement différent (Plateau, Alpes). Les questions de ce travail étaient les suivantes :

- le tir de réduction envisagé allait-il améliorer la qualité des individus?
- avant ce tir, la population, à une densité de 21 individus par km², présentait-elle des caractères de surpopulation?

6.1. Définitions et hypothèses

6.1.1. Définitions

Les indices de qualité ont été définis de manière précise par BUCHLI (1979) :

- La condition d'un animal est sa "corpulence momentanée, en rapport avec ses états de santé, d'alimentation et physiologique. Cette valeur varie au cours des - et selon les - années. On la mesure surtout par les réserves de graisse".
- La constitution est son "état corporel (taille), obtenu selon ses conditions d'existence dès la naissance et surtout durant sa phase de croissance. A l'âge adulte, cette valeur reproduit les influences de divers facteurs et s'estime par diverses mesures corporelles".

Dans son étude sur le cerf (canton des Grisons), il trouve par analyse discriminante comme "meilleures combinaisons de paramètres"

- la longueur des pattes arrières, la longueur de la mâchoire inférieure et, en dernier ressort, le poids, pour exprimer la constitution physique,
- l'épaisseur de la graisse sous-cutanée, l'index rénal de réserves de graisse, et la longueur du corps (ce qui paraît difficilement explicable à l'auteur), pour exprimer la condition physique.

Ces paramètres sont bien connus. On en utilise encore d'autres, comme la teneur en graisse de la moelle. Des renseignements exhaustifs (notamment méthodologiques) sont donnés par KIRKPATRICK (1980). En Suisse, le "modèle argovien" (LIENHARD, 1982) de gestion du chevreuil retient pour exprimer la condition des animaux le poids, l'index rénal de graisse, le pourcentage de brocards à boutons et la somme des longueurs des bois. Des mesures de constitution ne sont pas effectuées. Aux Etats-Unis, des modèles de gestion des espèces américaines citent également comme paramètres de condition le poids, le trophée et les taux de reproduction (BURKE et al., 1977). Remarquons qu'à la différence des résultats de BUCHLI (1979), le poids est toujours pris comme témoin de la condition physique.

Pour des raisons pratiques d'obtention de matériel, nous avons dû nous limiter à étudier le poids des animaux comme paramètre de condition physique et la longueur de la mâchoire inférieure comme paramètre de constitution physique (croissance osseuse). Si le poids des chevreuils varie fortement au cours de l'année (ELLENBERG, 1974b), les auteurs cités auparavant admettent toutefois qu'il est utilisable comme indice à une période fixe de l'année. Dans notre cas, le poids des chevreuils correspond à la condition automnale (octobre).

6.1.2. Hypothèses

Nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- 1) Le poids des animaux reflète leurs réserves de graisse avant l'hiver. Une corrélation entre ces deux paramètres existe donc.
- 2) La longueur de la mâchoire inférieure représente leurs conditions de croissance, en regard des ressources alimentaires.
- 3) Les échantillons sont homogènes et donc parfaitement comparables d'une année à l'autre.
- 4) Ils représentent la population sur pied puisque le tir n'est pas sélectif.

6.2. Méthodes

6.2.1. Poids

Dans le canton de Neuchâtel, le poids des animaux est mesuré exactement lors du contrôle du gibier tiré, dans les postes de gendarmerie (fig. 6.1). Il est alors inscrit sur un constat officiel de tir. Les chevreuils sont généralement présentés "¾-vidés".

Dans le canton de Vaud, le poids des animaux a été mesuré par les chasseurs eux-mêmes, et annoncé ensuite sur carte postale. Les chasseurs étaient dûment avertis que "le poids n'a d'intérêt que si l'animal a été pesé au moyen d'une bonne balance et complètement vidé de tous ses organes internes, mais avec la tête encore attenante".

Afin d'effectuer des comparaisons entre les deux cantons, nous avons établi la décomposition suivante :

- animaux pleins (poids vif) 100 %,
- animaux ¾-vidés 80 %,
- animaux entièrement vidés 75 %,

d'après les mesures de BOUVIER (1963) :

- animaux adultes ¾-éviscérés (sans estomac, intestin):
-18.1 % (faons : -22.5 %),
- animaux adultes entièrement éviscérés (sans estomac, intestin, coeur, foie, poumons): -25.3 % (faons :
- 29.6 %).

Une plus grande précision ne nous a pas paru nécessaire, compte tenu des méthodes de mesure (pesées gén. à ¾, voire 1 kg près) et du contenu variable de la cavité viscérale en résidus sanguins. Nous avons toutefois vérifié dans le canton de Neuchâtel quelles étaient les proportions exactes de chevreuils présentés ¾- et entièrement vidés.

Echantillons

Selon ELLENBERG (1978), la croissance en poids se termine pour les chèvres à 2¾ ans, pour les brocards à 3¾ ans. Cette troisième année n'apporte toutefois pas une grande différence. BUBENIK (1984) mentionne par contre "les plus hauts poids durant la cinquième à la septième année". Pour notre part, et étant donné la très faible proportion de brocards de plus de 4 ans (voir ch. 4), nous avons scindé nos données en trois échantillons : faons (0+), subadultes (1+) et adultes (>2+).

Le poids des faons est utilisé comme paramètre de condition car, si la croissance en poids est très intense jusqu'en août, elle se ralentit déjà au mois de septembre (ELLENBERG,

1974b). Ainsi, à la période de la chasse, on peut supposer qu'ils ont tous atteint ce premier freinage de la croissance (selon ELLENBERG, un palier serait atteint dans la seconde moitié de novembre).

Les échantillons ont été analysés d'une part mixtes et d'autre part sexes séparés. En effet, si les faons n'ont qu'une faible différence de poids selon le sexe (0.5 kg), les brocards adultes sont par contre nettement plus lourds que les chèvres adultes (1.3 à 1.8 kg, ELLENBERG, 1978). Toutefois, par simplification, les différences non significatives selon le sexe ne sont pas mentionnées dans les tableaux de résultats, sauf mention particulière dans le texte.

L'analyse décrite ci-dessus concerne bien évidemment les chevreuils d'âge connu, donc ceux dont les mâchoires nous sont parvenues. Dans le canton de Neuchâtel, nous avons en plus eu l'occasion d'analyser tous les constats de tir de 1980 à 1985, soit les poids de plus de 6'000 chevreuils.

6.2.2. Longueur de la mâchoire inférieure (LMI)

Les mâchoires inférieures des chevreuils tirés à la chasse étaient facultativement fournies pour analyse par les chasseurs, dans le canton de Neuchâtel comme dans le canton de Vaud.

La mesure de la LMI s'effectue depuis le bord antérieur des alvéoles des incisives jusqu'au bord postérieur du condyle articulaire (ELLENBERG, 1974b)(fig. 6.2). Des échantillons ont été mesurés "frais" et d'autres "après préparation" pour la conservation (méthode détaillée dans BLANT et al., 1982a). Nous avons donc effectué des mesures de la contraction osseuse à la cuisson, afin de comparer ces échantillons malgré leurs modes de traitement différents.

Echantillons

Comme la croissance du squelette se termine vers 2½ ans (BUBENIK, 1984), nous avons formé les mêmes classes d'âge que dans le cas du poids.

Les échantillons ont été analysés d'une part mixtes et d'autre part sexes séparés.

6.2.3. Analyse statistique

Les tests statistiques standards du t de Student (comparaisons quantitatives) et du χ^2 (comparaisons qualitatives) ont été utilisés. Les niveaux de signification sont donnés par la probabilité de risque p. Nous avons considéré comme statistiquement significatifs les résultats où p est égal ou inférieur à 5 %.

Les corrélations calculées sont caractérisées par le coefficient de corrélation r et le niveau de probabilité P . L'intervalle de confiance des moyennes des échantillons est donné par $t(n-1) \times sd/\sqrt{n}$.

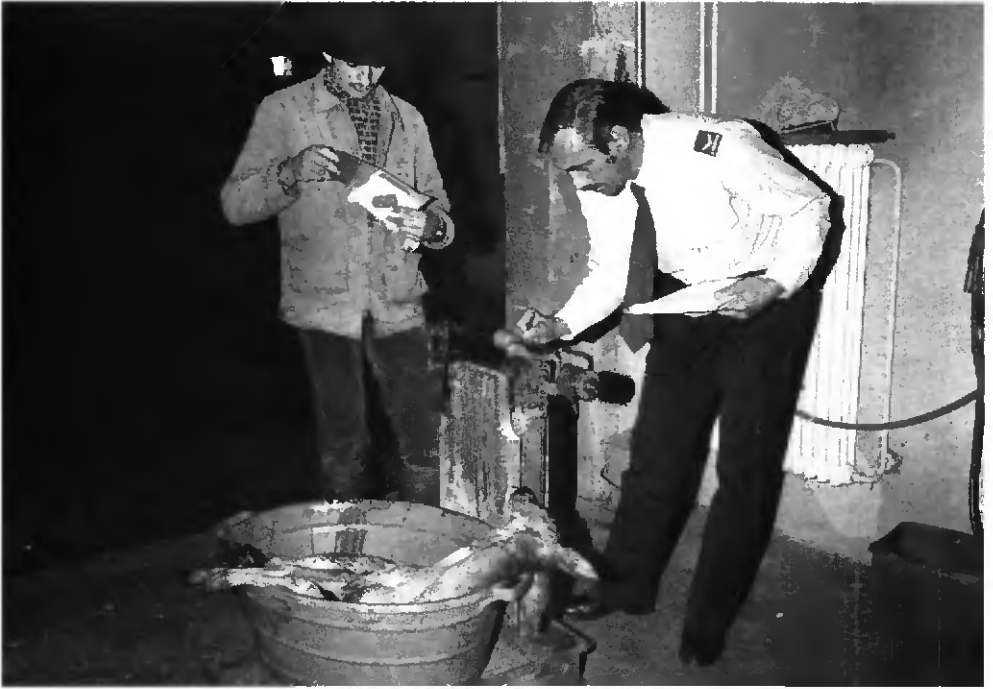


Fig. 6.1. Pesée des chevreuils lors du contrôle du gibier tiré, dans les postes de gendarmerie (NE).

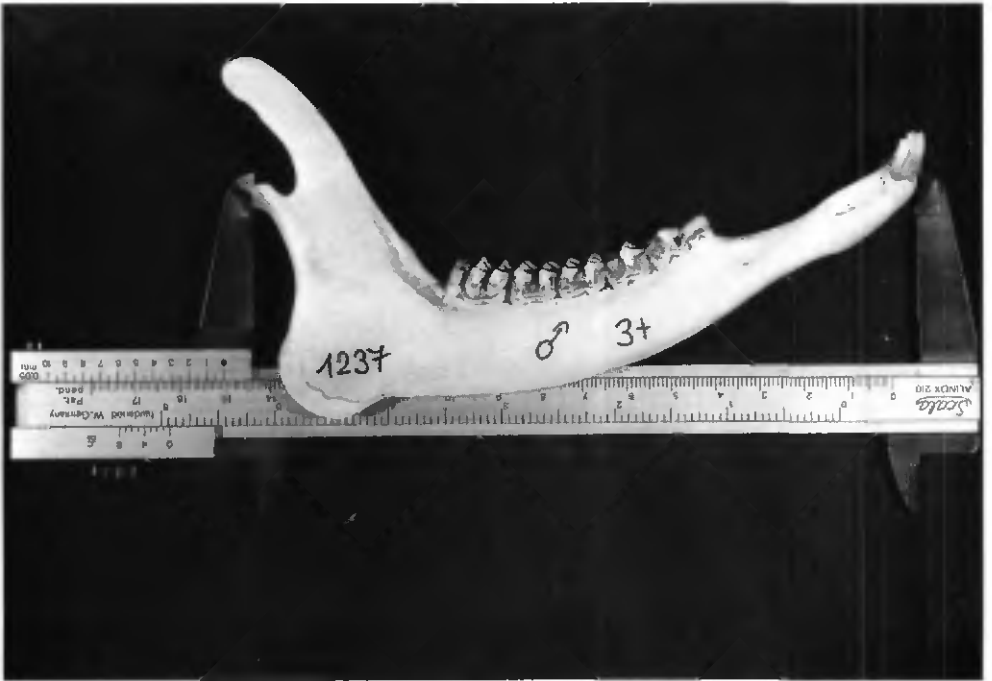


Fig. 6.2. Mesure de la longueur de la mâchoire inférieure (LMI) (d'après ELLENBERG, 1974 b).

6.3. Résultats

6.3.1. Poids

a) Aspect méthodologique

385 chevreuils ont été contrôlés par nos soins lors de leur pesage dans les postes de gendarmerie du canton de Neuchâtel. Parmi eux, 348 (90.0 %) étaient présentés $\frac{3}{4}$ -vidés (80 % du poids vif) et 37 (10.0 %) entièrement vidés (75 % du poids vif).

Dans nos résultats, les poids du canton de Neuchâtel exprimés "entièrement éviscérés" sont le fruit de la multiplication des poids des constats de tir par le facteur

$$10 \% \times \frac{75}{75} + 90 \% \times \frac{75}{80} = 0.94$$

Les poids communiqués sur carte postale dans le canton de Vaud ont donné le résultat suivant : un peu plus de la moitié étaient inscrits avec (au moins !) une décimale (sans compter " $\frac{3}{4}$ "). Nous pouvons raisonnablement supposer que les pesées ont été effectuées avec soin. Nous ne tiendrons donc pas compte de cette différence méthodologique dans la suite de l'analyse.

b) Résultats bruts

Neuchâtel :

Le tableau 6.I. contient les poids moyens des faons, subadultes et adultes des échantillonnages provenant du canton de Neuchâtel.

Dans le cas des faons, aucune différence significative entre mâles et femelles n'est constatée. L'analyse des échantillons mixtes convient donc parfaitement.

Dans le cas des subadultes, seule 1 année montre un poids moyen différent entre mâles et femelles (1980). Toutefois, comme le sex-ratio calculé sur cet échantillon est proche de 1:1 (1:1.1), l'analyse des échantillons mixtes convient également.

Dans le cas des adultes, le résultat est différent. Curieusement, les femelles sont à peine plus lourdes que les mâles en 1980 (différence non significative toutefois). Puis, de 1981 à 1983, les mâles sont significativement plus lourds que les femelles. La différence entre le poids moyen (mixte) et la médiane mâles-femelles est la plus élevée en 1981 (tab. 6.III).

Comme on peut le voir sur la figure 6.5, les variations des poids moyens de l'échantillon mixte ne correspondent pas toujours aux variations des poids moyens des brocards

ou des chèvres. Lorsque les échantillons sont suffisamment grands, une analyse sexes séparés est donc préférable. Dans le cas d'une analyse d'échantillons mixtes, la variabilité maximale liée au sexe, constatée ici, est donc de $+ / - 0.19$ kg (1 %) (NE 81, tab. 6.III).

Enfin, le tableau 6.I contient encore les poids moyens "entièrement éviscérés", obtenus par la multiplication des données par le facteur 0.94. Ces poids sont utilisés dans les comparaisons avec le canton de Vaud.

Vaud :

Le tableau 6.II contient les poids moyens des faons, subadultes et adultes des échantillonnages réalisés dans le canton de Vaud (VD). Nous donnons de plus les résultats détaillés pour les régions Jura (JU) et Plateau (PL). Aucun résultat ne peut être avancé pour la région Alpes, faute de données.

Dans le cas des faons, aucune différence significative entre mâles et femelles n'est constatée. L'analyse des échantillons mixtes convient donc parfaitement.

Dans le cas des subadultes, l'échantillon Vaud 84 montre un poids moyen différent entre mâles et femelles. Toutefois, comme le sex-ratio calculé sur cet échantillon est proche de 1:1 (1:1.1), l'analyse des échantillons mixtes convient également.

Dans le cas des adultes, le résultat est différent. Presque tous les résultats montrent un poids moyen différent entre mâles et femelles (mâles plus lourds). La différence entre le poids moyen (mixte) et la médiane mâles-femelles est la plus élevée pour le Plateau en 1984 (tab. 6.III).

Comme on peut le voir sur la figure 6.8, les variations des poids moyens de l'échantillon mixte ne correspondent pas toujours aux variations des poids moyens des brocards ou des chèvres. La variabilité maximale liée au sexe, constatée ici, est de $+ / - 0.26$ kg (1.5 %) (PL 85, tab. 6.III).

Vu la complexité des résultats obtenus, nous donnons en détail les évolutions des poids dans le canton de Neuchâtel sur les figures 6.3 à 6.5 et dans le canton de Vaud sur les figures 6.6 à 6.8. La comparaison entre les deux cantons fait l'objet des figures 6.9 à 6.11.

| FAONS 0+ | NE 1980 | NE 1981 | NE 1982 | NE 1983 | NE 1984 | NE 1985 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P moy | 10.66 | 11.31 | 12.02 | 11.11 | 11.22 | 12.25 |
| sd | 1.33 | 2.85 | 2.01 | 2.26 | 1.53 | 2.19 |
| n | 41 | 14 | 40 | 48 | 28 | 38 |
| P mâles | | | | | | |
| P femelles | | | | | | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| P x 0.94 | 10.02 | 10.63 | 11.30 | 10.45 | 10.55 | 11.52 |
| sd | 1.25 | 2.68 | 1.89 | 2.12 | 1.44 | 2.06 |
| | | | | | | |
| SUBADULTES 1+ | NE 1980 | NE 1981 | NE 1982 | NE 1983 | NE 1984 | NE 1985 |
| P moy | 16.42 | 17.07 | 16.48 | 16.97 | 16.54 | 17.27 |
| sd | 2.80 | 2.22 | 1.95 | 2.25 | 1.94 | 2.04 |
| n | 50 | 20 | 58 | 55 | 54 | 34 |
| P mâles | 17.35 | | | | | |
| n | 24 | | | | | |
| P femelles | 15.56 | | | | | |
| n | 26 | | | | | |
| t - test | p=0.05 | ns | ns | ns | ns | ns |
| P x 0.94 | 15.43 | 16.05 | 15.50 | 15.95 | 15.55 | 16.23 |
| sd | 2.63 | 2.09 | 1.83 | 2.11 | 1.82 | 1.92 |
| | | | | | | |
| ADULTES ≥ 2+ | NE 1980 | NE 1981 | NE 1982 | NE 1983 | NE 1984 | NE 1985 |
| P moy | 17.58 | 18.12 | 18.38 | 17.63 | 17.31 | 18.40 |
| sd | 2.33 | 2.38 | 1.92 | 2.04 | 2.05 | 2.10 |
| n | 74 | 64 | 68 | 110 | 94 | 89 |
| P mâles | 17.52 | 19.15 | 18.92 | 18.37 | | |
| n | 35 | 25 | 37 | 46 | | |
| P femelles | 17.63 | 17.46 | 17.73 | 17.10 | | |
| n | 39 | 39 | 31 | 64 | | |
| t - test | ns | p=0.01 | p=0.01 | p=0.001 | ns | ns |
| P x 0.94 | 16.52 | 17.03 | 17.28 | 16.57 | 16.28 | 17.30 |
| sd | 2.19 | 2.24 | 1.80 | 1.92 | 1.92 | 1.98 |

Tableau 6.I. Poids moyens (kg) des chevreuils tirés dans le canton de Neuchâtel.

P: poids moyen "½-vidé". P x 0.94: poids moyen "entièrement vidé".

ns: différence non significative (P > 0.05).

| FAONS 0+ | VD 1984 | VD 1985 | JU 1984 | JU 1985 | PL 1984 | PL 1985 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P moy | 12.01 | 12.18 | 10.80 | 13.14 | 12.16 | 11.81 |
| sd | 1.40 | 1.42 | 0.46 | 1.41 | 1.41 | 1.27 |
| n | 28 | 23 | 3 | 7 | 25 | 15 |
| P mâles | | | | | | |
| P femelles | | | | | | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| | | | | | | |
| SUBADULTES 1+ | VD 1984 | VD 1985 | JU 1984 | JU 1985 | PL 1984 | PL 1985 |
| P moy | 16.04 | 17.43 | 15.51 | 17.53 | 16.23 | 17.80 |
| sd | 2.04 | 2.57 | 1.53 | 3.51 | 2.22 | 2.03 |
| n | 54 | 16 | 15 | 4 | 38 | 11 |
| P mâles | 16.62 | | | | | |
| n | 25 | | | | | |
| P femelles | 15.50 | | | | | |
| n | 28 | | | | | |
| t - test | p=0.05 | ns | ns | ns | ns | ns |
| | | | | | | |
| ADULTES >2+ | VD 1984 | VD 1985 | JU 1984 | JU 1985 | PL 1984 | PL 1985 |
| P moy | 17.79 | 18.48 | 18.13 | 17.87 | 17.72 | 18.54 |
| sd | 2.02 | 2.33 | 1.77 | 2.61 | 2.08 | 2.24 |
| n | 121 | 47 | 23 | 12 | 88 | 30 |
| P mâles | 18.40 | 19.97 | | 19.68 | 18.54 | 20.12 |
| n | 56 | 20 | | 6 | 38 | 12 |
| P femelles | 17.20 | 17.37 | | 16.07 | 17.10 | 17.48 |
| n | 64 | 27 | | 6 | 50 | 18 |
| t - test | p=0.001 | p=0.001 | ns | p=0.01 | p=0.001 | p=0.001 |

Tableau 6.II. Poids moyens (kg) des chevreuils tirés dans le canton de Vaud.

VD: Vaud; JU: Jura; PL: Plateau. P: poids moyen "entièrement vidé".

ns: différence non significative ($p > 0.05$).

| NE -- | 1980 ---- | 1981 ---- | 1982 ---- | 1983 ---- | 1984 ---- | 1985 ---- |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Poids moyen | 17.58 | 18.12 | 18.33 | 17.63 | 17.31 | 18.40 |
| Médiane ♂ - ♀ | 17.58 | 18.31 | 18.33 | 17.74 | 17.44 | 18.47 |
| Différence | 0 | - 0.19 | + 0.05 | - 0.11 | - 0.13 | - 0.07 |
| % | 0 | 1.0 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.4 |
| Sex-ratio éch. 1: | 1.1 | 1.6 | 0.8 | 1.4 | 1.9 | 1.5 |

| VD -- | VD 84 ----- | VD 85 ----- | JU 84 ----- | JU 85 ----- | PL 84 ----- | PL 85 ----- |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Poids moyen | 17.79 | 18.48 | 18.13 | 17.87 | 17.72 | 18.54 |
| Médiane ♂ - ♀ | 17.80 | 18.67 | 18.10 | 17.88 | 17.82 | 18.80 |
| Différence | - 0.01 | - 0.19 | + 0.03 | - 0.01 | - 0.10 | - 0.26 |
| % | 0 | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| Sex-ratio éch. 1: | 1.1 | 1.4 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 1.5 |

Tab. 6.III. Variabilité des échantillons due au sex-ratio. Poids en kg.

c) Evolution du poids dans le canton de Neuchâtel

La figure 6.3 montre l'évolution du poids des faons. Les variations significatives sont une hausse en 1982 (par rapport à 1980, +1.36 kg, $p=0.001$), une baisse en 1983 (-0.91 kg, $p=0.05$) et une hausse en 1985 (+1.03 kg, $p=0.05$).

La figure 6.4 montre l'évolution du poids des subadultes. Aucune différence n'est significative.

La figure 6.5 montre l'évolution du poids des adultes. Les variations significatives sont une hausse en 1982 (par rapport à 1980, +0.80 kg, $p=0.05$), une baisse en 1983 (-0.75 kg, $p=0.05$) et une hausse en 1985 (+1.09 kg, $p=0.001$). Par sexes, sont significatives la hausse du poids des brocards en 1981 (+1.63 kg, $p=0.01$), la baisse du poids des brocards de 1981 jusqu'en 1984 (-1.31 kg, $p=0.05$) ainsi que la hausse du poids des chèvres en 1985 (+1.11 kg, $p=0.01$). Il est à noter que les chèvres ne montrent pas de différences de poids significatives entre 1980 et 1984.

Afin d'établir si l'évolution des poids de 1980 à 1985 est différente de 0 (cas de la stabilité), nous avons calculé les coefficients de corrélation des poids en fonction des années. On peut supposer une tendance à la hausse pour les faons ($r=0.18$, $P=0.99$). Les subadultes et adultes semblent par contre rester stables (1+ : $r=0.07$, >2+ : $r=0.02$, brocards >2+ : $r=0.06$, chèvres >2+ : $r=0.02$, P non significatifs).

Si l'on considère l'ensemble de la population chassée, c'est-à-dire les poids des 6'000 chevreuils, sexes et âges confondus, tirés de 1980 à 1985, la tendance est à une très légère augmentation ($r=0.05$, $P=0.999$).

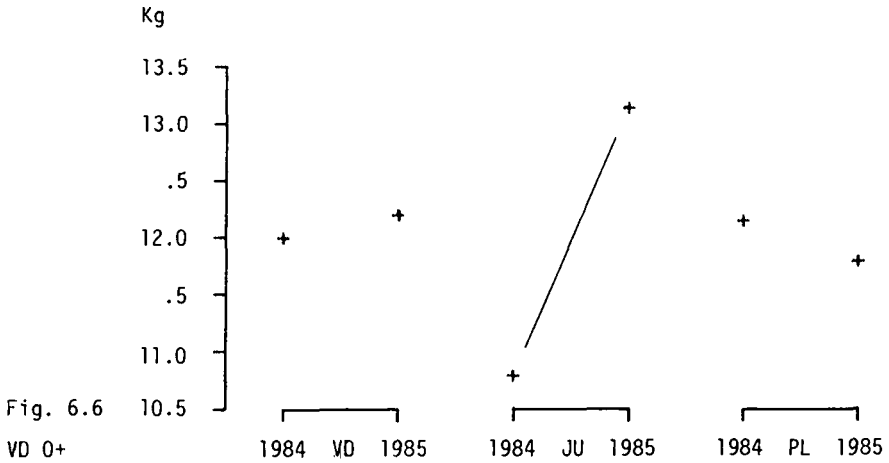
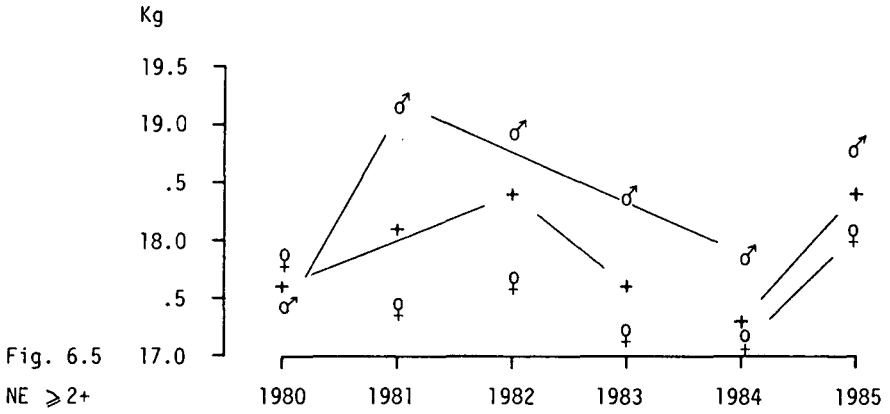
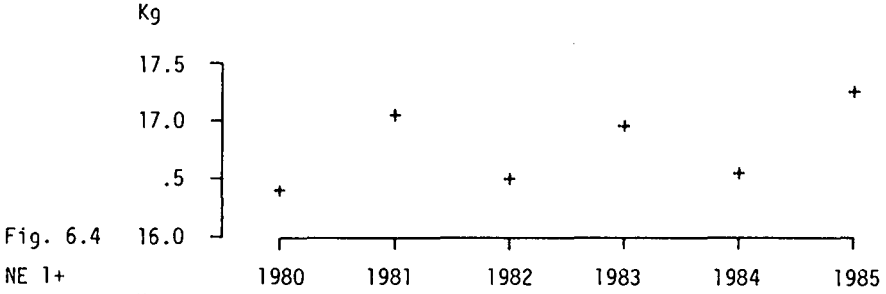
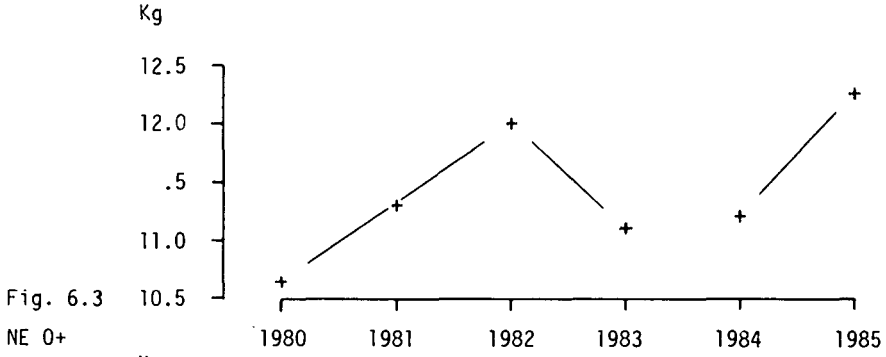
En dernière analyse, nous avons calculé le poids des adultes des générations 1980 et antérieures (a) et des générations 1981-1983 (b) (voir tab. 6.IV). La différence entre les deux groupes n'est pas significative (a : 17.98 kg, b : 17.68 kg).

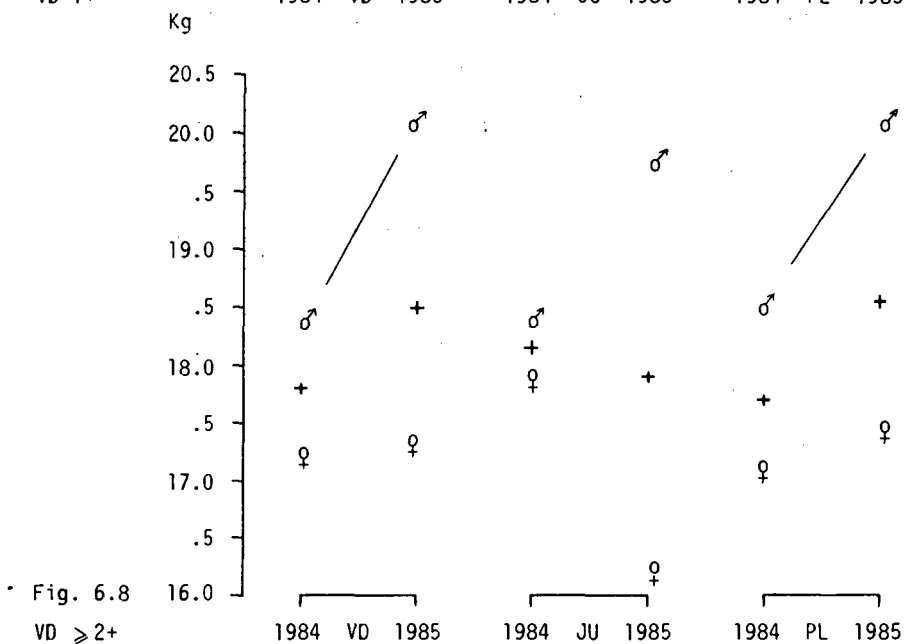
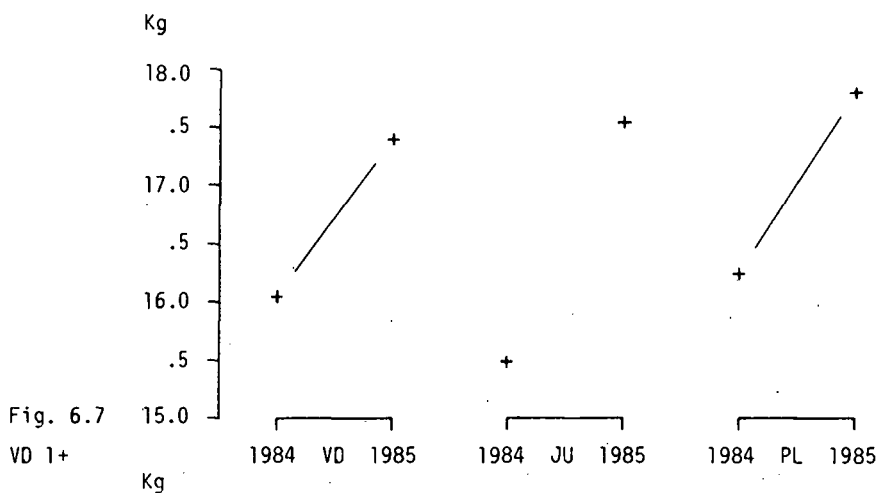
d) Evolution du poids dans le canton de Vaud

La figure 6.6 montre l'évolution du poids des faons. Une hausse significative apparaît dans le Jura en 1985 (+2.34 kg, $p=0.01$).

La figure 6.7 montre l'évolution du poids des subadultes. Les hausses de 1985 des échantillons Vaud et Plateau sont significatives (VD, +1.39 kg, $p=0.05$; PL, +1.57 kg, $p=0.05$).

La figure 6.8 montre l'évolution du poids des adultes. Aucune différence significative n'est trouvée dans les échantillons mixtes. En revanche, les hausses du poids des brocards des échantillons Vaud et Plateau sont





Figures 6.3 à 6.8. Evolution du poids des animaux au cours des années, selon les échantillonnages des tableaux de chasse. Moyennes des échantillons mixtes (+) ou par sexes (♂, ♀). Traits continus: différences significatives. Canton de Neuchâtel (NE) : fig. 6.3 à 6.5. Poids "½ - vidés". Canton de Vaud (VD) : fig. 6.6 à 6.8. Poids "entièrement vidés". Régions Jura (JU) et Plateau (PL).

significatives (VD, +1.57 kg, $p=0.01$; PL, +1.58 kg, $p=0.05$). Curieusement, les variations des brocards et des chèvres de l'échantillon Jura sont contraires. Ce résultat est toutefois statistiquement non significatif.

e) Comparaisons régionales

La figure 6.9 montre les valeurs des poids moyens des faons dans le Jura neuchâtelois et sur le Plateau vaudois. Le poids le plus élevé est obtenu dans le Jura vaudois en 1985 (13.14 kg). D'autres hauts poids sont atteints dans le Jura neuchâtelois en 1982 et 1985 (11.30 et 11.52 kg), ainsi que sur le Plateau vaudois en 1984 (12.16 kg). Parmi ces hautes valeurs, en 1985, celle du Jura vaudois est significativement plus élevée que celles du Jura neuchâtelois et du Plateau vaudois ($p<0.05$). Mais toutes s'opposent aux faibles valeurs des échantillons du Jura neuchâtelois en 1980, 1983 et 1984 ($0.1 > p > 0.001$).

La figure 6.10 montre les valeurs des poids moyens des subadultes. Un poids est plus élevé que les autres ($p<0.05$), celui obtenu sur le Plateau vaudois en 1985. Notons qu'en 1984, la différence Plateau vaudois - Jura neuchâtelois n'était pas significative ($p>0.1$). L'intervalle de confiance, pour le Jura vaudois en 1985, est trop grand (5.6 kg) pour être mentionné sur la figure.

La figure 6.11 montre les valeurs des poids moyens des adultes. Les plus hauts poids dans le Jura neuchâtelois sont 17.28 et 17.30 kg en 1982 et 1985. Seul le poids obtenu sur le Plateau vaudois en 1985 est significativement plus élevé (18.54 kg, $p=0.01$). La décomposition par sexes des échantillons NE 85 et PL 85 montre toutefois une différence entre eux de 2.47 kg pour les brocards et seulement de 0.42 kg pour les chèvres.

Notons qu'en 1984, les poids obtenus sur le Plateau et dans le Jura vaudois étaient significativement plus élevés que dans le Jura neuchâtelois ($p=0.001$), avec une différence minimale de 1.77 kg pour les brocards et 1.08 kg pour les chèvres (différence NE - PL).

f) Valeur intrinsèque des échantillons

Une question fondamentale est de savoir quelle est la représentativité des échantillons par rapport à l'ensemble du tableau de chasse, lui-même devant représenter la population sur pied (hypothèse 4, ch. 6.1).

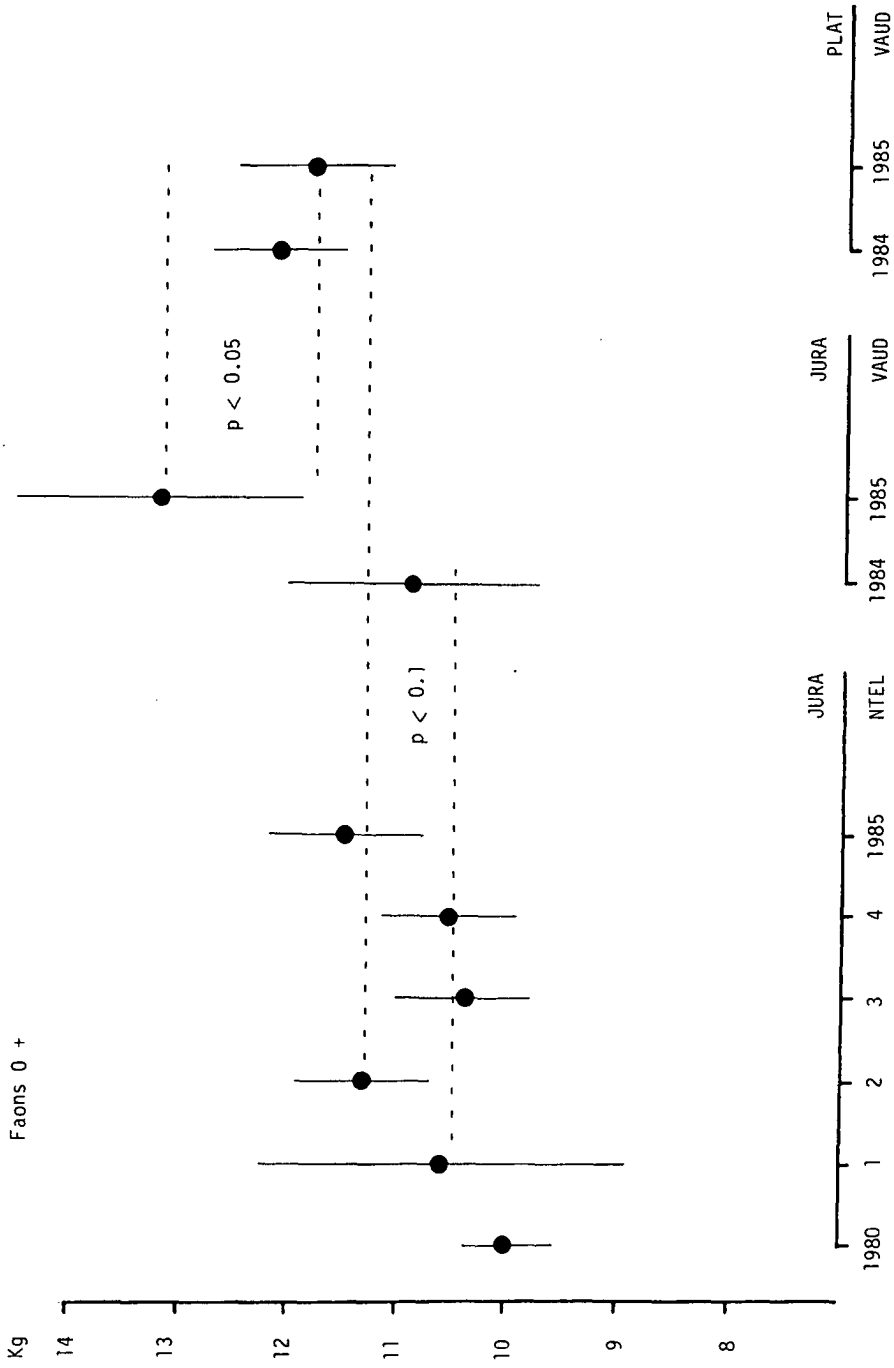


Fig. 6.9. Valeurs comparées du poids (animaux entièrement éviscérés) des chevreaux tirés dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Jura, Plateau). Verticales: intervalles de confiance des moyennes à $p = 0.05$. Horizontales: différences significatives.

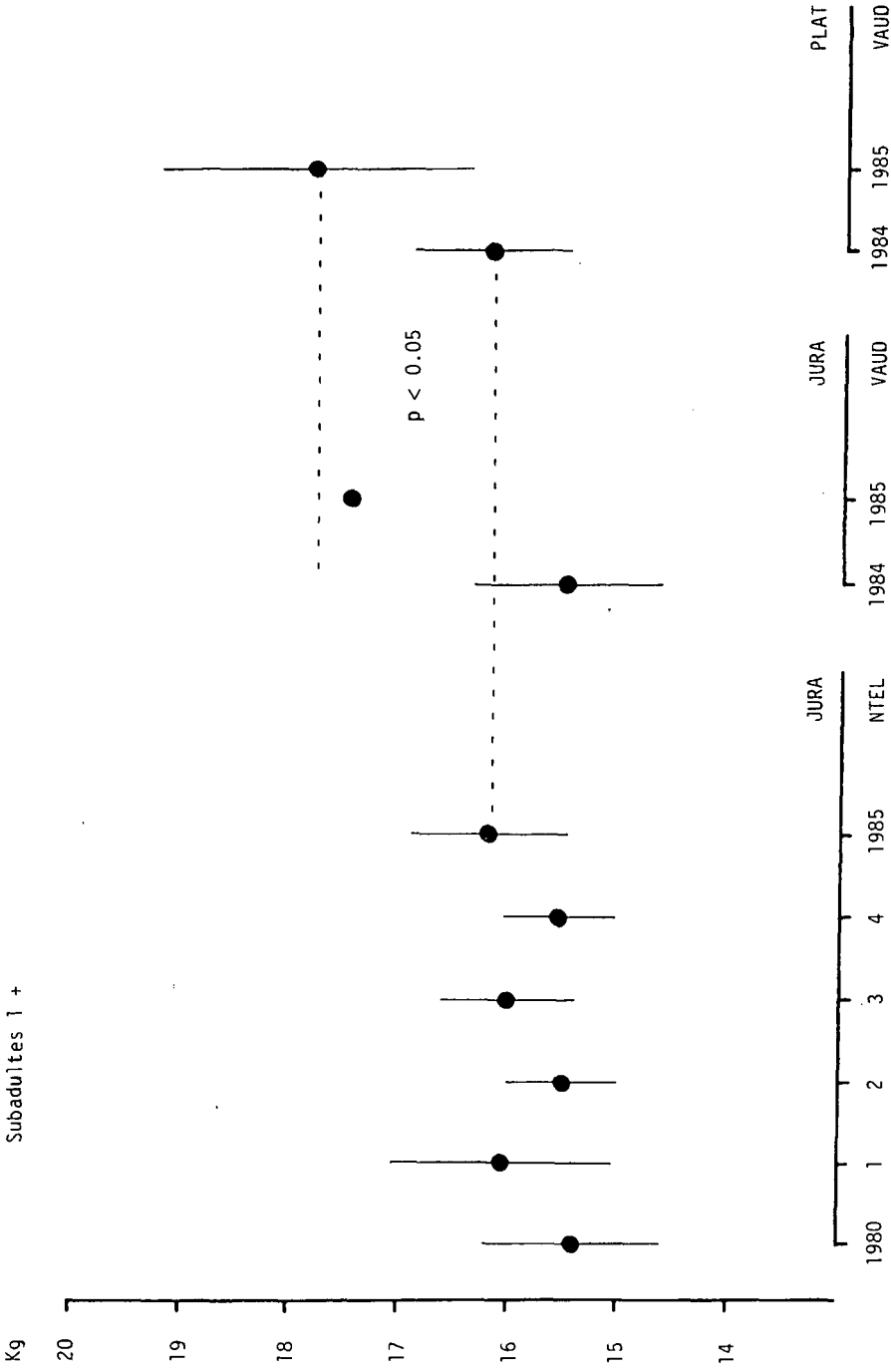


Fig. 6.10. Valeurs comparées du poids (animaux entièrement éviscérés) des chevreaux tirés dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Jura, Plateau). Verticales: intervalles de confiance des moyennes à $p = 0.05$. Horizontales: différences significatives.

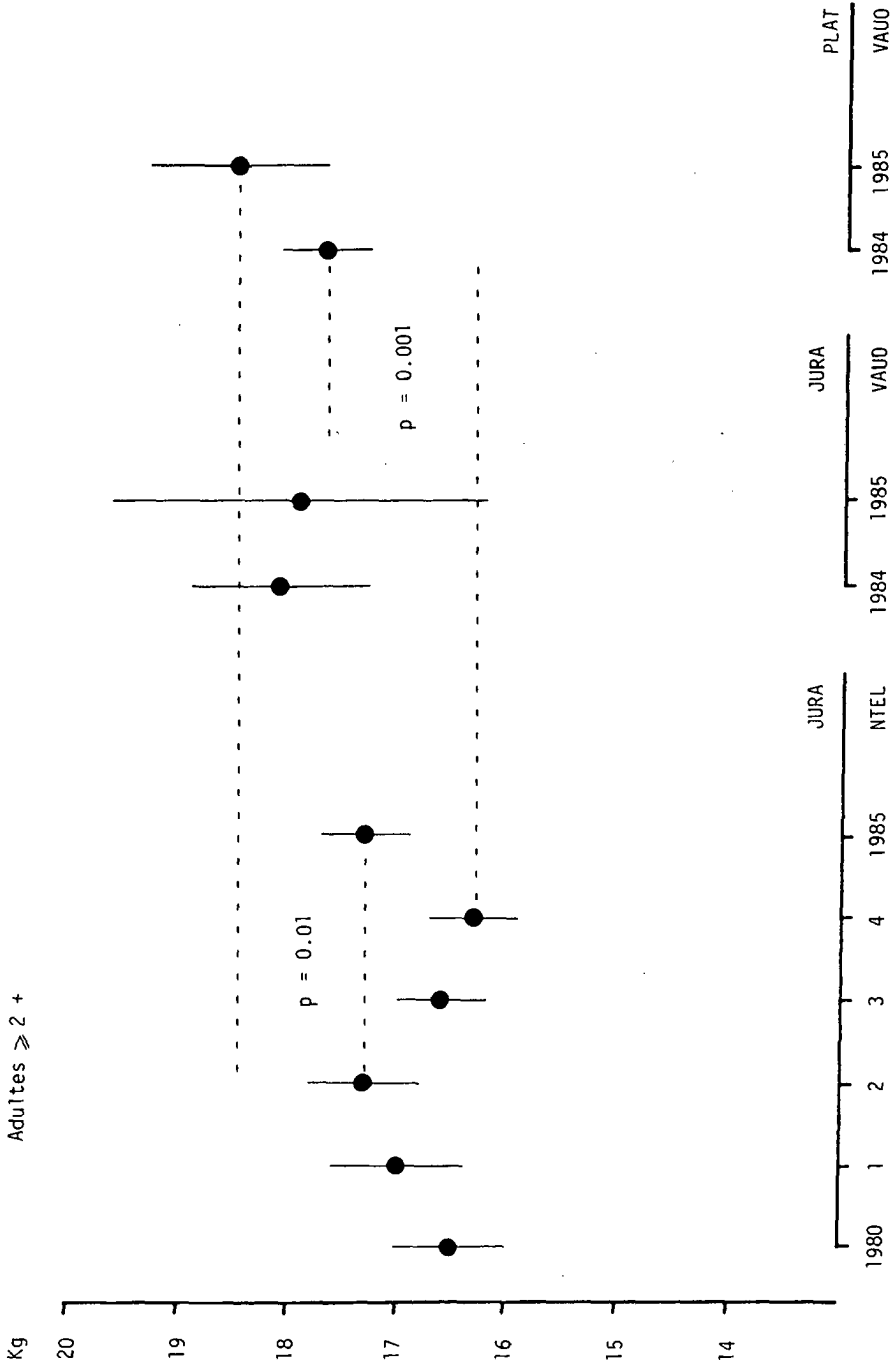


Fig. 6.11. Valeurs comparées du poids (animaux entièrement éviscérés) des chevreuils tirés dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Jura, Plateau). Verticales: intervalles de confiance des moyennes à $p = 0.05$. Horizontales: différences significatives.

Comparaison à l'ensemble des poids :

Disposant du poids de tous les chevreuils tirés dans le canton de Neuchâtel, nous avons comparé nos échantillons à la population chassée.

Un test du χ^2 montre que, de 1980 à 1985, la distribution des poids des échantillons ne diffère pas significativement de la distribution des poids des populations chassées (classes de poids 5-25 kg, $p > 0.2$). Toutefois, la distribution de l'échantillon n'est pas toujours parfaitement symétrique. Par exemple, dans le cas des chèvres 1985 (fig. 6.12), la distribution des poids des adultes montre nettement une sur-représentation, dans l'échantillon, des classes de poids élevés. Nous avons donc cherché à estimer le biais de l'échantillon par rapport à la population, dans le cas le plus extrême.

Nous avons reporté dans la figure 6.13 les structures échantillons - populations (sexes et âges confondus) pour les 5 classes de poids suivantes :

- 5 - 10 kg : "faons légers",
- 11 - 13 kg : "faons lourds",
- 14 - 16 kg : "adultes légers",
- 17 - 19 kg : "adultes moyens",
- 20 - 25 kg : "adultes lourds".

Dans les 2 classes de "faons", les proportions des échantillons ne diffèrent que peu des proportions des populations. Dans la classe "adultes légers", la plus grande différence atteint 4 %, dans la classe "adultes moyens", elle atteint 5 % et dans la classe "adultes lourds", elle atteint 6 %. Nous avons estimé l'effet de la plus grande des différences (surplus d'"adultes lourds" et manque d'"adultes légers" dans l'échantillon de 1985) par le calcul suivant :

| | P moyen | Population | Echantillon |
|------------------|---------|------------|-------------|
| "Adultes légers" | 15 kg | 27 % | 24 % (-3%) |
| "Adultes moyens" | 18 kg | 36 % | 35 % - |
| "Adultes lourds" | 22.5 kg | 18 % | 24 % (+6%) |
| Somme | | 81 % | 83 % |

Moyenne des poids de la population :

$$\begin{array}{r} (27 \times 15) + (36 \times 18) + (18 \times 22.5) \\ \hline 81 \end{array} = 18.00 \text{ kg}$$

Moyenne des poids de l'échantillon :

$$\begin{array}{r} (24 \times 15) + (35 \times 18) + (24 \times 22.5) \\ \hline 83 \end{array} = 18.43 \text{ kg}$$

Ainsi, la variabilité intrinsèque de l'échantillon par rapport à la population peut atteindre l'ordre de $\frac{1}{4}$ kg (2.5 %) pour subadultes et adultes.

Analyse régionale :

Nous avons jusqu'à présent considéré nos données, année après année, comme provenant d'un ensemble, le canton de Neuchâtel. Au vu de l'hétérogénéité topographique de cet ensemble, nous avons également considéré la somme de nos échantillons (1980 à 1985), divisible selon les 11 zones différentes de chasse (ch. 2) :

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Montagne de Boudry | 7. Val-de-Travers S |
| 2. Littoral (sens strict) | 8. Val-de-Travers N |
| 3. Chaumont | 9. Vallée de la Sagne |
| 4. Lignièrès | 10. La Chaux-de-Fonds N |
| 5. Val-de-Ruz NE | 11. Vallée de la Brévine |
| 6. Val-de-Ruz NW | |

Classées par poids moyens décroissants (tab. 6.V), ces régions montrent des différences statistiquement significatives (tab. 6.VI). Ces différences sont les suivantes :

- faons : poids élevés dans les régions 10, 8, 11,
poids bas dans les régions 6, 1, 4, 5.
- subadultes : poids élevés dans les régions 10, 9, 11, 8,
6, 1, 2, poids bas dans les régions 7, 3, 4.
- adultes : poids élevés dans les régions 9, 11, 8, 2,
poids bas dans les régions 5, 3, 4.

Si l'on reconsidère l'échantillon NE 85 (adultes), on constate une forte proportion d'individus des zones 8 et 11, à poids élevés (28 ind.) et une faible proportion d'individus des zones 3, 4 et 5, à poids bas (15 ind.), ce qui explique sans doute la différence échantillon - population constatée précédemment.

Comparaison aux animaux accidentés :

Les seules données de poids d'animaux accidentés sont celles d'échantillons vaudois, de l'Institut Galli-Valerio (tableau 6.VII). Le poids de 43 chevreuils adultes accidentés ou trouvés morts de juillet à novembre 1983 vaut 17.8 kg. C'est la même valeur que notre échantillon de l'année suivante (VD 1984, 1983 non recensé).

Le poids hivernal de 14 autres chevreuils adultes est très inférieur (15.2 kg). Dans cet échantillon sont compris plusieurs chevreuils trouvés morts très amaigris.

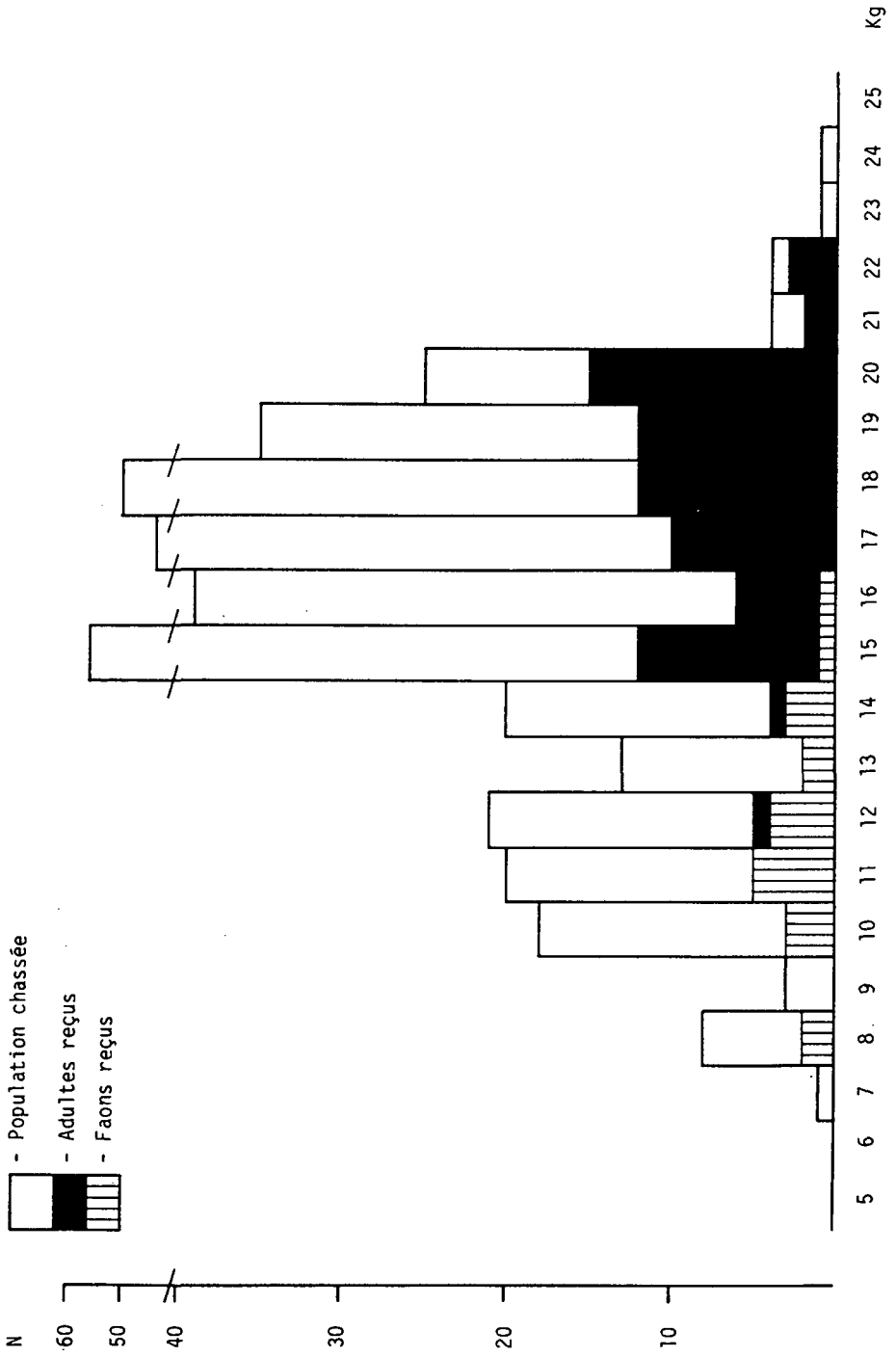


Fig. 6.12. Chèvres 1985. Tableau de chasse complet en fonction du poids et échantillons faons (0+) et adultes ($\geq 1+$).

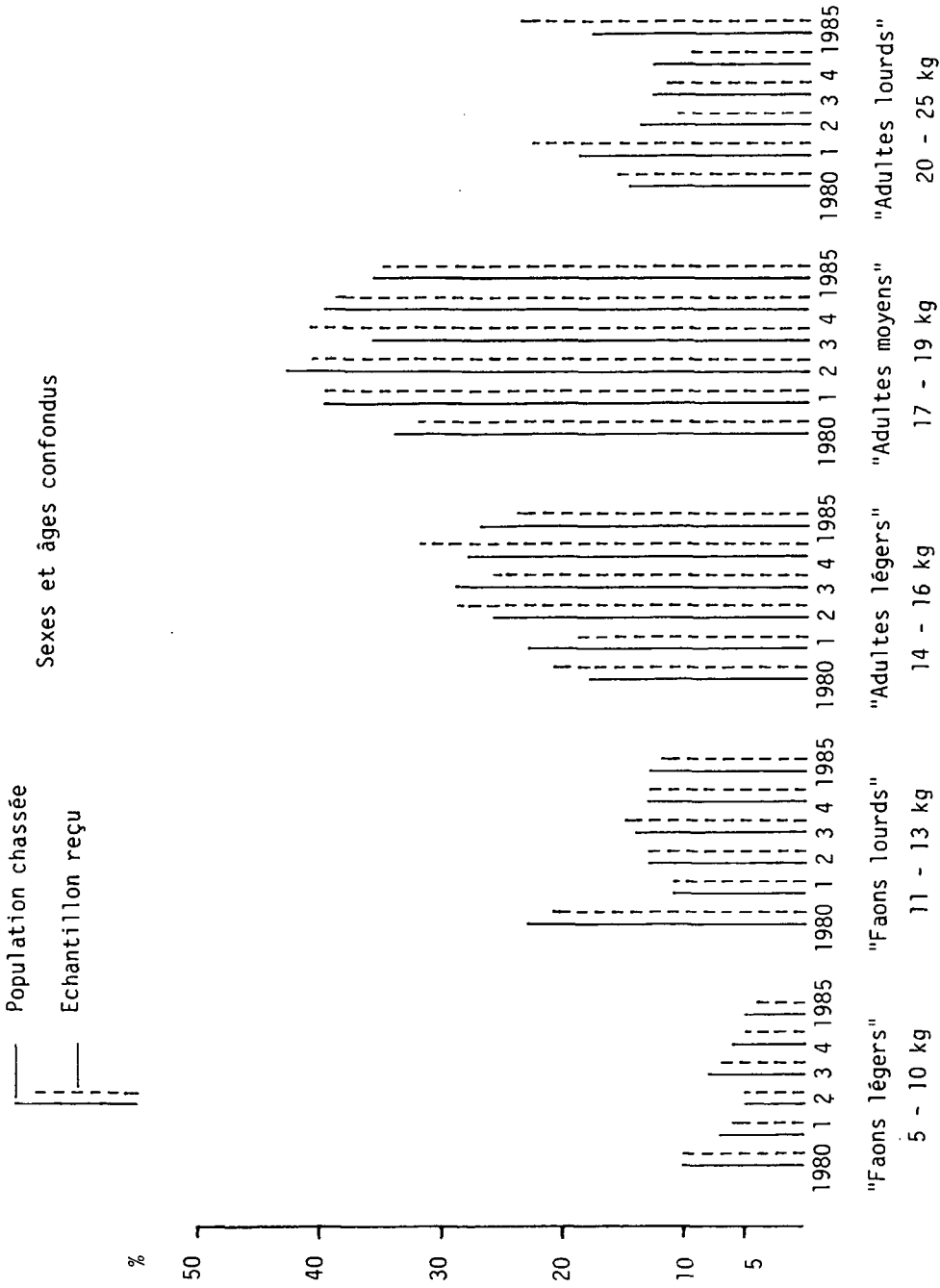


Fig. 6.13. Proportions respectives, par classes de poids, de la population chassée et des échantillons reçus.

| | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|-------|-------|------|-----|
| 1980: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 - 7 | 8 - 9 | 10 + | ans |
| 1981: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 - 7 | 8 - 9 | 10 + | |
| 1982: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 - 7 | 8 - 9 | 10 + | |
| 1983: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 - 7 | 8 - 9 | 10 + | |
| 1984: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 - 7 | 8 - 9 | 10 + | |
| 1985: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 - 7 | 8 - 9 | 10 + | |

(b) n = 177 (a) n = 304

Tab. 6.IV. Séparation des générations 1980 et antérieures (a) et 1981-83 (b) dans l'analyse du poids des adultes.

| Echantillons | Poids (kg) | | | LMI (mm) (prép.) | | |
|-----------------------------|---------------------|-----|--------------|------------------|-----|----|
| | m | sd | n | m | sd | n |
| Galli-Valerio, VII-XI. 1983 | 22.2 | 3.2 | 42 (pleins) | 154.6 | 4.8 | 43 |
| | 17.8 | | (ent. vidés) | | | |
| Galli-Valerio, I-IV. 1984 | 20.3 ⁽¹⁾ | 3.5 | 12 (pleins) | 156.1 | 5.7 | 14 |
| | 15.2 ⁽¹⁾ | | (ent. vidés) | | | |
| | | | | ----- | | |
| | | | | 155.0 | 5.0 | 57 |
| Neuchâtel, I-XII. 1981 | | | | 150.8 | 4.7 | 12 |
| Neuchâtel, IV-XI. 1982 | | | | 153.7 | 4.0 | 22 |
| Neuchâtel, III-X. 1983 | | | | 154.3 | 4.6 | 24 |
| Neuchâtel, I-X. 1984 | | | | 153.0 | 4.5 | 22 |
| Neuchâtel, I-X. 1985 | | | | 154.6 | 3.1 | 11 |
| | | | | ----- | | |
| | | | | 153.4 | 4.4 | 91 |

Tab. 6.VII. Données sur le gibier péri (animaux accidentés). (1): durant l'hiver, plusieurs individus trouvés morts, très amaigris.

| FAONS 0+ | ZONES | POIDS | (m, sd, n) | | ZONES | LMI (m, sd, n) | | |
|---------------|-------|-------|------------|----|-------|----------------|------|----|
| | 10 | 13.17 | 2.56 | 6 | 2 | 129.58 | 7.03 | 19 |
| | 8 | 12.20 | 1.83 | 25 | 8 | 129.08 | 5.97 | 26 |
| | 11 | 12.14 | 2.03 | 26 | 11 | 128.86 | 5.94 | 22 |
| | 7 | 12.05 | 2.48 | 8 | 10 | 128.83 | 2.32 | 6 |
| | 2 | 11.57 | 2.26 | 21 | 3 | 128.73 | 6.03 | 22 |
| | 3 | 11.30 | 1.94 | 22 | 7 | 128.57 | 5.13 | 7 |
| | 6 | 11.21 | 1.72 | 26 | 4 | 128.17 | 6.25 | 12 |
| | 9 | 11.12 | 2.06 | 18 | 1 | 128.00 | 5.73 | 31 |
| | 1 | 10.81 | 2.20 | 35 | 9 | 126.00 | 5.55 | 18 |
| | 4 | 10.69 | 1.69 | 13 | 6 | 125.88 | 5.26 | 25 |
| | 5 | 10.28 | 1.25 | 9 | 5 | 123.63 | 3.58 | 8 |
| | | | | | | | | |
| SUBADULTES 1+ | ZONES | POIDS | (m, sd, n) | | ZONES | LMI (m, sd, n) | | |
| | 10 | 17.82 | 3.18 | 9 | 2 | 150.44 | 3.86 | 32 |
| | 9 | 17.52 | 2.19 | 27 | 10 | 150.00 | 5.81 | 8 |
| | 11 | 17.39 | 2.30 | 27 | 9 | 148.78 | 4.35 | 23 |
| | 8 | 17.22 | 1.76 | 30 | 8 | 148.70 | 4.53 | 27 |
| | 6 | 17.01 | 1.97 | 30 | 11 | 148.52 | 4.07 | 25 |
| | 1 | 16.76 | 2.09 | 28 | 4 | 148.30 | 4.03 | 10 |
| | 2 | 16.71 | 2.10 | 34 | 5 | 148.26 | 4.05 | 19 |
| | 5 | 16.16 | 2.48 | 20 | 1 | 147.93 | 5.68 | 27 |
| | 7 | 15.92 | 2.34 | 13 | 6 | 147.10 | 4.55 | 29 |
| | 3 | 15.88 | 2.11 | 42 | 7 | 146.08 | 4.72 | 12 |
| | 4 | 15.05 | 1.89 | 10 | 3 | 146.00 | 4.47 | 40 |
| | | | | | | | | |
| ADULTES ≥ 2+ | ZONES | POIDS | (m, sd, n) | | ZONES | LMI (m, sd, n) | | |
| | 9 | 18.81 | 2.12 | 48 | 2 | 154.88 | 5.64 | 33 |
| | 11 | 18.48 | 1.82 | 62 | 10 | 154.70 | 4.79 | 10 |
| | 8 | 18.08 | 2.15 | 70 | 9 | 154.02 | 3.65 | 43 |
| | 2 | 18.08 | 2.18 | 35 | 8 | 153.70 | 4.57 | 64 |
| | 1 | 17.97 | 2.11 | 53 | 1 | 153.63 | 4.65 | 51 |
| | 7 | 17.92 | 2.12 | 30 | 11 | 152.86 | 4.30 | 55 |
| | 6 | 17.85 | 1.88 | 60 | 7 | 152.03 | 4.52 | 30 |
| | 10 | 17.85 | 2.73 | 11 | 4 | 151.27 | 4.28 | 15 |
| | 5 | 17.54 | 2.49 | 34 | 6 | 151.02 | 3.90 | 53 |
| | 3 | 16.73 | 2.00 | 77 | 3 | 150.79 | 4.88 | 73 |
| | 4 | 16.53 | 1.65 | 16 | 5 | 149.66 | 4.60 | 32 |

Tableau 6.V. Classification des régions de chasse du canton de Neuchâtel par ordre décroissant de poids moyen et de LMI moyenne.

FAONS 0+

POIDS

LMI

10
8
11
7
2
3
6 *
9
1 * * *
4 * * *
5 * ** *
10 8 11 7 2 3 6 9 1 4 5

2
8
11
10
3
7
4
1
9
6 *
5 * * * ** * * *
2 8 11 10 3 7 4 1 9 6 5

SUBADULTES 1+

POIDS

LMI

10
9
11
8
6
1
2
5
7 *
3 * ** ** ** *
4 * ** ** ** ** * *
10 9 11 8 6 1 2 5 7 3 4

2
10
9
8
11
4
5
1 *
6 **
7 **
3 *** * * * *
2 10 9 8 11 4 5 1 6 7 3

ADULTES ≥2+

POIDS

LMI

9
11
8
2
1 *
7
6 *
10
5 * *
3 **** ** ** ** ** ** ** * * * *
4 **** ** * * * *
9 11 8 2 1 7 6 10 5 3 4

2
10
9
8
1
11
7 * *
4 * *
6 *** * ** ** ** *
3 *** * ** ** ** *
5 *** ** ** ** ** * * * * *
2 10 9 8 1 11 7 4 6 3 5

Tableau 6.VI. Différences significatives entre les régions de chasse.

Niveaux de signification: * p=0.05, ** p=0.01, *** p=0.001.

6.3.2. Longueur de la mâchoire inférieure (LMI)

a) Aspect méthodologique

30 mâchoires de faons et 99 mâchoires d'individus subadultes et adultes ont été mesurées fraîches et après préparation. La contraction osseuse mesurée est la suivante :

| | | Frais | Après préparation | Différence |
|-----|----|--------|-------------------|--------------|
| 0+ | m | 128.63 | 126.73 | -1.90 (1.5%) |
| | sd | 5.94 | 5.61 | |
| >1+ | m | 152.64 | 150.66 | -1.98 (1.3%) |
| | sd | 5.25 | 5.40 | |

Dans les résultats ci-après, les facteurs de correction -1.90 et -1.98 ont été appliqués aux moyennes des échantillons mesurés frais (NE 85 et VD), pour comparaison aux échantillons mesurés après préparation (NE 80-84).

b) Résultats bruts

Neuchâtel :

Le tableau 6.VIII contient les LMI moyennes des faons, subadultes et adultes des échantillonnages provenant du canton de Neuchâtel.

A deux reprises seulement, une différence significative entre mâles et femelles est constatée : dans le cas des faons en 1985 et dans le cas des adultes en 1984. Les sex-ratios calculés sur ces échantillons sont respectivement 1:1.2 et 1:2.2. Dans ce dernier cas, la médiane mâles-femelles est 153.06, soit 0.59 mm (0.4%) de plus que la moyenne de l'échantillon. Cette différence reste donc relativement faible par rapport aux variations annuelles. L'analyse d'échantillons mixtes convient donc parfaitement.

Nous avons eu de plus l'occasion d'effectuer des mesures sur une collection de QUARTIER réalisée en 1954. Les résultats sont les suivants :

| | | | | |
|---------------|-----|-------------|---------|------|
| Subadultes 1+ | LMI | m=149.53 mm | sd=5.01 | n=15 |
| Adultes >2+ | LMI | m=150.75 mm | sd=4.60 | n=62 |

| FAONS 0+ | NE 1980 | NE 1981 | NE 1982 | NE 1983 | NE 1984 | NE 1985 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| LMI moy | 125.97 | 127.23 | 128.48 | 126.67 | 127.62 | 132.55 |
| sd | 5.86 | 6.21 | 5.66 | 6.01 | 4.88 | 4.15 |
| n | 38 | 13 | 40 | 49 | 29 | 33 |
| LMI mâles | | | | | | 134.17 |
| n | | | | | | 15 |
| LMI femelles | | | | | | 131.21 |
| n | | | | | | 18 |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | p=0.05 |
| SUBADULTES 1+ | NE 1980 | NE 1981 | NE 1982 | NE 1983 | NE 1984 | NE 1985 |
| LMI moy | 146.73 | 148.85 | 147.47 | 148.22 | 148.30 | 149.93 |
| sd | 4.27 | 5.38 | 4.45 | 4.60 | 5.01 | 4.24 |
| n | 44 | 20 | 55 | 63 | 54 | 33 |
| LMI mâles | | | | | | |
| LMI femelles | | | | | | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| ADULTES ≥ 2+ | NE 1980 | NE 1981 | NE 1982 | NE 1983 | NE 1984 | NE 1985 |
| LMI moy | 151.19 | 153.44 | 153.85 | 151.97 | 152.47 | 152.86 |
| sd | 4.85 | 4.25 | 4.60 | 4.52 | 5.08 | 4.88 |
| n | 72 | 63 | 68 | 110 | 88 | 80 |
| LMI mâles | | | | | 154.56 | |
| n | | | | | 27 | |
| LMI femelles | | | | | 151.56 | |
| n | | | | | 59 | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | p=0.01 | ns |

Tableau 6.VIII. Longueur des mâchoires inférieures des chevreuils tirés dans le canton de Neuchâtel (mm). LMI: longueur moyenne. ns: différence non significative ($p > 0.05$).

| FADNS 0+ | VD 1984 | VD 1985 | JU 1984 | JU 1985 | PL 1984 | PL 1985 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| LMI moy | 131.80 | 133.15 | 128.10 | 132.43 | 132.27 | 133.63 |
| sd | 4.64 | 4.62 | 2.65 | 3.83 | 4.66 | 5.07 |
| n | 27 | 22 | 3 | 6 | 24 | 15 |
| LMI mâles | | | | | | |
| LMI femelles | | | | | | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| SUBADULTES 1+ | VD 1984 | VD 1985 | JU 1984 | JU 1985 | PL 1984 | PL 1985 |
| LMI moy | 150.56 | 151.14 | 147.48 | 147.77 | 151.24 | 152.57 |
| sd | 5.31 | 3.88 | 5.97 | 2.50 | 4.71 | 3.67 |
| n | 52 | 16 | 13 | 4 | 36 | 11 |
| LMI mâles | | | | | | |
| LMI femelles | | | | | | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| ADULTES >2+ | VD 1984 | VD 1985 | JU 1984 | JU 1985 | PL 1984 | PL 1985 |
| LMI moy | 155.01 | 155.48 | 153.75 | 154.29 | 155.50 | 156.09 |
| sd | 5.30 | 4.95 | 4.78 | 4.00 | 5.58 | 5.12 |
| n | 108 | 46 | 23 | 11 | 78 | 30 |
| LMI mâles | | | | | | |
| LMI femelles | | | | | | |
| t - test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

Tableau 6.IX. Longueur des mâchoires inférieures des chevreuils tirés dans le canton de Vaud (mm). VD: Vaud; JU: Jura; PL: Plateau.

LMI: longueur moyenne. ns: différence non significative ($p > 0.05$).

Vaud :

Le tableau 6.IX contient les LMI moyennes des faons, subadultes et adultes des échantillonnages provenant du canton de Vaud.

Aucune différence significative entre mâles et femelles n'est constatée.

Vu la simplicité des résultats obtenus, évolutions des LMI dans les deux cantons et comparaisons entre régions sont données sur les mêmes figures (6.14 à 6.16).

c) Evolution de la LMI dans le canton de Neuchâtel

L'évolution de la LMI des faons est donnée sur la figure 6.14. Seule la hausse de 1985 est significative (+4.93 mm, $p=0.001$).

L'évolution de la LMI des subadultes est donnée sur la figure 6.15. Aucune différence n'est significative.

L'évolution de la LMI des adultes est donnée sur la figure 6.16. La hausse de 1981 est significative (+2.25 mm, $p=0.01$) comme la baisse de 1983 (-1.88 mm, $p=0.01$).

Afin d'établir si l'évolution des LMI de 1980 à 1985 est différente de 0 (cas de la stabilité), nous avons calculé les coefficients de corrélation des LMI en fonction des années. Les faons montrent une tendance à la hausse ($r=0.26$, $P=0.999$), de même que les subadultes ($r=0.16$, $P=0.99$). Dans le cas des adultes, les valeurs semblent rester stables ($r=0.03$, P non significatif).

En dernière analyse, nous avons calculé la LMI des adultes des générations 1980 et antérieures (a) et des générations 1981-1983 (b) (voir tab. 6.IV). La différence entre les deux groupes est significative (a : 152.99 mm, b : 151.79 mm, $p=0.01$).

d) Evolution de la LMI dans le canton de Vaud

Aucune différence significative n'a été constatée.

e) Comparaisons régionales

La figure 6.14 montre les valeurs des LMI moyennes des faons dans le Jura neuchâtelois, dans le Jura vaudois et sur le Plateau vaudois. La différence entre hautes valeurs (Plateau et Jura neuchâtelois en 1985) et basses valeurs (Jura neuchâtelois 1980 à 1984) est significative ($p=0.01$). La valeur Jura vaudois en 1985 n'est pas significativement haute ($p>0.1$).

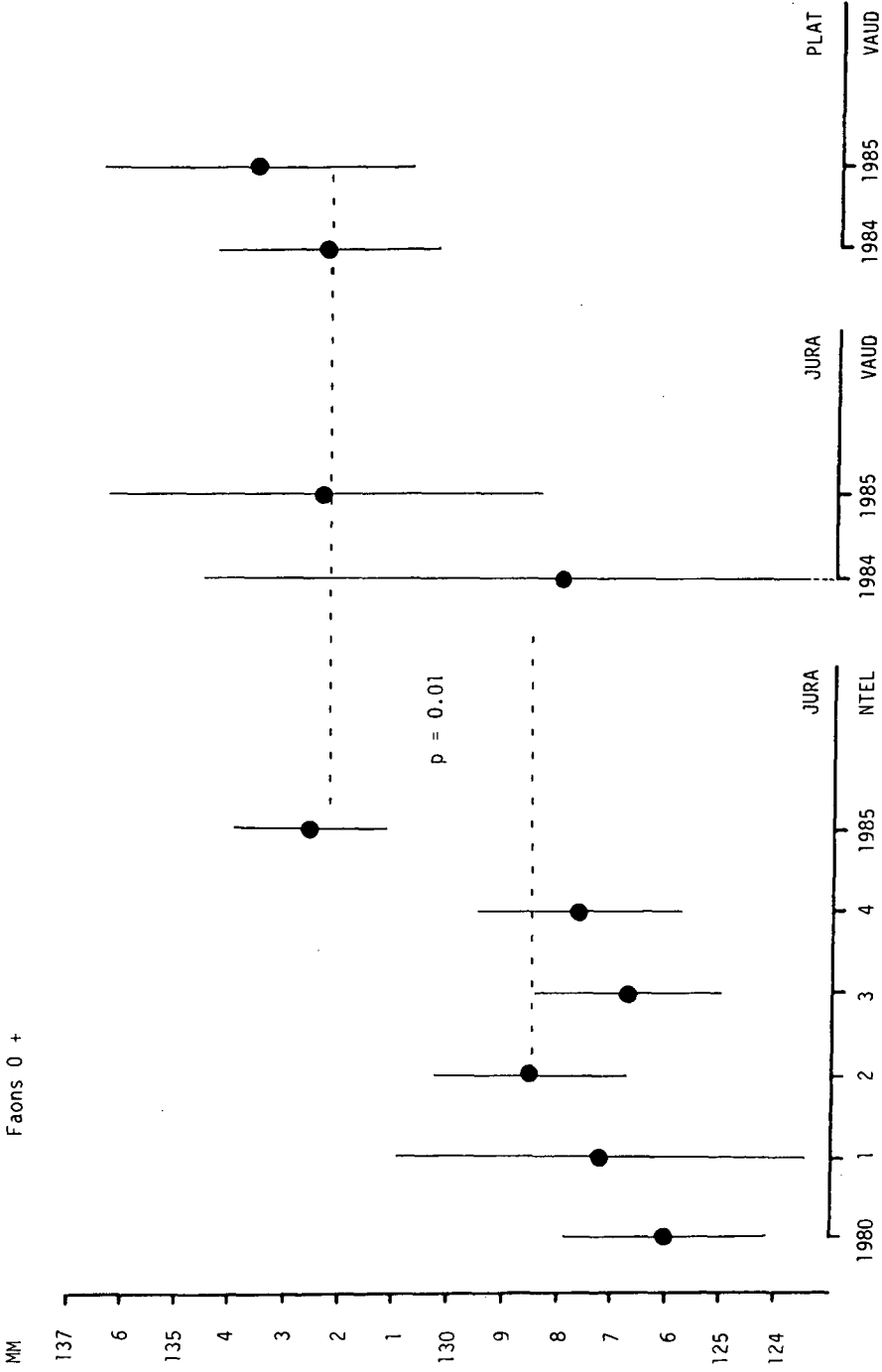


Fig. 6.14. Valeurs comparées de la LMI (après préparation) des chevreuils tirés dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Jura, Plateau). Verticales: intervalles de confiance des moyennes à $p = 0.05$. Horizontales: différences significatives.

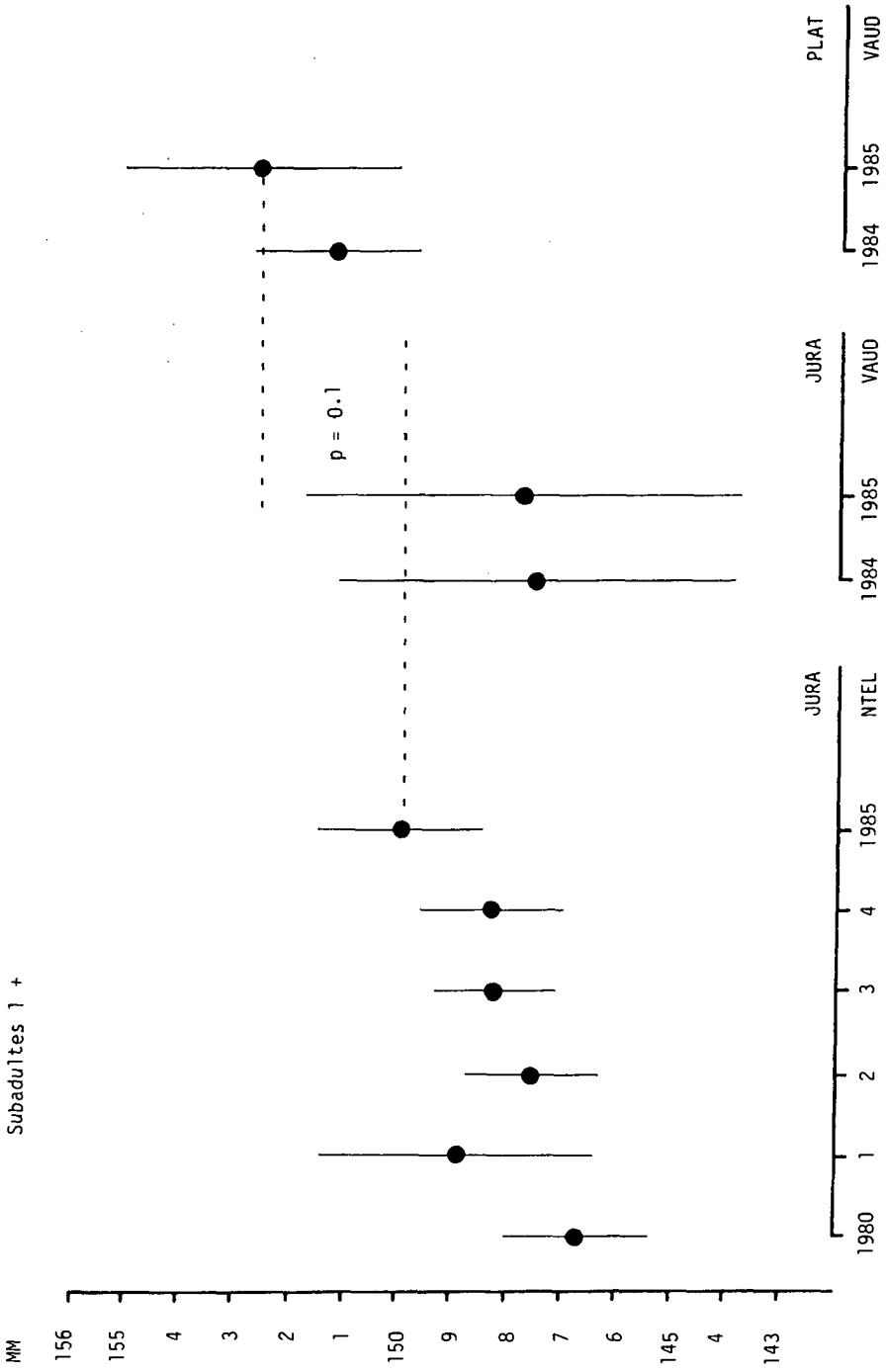


Fig. 6.15. Valeurs comparées de la LMI (après préparation) des chevreuils tirés dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Jura, Plateau). Verticales: intervalles de confiance des moyennes à $p = 0.05$. Horizontales: différences significatives.

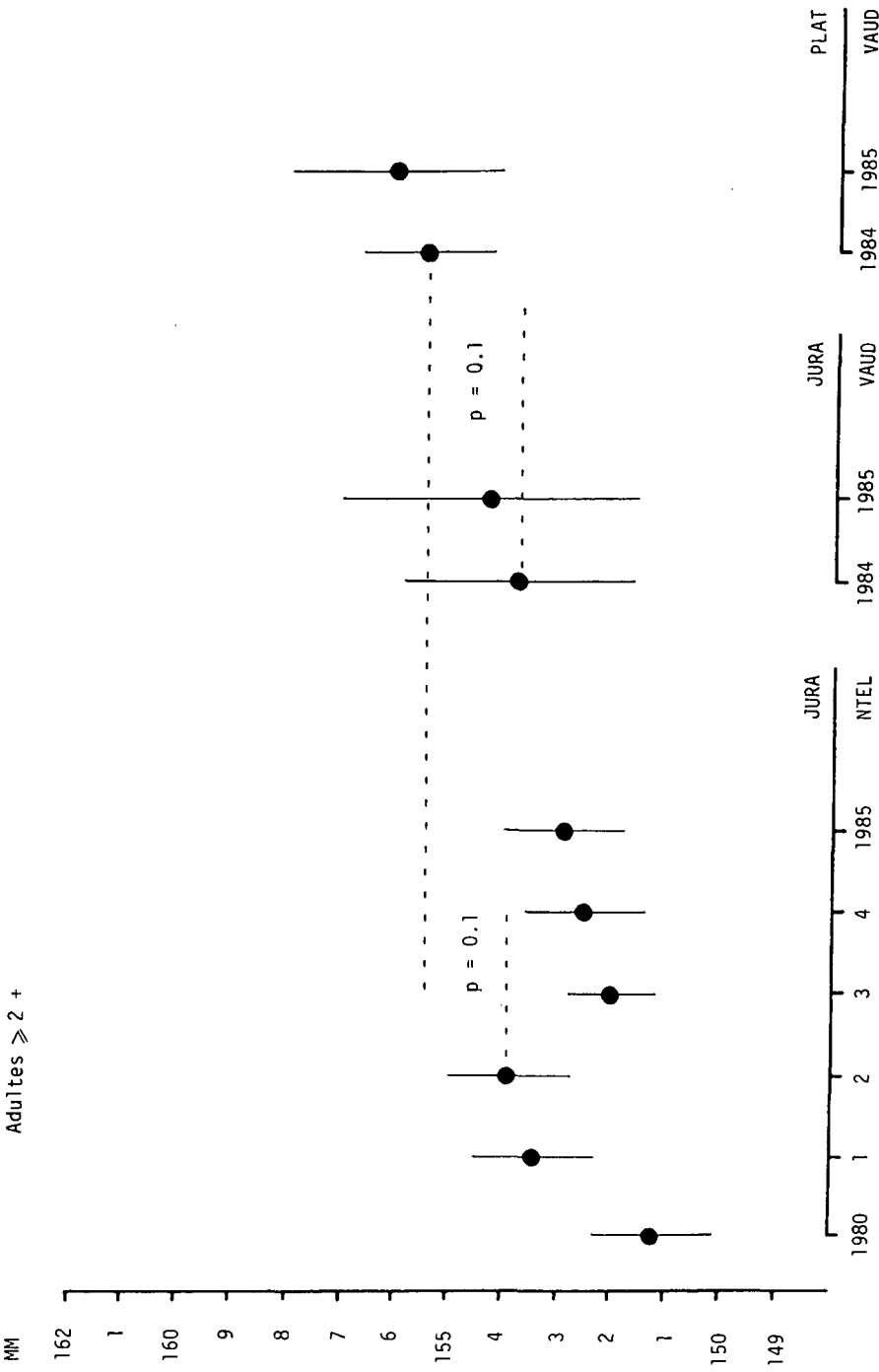


Fig. 6.16. Valeurs comparées de la LMI (après préparation) des chevreuils tirés dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Jura, Plateau). Verticales: intervalles de confiance des moyennes à $p = 0.05$. Horizontales: différences significatives.

La figure 6.15 montre les valeurs des LMI moyennes des subadultes. En 1985, le Plateau vaudois atteindrait une valeur plus élevée que le Jura neuchâtelois. Ce résultat n'est toutefois pas significatif au seuil de 5 % ($0.10 > p > 0.05$).

La figure 6.16 montre les valeurs des LMI moyennes des adultes. Les LMI du Plateau vaudois seraient plus élevées que celles du Jura neuchâtelois et vaudois (en 1984). Ces résultats ne sont toutefois pas significatifs au seuil de 5 % ($0.10 > p > 0.05$).

f) Valeur intrinsèque des échantillons

Analyse régionale :

Comme précédemment pour les poids, nous avons considéré la somme de nos échantillons neuchâtelois (1980 à 1985) selon les 11 zones de chasse. Classées par LMI moyennes décroissantes (tab. 6.V), ces régions montrent des différences significatives (tab. 6.VI) :

faons : LMI très basses dans la région 5.

subadultes : LMI élevées dans les régions 2, 10, 9, 8, 11, basses dans les régions 1, 6, 7, 3.

adultes : LMI élevées dans les régions 2, 10, 9, 8, 1, 11, basses dans les régions 4, 6, 3, 5.

Disposant de ce classement, un test d'homogénéité sur le nombre de données (χ^2 , zones LMI croissantes - années) était possible : il n'est significatif ni pour les faons ($0.2 > p > 0.1$), ni pour les subadultes ($p = 0.5$). En revanche, il est significatif ($p < 0.02$) pour les adultes : on constate en 1980 un léger surplus de matériel en provenance d'une zone à croissance faible, en 1984 au contraire un léger manque de matériel en provenance d'une zone à croissance faible, et en 1985 à la fois un manque de matériel d'une zone à croissance faible et un fort surplus de matériel d'une zone à croissance forte.

Nous avons cherché à estimer le biais maximal dû à cette répartition inégale. Nous avons donc retenu l'échantillon le plus divergent, celui de 1985, et tenté deux estimations :

- 1) En sortant de notre échantillon 1985 les deux zones en question, où le matériel n'est pas en quantité comparable aux autres années, la LMI moyenne devient, sur les 9 zones restantes, 152.49 mm. La LMI moyenne de l'échantillon complet était 152.86 mm. Le biais "contre le haut" est donc de 0.37 mm, ce qui est relativement faible.

Toutefois, le détail est le suivant : nous pensions dans cette estimation éliminer une zone "à LMI normalement faible" et une zone "à LMI normalement

forte" afin de mesurer le biais dû uniquement à l'inégalité de répartition des données. Or, ces zones les suivantes :

1 Montagne de Boudry LMI (80-85) : 153.63 mm

3 Chaumont LMI (80-85) : 150.79 mm

Les données éliminées de 1985 sont en fait les suivantes :

1 Montagne de Boudry LMI (85) : 154.08 (n=17)

3 Chaumont LMI (85) : 153.02 (n=5)

En 1985, la zone 3 n'est pas une zone "à LMI faible" puisque sa moyenne est supérieure à celle de l'échantillon complet. Le biais calculé, de 0.37 mm, est donc surtout attribuable au surplus de matériel de la zone "à LMI normalement forte".

- 2) Nous avons calculé la moyenne des (onze) LMI moyennes par zone, afin de diminuer l'effet des quantités de données, différentes selon les zones. Elle vaut 152.60 mm. Le biais "contre le haut" serait alors de 0.26 mm seulement.

Comme on le voit, ces inégalités de répartition n'ont pas un effet déterminant sur la moyenne. Le biaisage constaté est au maximum de 0.37 mm.

Comparaison aux animaux accidentés :

Plusieurs échantillonnages d'animaux accidentés ont été réalisés (tableau 6.VII), dont seuls les adultes ont pu être pris en considération (croissance terminée). Seule l'année 1983 (NE) montre une différence significative (chasse : 152.0 mm, accidents : 154.3 mm, $p=0.05$).

6.3.3. Relation entre les deux paramètres

Nous avons établi la relation Poids - LMI pour les différentes classes d'âge en regroupant les échantillonnages NE 1980 à NE 1985.

La corrélation entre les deux paramètres est hautement significative ($P=0.999$) pour chaque classe d'âge. Le coefficient de corrélation r ne vaut toutefois que 0.68 pour les faons, 0.50 pour les subadultes et 0.45 pour les adultes.

La liaison entre les deux paramètres n'est donc pas excellente. Il existe une certaine variabilité, qui augmente avec l'âge ("grands" adultes "légers", "petits" adultes "lourds").

6.4. Discussion

6.4.1. A propos du poids

L'interprétation d'observations sur un paramètre aussi élémentaire que le poids n'est en fait pas simple. Une littérature abondante montre à ce propos que de nombreux facteurs sont à considérer.

Deux différents déterminismes du poids ont été discutés par LOUDON (1979) et KLEIN et STRANDGAARD (1972). Pour le premier, l'habitat, au travers de la qualité de la nourriture (surtout la "ground flora"), détermine le poids atteint par les animaux. Pour les seconds, la densité de la population, indépendamment du milieu, détermine le poids, puisque les chevreuils atteignent de hauts poids même en milieux très pauvres.

Plusieurs travaux viennent renforcer l'un ou l'autre de ces fondements.

SAEGESSER (1966) trouve une corrélation entre le poids et l'index de lisières ("Wald-Feldgrenzenindex", longueur des lisières par unité de surface boisée [hm/ha boisé]). Par contre, il n'observe pas de relation entre le poids et les essences composant les différentes strates ou le substrat géologique. UECKERMANN (1957) estimait par contre ces deux derniers points comme importants et les incorporait dans son système d'évaluation des territoires. A. et J. VON BAYERN (1975) (et d'autres) ont démontré l'importance des ressources alimentaires en observant le poids des chevreuils après affouragement.

Le climat est aussi une variable de l'habitat. MOTTIL (1962) estime le poids fortement lié au taux de parasitisme, lui-même dépendant du climat. Des recherches sur le cerf ont montré l'importance de certains facteurs climatiques précis : la température au printemps détermine le poids des faons qui naîtront peu après (ALBON et al., 1983) et la température en hiver influence le poids des mâles adultes l'année suivante (64 % de la variance du poids, coût de la thermorégulation, CLUTTON-BROCK et ALBON, 1983). Les précipitations au printemps et en été (avril-juillet), en relation avec quantité et qualité du fourrage disponible, ont une importance secondaire (13 % de la variance du poids, CLUTTON-BROCK et ALBON, 1983). Mentionnons toutefois que ces résultats sont obtenus en conditions extrêmes (densité maximale et biotope non optimal).

Remarquons aussi la liaison entre le milieu et les dépenses énergétiques. LAGORY (1986) montre que les cerfs de Virginie passent "en milieu ouvert plus de temps à se nourrir, moins de temps à se déplacer et moins de temps en alerte que ceux en milieu forestier". Il conclut que "ces différences dans le comportement d'alerte suggèrent que les cerfs, dans la végétation dense, sont plus prudents que ceux en zones ouvertes".

Chez le cerf d'Europe, un rapport inverse du poids moyen et de la densité de la population a été mis en évidence par RADLER et REULECKE (1979). Ces auteurs ont analysé 17 ans de tirs de réduction, la densité de la population passant de 10.3 à 6.6 ind./km². Le rapport observé est de l'ordre de +1 kg / -1 ind., dans le cas des faons et des subadultes ("Rangkorrelation", analyse non paramétrique, classement en rangs, $0.72 < r_i < 0.78$, $p=0.01$). Les adultes n'avaient pas été suivis, vu la difficulté de la détermination exacte de l'âge et le problème de la non-représentativité des échantillons, eu égard au tir sélectif. REULECKE (1981) ajoute encore comme effet de ces tirs une modification dans la structure de la population et surtout une amélioration des trophées.

RADLER et HATTEMER (1982) concluent enfin par l'observation, en Allemagne, de poids différents selon les régions. Ils l'expliquent par trois facteurs : 1. l'action de l'environnement (dont le climat), 2. l'influence de la densité de la population (concurrence intraspécifique) et 3. la variation selon le type génétique (génotypes différents par l'isolement des populations : les populations éloignées tendent à se différencier, BERGMANN, 1976).

Concernant le chevreuil, ELLENBERG (1978) relève quant à lui que le poids dépend des deux complexes de facteurs que sont la qualité du biotope et la densité de la population. Il estime toutefois que le développement (donc le poids) des faons est particulièrement dépendant de la qualité du biotope alors que le poids des adultes serait, lui, plutôt influencé d'abord par la densité de la population.

Nos propres résultats dans le canton de Neuchâtel montrent une instabilité des poids moyens d'année en année. Dans le canton de Vaud, plusieurs résultats obtenus en 1985 diffèrent de ceux de 1984. Ces variations sont importantes, les différences statistiquement significatives allant de 0.75 à 2.34 kg. Elles ne sont pas dues à la variabilité intrinsèque des échantillons, due au sex-ratio ou à la provenance des données. Nous avons évalué cette variabilité, à l'aide de nos résultats, à 0.26 kg selon le sex-ratio (maximum constaté) et 0.43 kg selon la provenance (maximum constaté), soit un total de 0.69 kg. Cette variabilité intrinsèque est inférieure aux différences annuelles statistiquement significatives.

Les variations observées ne vont pas toujours dans le même sens : nous obtenons des différences à la hausse en 1981, 1982 et 1985 (dans les 2 cantons) et à la baisse en 1983 et 1984. Ces deux groupes d'années se différencient nettement par leur climat estival (fig. 6.17). Un déficit hydrique assez important est observable en 1983 et 1984 sur les mois de juin et juillet (64 et 11 % des précipitations normales (moyenne 1901-1960) en 1983, 44 et 43 % en 1984), suivi d'un surplus de précipitations en septembre (147% en 1983, 205% en 1984). Les faibles poids des faons et des adultes peuvent donc s'expliquer par un manque en fourrages disponibles en été, dû à la sécheresse (au sens strict en juillet 1983, pratiquement atteinte de juin à août 1984), qui se ressent

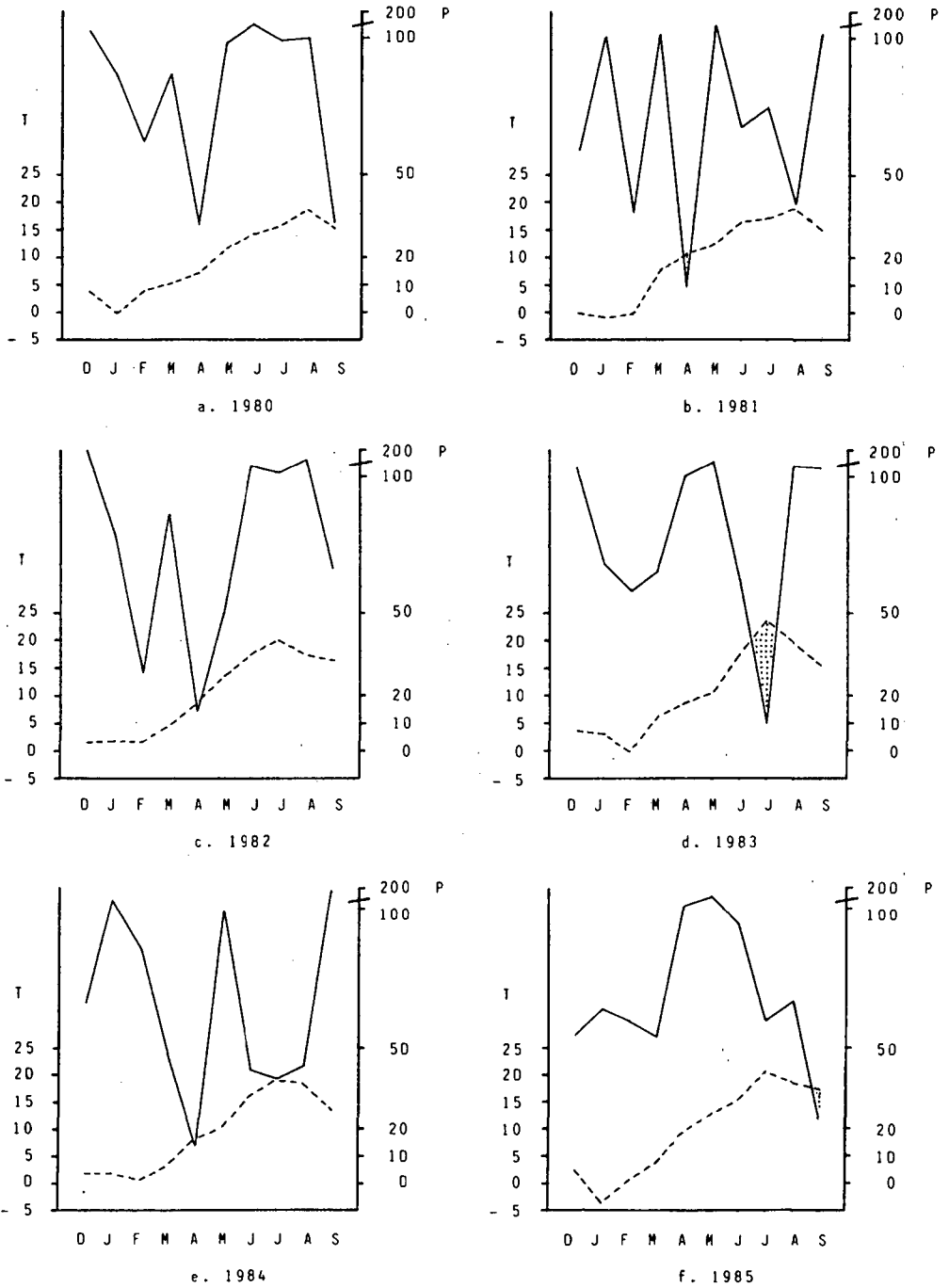


Fig. 6.17.a-f. Diagrammes ombrothermiques de Neuchâtel, de 1980 à 1985, entre saisons de chasse (de décembre (an préc.) à septembre). P, en continu: pluviosité (mm). T, en traitillé: température ($^{\circ}\text{C}$). Sécheresse (pointillés) lorsque $P_{mm} < 2 T_{oc}$ (selon GAUSSEN).

particulièrement dans les sols calcaires du Jura. Toutefois, il faut bien constater que les subadultes ne montrent pas ces variations (aucune différence de 1980 à 1984, NE). De même, les chèvres adultes ont leur poids le plus faible en 1983 et 1984 (NE), mais aucune différence significative n'apparaît depuis 1980.

Les réactions aux facteurs de l'environnement seraient donc le plus observables chez les faons et les mâles adultes, comme pour le cerf. CLUTTON-BROCK et ALBON (1983) trouvent une corrélation entre poids et température hivernale car, expliquent-ils, cette période survient juste après le rut, où une grande mobilisation des réserves a eu lieu chez les mâles. C'est donc là une période sensible. Pour le chevreuil, avec le rut en juillet-août, on se trouve peut-être en face d'un phénomène semblable. ELLENBERG (comm. pers.) cite notamment l'influence des "années à faînes" et du rut précoce (étés humides) sur le poids des brocards.

La position basse dans la hiérarchie sociale peut expliquer les réactions moindres des subadultes, soumis à des facteurs plus uniformes, résidants dans des biotopes moins sensibles (ELLENBERG, comm. pers.).

Quant aux faons, leur croissance peut être indirectement ralentie, la période de sécheresse pouvant affecter la lactation des mères (besoins énergétiques maximaux durant la lactation).

Signalons encore que les poids, sur constats de tir, indépendamment de l'âge, sont connus depuis 1942 dans le canton de Neuchâtel (BLANT et al., 1982b). De fortes variations des poids moyens apparaissaient entre 1942 et 1980, à la hausse ou à la baisse. Les différences annuelles ont atteint jusqu'à 1.12 kg. Ces variations étaient sans doute aussi liées à des facteurs climatiques.

Une relation avec la densité de la population est plus difficile à établir. Dans le canton de Neuchâtel, la densité a passé de 1980 à 1985 d'environ 20 à environ 10 ind./km² (ch. 3). Dans le canton de Vaud, la diminution 1984-85 pourrait avoir été de l'ordre de 15 à 22 % (ch. 3). En regard de ces baisses, on constate, dans le canton de Neuchâtel, une tendance à la hausse chez les faons et dans l'évolution globale des poids (sexes et âges confondus) alors que dans le canton de Vaud, ce sont les poids des subadultes et des brocards adultes qui paraissent en hausse.

A nouveau, faons et brocards se révèlent les plus sensibles. ELLENBERG (1978) a montré l'importance, pour le développement des faons, de facteurs écologiques dépendants de la densité (position sociale de la mère, biotope d'élevage) et des conditions alimentaires (poids de la mère). Dans notre cas, on remarquera que le poids des chèvres n'évolue pratiquement pas jusqu'en 1984. En revanche, la hausse de 1985 s'accompagne d'une hausse du poids des faons. On peut donc supposer une amélioration des

conditions de la reproduction (biotopes d'élevage, allaitement, etc...), due à la diminution de la densité.

Dans le Jura vaudois, on constate une forte hausse du poids des faons. Dans le même temps, par contre, le poids des chèvres paraît être à la baisse (non significatif). Ce cas va à l'encontre de l'hypothèse précédente, mais est statistiquement non assurée. Il est possible qu'il soit tout simplement fortuit, le poids moyen des femelles n'étant calculé, en 1985, qu'à partir de 6 individus.

Le calcul du poids moyen effectué sur les adultes des générations antérieures ou égales à 1980 et postérieures à 1980 montre une légère différence entre les deux groupes. La moyenne des générations postérieures à 1980 est (curieusement par rapport à la densité) plus faible de 0.3 kg. BUBENIK (1984) donne toutefois, le poids adulte étant atteint à 2½ ans, les poids maximaux généralement entre la 5ème et la 7ème année. La différence que nous constatons doit donc provenir de l'absence, dans l'échantillon postérieur à 1980, des chevreuils de cet âge (comporte seulement des individus de 2 à 4 ans, tableau 6.IV).

Nous rappellerons en dernier lieu que l'étude des poids entre 1942 et 1980 dans le canton de Neuchâtel nous avait déjà permis de supposer une relation inverse poids moyen - densité de la population (BLANT et al., 1982b). Une augmentation de la densité s'était en effet accompagnée d'une diminution du poids moyen et, surtout, de la disparition dans les constats de tir des animaux de haut poids (jusqu'à 31.5 kg, ½-vidés, ou 39 kg, pleins).

HOFMANN (1981) relate par contre un tir de réduction en Basse Bavière où une population d'un millier d'individus (13.6-13.9 kg en moyenne) a été ramenée à 120-150 individus. Il constate dans cet exemple que, contrairement aux attentes, le poids n'a pas évolué. L'auteur n'explique malheureusement pas comment le tir s'est effectué (en combien de temps) ni comment les effectifs ont été évalués.

Dans notre cas, en revanche, les tirs plus intenses sont accompagnés d'une évolution favorable du poids. On notera toutefois que

- les faons montrent une évolution favorable dans le Jura neuchâtelois, mais pas sur le Plateau vaudois,
- les subadultes (en principe non encore territoriaux, animaux de "snack-bars", PRIOR, 1981) montrent une évolution sur le Plateau vaudois, mais pas dans le Jura,
- les adultes, territoriaux, montrent des différences surtout chez les brocards.

Ces réactions différentes selon l'âge et le sexe nous permettent d'émettre l'hypothèse suivante. Il nous paraît peu probable que les ressources alimentaires aient beaucoup

évolué durant la période considérée. Par contre, à densité inférieure, nous pouvons supposer que c'est une nouvelle distribution des territoires, différente, qui permet une augmentation du poids. La tendance à la hausse observable chez les faons du Jura neuchâtelois notamment, incite à penser à l'abandon de territoires d'élevage défavorables, autrefois occupés.

Toutefois, toutes les différences observées n'abondent pas dans ce sens. Il s'agit sans doute d'une évolution relativement lente, qui peut de plus être masquée par des variations annuelles dues au climat. Afin d'évaluer un rapport densité - poids (sous des conditions données de l'environnement), comme RADLER et REULECKE (1979), un suivi sur de nombreuses années s'avère nécessaire.

L'analyse des données au niveau régional complète encore de façon notoire les résultats obtenus jusqu'ici. Le développement des faons en été peut être égal dans le Jura et sur le Plateau (hautes valeurs NE 1982 et 1985, PL 1984 et 1985). En revanche, subadultes et adultes sont ensuite généralement plus lourds sur le Plateau. Cette différence est difficile à attribuer à première vue à un ou l'autre facteur. Nous en sommes réduits à formuler quelques hypothèses. Aucune donnée fine ne nous permet de comparer les densités dans ces territoires. Considérant toutefois les densités de 20 à 10 ind./km² boisé (1980-85) dans le canton de Neuchâtel et de 20 à 15 ind./km² boisé (1983-85) sur le Plateau vaudois (résultat comprenant de possibles concentrations, par ex. Bois de Suchy, GETAZ, 1984), la différence réelle ne doit pas être très grande. Nous devons alors admettre une influence du complexe "qualité du biotope" (ELLENBERG, 1978), entre autres du climat, contraignant les chevreuils du Jura à une alimentation peu digestible prolongée au printemps, différence qui n'est pas rattrapée au cours de l'été. Ce résultat diffère de celui de STOCKER (1984) qui trouve des poids (pour les brocards >1+) égaux sur le Plateau, dans les Préalpes et dans les Alpes. Notons bien, à ce propos, que les données des Préalpes vaudoises (ch. 3) montrent des densités (concentrations ?) moins grandes que dans le Jura, différence certainement non négligeable.

Le canton de Neuchâtel en soi montre des différences régionales significatives. Les Montagnes neuchâteloises produisent en moyenne des chevreuils plus lourds (tab. 6.V et 6.VI). On remarquera que les densités y sont plus faibles (ch. 3) que dans le reste du canton. Au Danemark, STRANDGAARD (1978) trouve les brocards les plus légers dans les régions les plus riches, mais où la densité est élevée, et donc la concurrence alimentaire en hiver plus forte.

Des différences d'ordre génétique (comme dans le cas du cerf, RADLER et HATTEMER, 1982) paraissent enfin exclues dans notre cas (voir ch. suivant).

Nous concluerons ici en relevant encore que les moyennes de poids obtenues (adultes, ent. éviscérés, NE, min. 16.28 kg, max. 17.30 kg; VD, min. 17.72 kg, max. 18.54 kg) témoignent d'une relation population - ressources alimentaires assez équilibrée. UECKERMANN (1982) donne sa classification des densités sur la base de poids de 13.2-14.1 kg pour les milieux "pauvres", 14.8-16.3 kg pour les milieux "moyens" et 17.4-20.0 kg pour les "bons" milieux. ELLENBERG (1977) donne des poids limites observés (poids vifs) de 12 à 22-25 kg, voire 27 kg ! La situation fréquente de déséquilibre (surpopulations) aurait amené en Allemagne à des poids de seulement 15 kg éviscéré. Il estime comme optimum 25 kg (18 kg éviscéré), ce qui nous paraît plutôt élevé. LIENHARD (1982) donne les valeurs "modèles" pour le canton d'Argovie (23 chevreuils/km²) suivantes :

| | | |
|--------------|-----------------------|----------------------|
| Adultes : | brocards 18.5-20.0 kg | chèvres 18.0-19.5 kg |
| Subadultes : | brocards 15.5-17.0 kg | chèvres 15.0-16.5 kg |
| Faons : | 11.5-13.0 kg | |

Sans être particulièrement élevées, les valeurs que nous avons obtenues ne sont pas loin de ces valeurs "modèles".

6.4.2. A propos de la longueur de la mâchoire inférieure (LMI)

Contrairement au poids ou autres indices de condition, qui représentent une vision instantanée de la relation de l'animal à son environnement, les indices de constitution, comme les dimensions squelettiques, se réfèrent à une plus longue période de la vie de l'animal : sa croissance, de la naissance à l'âge adulte.

C'est se référer à une controverse très animée que de consulter les données de la littérature concernant la LMI. EISFELD et ELLENBERG (1974, 1975) ont émis des propositions de gestion basées sur des critères qualitatifs. Il s'agissait de changer les fondements des plans de tir : remplacer les comptages de valeur précaire par l'examen du gibier abattu. Les mesures anatomiques devaient alors indiquer l'état de la relation de la population à son milieu, de juger en résumé des états d'équilibre ou de surpopulation.

Il faut tout de même savoir que la chasse au chevreuil en Allemagne est loin d'être satisfaisante : aux problèmes des difficultés des recensements s'ajoute celui des propriétaires de chasses, qui pratiquent une sous-utilisation de leur gibier, parfois en falsifiant sciemment leurs tableaux de chasse (UECKERMANN, 1985).

Les recherches menées par EISFELD (1976, 1979) et ELLENBERG (1974b, 1975, 1977, 1978, 1984) montrent la dépendance de la

taille corporelle des facteurs écologiques de deux complexes: le biotope et la population elle-même. Ces auteurs démontrent qu'outre permettant la détermination de l'âge, la mâchoire inférieure, par sa longueur, est un véritable indicateur de la croissance osseuse. Les mesures crâniennes sont en effet hautement corrélées entre elles et les chevreuils étudiés ont montré la même allométrie (même comportement des mesures dans différentes populations étudiées, ELLENBERG, 1974b). De plus, EIBERLE (1965) constatait un autre avantage de la LMI, sa faible variabilité, par comparaison à d'autres mesures de condition ou de constitution. Il estime donc qu'elle est adaptée comme paramètre de qualité.

La question fondamentale de cet indice se trouve en définitive dans la causalité des différences observables. HERZOG, HOFMANN et KOENIG (1977a, b) pensent que le génotype est le facteur primordial et que des décennies de gestion bornée en Allemagne ont appauvri la "substance génétique" de base des populations. Mais MEUNIER (1975, in VON BAYERN) puis à nouveau HERZOG (1978) montrent toutefois au travers de la population de chevreuils du Comte de Bavière que le génotype est entier, qu'une gestion idéale (dans ce cas par affouragement) permet d'améliorer la croissance jusqu'"au type à long crâne d'Europe de l'Est". Pour ELLENBERG (1977), les facteurs génétiques sont secondaires puisqu'indépendamment de la constitution des parents, des faons bien alimentés ont une croissance rapide.

MAYR (1974) définit les écophénotypes comme provenant de modifications édaphiques ou d'autres facteurs écologiques, donc de variations non génétiques. Il ajoute quant "au passage de ces modifications dans le patrimoine génétique" qu'il s'agit là "d'une interprétation lamarckienne qui non seulement n'a jamais pu être prouvée, mais est réfutée par la génétique moléculaire". Des écophénotypes sont mentionnés par KLEYMANN (1976) pour le cerf en Allemagne, où des populations sont isolées et tendent à se différencier.

En fait, les limites de la variation (d'un caractère) sont fixées génétiquement (STUBBE, 1971). Dans le cas de la LMI, l'exemple de la population du Comte de Bavière montre une augmentation de 152.7 à 159.8 mm, par le nourrissage (MEUNIER, 1975, in VON BAYERN). Pour cette même population, ELLENBERG et EISFELD (1977), qui l'ont étudiée jusqu'en 1974, mentionnent une augmentation de 7 mm en 12 ans :

| | | |
|---------|-------------|----------|
| 1957-62 | | 153.1 mm |
| 1963-65 | nourrissage | 155.6 mm |
| 1974 | | 160.4 mm |

Un tel phénomène - allongement facial, c'est-à-dire de la moitié antérieure du crâne seulement - est d'ailleurs connu chez les mammifères en général (MEUNIER). HERZOG (1978) conclut sur ce cas que le facteur ressources alimentaires

était décisif dans le sens qu'il favorisait le type génétique de forte taille.

Dans le cas que nous avons observé, nous nous sommes retrouvés confrontés en fait au problème de savoir si le tir de réduction, par diminution de la concurrence et diminution de la pression ("Verbissbelastung") sur le potentiel alimentaire, allait provoquer une évolution de la qualité des individus similaire à l'exemple de l'affouragement. Nos résultats sur la LMI font en fait apparaître des tendances évolutives plus nettes que dans le cas du poids.

On remarquera tout d'abord que la variabilité intrinsèque des échantillons est très faible. Nous avons pu l'évaluer, d'après nos résultats, à 0.59 mm selon le sex-ratio (maximum constaté) et à 0.37 mm selon la provenance (maximum constaté), soit un total de 0.96 mm. Cette variabilité est bien inférieure aux variations significatives que nous avons constatées.

Nos résultats dans le canton de Neuchâtel concernant les faons montrent les mêmes tendances évolutives que pour le poids, ce qui est bien normal. Toutefois, l'amplitude du phénomène diffère : nous obtenons une différence particulièrement importante en 1985, de l'ordre de 5 mm. Ce résultat est extrêmement démonstratif. La corrélation LMI - années étant bonne chez les faons, elle permet de supposer une étroite liaison LMI - densité. Or, nous pourrions de fait observer une relation pratiquement linéaire LMI - années (fig. 6.14), s'il n'y avait les années 1983 et 1984, à croissance très défavorable. Comme pour le poids, nous retrouvons donc l'effet du climat estival très sec de ces deux années (fig. 6.17).

Nos résultats concernant les subadultes montrent une augmentation légère et plus uniforme au cours des années. Les variations sont faibles et statistiquement non significatives, mais la corrélation LMI - années est relativement bonne. Notons aussi qu'il faut attendre le résultat de 1985 pour dépasser légèrement la longueur moyenne des individus de la collection QUARTIER de 1954.

Nos résultats concernant les adultes sont en revanche plus complexes. En effet, l'évolution est ici pratiquement contraire aux deux premières classes d'âge. L'analyse des générations montre que celles d'après 1980 donnent en moyenne une LMI plus courte (différence significative). Ce sont des animaux de 2, 3 et 4 ans (tab. 6.IV) formant les échantillons adultes 1983 à 1985. Nous avons alors effectué l'analyse des cohortes, à titre indicatif seulement, puisque la précision de la méthode de détermination de l'âge (+ / - 1 an dès 2+) l'exclut en principe :

| cohorte (nés en) | n | croissance terminée, LMI obtenue |
|---------------------|----|-------------------------------------|
| 1975 | 7 | 153.14 |
| 1976 | 18 | 152.83 |
| 1977 | 43 | 153.53 |
| 1978 | 67 | 152.25 |
| 1979 | 55 | 153.71 |
| 1980 | 66 | 151.76 |
| 1981 | 83 | 151.46 |
| 1982 | 58 | 151.33 |
| 1983 | 36 | 153.28 |

On constate à la lecture de ces chiffres qu'absolument aucune tendance évolutive ne s'en dégage. On en retirera simplement que les individus des années 1980 à 1982 sont "faibles".

Nous devons ici faire une remarque sur un cas particulier, celui du brocard NE 1317. Capturé comme faon en automne 1984 (Les Bayards), dans un enclos d'où il ne pouvait plus sortir, il fut muni d'un collier-émetteur et relâché aux alentours du lieu de capture. Sa mère, ressortie de l'enclos par ses propres moyens, devait se trouver dans les environs. Ce jeune brocard ne l'a toutefois pas rejoint et a passé l'hiver entièrement seul. Tué à la chasse en automne 1985, sa constitution était faible (LMI : 144 mm) et sa condition également (poids : 15.5 kg et bois : en boutons de 1 et 2 cm). Ceci nous amène à considérer le fait suivant : il est probable qu'un faon seul ait une croissance plus ralentie qu'un faon conduit par sa mère durant l'hiver, le manque de maturité induisant des dépenses énergétiques plus élevées. En faible densité, il est possible qu'un plus grand nombre de faons subsistent seuls, sans mère de remplacement, qu'en forte densité. Une telle hypothèse expliquerait la constitution moyenne significativement inférieure des adultes des générations d'après 1980.

En dernier lieu, la comparaison à la collection QUARTIER montre qu'en 1954 la taille adulte des chevreuils n'était guère différente de celle actuelle. Le seul point de comparaison dont nous disposons est qu'à cette époque la densité de la population devait être élevée, puisque des tirs très importants ont eu lieu de 1957 à 1962 (BLANT et al., 1982a).

La comparaison entre les régions montre une différence fondamentale dans la croissance. Pour les faons, en octobre, elle est inférieure (NE 1980-84) ou égale (NE 1985) dans le Jura, par rapport au Plateau. Puis, pour subadultes et

adultes, la croissance paraît toujours inférieure dans le Jura. Comme dans le cas du poids, les contraintes alimentaires dues au climat doivent en être responsables. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse qu'il existe des paliers (maxima) de croissance différents suivant les conditions de l'environnement (ressources alimentaires et climat). Il s'agit donc d'une variation géographique. MAYR (1974) mentionne que "la taille est le caractère qui se montre le plus sujet à la variation géographique" et que "le phénotype de chaque population locale est très précisément ajusté pour répondre exactement aux exigences de l'environnement local".

Reste l'effet supposé de la densité. Dans le canton de Neuchâtel lui-même, on remarque cette fois la meilleure croissance à la fois dans les Montagnes et dans deux zones littorales : le Littoral au sens strict et la Montagne de Boudry. La densité de chevreuils dans ces régions est basse à moyenne (ch. 4, tab. 4.I).

ROUCHER (1981) donne des longueurs moyennes de mâchoires (individus adultes) de 158 mm en gén. pour la France, 160 mm pour l'Angleterre, 152-155 mm pour l'Ecosse et 157 mm pour le canton de Thurgovie. Dans les populations plus faibles viennent la Tchécoslovaquie avec 155 mm, les Vosges avec 153-155 mm et l'Allemagne (RFA) avec 151 mm seulement. Il met ces mesures en relation avec le type de tir pratiqué : tir régulateur ou aléatoire (donnant de longues mâchoires) ou tir sélectif (donnant de courtes mâchoires). Il en conclut toutefois un rapport avec la densité des populations: le tir sélectif doit laisser en place une population beaucoup plus importante pour qu'on ait la possibilité d'effectuer un choix.

Pour MARTINI (1981), on aurait par contre simplement une abondance relative plus ou moins élevée d'un type à crâne long ou d'un type à crâne court, génétiquement fixés. Il estime que si l'environnement était le seul déterminant, on devrait toujours trouver des LMI élevées avec de hauts poids et d'excellents trophées : ce n'est bien sûr pas le cas. Mais tous les exemples que nous avons déjà cités corroborent la relation densité-ressources alimentaires-taille corporelle et démentent l'hypothèse de MARTINI.

ROUCHER et al. (1985) signalent encore un exemple de tirs accrus (340 % durant 1982-84) où les LMI moyennes n'ont montré aucune évolution (ni les poids). Ils en concluent que la relation population - environnement n'a pas évolué, notamment à cause de mesures d'aménagement, pour augmenter les ressources alimentaires, qui n'ont pas été réalisées. Ce point est important, car il s'agit d'un territoire pauvre (pessière) des Vosges, où la sécheresse des années 1983 et 1984 n'aura pas aidé la couverture végétale à se régénérer.

Dans les résultats que nous avons obtenus, la liaison LMI - densité est évidente dans certains cas seulement. L'amélioration des conditions de croissance des faons témoigne pour une moindre occupation des biotopes

défavorables pour l'élevage des jeunes (p. ex. côtes exposées au Nord, KURT, 1968a). L'hypothèse d'une distribution nouvelle des territoires, que nous avons formulée à propos du poids, reste donc valable.

Nous ne pouvons en revanche que constater que, pour les adultes, une relation LMI - densité apparaît comme complexe. Il faut se rappeler ici que le tir de réduction effectué a porté sur les années 1980 et 1982-83. Les individus des cohortes 1980 à 1982 étant faibles, on peut penser que la réduction de 1980 à elle seule n'a pas eu un effet déterminant. De plus, la croissance est mauvaise au départ pour les années 1983-84. Enfin, il est possible, à basse densité, que des faons passent seuls l'hiver après la chasse, leur croissance étant alors ralentie. Le cumul de ces phénomènes peut masquer une évolution favorable des conditions de croissance, au niveau du complexe "densité de population".

On voit à l'aide des exemples cités et de nos résultats que la LMI ne peut pas être utilisée comme indicateur direct, brut, de la densité des populations (BLANT, 1985). Mais par contre, ses variations témoignent clairement pour un indicateur biologique du bien-être ("Wohlbefinden") de la population dans son milieu, de son ajustement ou non aux ressources alimentaires, sous certaines conditions données (climat notamment). Nous pouvons supposer qu'il existe selon les conditions externes certains paliers maximaux de croissance que les animaux atteignent lorsqu'ils ne se font pas concurrence. Ces paliers ne sont pas atteints si la densité de la population est trop élevée, ou si des conditions climatiques exceptionnellement contraignantes surviennent.

6.4.3. A propos des paramètres de qualité

Nous avons émis l'hypothèse à la base de notre travail que le poids des animaux, en tant que critère de condition physique, était corrélé avec les réserves de graisse (hypothèse 1). Nos résultats montrent des coefficients de corrélation poids-LMI de 0.45 à 0.68, soit pas particulièrement élevés. Nous pouvons donc admettre que le poids ne dépend pas que de la taille obtenue durant la croissance, mais aussi d'autres facteurs inhérents à la qualité de l'animal à la période de chasse en automne, comme les réserves de graisse. CLUTTON-BROCK et ALBON (1983) trouvent une corrélation chez le cerf entre poids et densité chez les mâles, et l'expliquent par l'exceptionnelle mobilisation des réserves de graisses pour le rut et la thermorégulation en hiver. BUBENIK (1984) estime que le poids plus ou moins bas en fin d'hiver dépend de l'état corporel au mois de décembre, donc de l'importance des réserves. Toutefois, comme RINEY (1955), nous constatons que nous ne pouvons utiliser le poids que comme indicateur grossier des réserves totales de graisse.

Notre deuxième hypothèse - la LMI représente les conditions

(alimentaires) de croissance et ne dépend pas de la date de la naissance - peut se discuter par les données de la littérature et nos résultats. ELLENBERG (1978) mentionne l'alimentation comme facteur de vitesse de croissance, un déficit alimentaire provoquant un ralentissement (il ajoute que ce phénomène est connu chez les bovidés, au niveau de la croissance des cornes). Il estime (ELLENBERG, 1984) en outre la croissance des faons forte (en poids, de 100g/jour) jusqu'à fin septembre, puis un ralentissement et une stagnation à la fin de l'automne et en hiver (même si les conditions alimentaires sont excellentes). Aussi, des naissances particulièrement tardives pourraient être à l'origine d'une constitution relativement faible en octobre. Les différences entre les dates moyennes annuelles des mises bas sont de 12-14 jours chez ELLENBERG (1978) ou 13-24 chez STRANDGAARD (1972a). La revue des faits par ELLENBERG fait apparaître les phénomènes suivants : les mises bas auraient lieu plus tardivement au Nord et en altitude; l'alimentation de la mère est particulièrement importante le dernier mois de portance; la durée totale de la portance est plus ou moins grande selon l'année, la date de mise bas correspondant à la phénologie de la végétation (observations par rapport au débourrement des hêtres).

Nos résultats d'analyse régionale (tab. 6.V et 6.VI) montrent toutefois des LMI moyennes de même valeur pour des zones de plaines ou de montagnes, donc de climats différents. Nous voyons donc mal le climat, au travers de son influence sur les dates de mise-bas, comme cause des différences annuelles constatées. Seule une croissance plus ou moins ralentie durant l'été peut expliquer ces différences.

La représentativité de nos échantillonnages - hypothèse 3 - a été testée dans le canton de Neuchâtel, par rapport aux poids de l'ensemble des animaux tirés (constats de tir). Aucune année n'a montré des répartitions échantillon - population chassée significativement différentes (ch. 6.3.1). Concernant la LMI, un test d'homogénéité a montré un résultat significatif dans le cas des adultes (ch. 6.3.2). Toutefois, les biais, dus au sex-ratio ou à la provenance, que nous avons pu évaluer, sont bien inférieurs aux différences significatives obtenues. Nous pouvons donc admettre que nos échantillonnages sont comparables d'année en année.

Le fait qu'ils représentent la population sur pied - hypothèse 4 - est plus difficile à vérifier. Dans ce but, les échantillonnages d'animaux accidentés (Neuchâtel ou Galli-Valerio, tab. 6.VII) ont été comparés aux échantillonnages provenant de la chasse, dans le cas des adultes (croissance terminée). Pour la seule comparaison de poids que nous avons pu effectuer (Vaud 1983), la différence obtenue n'était pas significative. Quant à la LMI, les moyennes de 7 échantillons d'animaux périss hors chasse ont été comparées aux moyennes des échantillons d'animaux chassés. La différence était significative uniquement entre les échantillons neuchâtelois de l'année 1983. Cette

différence nous paraît fortuite, car les valeurs moyennes obtenues les autres années pour les animaux péris hors chasse étaient tantôt inférieures, tantôt supérieures à celles des animaux chassés.

Nous estimons donc que nos échantillonnages des tableaux de chasse sont dans l'ensemble représentatifs des populations sur pied. DOWNING (1980) mentionne la complexité, chez les animaux gibier, de l'obtention d'échantillons représentatifs des populations. Il admet toutefois que des biais, s'ils sont répétitifs, n'entravent pas la comparaison des échantillons.

7. CONCLUSIONS

7.1. Remarques sur l'obtention des données

a) Observation directe de la reproduction

Le nombre d'observations à la période II (septembre) est assez grand si l'on considère le taux de reproduction moyen, avec les trois ans d'étude regroupés. Par année, les nombres d'observations sont petits et donnent un niveau de signification insuffisant ($p=0.1$) aux différences observées. Nous devons, à ce sujet, faire les deux remarques suivantes :

- 1) L'observation à cette période est malaisée. Les gagnages herbeux sont aussi importants sous le couvert forestier. En milieu "ouvert", en plaine, les cultures sont hautes et constituent des refuges pour les animaux, en cas de dérangement. En montagne, les difficultés sont tout aussi grandes : la visibilité est faible dans les pâturages boisés, les conditions météorologiques rendent souvent souvent l'observation impossible.

L'observabilité des chevreuils à cette période est donc faible et la méthode utilisée a un rendement assez bas. Les résultats obtenus sont de plus partiels : ils couvrent de manière irrégulière la surface du canton de Neuchâtel. Un inventaire de quelques zones témoins, plus restreintes, aurait sans doute donné de meilleurs résultats.

- 2) Par rapport à la méthodologie stricte que nous avons développée, nous n'avons pu qu'effectuer les estimations des taux de reproduction à l'aide de nos propres résultats seulement. Toutefois, les observations des gardes-chasse permanents du canton de Neuchâtel les confirment partiellement : 1.31 faon/Femelle suitée en 1984 ($n_2=35$) et 1.46 en 1985 ($n_2=26$). Nos propres résultats étaient respectivement 1.33 ($n_2=30$) et 1.60 ($n_2=25$). Les différences ne sont pas significatives. Nous avons malgré tout renoncé à intégrer ces résultats aux nôtres, à cause du manque de données des gardes au sujet des chèvres seules. Toutefois, lorsqu'on le fait pour les chèvres suitées, la différence 1984-1985 devient alors significative à $p=0.05$.

b) Echantillonnages réalisés sur les animaux chassés

L'évolution des paramètres - poids et LMI - permet de supposer une relation entre densité, condition et constitution. Il faut toutefois reconnaître que l'image obtenue n'est pas nette. Nous devons à ce propos faire les remarques suivantes :

- 1) Le poids, en tant que paramètre de condition, est une mesure grossière (RINEY, 1955). Mais elle a l'avantage d'être extrêmement bien documentée dans le canton de Neuchâtel puisque tous les chevreuils tirés sont pesés. De meilleures mesures de la condition, comme l'index rénal de réserves de graisse ou l'index de graisse sous-cutanée (BUCHLI, 1979), se heurtent d'une part au problème de la réalisation de l'échantillonnage (difficulté d'obtenir des reins) et d'autre part à celui de la représentativité de l'échantillonnage (difficulté d'échantillonner "au hasard" les chevreuils pour mesurer la graisse sous-cutanée).
- 2) La LMI, en tant que paramètre de constitution, apparaît comme une mesure bien adaptée. Les résultats que nous avons obtenus donnent une image plus nette de la relation avec la densité que dans le cas du poids. Le coefficient de variabilité (sd/m) est faible (Canton de Neuchâtel, 1980-1985 : faons : 3 à 5 %; subadultes et adultes : 3 à 3½ %). Nous pouvons donc admettre que cette mesure est apte à représenter l'action des complexes "qualité du biotope" et "densité de la population" (ELLENBERG, 1978) sur l'individu.

Ces deux remarques nous permettent de conclure en soulignant qu'aucune des deux mesures n'est superflue : la LMI représente le degré d'adaptation (Anpassung) au milieu et le poids permet de vérifier si l'échantillonnage réalisé correspond à l'ensemble de la population.

7.2. Essai de synthèse

L'estimation des densités de population par battues sur surfaces-échantillons au mois de juin est une des rares méthodes exhaustives de recensement. Nos résultats montrent qu'elle se révèle parfaitement adaptée aux estimations pour de très grandes régions. Des indices de densité montrent les mêmes variations que celles des résultats des battues. Nous pouvons donc certifier une très bonne connaissance des effectifs de la population du canton de Neuchâtel ces dernières années. Par contre, une mauvaise utilisation de la méthode des battues a conduit à une méconnaissance des densités dans le canton de Vaud.

Le taux de fertilisation est élevé : les chèvres mettent bas en moyenne deux faons. Malheureusement, la mortalité aussi est importante et en moyenne un des faons meurt durant les premières semaines après la mise bas. Les taux effectifs de reproduction en septembre, avant la chasse, sont donc bien inférieurs au taux potentiel de reproduction. Ils paraissent de plus variables d'année en année.

ELLENBERG (1978, 1984) mentionne non seulement la relation entre poids et fertilité, mais ses travaux ont démontré aussi la dépendance du taux de survie des faons envers le poids de la mère. Chez le cerf, la mortalité des faons en hiver, mais pas en été, est corrélée avec la densité de biches (GUINNESS et al., 1978). Nos propres résultats ne montrent pas ce genre de liaison. Les variations du taux de reproduction effectif sont supposées en relation avec des facteurs du climat, induisant soit une mortalité directe à la naissance, par maladies (pneumonie), soit une mortalité due aux machines agricoles, lors de la fenaison. En revanche, nous avons aussi constaté une relation entre fertilité et poids.

Il nous restait alors l'examen de la relation condition et constitution - densité des populations. Malgré l'obtention d'une image peu nette, l'évolution des paramètres témoigne de l'existence de cette relation inverse : par rapport à une diminution de 50 % des effectifs de chevreuils dans le canton de Neuchâtel, les paramètres de condition et constitution sont à la hausse pour certaines catégories de la population (faons notamment).

Nous pouvons donc conclure en affirmant que la productivité des populations de chevreuils varie en fonction de l'état corporel des individus, en relation inverse avec la densité.

Nos confrontations de régions différentes nous montrent toutefois des différences significatives. La variation des paramètres milieu et climat provoque une variation des paramètres corporels, de condition et de constitution. Ces mesures ont donc une variabilité géographique. Pour une même densité de population, elles peuvent atteindre des paliers différents suivant les régions. On ne peut donc pas déterminer une valeur standard, une valeur norme. Mais chaque région, chaque type de milieu et de climat, peut être caractérisé par des valeurs paliers pour les paramètres de condition et de constitution, en fonction de la densité.

7.3. Conclusion

La synthèse de ce travail laisse apparaître la variabilité de la productivité des populations de chevreuils. La fertilité, par sa dépendance à l'état corporel des animaux, ainsi que l'accroissement réel, dépendant de la survie des faons, sont donc des variables dans la dynamique des populations. On ignore toutefois les déterminismes exacts de cette variabilité. ELLENBERG (1978) relève le rôle de l'état corporel avant l'oestrus comme déterminisme possible du taux d'ovulation. Mais quels sont les facteurs déterminant l'état corporel des chevreuils au mois de juillet ? BOBEK (1977) est d'avis contraire : les ressources alimentaires déterminant la densité (en fixant le domaine vital [home range]), toutes les chèvres ont le même potentiel alimentaire. La fertilité devrait donc être indépendante de la densité. Pour STRANDGAARD (1972b) par contre, elle serait un bon indicateur de surpopulation. En plus de la fertilité, nous devons encore mentionner la dépendance de la survie des faons envers l'état corporel de la mère (ELLENBERG, 1978, ALBON et al., 1983, pour le cerf). Nous remarquons toutefois dans ce travail que cette survie est variable selon les années, vraisemblablement soumise à des facteurs climatiques.

Contrairement à WANDELER (1975), nous relèverons le rôle de ces phénomènes comme véritables mécanismes de régulation de ces populations. Mais nous relèverons aussi la dépendance de ces phénomènes à des facteurs externes, comme le biotope et le climat. Nous ne pouvons alors que conclure en retournant à une question fondamentale : quels sont les véritables effecteurs, les véritables causes des variations de cette productivité ? On peut en effet se demander, en observant de grandes différences annuelles de poids, s'il existe aussi de grandes différences dans les taux d'ovulation, ce qui paraîtrait logique. On se posera également la même question entre régions différentes, à paliers de poids différents. On connaît pour le chevreuil malheureusement mal les déterminismes du poids.

Toutefois, c'est encore le taux de reproduction réel, en septembre, qui est à la fois le plus important et le plus difficile à comprendre et à expliquer. Des études des causes de mortalité et des paramètres climatiques, sur le modèle d'EIBERLE et MATTER (1982) pour le lièvre, seraient à développer. La liaison avec l'état corporel des animaux ne peut amener toutefois qu'à une étude liée de la productivité et de l'état physique des populations de chevreuil.

Nous relèverons en dernier lieu que les résultats de ce travail apportent une contribution à la connaissance des relations entre trois éléments interdépendants, la densité des populations, la qualité des biotopes et les condition et constitution des animaux, qui déterminent la dynamique des populations de chevreuil.

8. RESUME

Cette étude du chevreuil s'est déroulée dans les cantons de Neuchâtel et Vaud (Ouest de la Suisse), de 1980 à 1986. Elle a pour objets le recensement par battues sur surfaces-échantillons, les taux potentiels et effectifs de reproduction et l'examen de la condition et de la constitution.

Le recensement par battues sur surfaces-échantillons est une méthode adaptée à la détermination de la densité moyenne, dans une très grande région, pour des populations homogènes. Dans le canton de Neuchâtel, les surfaces inventoriées représentent 2 % de la surface forestière totale. Les résultats obtenus montrent une diminution de 50 % des effectifs de chevreuil.

La structure des populations dans les cantons de Neuchâtel et Vaud paraît assez équilibrée. Les faons représentent environ 20 % des tableaux de chasse. On remarque dans chaque classe d'âge une espérance de vie plus élevée chez les chèvres que chez les brocards.

Le taux de fertilisation moyen est de 2.00 corps jaunes par femelle. Les résultats obtenus sont comparables à ceux de WANDELER (1975) pour des animaux en bonne santé, en période de préimplantation : le nombre de faons mis bas est donc également 2.00. Une relation entre taux de fertilisation et poids est constatée : les chèvres avec un corps jaune sont plus légères et les chèvres avec trois corps jaunes sont plus lourdes que les chèvres avec deux corps jaunes.

En septembre, le taux effectif de reproduction est variable, de 65 à 91 % suivant l'année (taux sur l'ensemble de la population femelle, subadultes et adultes). La mortalité calculée est de l'ordre de 50 %.

La condition et la constitution ont été mesurées par le poids et la longueur de la mâchoire inférieure. Des variations à la hausse ou à la baisse sont remarquées. Sur l'ensemble de la période (1980-85), les tendances sont à la hausse des paramètres suivis, par rapport à la baisse de densité de la population. Une variation géographique est également constatée, entre Plateau et Jura : le poids et la longueur de la mâchoire inférieure des subadultes et adultes sont plus grands sur le Plateau que dans le Jura.

L'influence des facteurs des deux complexes "qualité du biotope" et "densité de la population" (ELLENBERG, 1978) peut donc être avancée. Les faons et les brocards sont plus sensibles à ces facteurs que les chèvres.

Les résultats obtenus sont discutés par rapport aux nombreuses données existantes. La synthèse fait apparaître l'interdépendance de la densité, de l'état corporel et de la reproduction : la reproduction dépend de l'état corporel, qui est lui-même influencé par la densité de la population et la qualité du biotope.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit wurde von 1980 bis 1986 in den Kantonen Neuenburg und Waadt (Westschweiz) durchgeführt. Sie enthält das Erfassen der Wilddichten durch Zähltreiben auf Stichprobenflächen, die potentielle und die vorhandene Reproduktionsrate und das Studium der Kondition und der Konstitution des Rehwildes.

Unter der Annahme, dass die Populationen gleichmässig über die Gesamtfläche verteilt sind, erscheint das Zähltreiben auf Stichprobenflächen als adäquate Methode, um Rehwildbestände in grossen Gebieten zu erfassen, obwohl insgesamt nur eine kleine Probefläche (im Kanton Neuenburg 2 %) der Gesamtwaldfläche untersucht werden konnte. Im Kanton Neuenburg wurde eine Wildbestandesverminderung (1980-1985) von 50 % vermerkt.

In den Kantonen Neuenburg und Waadt sind die Populationen relativ gut strukturiert. Der Anteil der Kitze in den Jagdstrecken beträgt 20 %. Die Lebenserwartung ist in jeder Altersklasse bei den Geissen grösser als bei den Böcken.

Die mittlere Ovulationsrate beträgt 2.00 Gelbkörper pro Geiss. Diese Resultate entsprechen denen von WANDELER (1975) von gesunden Rehen in der Vortragszeit. Die Kitzrate sollte also auch 2.00 pro Geiss sein. Eine Beziehung zwischen Ovulationsrate und Körpergewicht wurde festgestellt: Geissen mit einem Gelbkörper sind leichter, Geissen mit drei Gelbkörpern sind schwerer als diejenigen mit zwei Gelbkörpern.

Die beobachtete Nachwuchsrate vor der Jagd (im September) schwankt zwischen 65 und 91 %, ausgedrückt in Prozenten des Gesamtbestandes an weiblichen Tieren. Die berechnete Mortalität ist jedes Jahr bedeutend, nämlich in der Grössenordnung von 50 %.

Die Kondition und die Konstitution der Tiere wurden durch Körpergewicht und Unterkieferlänge erfasst. Veränderungen dieser Daten von Jahr zu Jahr nach oben und nach unten wurden beobachtet. Ueber die Gesamtperiode (1980-85) betrachtet, nehmen jedoch die beiden Parameter zu, bei der gleichzeitigen Reduktion des Bestandes. Eine geographische Variation zwischen Jura und Mittelland ist auch feststellbar : Gewicht und Unterkieferlänge der mittelländischen subadulten und adulten Rehe sind grösser als diejenigen der jurassischen.

Der Einfluss der beiden Faktorenkomplexe "Biotopqualität" und "Populationsdichte" (ELLENBERG, 1978) auf den Körperzustand ist wahrscheinlich. Kitze und Böcke reagieren empfindlicher auf diese Faktoren als Geissen.

Die Resultate werden anhand einer umfangreichen Literatur diskutiert. Die Resultate der vorliegenden Arbeit und die aus der Literatur entnommenen, lassen die Beziehung zwischen Wilddichte, Körperzustand und Fortpflanzung erscheinen : die Fortpflanzung ist abhängig von Körperzustand, welcher wiederum durch die Wilddichte beeinflusst wird und biotopabhängig ist.

SUMMARY

This study was conducted from 1980 to 1986 in the cantons of Neuchâtel and Vaud (Western Switzerland) and includes the census of Roe deer by drive counts, the determination of potential and effective reproductive performances and the study of condition and constitution of animals.

If the distribution of the population is homogeneous, the census of Roe deer by drive counts on sample wooded areas is an adapted technique for determining population densities in large territories. In Neuchâtel approximately 2 % of the woodland is sampled. The results indicate a 50 % decrease of the population during the period 1980-85.

The structure of the populations in Neuchâtel and Vaud appear to be in equilibrium. Fawns make up 20 % of the gamebags. The life expectancy in each age class is greater for does than for bucks.

The pregnancy rate is 2.00 corpora lutea per doe. The results obtained are comparable with those of WANDELER (1975) for healthy deers during the preimplantation period. The mean number of newly-born fawns per doe is then also 2.00. A relation between pregnancy and body weight is shown: does with one corpus luteum are lighter, does with three corpora lutea are heavier than those with two corpora lutea.

The reproductive rate observed before the hunting period (September) vary from 65 % to 91 % (number of fawns in relation to number of subadult and adult does). The mortality rate is high, estimated at about 50 %.

Condition and constitution are measured with use of body weight and size of the lower jaw, respectively. Annual variations (increases and decreases) are observed. However, during the whole period (1980-85), these indices tend to increase while the density of the deers decrease.

A geographical variation between Swiss Plateau and Jura mountains is noted : body weight and size of the jaw of subadult and adult deers of the Plateau are greater than those of deers coming from the mountains.

The influence of the two complexes of factors "Quality of biotope" and "Population density" (ELLENBERG, 1978) on the body state is observed. Fawns and bucks are more sensitive to these factors than does.

The results are compared with the abundant data of the literature. In conclusion a relation among population density, body state and reproduction is demonstrated : the reproductive capacity depends on the body state which is in turn influenced by the density and the biotope.

9. BIBLIOGRAPHIE

- Aitken R.J., 1975. Cementum layers and tooth wear as criteria for ageing Roe deer (Capreolus capreolus). J. Zool., Lond. 175 : 15-28.
- Albon S.D., Guinness F.E. and Clutton-Brock T.H., 1983. The influence of climatic variation on the birth weights of Red deer (Cervus elaphus). J. Zool., Lond. 200 : 295-297.
- , Mitchell B. and Staines B.W., 1983. Fertility and body weight in female red deer : a density-dependent relationship. J. Anim. Ecol. 52 : 969-980.
- Andersen J., 1953. Analysis of a danish roe-deer population. Danish rev. of game biol. 2(2) : 127-155.
- Bergmann F., 1976. Beiträge zur Kenntnis der Infrastrukturen beim Rotwild. Teil II. Erste Versuche zur Klärung der genetischen Struktur von Rotwildpopulationen an Hand von Serumprotein-Polymorphismen. Z. Jagdwiss. 22 : 28-35.
- Berthoud G., 1982. Estimation du cheptel de chevreuils (Capreolus capreolus L.) à partir de l'abondance des indices de présence. ECONAT, Yverdon (1982) : 26pp.
- Bideau E., Vincent J.-P. et Maublanc M.L., 1985. Organisation spatiale et sociale d'une population de chevreuils en faible densité. Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, September 17-21 (1985) : 223-230.
- , Vincent J.-P., Quere J.-P. et Angibault J.-M., 1983a. Note sur l'évolution de l'association mère-jeune chez le chevreuil (Capreolus capreolus L., 1758) étudiée par la technique du radio-tracking. Mammalia 47 (4) : 477-482.
- , 1983b. Occupation de l'espace chez le chevreuil (Capreolus capreolus L., 1758). I. Cas des mâles. Acta Oecologica / Oecol. Applic. 4(2) : 163-184.
- Blant M., 1985. Evolution d'un paramètre de constitution et d'un paramètre de condition physiques lors d'un tir de réduction d'une population de chevreuils (Capreolus capreolus). Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, September 17-21 (1985) : 407-413.
- , Chappuis F. et Maire J.-A., 1982a. La biologie du chevreuil Capreolus capreolus (L.) dans le canton de Neuchâtel (Suisse). Travail de licence. Inst. Zool. Uni. Neuchâtel et Insp. cant. chasse, Neuchâtel : 105 pp.
- , Chappuis F., Maire J.-A. et Pedroli J.-C., 1982b. La biologie du chevreuil Capreolus capreolus (L.) dans le canton de Neuchâtel (Suisse). II. Evolution du sex-ratio depuis 1950. III. Evolution du poids depuis 1942. Mammalia 46(4) : 457-466.
- Blondel J., 1975. La dynamique des populations d'oiseaux. In: Lamotte M. et Bourlière F., 1975. Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés. Masson, Paris (1975), pp. 147-232.

- Bobek B., 1977. Summer food as the factor limiting roe deer population size. Nature 268 : 47-49.
- Boisaubert B., Vassant J. et Delorme D., 1980. Contribution à l'étude de la mise au point d'une méthode de recensement applicable à l'espèce chevreuil vivant en milieu forestier. Ciconia 4(1) : 53-67.
- Borg K., 1970. On mortality and reproduction of roe deer in Sweden during the period 1948-1969. Viltrevy 7(7) : 121-149.
- Bourlière F. et Spitz F., 1975. Les critères d'âge chez les mammifères. In: Lamotte M. et Bourlière F., 1975. Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés. Masson, Paris (1975), pp. 53-76.
- Bouvier G., 1963. Mittlere Organgewichte beim Wild. Z. Jagdwiss. 9(1) : 1-6.
- Bramley P.S., 1970. Territoriality and reproductive behaviour of roe deer. J. Reprod. Fert., Suppl. 11(1970) : 43-70.
- Bubenik A.B., 1984. Ernährung, Verhalten und Umwelt des Schalenwildes. BLV Verlagsges., München (1984) : 272 pp.
- Buchli C., 1979. Zur Populationsdynamik, Kondition und Konstitution des Rothirsches (Cervus elaphus L.) im und um den Schweizerischen Nationalpark. Thèse, Univ. Zürich : 99 pp.
- Burke D., Eriksen R.E., McConnell P.A. and Winkel R.P., 1977. Deer harvest strategies in New Jersey. In: Joint northeast-southeast deer study group meeting, September 6-8, Fort Pickett, USA (1977) : 4-8.
- Büttner K., 1983. Winterliche Fährtenzählungen beim Rehwild in Abhängigkeit von Witterung, Waldstruktur und Jagddruck. Z. Jagdwiss. 29 : 82-95.
- Caughley G., 1977. Analysis of Vertebrate Populations. Wiley and Sons Ltd., New-York, London, 234 pp.
- Cederlund G. and Lindström E., 1983. Effects of severe winters and fox predation on roe deer mortality. Acta theriol. 28(7) : 129-145.
- C.E.M.A.G.R.E.F., 1984. Méthodes de recensement des populations de chevreuil. Note technique No 51, Noget-sur-Vernisson : 64 pp.
- Chaplin R.E., Chapman D.I. and Prior R., 1966. An examination of the uterus and ovaries of some female Roe deer (Capreolus capreolus L.) from Wiltshire and Dorset, England. J. Zool., Lond. 148 : 570-574.
- Chapman D.I. and Chapman N.G., 1971. Further observations on the incidence of twins in roe deer, Capreolus capreolus. J. Zool., Lond. 165 : 505-509.
- Chrzanowski J., 1981. Feldrehe. Die Pirsch 33(6) : 376-381.
- Clutton-Brock T.H. and Albon S.D., 1983. Climatic variation and body weight of red deer. J. Wildl. Manage. 47(4) : 1197-1201.
- Cox G.W., 1967. Laboratory manual of general ecology. WM. C. Brown Company Publ., IOWA.
- Dagnelie P., 1973. Théorie et méthodes statistiques - Applications agronomiques. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux : 378 pp.

- Deevey E.S., 1947. Life tables for natural populations of animals. Quart. rev. Biol. 22 : 283-314.
- Denis M., 1985. Quelques méthodes pratiquées pour l'estimation de l'effectif d'une population de chevreuils (Capreolus capreolus L.) Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, September 17-21 (1985) : 979-989.
- Downing R.L., 1980. Vital statistics of animal populations. In: Wildlife management techniques manual, S.D. Schemnitz éd., The wildlife society, Washington D.C. (1980) : 247-268.
- Dzienciolowski R., 1976a. Estimating ungulate numbers in a forest by track counts. Acta theriol. 21(15) : 217-222.
- , 1976b. Roe deer census by pellet-group counts. Acta theriol. 21(26) : 351-358.
- Eiberle K., 1964. Beobachtungen über das Verhalten des Rehwildes. Schweiz. Jagdz. 52(7) : 2-5, (8) : 5-8.
- , 1965a. Einige Bemerkungen zum Wildtod durch landwirtschaftliche Maschinen. Schweiz. Z. Forstwes. 116(6) : 529-533.
- , 1965b. Beitrag zur Qualitätskontrolle beim Rehwild. Schweiz. Z. Forstwes. 116(9) : 740-752.
- , 1976. Rechnerische Möglichkeiten der Bestandeskontrolle beim Rehwild. Schweiz. Z. Forstwes. 127(5) : 312-326.
- , 1979a. Zur Ermittlung der Zuwachsrate beim Rehwild mittels Feldbeobachtungen. Z. Jagdwiss. 25 : 9-21.
- , 1979b. Erfahrungen mit der Abschussplanung beim Rehwild im wildkundlichen Versuchsrevier der ETH Zürich. Feld Wald Wasser, Schweiz. Jagdz. 12 : 34-38.
- , 1981a. Methodische Grundlagen der Zuwachsermittlung beim Rehwild. Schweiz. Z. Forstwes. 132(9) : 751-766.
- , 1981b. Grundlagen zum Verständnis der Bestandesentwicklung des Rehwildes im Kanton Thurgau. Feld Wald Wasser, Schweiz. Jagdz. 9 : 33-35.
- und Matter J.F., 1982. Ergebnisse einer Streckenanalyse beim Feldhasen. Z. Jagdwiss. 28 : 178-193.
- Eisfeld D., 1976. Ernährungsphysiologie als Basis für die ökologische Beurteilung von Rehpopulationen. Rev. Suisse Zool. 83 : 914-928.
- , 1979. Das Reh. Jahrbuch d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, München, 44 : 265-287.
- und Ellenberg H., 1974. Geht es auch ohne Abschussplan? Vorschlag einer neuen Abschussregelung für Rehwild. Die Pirsch 26(18) : 858-860.
- , 1975. Rehwild-Abschussplanung ohne Zählung. Wild u. Hund 77 : 541-543.
- Ellenberg H., 1974a. Ueberlebensraten von Rehkitten im Rehgatter Stammham. Z. Jagdwiss. 20 : 48-50.
- , 1974b. Die Körpergrösse des Rehes als Bioindikator. Verhandl. Ges. f. Oekologie, Erlangen (1974) - Dr. W. Junk by Publ., The Hague : 141-154.
- , 1975. Neue Ergebnisse der Reh-Oekologie : Zählbarkeit, Wachstum, Vermehrung. Allg. Forst. Zeitschr. 30(50) : 1113-1118.

- Ellenberg H., 1977. Das Reh in der Landschaft. Jahrbuch d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, München, 42 : 225-246.
- , 1978. Zur Populationsökologie des Rehes (Capreolus capreolus L., Cervidae) in Mitteleuropa. Spixiana, suppl. 2 : 211 pp.
- , 1979. Frühjahrs- und Sommer-Nahrung bestimmen die Dynamik von Reh-Populationen (Capreolus capreolus). Verh. Ges. f. Oekologie (Münster 1978) VII (1979) : 439-452.
- , 1984. Rehwild und Umwelt. In: Rehwild-Biologie, Hege. Tagung 10-12.3.1984 im NP Bay. Wald : 3-28.
- und Eisfeld D., 1977. Beitrag an : Diskussion der Rehwildabschussplanung am Beispiel der Unterkieferlänge. Wild u. Hund 80 : 72-76.
- Espmark Y., 1969. Mother-young relations and development of behaviour in roe deer (Capreolus capreolus L.). Viltrevy 6(6) : 461-540.
- Favre L.-A., 1980a. 100 ans de jardinage cultural contrôlé. Schweiz. Z. Forstwes. 131(8) : 651-674.
- , 1980b. Conditions forestières du canton de Neuchâtel. Schweiz. Z. Forstwes. 131(8) : 707-725.
- Fischer K., 1983. Untersuchungen zur Fortpflanzungsfähigkeit von jungem weiblichem und männlichem Damwild (Dama dama L.). Z. Jagdwiss. 29 : 137-142.
- Fruzinski B. and Labudzki L., 1982. Demographic processes in a forest roe deer population. Acta theriol. 27(25) : 365-375.
- Gaillard J.-M., Boisaubert B., Boutin J.-M. et Clobert J., 1985. Analyse préliminaire des taux de survie de deux populations françaises de chevreuil. Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, September 17-21 (1985) : 261-268.
- Geiser F., 1980. Zur Fortpflanzungsbiologie der Gemse (Rupicapra rupicapra L.) in den Berner Alpen und angrenzenden Gebieten. Jahrbuch Nathist. Museum Bern 7 (1978-1980) : 1-70.
- Gétaz D., 1984. Rapport sur les battues de comptage réalisées en 1983-1984 dans le canton de Vaud. Diana 12 : 448-451.
- , 1986. Rapport 1986 sur la situation du chevreuil et l'état de la relation forêt-gibier dans le canton de Vaud. Diana 8 : 283-286 et 9 : 324-328.
- Gossow H., 1981. Welche jagdwirtschaftlich-hegerischen Folgerungen legen Populationsdynamik und Verhaltensökologie insbesondere beim Rotwild nahe? Tagungsber. "Wald u. Wild", Forschungsinst. f. Wildtierkunde, Vet.med. Univ. Wien (1981) : 179-200.
- Guinness F.E., Clutton-Brock T.H. and Albon S.D., 1978. Factors affecting calf mortality in red deer (Cervus elaphus). J. Anim. Ecol. 47 : 817-832.
- Hamilton W.J., Harrison R.J. and Young B.A., 1960. Aspects of placentation in certain cervidae. J. Anat. 94 : 1-33.
- Herzog A., 1978. Genetische und Umwelteinflüsse auf Rehpopulationen allgemein und am speziellen Beispiel Weichselboden. Jagd u. Hege 10(5) : 2 pp.

- Herzog A., Hofmann R.R. und König R., 1977a. Gibt es den "Stein der Weisen" in der Abschussplanung ? Wild u. Hund 79 : 1200-1202.
- , 1977b. Beitrag an : Diskussion der Rehwildabschussplanung am Beispiel der Unterkieferlänge. Wild u. Hund 80 : 72-76.
- Hofmann R.R., 1981. Mit wildbiologischen Regeln zur jagdwirtschaftlichen Reglementierung ? Jagd u. Hege 3 : 6-7, 13.
- Jeanneret A., 1981. Le pays de Neuchâtel et l'aménagement du territoire. La Baconnière, Neuchâtel (1981): 237 pp.
- Jornod G., 1981 à 1986. Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Neuchâtel. Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 104 à 109.
- Kaluzinski J., 1982a. Dynamics and structure of a field roe deer population. Acta theriol. 27(27) : 385-408.
- , 1982b. Roe deer mortality due to mechanization of work in agrocenoses. Acta theriol. 27(30) : 449-455.
- Kerschagl W., 1952. Rehwildkunde. Hubertusverlag, Wien, 272 pp.
- Kirkpatrick R.I., 1980. Physiological indices in wildlife management. In : Wildlife management techniques manual, S.D. Schemnitz éd., The wildlife society, Washington D.C. (1980) : 99-112.
- Klein D.R. and Strandgaard H., 1972. Factors affecting growth and body size of roe deer. J. Wildl. Manage. 36(1) : 64-79.
- Kleymann M., 1976. Beiträge zur Kenntnis der Infrastrukturen beim Rotwild. Teil III. Zur genetischen Struktur von Rotwildpopulationen anhand von Blutgruppenvergleichsuntersuchungen. Z. Jagdwiss. 22 : 121-134.
- Kurt F., 1968a. Zusammenhänge zwischen Verhalten und Fortpflanzungsleistung beim Reh (Capreolus capreolus L.). Z. Jagdwiss. 14(3) : 97-106.
- , 1968b. Sichtmarkierung von freilebenden Rehen. Schweiz. Z. Forstwes. 119(2) : 151-153.
- , 1978. Rehwild. BLV München (3. Aufl.), 174 pp.
- Lagory K.E., 1986. Habitat, group size, and the behaviour of white-tailed deer. Behaviour 98 : 168-179.
- Lienhard U., 1982. Die Abschussplanung für Rehwild im Kanton Aargau (Aargauer Modell). Schweizer Förster 117(12) : 668-679.
- Loudon A., 1979. The control of roe deer populations. Deer 4(10) : 515-520.
- Martini H., 1981. Die Unterkieferlängen der Rehböcke einer Jahresstrecke des saarländischen Saar-Pfalz-Kreises. Z. Jagdwiss. 27(2) : 81-90.
- Mayr E., 1974. Populations, espèces et évolution. Hermann, Paris, 496 pp.
- Meunier K., 1975. Chapitres XIX et XX in : VON BAYERN A. und J. (1975).

- Mitchell B., Cowan D. et Parish T., 1971. Some characteristics of natural mortality among wild scottish red deer (Cervus elaphus L.). Actes du Xe congrès de l'Union Internationale des Biologistes du Gibier, Paris (1971) : 3-7.
- Moen A.N. and Sauer P., 1977. Deer populations and harvest simulations. In: Joint northeast-southeast deer study group meeting, September 6-8, Fort Pickett, USA (1977) : 26-33.
- Mottl S., 1962. Zur Frage der Wildddichte und der Qualität des Rehwildes. Beitr. zur Jagd- u. Wildforsch. 11 : 35-40.
- Myrberget S. and Raiby M., 1971. Capreolus capreolus with 5 embryos. Fauna, Norsk Zoologisk Forenings Tidsskrift 1 : p. 67.
- Pedroli J.-C., Blant M., Chappuis F. et Maire J.-A., 1981. La biologie du chevreuil Capreolus capreolus (L.) dans le canton de Neuchâtel (Suisse). I. Recensement de la population; comparaison de deux méthodes. Mammalia 45(4) : 467-472.
- Pielowski Z. and Bresinski W., 1982. Population characteristics of roe deer inhabiting a small forest. Acta theriol. 27(28) : 409-425.
- Prior R., 1981. Le chevreuil - Gestion et chasse. Gerfaut-club Princesse, Paris (1981), 83 pp.
- Pucek Z., Bobek B., Labudzki L., Milkowski L., Morow K. and Tomek A., 1975. Estimates of density and number of ungulates. Pol. ecol. Stud. 1(2) : 121-136.
- Quartier A., 1954. Quelques remarques au sujet des chevreuils du Jura. Mammalia 18(4) : 380-388.
- , 1961. Histoire du chevreuil dans le canton de Neuchâtel. Rapport des Bibliothèques et Musées de la Ville de Neuchâtel (1961) : 1-18.
- Radler K. und Hattemer H.H., 1982. Beiträge zur Kenntnis der Infrastruktur beim Rotwild. Teil IV. Unterschiede im Körpergewicht des Rotwildes aus verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland. Z. Jagdwiss. 28 : 79-88.
- und Reulecke K., 1979. Die Gewichtsentwicklung bei Kälbern und einjährigem Rotwild im Westharz und ihr Zusammenhang mit der Wildddichte - Eine Analyse von Abschussergebnissen in den Jahren 1960 bis 1976 im Bereich des Rotwildringes Harz (Landesforsten). Z. Jagdwiss. 25 : 139-150.
- Reimoser F., 1986. Wechselwirkungen zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit von der waldbaulichen Betriebsform. Thèse, Univ. f. Bodenkultur, Wien. VNGÖ Wien, 319 pp.
- Reulecke K., 1981. Rotwildring Harz - Bilanz eines Versuches, Rotwild zu Hegen und Forstwirtschaft zu betreiben. Tagungsber. "Wald u. Wild", Forschungsinst. f. Wildtierkunde, Vet. med. Univ. Wien (1981) : 96-110.

- Rieck W., 1965. Altersschätzen nach dem Gebiss. In: Von Raesfeld F., Von Lettow-Vorbeck G. und Rieck W., 1965. Das Rehwild. Paul Parey, Hamburg u. Berlin, pp. 86-90.
- , 1970. Alter und Gebissabnutzung beim Rehwild. Z. Jagdwiss. 16(1) : 1-7.
- Riney T., 1955. Evaluating condition of free ranging red deer (Cervus elaphus), with special reference to New Zealand. N.Z.J. Sci. and Technol. Sect. B 36(5) : 429-463.
- Roucher F., 1981. A bon chasseur bon chevreuil. Le St.-Hubert (1981) et Diana (1982) 3 : 105-110, 4 : 153-158.
- , De Turckeim B. et De Turckeim E., 1985. Roe Deer and trees joint management on an overcrowded woodland estate in Northern Vosges, France. A survey of the first three years. Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, September 17-21 (1985) : 415-420.
- Sägesser H., 1966. Ueber den Einfluss des Standortes auf das Gewicht des Rehwildes. Z. Jagdwiss. 12(2) : 54-62.
- und Huber W., 1963. Ueber den Wert einiger Schädelmerkmale für die Altersbestimmung beim Reh. Jahrbuch Nathist. Museum Bern 1960-1962 : 265-276.
- Schroeder W., 1971. Untersuchungen zur Oekologie des Gamswildes (Rupicapra rupicapra L.) in einem Vorkommen der Alpen. I. Teil. Z. Jagdwiss. 17(3) : 113-168. II. Teil. Z. Jagdwiss. 17(4) : 197-235.
- und Fischer M., 1984. Methoden der Dichteschätzung bei Rehen. In : Rehwild-Biologie, Hege. Tagung 10-12.3.1984 im NP. Bay. Wald : 50-57.
- Short R.V. and Hay M.F., 1966. Delayed implantation in the roe deer Capreolus capreolus. Comp. Biol. Reprod. Mammals, Symp. Zool. London 15 : 173-194.
- Sokolov V.E. et Gromov V.S., 1985. Morphometric studies of the skull in different subspecies of Capreolus capreolus (en russe). Zool. Zh. 65(5) : 738-749.
- et Benenson I.E., 1986. Comparative investigation of craniological characteristics of roe deer geographical forms (Capreolus capreolus L.) (en russe). Ser. Biol. 1 : 85-95.
- Spitz F. et Bourlière F., 1975. La dynamique des populations de Mammifères. In: Lamotte M. et Bourlière F., 1975. Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés. Masson, Paris (1975), pp. 77-129.
- Staines B.W., 1974. A review of factors affecting deer dispersion and their relevance to management. Mammal rev. 4(3) : 79-91.
- Stocker M., 1984. Schweizerische Rehkitzmarkierungsaktion 1971-1983, Dokumentation und Resultate. Rapport, Infodienst Wildbiol. u. Oekol., Zürich (1984) : 91 pp.
- und Meier E., 1985. Rehkitzmarkierung - Ergebnisse aus der schweizerischen Markierungsaktion 1971 bis 1984. Wildbiol. f. d. Praxis 3(9), Infodienst Wildbiol. u. Oekol., Zürich, 13 pp.
- Strandgaard H., 1967. Reliability of the Petersen method tested on a roe-deer population. J. Wild. Manage. 31 : 643-651.

- Strandgaard H., 1972a. An investigation of Corpora lutea, embryonic development, and time of birth of roe deer (Capreolus capreolus) in Denmark. Danish rev. of game biol. 6(7) : 1-22.
- , 1972b. The roe deer (Capreolus capreolus) population at Kalø and the factors regulating its size. Danish rev. of game biol. 7(1) : 1-204.
- , 1978. Densité de population et croissance des animaux chez le chevreuil : perspectives nouvelles. Bull. mens. Off. Nation. Chasse, No Sp. Scien. Tech., Nov. 78 : 149-160.
- Stubbe C., Stubbe M. and Stubbe I., 1982. Zur Reproduktion der Rehwildpopulation - Capreolus c. capreolus (L., 1758) - des Wildforschungsgebietes Hakel. Hercynia N.F., Leipzig 19(1) : 97-109.
- Stubbe H., 1971. Genetische Probleme in der Rehwildforschung. Tag.-Ber. dt Akad. Landwirtsch.-Wiss., Berlin 113 : 271-285.
- Szabik E., 1973. Age estimation of roe-deer from different hunting-grounds of south-eastern Poland. Acta theriol. 18(12) : 223-236.
- Trent T.T. and Rongstad O.J., 1974. Home range and survival of cottontail rabbits in southwestern Wisconsin. J. Wildl. Manage. 38 : 459-472.
- Ueckermann E., 1957. Wildstandsbewirtschaftung und Wildschadensverhütung beim Rehwild. Euting KG, Neuwied (1957) : 111 pp.
- , 1981. Abgrenzung der Rotwildvorkommen und Festlegung der wirtschaftlich tragbaren Wilddichte, dargestellt am Beispiel des Landes Nordrhein-Westfalen - Ein Beitrag zur jagdlichen Raumordnung. Tagungsber. "Wald u. Wild", Forschungsinst. f. Wildtierkunde, Vet. med. Univ. Wien (1981) : 283-305.
- , 1982. Der Rehwildabschuss. Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 5. Aufl., 96 pp.
- , 1985. Forstwirtschaft und Wild. Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, September 17-21 (1985) : 371-383.
- Vincent J.P., 1982. Schätzung der Rehwildpopulation im Walde - Vorstellung einer einfachen Methode. Z. Jagdwiss. 28: 58-63.
- Von Bayern A. et J., 1975. A propos du chevreuil. Perron S.P.R.L., Liège, éd. franç. (1983) : 245 pp.
- Von Berg F.C., 1979. Zähltreiben zum Erfassen von Wilddichten. Allg. Forstzeitschr. 44/45 : 1200-1201.
- Wagenknecht E., 1984. Altersbestimmung des erlegten Wildes. VEB Deutsch. Landwirtschaftsv., Berlin (1984) : 148 pp.
- Wandel A.I., 1975. Die Fortpflanzungsleistung des Rehs (Capreolus capreolus L.) im Berner Mittelland. Jahrbuch Nathist. Museum Bern 5(1972-1974) : 245-301.