Cahiers de biologie

Also available in English

N° 78, avril 1978

nvironnement
anada
SK
471
C3372
NO.78

Service canadien de la faune

Ces cahiers renferment des données préliminaires et des conclusions provisoires de nature à intéresser les biologistes d'autres organismes.

Étude préliminaire de certaines réactions du bœuf musqué (*ovibos moschatus*) à des dérangements provoqués par un turbo-hélicoptère, sur l'île du Prince-de-Galles (Territoires du Nord-Ouest) en juillet et août 1976

par Frank L. Miller[1] et Anne Gunn[1]

Résumé

Sur l'île du Prince-de-Galles, dans les Territoires du Nord-Ouest, on a observé, en juillet et en août 1976, les comportements manifestes de bœufs musqués dérangés par un turbo-hélicoptère Bell-206. Ce dérangement simulait trois catégories d'activités éventuellement reliées à la construction et à l'entretien d'un pipe-line : vols de reconnaissance et d'inspection (passages droits ou circulaires, simples et multiples), largage de fret (passages multiples) et vols pour le transfert des équipes de travail au sol (atterrissage et activités au sol).

Nous avons obtenu 1363 réactions-échantillons de bœufs musqués à partir de 92 observations de 498 animaux dérangés par 212 vols d'hélicoptère. Nous avons estimé, d'après la taille du groupe, la répartition des sexes et l'âge, qu'il y a eu, en réalité, 265 individus membres de 65 groupes distincts qui ont été dérangés. Ni blessure, ni jeune abandonné, ni fractionnement de groupe n'ont été observés après les dérangements et seulement un groupe a galopé plus de 1000 m au cours d'un dérangement. Les groupes observés se sont remis à paître ou se sont couchés sur le sol, 4 à 17 min. après le dernier passage aérien. Cependant, au cours des 212 vols, 48.1% des réactions ont été jugées extrêmes (galop et/ou formation défensive en groupe serré) et 33% fortes (petit galop et/ou formation défensive en groupe lâche). Ainsi, le bœuf musqué réagit le plus souvent au dérangement par une formation défensive classique. Seulement 5.2% des animaux ont réagi modérément (marche), 9.4%, faiblement (debout, en alerte) et 4.3% n'ont montré aucune réaction.

Les mâles solitaires s'adossaient de façon typique à un accident de terrain, comme la berge d'un ravin ou un monticule, ou se plaçaient dans un cours d'eau, en réaction au dérangement aérien. Le comportement des groupes de mâles tenait à la fois des comportements de défense typiques des mâles solitaires et des membres de groupes mixtes. Nous croyons que la distance qui séparait les mâles solitaires d'une caractéristique topographique et celle qui séparait les membres d'un groupe étaient les principaux facteurs qui déterminaient l'intensité de la réaction de locomotion menant à une prise de position ou à une formation défensive.

Certains animaux ont réagi de façon manifeste à tous les types de vol d'hélicoptère. L'altitude de l'hélicoptère et sa proximité (distance diagonale) des animaux étaient les principaux facteurs pour déterminer le niveau des réactions. Si les vols d'hélicoptère qui provoquent le galop ou une prise de position ou une formation défensive sont nuisibles, il est donc très probable qu'au moins 75% des vols l'étaient. Les vols passaient à une hauteur maximale de 325 m au-dessus du sol et s'approchaient à 3 km des animaux (distance diagonale). Tout vol passant plus proche, en altitude ou en distance diagonale, peut donc causer un stress chez le bœuf musqué. Ces cahiers renferment des données préliminaires et des conclusions provisoires de nature à intéresser les biologistes d'autres organismes.

Introduction

La construction et l'entretien d'un pipe-line entraînera certainement une augmentation considérable du trafic des hélicoptères et des avions le long de son parcours. Présentement, nous ne possédons pas de données suffisantes sur le comportement du bœuf musqué (*ovibos moschatus*) pour prévoir les effets, sur l'espèce, de l'augmentation du trafic aérien.

À l'heure actuelle, les effets du dérangement sur le bœuf musqué doivent être extrapolés d'après le comportement d'autres ongulés et prévus à partir de l'éthologie du bœuf musqué.

La présente étude a pour but la détermination des comportements manifestes du bœuf musqué, en réaction à des dérangements provoqués par un hélicoptère dans une région où la construction d'un pipe-line est possible. Le dérangement est défini, ici, comme un phénomène résultant de l'introduction de stimuli inconnus dans l'environnement d'un animal. Geist (1971) fait une bonne analyse du sens du mot. Nous n'avons mesuré le dérangement que par les réactions manifestes des animaux perturbés. Le dérangement est donc passé inaperçu quand les animaux n'avaient pas de réactions observables.

Jusqu'à présent, il n'existait pas d'études traitant spécifiquement du dérangement des bœufs musqués par des avions. Une étude a décrit les effets des séismes sur les bœufs musqués (Beak Consultants, 1975). Il existe quelques descriptions de dérangements fortuits causés par les avions (Gray, 1973, 1974), des séismes (Urquhart, 1973; Riewe, 1973; Slaney, 1975) et l'activité humaine (Hone, 1934; Tener, 1965; Smith, 1976).

Face aux problèmes fauniques que pourrait engendrer l'exploration accrue de l'Arctique, l'intérêt a surtout porté sur le caribou qui fait encore partie intégrante de l'économie indigène. La chasse au bœuf musqué a été interdite en 1917 (sauf pour quelques villages) afin de permettre à sa population de se reconstituer. Une chasse excessive avait entraîné la disparition du bœuf musqué dans certaines régions (Hone, 1934; Tener, 1965) et réduit dangereusement sa population ailleurs.

Tener (1965) a exposé, dans ses lignes générales, la biologie de l'espèce et a souligné certaines de ses adaptations à l'Arctique. Gray (1973) a décrit le comportement du bœuf musqué et plus tard (1974) les caractéristiques de la formation défensive de cet animal.

[1]SCF, Edmonton (Alberta) T5J 1S6.

Geist (1971, 1975) a décrit quelques effets du dérangement, à partir d'ongulés surtout. Il a remarqué que (1971 : 419) : «Une autre conséquence grave d'un dérangement persistant est l'éloignement volontaire de l'habitat disponible.» Beak Consultants (1975) estiment que les séismes ont légèrement modifié la distribution des bœufs musqués sur l'île Banks, mais Urquhart (1973) et Riewe (1973) n'ont pu attribuer aux phénomènes sismiques aucun changement important de distribution. Lent (1974) a prédit, en se basant sur ses observations de la mise bas du bœuf musqué, que les jeunes seraient particulièrement vulnérables aux dérangements aériens.

Région étudiée

L'île du Prince-de-Galles s'étend sur 32 000 km^2 entre 71° et 74°N et 96° et 103°O. La reconnaissance aérienne comprenait l'île entière sauf l'extrémité sud et une bande côtière méridionale (3 x 42 km) sur l'île Russell, entre 98°00′O et 99°20′O. Le travail au sol a été limité au nord-est de l'île du Prince-de-Galles.

Dunbar et Greenaway (1956), Bird (1967) et Blackadar (1967) ont décrit la géographie physique de l'île du Prince-de-Galles. Woo et Zoltai (1975) ont classifié les régions et les districts de l'île à l'aide des caractéristiques de la distribution des éléments physiographiques, des plantes et des sols. Russell et Edmonds (1977) ont fourni des données supplémentaires sur la végétation et ont déterminé la distribution des bœufs musqués et des caribous dans l'île.

Rien n'indique que les Inuits aient déjà habité l'île du Prince-de-Galles mais ils s'y sont rendus à partir des baies Resolute et Spencer pour chasser le caribou de Peary. Dunbar et Greenaway (1956) signalent que : «Aucun poste de traite ou autre établissement n'a jamais été établi sur l'île». Bien que récemment l'île ait été sujette à des secousses sismiques, on n'y a effectué aucune exploration intensive.

Nous avons choisi l'île du Prince-de-Galles pour notre étude parce qu'elle intercepte un des tracés éventuels du pipe-line de l'Arctique oriental, à la frontière du haut et du moyen Arctique (Polunin, 1948; Woo et Zoltai, 1975). Elle partage de plus des éléments avec d'autres îles du haut et du moyen Arctique situées le long de tracés proposés pour le pipe-line. De plus, la distribution et le nombre actuel de bœufs musqués et de caribous sur l'île du Prince-de-Galles font que ces animaux sont plus faciles à étudier à cet endroit que dans les îles voisines (Renewable Resources, 1976; Miller et Russell, 1976; Russell et Edmonds, 1977).

Méthodes

Trois observateurs ont utilisé un hélicoptère Bell-206 comme agent de dérangement et ont volé 49.9 h en juillet 1976 et 33.7 h en août 1976. Les dérangements imitaient trois catégories d'activités éventuellement reliées à la construction et à l'entretien d'un oléoduc dans l'Arctique.

Nous avons effectué des vols de reconnaissance en vue de connaître, d'une part, la distribution et le nombre relatif de bœufs musqués et, d'autre part, leurs réactions manifestes à l'approche de l'hélicoptère. Lors de rencontres fortuites avec des animaux solitaires ou des groupes, l'hélicoptère effectuait des passages droits ou circulaires, uniques ou répétés. L'altitude de l'hélicoptère était partiellement déterminée par les conditions atmosphériques, mais tous les vols s'effectuaient à des intervalles de 30 m à moins de 325 m au-dessus du niveau de la mer. Quelques vols ont été effectués de 30 à 70 m au-dessus du sol pour simuler l'inspection aérienne d'un pipe-line.

Nous avons recherché les groupes se trouvant entre 2 et 4 km de l'hélicoptère. Quand un groupe, ou un individu, était repéré, l'hélicoptère passait au-dessus en tournant, s'il y avait lieu, pour que les animaux soient à gauche de l'appareil. Pour chaque observation, on a inscrit la vitesse de l'hélicoptère (km/h) et son altitude (m au-dessus du sol). On a mesuré, à l'aide d'un clinomètre, la distance réelle (diagonale en m) entre l'appareil et le premier animal qui réagissait et entre l'appareil et les animaux lorsqu'ils étaient à angle droit avec la trajectoire de l'hélicoptère. On a également enregistré des observations verbales concernant le sexe, l'âge et les réactions manifestes des individus et nous avons photographié les bêtes (film super 8 Kodachrome 40 ou Ektachrome 40) quand les conditions le permettaient. On a noté le lieu, le terrain, la direction du vent et la position du soleil relativement à l'hélicoptère à chaque survol.

Nous avons catégorisé les comportements de réaction suivants : (1) couché, (2) broutage, (3) debout, en alerte, (4) marche, (5) petit galop et (6) galop. Nous avons inscrit la position des individus relativement aux autres et noté les cas où les animaux se déplaçaient dans le but de constituer une formation défensive. Le type de formation défensive de groupe a été inscrit, de même que la réaction subséquente du groupe au dérangement aérien. On a divisé chaque observation en trois parties : approche, point le plus proche par rapport aux animaux et éloignement de l'hélicoptère. On a également noté des activités telles que le déplacement des jeunes vers les mères, l'emballement et les tours en rond des animaux, les comportements agressifs et le toilettage.

Pour simuler le largage de fret depuis un hélicoptère, on a effectué une série d'au moins cinq passages relativement lents (< 100 km/h) au-dessus du même groupe. On a pu exécuter ces manœuvres quand les animaux se trouvaient en des lieux où ils étaient visibles d'un terrain voisin plus élevé. Deux membres de l'équipe observaient, au sol, les animaux d'une distance de 0.4 à 1.6 km tandis que le troisième demeurait dans l'hélicoptère pour noter le temps, l'altitude (au-dessus du niveau de la mer), la vitesse et la direction de chaque passage. Les trois observateurs ont inscrit les comportements manifestes qui correspondaient à l'une des six catégories décrites ci-dessus. Les observateurs au sol ont noté également d'autres types particuliers de comportements adaptatifs.

Les observateurs au sol ont divisé le temps d'observation en trois périodes : pré-dérangement (calme), dérangement et post-dérangement (récupération). On a enregistré au magnétophone le comportement des animaux à des intervalles de 5 min. et lors de changements, durant le pré- et le post-dérangement, et de façon continue pendant le dérangement.

Nous avons simulé le dérangement que causerait l'arrivée d'équipes d'étude et d'inspection hélioportées. On a atterri et coupé les moteurs à une distance comprise entre 100 et 800 m des animaux. Les observateurs ont quitté l'appareil

et sont demeurés dans son voisinage immédiat sans tenter de se dissimuler. Ils ont enregistré sur magnétophone la description des comportements manifestes en utilisant les catégories d'observations au sol déjà décrites, et ont par ailleurs filmé les animaux. Ils ont également noté le type de terrain, la distance qui les séparait des animaux et la direction du vent par rapport à eux-mêmes et aux bêtes.

Résultats

Nous avons observé 498 réactions-échantillons de bœufs musqués provenant d'un total de 265 individus dont 42.3% étaient des mâles, 29% des femelles, 9.4% des juvéniles, 3.8% des jeunes d'un an et 15.5% des jeunes de l'année (tableau 1). Treize groupes n'étaient composés que de mâles et 19 comportaient des animaux des deux sexes; leur effectif moyen était respectivement de 2.6 et 10 individus. On a repéré 33 mâles solitaires et, en août, sept mâles qui ont été désignés «intrus». Il s'agissait de mâles qui tentaient de se joindre à un groupe comportant des individus des deux sexes afin de s'accoupler, pendant la période de rut.

Nous avons réparti les réactions des bœufs musqués dérangés en quatre catégories en nous basant sur le type de formation et de mouvement du groupe pendant le survol. Quand aucune réaction n'apparaissait, nous classions les animaux dans la catégorie des individus n'ayant apparemment aucune réaction.

Réaction	Mouvement	Type de groupe
Extrême	Galop	Serré
Forte	Petit galop	Lâche
Modérée	Marche	–
Faible	Debout, en alerte	–

Le cercle de défense, ou formation défensive, est le groupement classique des bœufs musqués selon un cercle, un croissant ou une ligne, en une manœuvre de défense mutuelle. On appelle «formations défensives» les groupes de défense mutuelle constitués de mâles seulement et «cercles de défense» ceux constitués d'individus des deux sexes. Cette distinction a été établie parce qu'il est difficile de concevoir deux ou trois animaux formant un cercle. Un groupe «lâche» comportait des animaux séparés par la longueur d'un corps et pouvant être comptés facilement. Dans un groupe «serré», les animaux étaient entassés, les jeunes de l'année et les juvéniles se distinguaient difficilement et il était malaisé de compter les individus.

Les réactions initiales aux premiers vols d'hélicoptère, qui ont permis 92 observations de bœufs musqués, ont été les suivantes : 34% des animaux ont galopé, 27% ont marché et 39% sont restés sur place. Parmi les animaux qui sont restés sur place, 83% ont réagi subséquemment au cours des premiers survols. Seulement six groupes mixtes n'ont pas semblé réagir pendant les premiers vols.

Les vols d'hélicoptère ont été effectués à < 50 m (25%), entre 50 et 100 m (24%), 101 et 200 m (30%) et 201 et 325 m (21%) au-dessus du sol. Les bœufs musqués ont réagi aux vols à < 50, 50–100, 101–200 et 201–325 m au-dessus du sol, en galopant respectivement 48, 42, 23 et 14% du temps (tableau 2). L'intensité des réactions des animaux variait inversement avec l'altitude du passage au-dessus du sol. La plus petite distance entre les animaux et l'hélicoptère était proportionnelle à l'altitude, étant donné qu'un angle de 40–50° était généralement maintenu entre l'axe vertical de l'hélicoptère et les animaux, c'est-à-dire que la plus petite distance entre l'appareil et les bêtes était presque une fois et demie l'altitude.

Mâles solitaires

Nous avons volé au moins une fois au-dessus de 36 mâles solitaires, puis nous sommes repassés au-dessus de l'un deux, nous avons fait un second survol (cercle) autour de cinq mâles, un troisième survol (cercle) autour de deux mâles et nous nous sommes posés près de deux animaux. Au total, 46 réactions ont été notées : 54% étaient extrêmes, 30.4% étaient fortes et 15.2% étaient faibles. Des 10 réactions obtenues lors des deuxième et troisième survols, 3 étaient extrêmes, 6 étaient fortes et 1 était faible (tableau 3).

Tous les animaux semblaient déjà avertis de l'approche de l'hélicoptère quand ils furent aperçus pour la première fois. On n'a jamais vu un mâle solitaire couché ou en train de paître. Les bêtes étaient quelquefois averties de l'approche de l'avion à 2 ou 3 km de distance. La distance à laquelle on observait la première réaction d'un animal qui venait d'être alerté variait considérablement (34–1 600+ m). Trois mâles solitaires ont réagi pour la première fois à > 1000 m, 11 à > 400 m et 6 à < 400 m; ces distances étaient toutes supérieures au point du plus fort rapprochement de l'hélicoptère. Les 16 autres mâles n'ont réagi qu'au moment où l'appareil était le plus près d'eux.

Seize mâles ont galopé sur une distance variant de quelques mètres à 200 mètres pour prendre des positions défensives : 13 au cours de l'approche de l'hélicoptère et 3 pendant qu'il s'éloignait. Ces derniers s'étaient cependant éloignés de l'hélicoptère en marchant pendant toutes les périodes d'approche. Trois mâles ont marché, un a adopté un petit galop et 15 ont gardé leur position défensive sans se déplacer. De ceux-là, quatre ont par la suite galopé vers d'autres positions défensives et 11 sont demeurés sur place. Des 20 mâles qui ont adopté des positions défensives, seulement 5 ont par la suite galopé vers d'autres positions défensives; les autres ne se sont pas déplacés. Vingt-deux mâles ont pris des positions défensives en contact avec le bord d'un petit ravin ou un monticule; parmi eux, neuf se sont tenus debout en ces endroits et quatre se sont enfoncés jusqu'au ventre dans l'eau d'un ruisseau.

Aucune relation cohérente n'a pu être dégagée entre les réactions des mâles et les paramètres d'approche de l'appareil comme la vitesse, l'altitude, le terrain et la position par rapport au soleil et au vent. Nous croyons que la proximité d'un accident topographique approprié pour une position défensive détermine largement la réaction d'un mâle lors de l'approche d'un hélicoptère. Tous les mâles, sauf celui qui a galopé lors de l'approche de l'avion, sont allés à un accident topographique et sont demeurés sur place en un premier temps, indépendamment de l'altitude et de la vitesse de l'hélicoptère. La seule exception a été un mâle aperçu sur une grande étendue plate sans ravins, ruisseaux ou monti-

cules. Il n'a pas tenté de garder sa position et s'est éloigné au galop de l'hélicoptère qui s'approchait.

La réaction d'un mâle solitaire à un dérangement donné peut être plus intense que celle d'un groupe de bœufs musqués en présence de conditions similaires. Ces animaux sont plus en sécurité en groupe, grâce à la protection mutuelle, tandis que le mâle solitaire doit utiliser, à son avantage, les éléments topographiques pour se protéger contre les attaques des prédateurs.

Groupes composés de mâles seulement

On a obtenu 120 réactions de bœufs musqués au cours de 54 vols d'hélicoptère au-dessus de 48 mâles faisant partie de 19 groupes qui ne comportaient que des animaux du même sexe (tableau 4). Tous les animaux de ces groupes ont réagi aux stimuli de dérangement sous tous les vols; 70.4% des réactions de groupe étaient extrêmes, 22.2% étaient fortes, 3.7% étaient modérées et 3.7% étaient faibles.

Quand les réactions des individus à l'intérieur d'un groupe variaient et que l'évaluation finale de la réaction d'ensemble était plus forte que celle de certains individus, la réaction du groupe était appelée mixte. Quand les comportements individuels, quelque différents qu'ils aient été, étaient tous classés au même niveau de réaction, la réaction du groupe était dite uniforme. Le classement des groupes dont les réactions étaient mixtes tendait à masquer le comportement réel de la plupart de leurs membres.

Quand des groupes perturbés étaient composés de deux mâles, les deux animaux ont réagi de la même façon 11 fois sur 12. Dans l'autre cas, l'un des deux mâles n'a pas bougé tandis que l'autre a marché vers lui. Dans seulement deux des cinq groupes de trois mâles, les bêtes ont réagi de la même façon. Dans l'un de ces groupes, un mâle a galopé vers les deux autres qui demeuraient sur place en une formation défensive serrée. Dans un autre groupe, une des bêtes a marché vers les deux autres qui demeuraient immobiles et en alerte, mais séparées par quelques mètres. Dans le dernier groupe de trois, un mâle est resté immobile, seul et en alerte, tandis que les deux autres se sont rapprochés l'un de l'autre en une formation défensive lâche. Tous les bœufs musqués dans le groupe de quatre mâles et dans le groupe de cinq mâles ont réagi de la même façon.

Nous avons noté un comportement agressif lors de 11 (29.7%) des 37 observations de groupes comportant des animaux d'un seul sexe. Au cours de 35 dérangements aériens, 17 mâles, au total, ont eu 63 comportements agressifs : hochement latéral de la tête, 31 fois; frottement des glandes, 26 fois; coups de tête, 3 fois; coups de corne et coups de pattes au sol, 3 fois. En général, l'agression semblait croître avec l'intensité et la durée des dérangements. Nous n'avons toutefois pas déterminé de différences quantitatives entre les mâles qui manifestaient de l'agression et ceux qui n'en montraient pas.

L'échantillonnage n'est pas concluant, mais la distribution des réactions entre le premier vol d'hélicoptère et les vols subséquents donne à penser que les mâles des groupes d'animaux du même sexe réagissaient plus intensément lors d'une série de survols que lors de passages uniques. Cette supposition est appuyée par le nombre accru de comportements agressifs démontrés par ces mâles sous des vols successifs.

Le mouvement des mâles dans les groupes d'animaux du même sexe au cours des passages d'hélicoptère était apparemment relié à la fois à la possibilité d'utiliser le terrain pour la prise de positions défensives et aux interrelations spatiales entre les membres du groupe au cours des approches de l'hélicoptère. La fuite des bœufs musqués mâles dans les groupes d'animaux d'un seul sexe semble combiner le comportement de fuite des mâles solitaires et des membres des groupes mixtes. La présence de positions défensives a probablement poussé certains mâles à se comporter indépendamment des autres membres du groupe au cours des dérangements.

Groupes mixtes

Nous avons obtenu 1154 réactions de bœufs musqués sous 102 survols de groupes d'animaux des deux sexes et lors de 10 atterrissages près de tels groupes (tableau 5). En 37 occasions, nous avons observé 401 bœufs musqués (191 animaux différents) appartenant à 19 groupes mixtes distincts.

Au total, 79% des 1154 réactions provenant des groupes d'animaux des deux sexes étaient extrêmes ou fortes. Des 401 bœufs-échantillons et des 191 individus, 52.9% et 93.2% ont eu des réactions de plus d'un niveau d'intensité. Les groupes nombreux (> 10) n'ont apparemment pas réagi plus fortement que les petits groupes. Ceux qui comptaient beaucoup de jeunes de l'année, en particulier ceux dans lesquels les jeunes représentaient une proportion élevée de l'effectif (> 20%), tendaient à réagir plus intensément, mais cette tendance n'était pas constante.

Au total, 24 (61.5%) des 39 réactions extrêmes ont pris la forme d'un galop : 8 (33.3%) avant, 10 (41.7%) après et 2 (8.3%) avant et après la formation de cercles défensifs. Les quatre autres réactions (16.7%) sont le fait d'animaux qui ont galopé mais n'ont pas participé par la suite à la formation de cercles défensifs. Quatorze (58.3%) des 24 réactions de galop auraient été considérées extrêmes de toute façon, à cause de la formation de cercles défensifs serrés. Les 15 autres réactions extrêmes (38.3%) n'ont été indiquées que par la formation de tels cercles.

Il est possible qu'un nombre assez considérable de comportements agressifs soient passés inaperçus au cours des dérangements des groupes mixtes parce que ces groupes étaient très nombreux et que les bêtes étaient cachées partiellement dans les cercles défensifs. Nous avons vu seulement 8 des 191 membres (4.2%) des groupes mixtes manifester de l'agressivité, au cours de 20 des 112 dérangements (17.9%). Sous 15 survols, six mâles différents ont exécuté 23 actes agressifs : 8 poursuites, 6 balancements latéraux de la tête, 5 frottements de glandes, 3 coups de corne sur le sol et un affrontement à coups de tête.

Simulation d'équipes de travail au sol

Les deux fois où l'hélicoptère a atterri près d'un mâle solitaire (à 400 et à 100 m de distance), l'animal n'a pas bougé. Une des bêtes est partie au galop du petit ravin où elle se trouvait quand les observateurs se sont approchés à moins de 100 m. L'autre est demeurée sur place acculée à un monti-

cule quand les observateurs se sont approchés à moins de 75 m.

L'appareil s'est également posé près de deux groupes de mâles en deux occasions. Nous avons atterri à 100 m d'un groupe de trois mâles. Leur réaction a été jugée extrême; ils se sont sauvés et ont parcouru 50 m au galop avant de ralentir au point de marcher. Quand l'hélicoptère s'est posé à 400 m d'un autre groupe de trois mâles, les animaux sont demeurés sur place jusqu'à ce que les observateurs s'approchent à 40 m; ils ont alors galopé sur une distance d'environ 800 m.

Dix atterrissages ont été effectués à proximité de groupes mixtes. Nous les avons répétés deux fois près de deux des groupes. Sauf en une occasion, les atterrissages étaient précédés d'un passage droit ou circulaire, ou des deux. La distance qui séparait le point d'atterrissage des animaux a varié, mais l'appareil se posait toujours en un endroit visible des bêtes. Le pilote coupa les moteurs (4 à 8 min.) et deux ou trois observateurs quittèrent l'appareil et se promenèrent dans un rayon de 30 m de l'hélicoptère pendant des périodes variant de 10 à 70 minutes.

La réaction du groupe a été extrême lors de six atterrissages et forte lors des quatre autres. Six groupes ont réagi plus intensément aux atterrissages qu'aux survols qui avaient précédé et trois ont eu des réactions de même intensité. Parmi les six premiers groupes, trois ont resserré leurs rangs; un membre de l'un des groupes s'en est éloigné de 10 m au galop; un groupe a galopé en formation serrée et deux en formation lâche. Il n'y avait apparemment aucune relation entre l'intensité de la réaction et la distance séparant les animaux de l'hélicoptère.

Des quatre groupes qui se sont enfuis au galop, un galopait déjà lorsque l'hélicoptère descendait se poser; il parcourut ainsi 800 m avant de disparaître derrière une crête. Un groupe serré resta immobile environ 30 s mais parcourut environ 100 m au galop avant de s'arrêter, après qu'un observateur fut sorti de l'appareil. Deux groupes ont galopé (10 m et 200 m) lorsque l'hélicoptère est descendu. Les six groupes qui n'ont pas galopé sont restés sur place; trois étaient serrés et trois lâches.

Étant donné que les atterrissages ont été effectués en août au début du rut, des «intrus» ou des mâles déplacés se trouvaient avec cinq des groupes. Ce fait peut avoir influencé le comportement des bœufs musqués. Les 30 comportements agressifs qui ont été observés avant et après les atterrissages étaient presque tous reliés à la présence d'intrus.

En huit occasions, un intrus s'est joint au groupe et en a été chassé par le chef du troupeau; les observateurs n'ont surpris ce rituel qu'au cours d'un seul atterrissage. Nous ne croyons pas que l'«intrus» rejoignait le troupeau nécessairement dans un but de défense mutuelle, mais pensions qu'il s'agissait plutôt d'un comportement du rut probablement renforcé par l'excitation du dérangement.

Six groupes sont retournés à un comportement apparemment normal après l'atterrissage de l'hélicoptère. De 3 à 9 min. plus tard, les troupeaux ont commencé à se disperser et, 12 min. après l'atterrissage de l'appareil, les animaux paissaient. Les comportements agressifs des chefs de troupeau et des intrus a poussé certains membres du groupe à galoper mais le troupeau n'a pas réagi de concert. Un seul groupe s'est couché; le premier animal l'a fait 9 min. après l'atterrissage, et en moins de 44 min., tous les individus du groupe ont arrêté de paître et ont fait de même.

Nous croyons que les réactions des bœufs musqués aux survols augmentaient d'intensité au cours d'un atterrissage, particulièrement s'il se faisait à la vue des animaux. L'atterrissage qui a suscité la réaction la moins intense n'était pas précédé d'un survol et a eu lieu hors de la vue des animaux. Le seul atterrissage non précédé d'un survol et effectué bien en vue des animaux a provoqué chez eux une réaction d'une extrême intensité. La vue de l'atterrissage de l'hélicoptère, de même que la distance entre l'appareil et les animaux, sont des facteurs importants dans leur réaction.

Simulation d'un largage de fret

On a effectué deux vols pour simuler le largage de fret au-dessus d'un groupe de deux bœufs musqués, d'abord en une série de 14 passages droits (observation nº 239) et ensuite en une série de 12 passages droits (nº 266). Le premier passage de chaque série a été effectué à 305 m au-dessus du sol. Les passages suivants ont été exécutés à des altitudes décroissantes et les deux derniers de chaque série à 15 m seulement au-dessus du sol. L'hélicoptère tournait à 3 km de chaque côté des animaux et repassait à 2 min. d'intervalle environ. Des observateurs au sol avaient pris position sur une crête à 800 m de distance des bœufs musqués pendant la première série de passages et à 150 m au cours de la seconde.

Les deux mâles ont réagi à tous les passages de l'hélicoptère par une formation défensive. Les réactions à 11 des passages (nº 239) étaient d'une intensité extrême et trois des passages ont suscité des réactions fortes. Cinq et sept passages (nº 266) ont provoqué des réactions respectivement extrêmes et fortes. Les deux mâles se sont tenus de façon à ce que leur queue se touche (réaction extrême) ou séparés par une longueur de corps (réaction forte). Les animaux restaient parallèles à la direction de vol de l'hélicoptère; l'un a fait face à l'hélicoptère alors qu'il s'approchait et l'autre au moment où il s'en allait.

Moins de passages (5) ont provoqué des réactions d'une extrême intensité au cours de la deuxième série (nº 266), en comparaison avec la première série (nº 239). La différence de réaction était probablement imputable à la topographie. Les mâles, spécialement le mâle nº 2, ont pris une position défensive typique de mâles solitaires contre la berge d'un cours d'eau en plus d'une position défensive typique de groupe. La préférence pour la berge du cours d'eau a modifié leur formation défensive de groupe en les séparant l'un de l'autre par une ou deux longueurs de corps (réaction forte). C'est le mâle nº 2 qui a montré les comportements de balancement latéral de la tête et de frottement de glandes les plus forts; il avait apparemment été le premier à donner des coups de tête au cours de la période précédant le dérangement lors de l'observation nº 239.

On a noté d'autres différences de comportement chez les deux mâles, entre les passages de l'hélicoptère. Les animaux se tenaient alors le plus souvent debout sur place. Au cours de l'observation nº 239, les mâles sont demeurés sur place entre deux passages de l'avion. Le mâle nº 1 broutait malgré

l'état d'alerte du mâle n° 2 et son frottement de glandes. Au cours de l'observation n° 266, on a pu constater que les animaux avaient adopté un comportement normal entre les passages de l'hélicoptère (c'est-à-dire qu'ils broutaient ou étaient couchés).

Lors de l'observation n° 239, les mâles se tenaient de façon à ce que leur queue se touche lors du dernier passage et pendant 3 min après avoir été survolés. Le mâle n° 1 s'est couché 7 min. après que le bruit de l'hélicoptère se fut évanoui. Le mâle n° 2 a donné des coups de corne dans un monticule et s'est frotté les glandes avant de s'allonger 1.5 min. après le mâle n° 1. Les animaux étaient étendus quand l'observation prit fin 7 min. plus tard. Lors de l'observation n° 266, les deux animaux broutaient cinq min. après le dernier passage.

Nous avons également simulé le largage de fret par hélicoptère en 42 passages au-dessus de huit groupes mixtes (fig. 1a–c). Nous avons exécuté une série de passages au-dessus d'un groupe à trois occasions (nos 570, 272 et 274) et deux fois au-dessus d'un groupe (nos 273 et 282). Comme l'attaque d'un loup et un dérangement humain imprévu ont empêché l'observation d'animaux non troublés lors du n° 282, nous n'avons pas inclus cette observation dans la description des passages multiples de l'hélicoptère. Nous avons effectué les vols multiples au-dessus de 65 bœufs musqués et obtenu 385 animaux-échantillons : 89 mâles, 124 femelles, 70 juvéniles, 32 jeunes d'un an et 70 jeunes de l'année.

Avant chaque vol simulant le largage de fret, les observateurs au sol se sont postés entre 400 et 800 m de distance du groupe à de bons points d'observation. Ils ont observé les animaux de 60 à 390 min. La période précédant le dérangement a varié de 8 à 342 min.

Les groupes ont réagi de façon extrême à 13 passages, modérément à 15 passages et faiblement à 12 passages (fig. 1a–c). Il n'est apparu aucune réaction apparente à un ou deux des 42 passages.

La réaction du groupe est cependant la réaction maximale d'un individu ou plus, et dans certains groupes qui ont réagi de façon extrême, on a trouvé que les réactions individuelles étaient très variables. Nous n'avons observé le galop et la formation d'un cercle défensif serré que chez un seul groupe (18 têtes) ayant réagi de façon extrême. Chez les autres groupes ayant réagi avec la même intensité, seulement un ou deux individus ont galopé, sur une courte distance. Ces animaux n'ont pas participé au cercle défensif serré, mais se sont approchés du groupe au galop et ont ralenti au pas après quelques instants.

Les 385 réactions de bœufs musqués se classent de la façon suivante : galop (30.9%), marche (22.1%), debout en alerte (19.5%), broutage (18.9%) et couché (8.6%). Les réactions extrêmes uniformes (n = 108) des 18 animaux lors de l'observation n° 547 masquent la variation à l'intérieur des six autres groupes au-dessus desquels on a simulé le largage de fret. Si l'on exclut l'observation n° 547, seulement 4% des animaux-échantillons ont galopé, mais 30.7% ont marché, 27.1% sont demeurés debout en alerte, 26.3% ont brouté et 11.9% sont demeurés couchés.

Le découpage des réactions selon l'âge et le sexe des animaux (tableau 6) indique que ce sont les jeunes de l'année qui ont réagi le plus intensément aux passages de l'hélicoptère. Au total, 85.7% de tous les jeunes de l'année ont réagi, comparativement à 81.3% des jeunes d'un an, 59.2% des juvéniles, 78.2% des femelles et 60.7% des mâles. C'est un jeune de l'année qui a réagi le premier lors de 11 (41%) des 27 passages où on a pu identifier le premier animal qui a réagi. De plus, lors de cinq de ces 11 passages, la réaction du jeune a, en apparence, provoqué directement la réaction d'un autre animal (peut-être sa mère ou un autre animal).

Nous avons observé les groupes d'animaux après le dernier passage de l'hélicoptère jusqu'à ce qu'ils soient, ou couchés, ou en train de brouter, ou disparus de notre vue (6 à 31 min.). au Cours du dernier passage de l'appareil, 27.6% des animaux étaient couchés ou en train de brouter; 17 min. après le dernier passage, ce chiffre atteignait 83.1% de 65 réactions réparties de la façon suivante : 38.5% des animaux étaient couchés, 44.6% broutaient, 1.5% se tenaient debout en alerte et 15.4% ont galopé jusqu'à ce qu'ils soient hors de vue.

Le niveau minimal d'activité le plus commun, d'un passage à l'autre, était le broutage (40.6% des 320 bœufs musqués ont brouté entre les passages de l'hélicoptère, 29.7% se sont tenus debout en alerte, 23.1% étaient couchés et 6.6% ont marché). Le découpage de l'activité entre les passages selon l'âge et le sexe vient appuyer l'indication de réactions plus intenses chez les jeunes de l'année (tableau 6). Des 64 adultes couchés entre les passages, 29 n'ont pas bougé au cours du passage suivant de l'hélicoptère. Des 20 jeunes de l'année qui se sont couchés entre les passages, un seul est demeuré dans cette position au cours du passage suivant de l'appareil.

Nous n'avons observé aucune différence absolue dans le comportement après le dérangement entre les deux groupes qui ont réagi le plus intensément au cours du dernier passage de l'hélicoptère et les autres groupes. La seule différence apparente a été le fait que les animaux ayant réagi le plus intensément ont pris quelques minutes de plus que les autres à se coucher ou à se remettre à paître. Chez un groupe qui a été considérablement dérangé (n° 282), on a pu noter certaines particularités dans le comportement après le dérangement. Les bêtes ont mis trois heures à revenir à leur comportement normal.

Dérangements répétés

Nous avons dérangé de façon répétée deux mâles solitaires sans détecter aucune tendance dans leurs réactions. Nous avons également dérangé de façon répétée un groupe de deux mâles et un groupe de trois mâles à plus d'une occasion.

Nous avons d'abord exécuté une série de cinq cercles descendants au-dessus du groupe de deux mâles le 13 juillet. Les animaux ont réagi modérément au premier cercle mais de façon toujours extrême aux cercles subséquents. Cinquante-et-une minutes plus tard le même jour, on a exécuté trois cercles en rase-mottes (15 m du sol) au-dessus des animaux et ceux-ci ont réagi de façon extrême à chacun. Les 15 et 16 juin, on a effectué des passages multiples au-dessus des animaux qui ont réagi de façon extrême et forte (déjà décrit dans la section traitant du largage de fret). Enfin, le 24 juillet,

on a effectué deux passages au-dessus d'eux. Le premier (à 76 m du sol) a suscité une réaction faible, mais celle-ci est devenue forte quand l'hélicoptère est descendu à 46 m pour le second passage.

Lors du premier dérangement d'un groupe de trois mâles, le 30 juillet, on a effectué un seul passage à 49 m du sol. Le dérangement a suscité une réaction d'intensité modérée et un mâle s'est frotté les glandes. Un jour plus tard (à 17 h), l'hélicoptère est descendu à une altitude similaire (46 m du sol) et la réaction a été extrême.

Nous avons dérangé les même animaux le 12 août. L'hélicoptère est passé à 78 m au-dessus d'eux et s'est posé, provoquant des réactions extrêmes. Nous manquons de données pour juger l'importance de la diminution apparente de l'intensité des réactions au cours du dernier dérangement des deux mâles. Pendant la période de 10 jours précédant le dernier dérangement, les mâles ont réagi extrêmement ou fortement à 34 vols effectués à diverses altitudes.

Les différences dans l'effectif des groupes et le nombre de dérangements aériens entre les deux séries de vols répétés empêchent la comparaison des résultats. Il semble, d'après les résultats obtenus à l'intérieur des groupes, que les réactions se répétaient et augmentaient avec une exposition prolongée ou amplifiée aux stimuli.

Nous avons identifié sept groupes mixtes par leur composition caractéristique et l'endroit où ils se trouvaient. Ces groupes reconnus, on a pu répéter divers types de vols au-dessus d'eux (fig. 1a–c). Nous avons effectué au total 57 passages droits et six circulaires et six atterrissages, près des sept groupes. Six des dérangements simulaient le largage de fret.

Des 69 dérangements, 39.2% ont provoqué des réactions extrêmes et 37.9% des réactions fortes. Aucun des autres qui ont suscité une réaction quelconque n'a provoqué la formation d'un cercle défensif. Les animaux ont réagi modérément à 10.2% des dérangements et faiblement à 5.1% de ceux-ci, tandis que 7.6% des dérangements n'ont déclenché aucune réaction apparente. Sous le premier passage de l'hélicoptère, 78% des bœufs musqués ont formé un cercle défensif. Parmi les 32% des animaux qui n'ont pas réagi ainsi, 16% ont formé un cercle défensif sous les survols suivants. Quatre des vols sous lesquels aucun cercle défensif ne s'était formé ne comptaient cependant qu'un seul passage.

La difficulté de retrouver et de reconnaître des groupes a réduit le nombre de dérangements répétés et nous empêche de tirer des conclusions détaillées. Mais, en général, les dérangements répétés d'un type donné, infligés à plusieurs groupes, ont produit chez eux des réactions variées qui étaient souvent uniformes à l'intérieur d'un groupe.

Deux des groupes qui ont été dérangés de façon répétée souffraient de la présence d'«intrus». Quand l'intensité du dérangement croissait, les «intrus» étaient beaucoup plus susceptibles de tenter de se joindre au groupe et étaient chassés par le chef du troupeau. Au cours des vols de dérangement, les «intrus» demeuraient faiblement groupés et, entre les passages de l'appareil, ils se tenaient à plusieurs longueurs de corps les uns des autres. La présence des «intrus» a probablement poussé le chef de troupeau à faire le tour de son groupe au pas ou au galop.

Discussion

Nous n'avons décrit que les comportements manifestes des bœufs musqués en réaction aux dérangements aériens et ce, pour les trois raisons suivantes. D'abord, la forme massive et le long pelage des bœufs musqués rendent difficile la détection des comportements moins flagrants (mouvement de la tête, des oreilles, durcissement des muscles du dos et autres indications de tension) et d'un état de tension (inhibition active). Nous ne pouvons donc pas affirmer que les animaux qui n'ont eu aucune réaction apparente n'étaient pas tendus.

Deuxièmement, d'autres effets du dérangement (Geist 1975 : 4–9) peuvent ne se manifester que des mois ou même des années après l'expérience et ne seraient pas détectables en deux mois de travaux sur le terrain. Pendant la période de l'étude, les blessures causées par la panique étaient les seules conditions physiologiques et pathologiques qui auraient pu être détectées. Nous n'avons observé rien de tel, ni aucune circonstance susceptible de les engendrer. Bien que nous ayons observé un accroissement de l'agressivité, déclenchée apparemment par l'hélicoptère, nous n'avons détecté aucune blessure qui en aurait résulté; on sait que le comportement agressif entre mâles peut causer des blessures graves et même entraîner la mort (Tener, 1965; Wilkinson et Shank, 1974).

Troisièmement, étant donné que la physiologie du bœuf musqué est encore si mal connue, nous ne pouvons décrire les effets du dérangement en termes quantitatifs significatifs. La durée et les types de réactions manifestes ont été décrits, mais il serait prématuré de spéculer sur les relations de ces réactions avec les paramètres physiologiques.

La dispersion des mâles solitaires relativement à la topographie locale, de même que la dispersion des individus dans un groupe par rapport aux autres membres du groupe, ont apparemment influé sur les réactions locomotrices et les distances couvertes au cours des dérangements. Étant donné que la formation défensive de groupe fait partie intégrante du comportement de fuite du bœuf musqué, la distance parcourue par les individus sous les dérangements était en partie reliée au parcours requis pour qu'ils puissent s'assembler en groupe défensif. La démarche d'un individu était relative à la distance à parcourir, à l'intensité des stimuli, à son âge et à son sexe.

Une fois le groupe en position ou en formation de défense, ses déplacements étaient reliés à l'intensité des stimuli de dérangement et variaient d'un groupe à l'autre. La plupart des groupes ont parcouru moins de 200 m au galop et seulement un a parcouru de façon suivie plus de 200 m sous les dérangements. Nous ne pouvons pas dire si la variation apparente entre les groupes est le résultat d'expériences antérieures de l'hélicoptère, chez certains ou chez tous les membres du groupe.

Les distances à vol d'oiseau que nous avons notées, entre les différents lieux où se trouvait le même groupe aux divers dérangements, sont difficiles à interpréter, vu que la distance parcourue normalement par les bœufs musqués en un jour est mal connue. Le groupe qui réagissait toujours de façon extrême aux vols de l'hélicoptère (jusqu'à parcourir au galop un arc de 3 km lors d'un vol) n'a parcouru que 4.8 km en 17 jours, depuis le point du premier dérangement, malgré cinq dérangements subséquents. Un groupe dont la réaction

n'avait pas été extrême à sept dérangements répartis sur 25 jours, a parcouru 16.8 km à partir du point du premier dérangement. Les deux séries d'observations ont été effectuées au cours de la saison où il n'y a pas de neige.

Les bœufs musqués sont relativement sédentaires (Hone, 1934; Tener, 1965; Gray, 1973; Wilkinson et Shank, 1974). Gauthier (1975) a décrit les mouvements de groupes qui n'étaient apparemment pas dérangés, dans la partie centrale de l'île Bathurst, et Wilkinson et Shank (1974 : 122–136) ont décrit de façon détaillée les mouvements de certains troupeaux dans l'île Banks. Leurs résultats montrent que, même si les bœufs musqués paissent pendant plusieurs jours sur une superficie relativement petite, ils parcourent plusieurs kilomètres à la recherche de nouveaux pâturages. Tous les déplacements que nous avons notés sont inférieurs aux déplacements quotidiens maximums possibles mesurés par Wilkinson et Shank (1974) et Gauthier (1975). Nous ne connaissons pas l'effet du terrain, de la neige, de la phénologie, des conditions atmosphériques et des phases du cycle de reproduction sur les déplacements.

Ni Urquhart (1973) ni Beak (1975) n'ont remarqué de changements majeurs de la distribution des bœufs musqués à la suite des séismes qui secouèrent la région; Beak (1975 : 13) croit cependant que les secousses sismiques ont légèrement modifié la distribution de l'espèce. Étant donné que nous ne connaissions rien de la distribution des bœufs musqués avant notre étude aérienne, nous ne pouvons dire si les dérangements l'ont modifiée et de quelle façon. Nous n'avons pas vu, comme Gray (1974 : 27), de débandades de bœufs musqués après le départ de l'hélicoptère. À une occasion, nous avons observé un groupe de bœufs musqués dérangés par l'hélicoptère, l'homme et un loup. Le troupeau s'est déplacé vers une zone relativement nue conformément aux prévisions de Gray (1974 : 27). Cependant, le groupe a quitté cette zone pour se rendre au pas dans une prairie de carex moins de quatre heures après le dérangement.

Bien que nous n'ayons pas observé de fractionnement de groupes et d'abandon de jeunes, on a signalé des incidents ayant conduit à l'abandon de jeunes en avril (Urquhart 1973) et en mai (Riewe 1973), époque où les jeunes de l'année viennent tout juste de naître et sont moins capables de suivre le troupeau. Ajoutons que nous n'avons jamais poursuivi délibérément un troupeau, cette tactique pouvant provoquer la panique et le fractionnement du groupe.

Les vols d'hélicoptère ont interrompu les activités normales de 93.6% des 498 bœufs musqués qui ont été observés. La réaction caractéristique a été la formation d'un cercle défensif, et 75% des réactions aux 212 vols comprenaient un type ou un autre de formation défensive. Gray (1974 : 28) a noté que la formation d'un cercle défensif en hiver, au printemps ou au début de l'été pourrait nuire aux membres les plus faibles du groupe. Nous sommes d'accord avec lui (Gray, 1974 : 28) que la formation défensive de ce groupe paraît un indice utile de l'effet de l'activité humaine sur le bœuf musqué. Nous avons observé de telles formations en réaction à des vols passant à une altitude de 325 m du sol et à des distances diagonales de 3 km des animaux. En conséquence, d'autres études sont nécessaires pour établir quelles sont les altitudes et les distances diagonales qui ne dérangeront pas de façon manifeste les bœufs musqués.

Remerciements
Nous remercions D.B.M. Lamperd pour son aide sur le terrain, M.C.S. Kingsley pour sa contribution au traitement statistique et B. Chubb pour le dessin des figures. Nous avons particulièrement apprécié l'appui de l'équipe de l'Étude du plateau continental polaire du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, particulièrement l'aide logistique et technique de A. Alt et W. Presley. L'étude a été financée conjointement par le Service canadien de la faune et le Programme du pipe-line des îles de l'Arctique du Service de la gestion de l'environnement de Pêches et Environnement Canada.

Bibliographie

Beak Consultants, 1975. *Seismic activities and muskoxen and caribou on Banks Island*, N.W.T. Panarctic Oils Ltd., Calgary, Alberta. 15 p.

Bird, J.B. 1967. *The physiography of Arctic Canada, with special reference to the area south of Parry Channel.* Johns Hopkins Press, Baltimore. 336 p.

Blackadar, R.G. 1967. *Precambrian geology of Boothia Peninsula, Somerset Is. and Prince of Wales Is., District of Franklin.* Comm. géol. Can. Bull. 151. 62 p.

Dunbar, M. et K.R. Greenaway, 1956. *Arctic Canada from the air.* Cons. rech. déf. Can. 541 p.

Gauthier, M.C. 1975. *An investigation of the food preferences of muskoxen, Peary caribou and arctic hare on Bathurst Island, N.W.T. 1974.* Rapport inédit, Serv. Can. Faune. Ottawa. 35 p.

Geist, V. 1971. *A behavioural approach to the management of wild ungulates.* Pages 413–424 in the Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation. Publié par E. Duffey et A.S. Watt, Blackwell Scientific Publ., Oxford. 652 p.

Geist, V. 1975. *Harassment of large mammals and birds.* Rapport inédit à la Commission Berger, Univ. Calgary, Calgary, Alberta. 62 p.

Gray, D.R. 1973. *Social organization and behaviour of muskoxen (Ovibos moschatus) on Bathurst Island, N.W.T.* Ph.D. thesis, Univ. Alberta, Edmonton, Alberta. 212 p.

Gray, D.R. 1974. *The defence formation of the musk-ox.* The Muskox 14:25–29.

Hone, E. 1934. *The present status of the muskox.* Spec. Publ. Amer. Comm. Intern. Wildl. Protection No. 5. 87 p.

Lent, P.C. 1974. *Mother–infant relationships in ungulates.* Pages 14–55 in *The behaviour of ungulates and its relationship to management. Vol. 2. Edited by V. Geist and F. Walther.* Int. Union. Conserv. Natur. & Natur. Res., Morges, Switz. Publ. new ser. no. 24. 940 p.

Miller, F.L., R.H. Russell et A. Gunn. 1977. *Distributions, movements and numbers of Peary caribou and muskoxen on western Queen Elizabeth Islands, Northwest Territories, 1972–74.* Série de rapport n° 40, Serv. Can. Faune. 55 p.

Polunin, N. 1948. *Botany of the Canadian eastern arctic. Part III. Vegetation and ecology.* Bull. n° 104, Musées nat. Can., Série biol. 32. 304 p.

Renewable Resources Consulting Services Ltd. 1976. *Ecological studies of caribou and muskoxen in the Arctic Archipelago and northern Keewatin.* Unpubl. rep. to Polargas Environmental Program, Edmonton, Alberta. 194 p.

Riewe, R.R. 1973. *Final report on a survey of ungulate populations on the Bjorne Peninsula, Ellesmere Island. Determination of numbers and distribution and assessment of the effects of seismic activities on the behaviour of these populations.* Dép. de zoologie, Univ. du Manitoba, Winnipeg, comm. par Min. Aff. Ind. et Nord. 59 p.

Russell, R.H. et E.J. Edmonds. 1977. *Report on caribou (Rangifer tarandus) and muskoxen (Ovibos moschatus) habitat studies on Prince of Wales and Somerset islands and Boothia Peninsula, 1975 and 1976; a completion report.* Rapp. inédit préparé pour le Programme de pipe-line des îles de l'Arctique par le SCF, Edmonton, Alberta. 69 p.

Selye, H. 1950. *Stress–the physiology and pathology of exposure to stress.* Acta Inc. Medical Publishers, Montréal. 45 p.

Slaney, F.F. 1975. *Peary caribou and muskoxen and Panarctic's seismic operations on Bathurst Island, N.W.T. 1974.* Panarctic Oils Ltd., Calgary, Alberta. 85 p.

Smith, T.E. 1976. *Reproductive behavior and related social organization of the muskox on Nunivak Island.* MS thesis, Univ. Alaska, Fairbanks, Alaska. 138 p.

Tener, J.S. 1965. *Muskoxen in Canada: a biological and taxonomic review.* Serv. Can. Faune. Monogr. 2. 166 p.

Urquhart, D.R. 1973. *Oil exploration and Banks Islands wildlife. Game Management Division, Govern. N.W.T.* 105 p.

Wilkinson, P.F. et C.C. Shank. 1974. *The range-relationship of muskoxen and caribou in northern Banks Islands in summer of 1973: a study in interspecific competition.* Rapport inédit., LGL Ltd. Environmental Research Associates, Edmonton, Alberta. 3 vol. 749 p.

Woo, V. et S.C. Zoltai. 1975. *Ecological districts of Somerset, Prince of Wales, and adjacent islands, Northwest Territories.* Rapp. prél. inédit, Serv. gestion Env., Edmonton, Alberta. EMS-6-76. 30 p.

Tableau 1
Composition des groupes de bœufs musqués selon l'âge et le sexe en fonction de leur effectif, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

Effectif du groupe	Nombre d'individus					
	Mâles	Femelles	Juvéniles	Jeunes d'un an	Jeunes de l'année	Total
1	38[1]					38
2	18[2]					18
3	9					9
4	4					4
5	6[3]	2		1	1	10
6	2	2	1		1	6
7	4	8	4	1	4	21
8	3	8	3		2	16
9	8	10	3	1	5	27
10	12	19	4	3	12	50
15	2	6	2		5	15
16	2	8	2	1	3	16
17	2	7	3	1	4	17
18	2	7	3	2	4	18

[1]Comprend 5 «intrus».
[2]Comprend 2 «intrus».
[3]Comprend 1 mâle d'un groupe de 5 animaux des deux sexes.

Tableau 2
Distribution relative des premiers déplacements des bœufs musqués en pourcentage selon l'unité sociale et l'altitude de l'hélicoptère au cours des vols de dérangement, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

Altitude (m au-dessus du sol) Premières réactions	Mâles solitaires %	Groupes d'animaux d'un seul sexe %	Groupes mixtes %
<50			
Immobilité	15	40	40
Marche	15		60
Galop	70	60	
50–100			
Immobilité	50	60	40
Marche	7		20
Galop	43	40	40
101–200			
Immobilité	38	25	60
Marche	25	38	40
Galop	37	37	
201–325			
Immobilité			41
Marche		100	47
Galop	100		12
<50–325			
Immobilité	33	37	46
Marche	14	21	43
Galop	53	42	11

Tableau 3
Distribution de 46 vols d'hélicoptère au-dessus de mâles solitaires selon l'intensité des réactions et des variables physiques, au cours du premier passage droit ou circulaire, et des suivants, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

	Intensité des réactions					
	Aux passages droits			Aux passages circulaires		
Variables physiques	Extrême	Forte	Faible	Extrême	Forte	Faible
Altitude (m au-dessus du sol)						
<50	9(1)[1]	3(1)	1		(3)	(1)
50–100	7	2(1)	3	1(1)	1(1)	1
101–200	3	1	1	1(1)	1	
201–325				1		
Distances provoquant des réactions[2] (m)						
<400	10(1)	3(2)	2	2(2)	1(4)	1(1)
400–750	5	2	3	1	1	
751–1200	2	1				
1201–1600+	2					
Position du soleil relativement à l'hélicoptère et aux animaux						
SHA[3]	5	1(1)		1		1
SAH[4]	5(1)	1	3	1		
Soleil obscurci	9	4(1)	2	1	2	
Ne s'applique pas[5]				(2)	(4)	(1)
Orientation du vent relativement à celle de l'hélicoptère						
Vent arrière	8(1)	2(1)	2	2	1	1
Vent debout	1	2(1)	2		1	
Vol à >60° relativement au vent	10	2	1	1		
Ne s'applique pas[5]				(2)	(4)	(1)
Topographie						
Plaines basses	16(1)	6(2)	4	3(2)	2(4)	1(1)
Pentes moyennes	3		1			

[1]Le premier chiffre est le nombre de réactions à ce niveau au cours du premier vol de chaque observation; la valeur entre parenthèses égale le nombre de réactions à ce niveau pour tous les vols suivants, au cours de chaque observation.
[2]Distance diagonale séparant l'hélicoptère des animaux au moment de la première réaction observée après l'état immobile en alerte.
[3]Hélicoptère entre le soleil et les animaux, soleil-hélicoptère-animaux (SHA).
[4]Animaux entre le soleil et l'hélicoptère, soleil-animaux-hélicoptère (SAH).
[5]Soleil et vent ne s'appliquent pas au cours des passages circulaires subséquents et n'ont pas été notés.

Tableau 4
Distribution de 54 vols au-dessus de 48 bœufs musqués mâles dans 19 groupes d'animaux d'un seul sexe selon l'intensité des réactions des groupes et des variables physiques, au cours du premier passage droit ou circulaire et des suivants, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

	Intensité des réactions des groupes						
	Aux passages droits				Aux passages circulaires		
Variables physiques	Extrême	Forte	Modérée	Faible	Extrême	Forte	Modérée
Altitude (m au-dessus du sol)							
<50	4(8)[1]	(1)	1		1(4)		
50–100	2(2)	1(2)		2	(4)		
101–200	2(1)	(5)			3		1
201–325	1(6)	1(2)					
Distances provoquant des réactions[2] (m)							
<400	6(15)	2(10)		1	3(8)		1
400–750	3(2)		1	1	1		
Position du soleil relativement à l'hélicoptère et aux animaux							
SHA[3]		(1)			1		
SAH[4]	3		1	1	1		
Soleil obscurci	6(17)	2(9)		1	2		1
Ne s'applique pas[5]					(8)		
Orientation du vent relativement à celle de l'hélicoptère							
Vent debout	2	(1)					1
Vent arrière	4		1	2	4		
Vol à >60° relativement au vent	3(17)	2(9)					
Ne s'applique pas[5]					(8)		
Topographie							
Plaines basses	7(12)	1(3)	1		3(2)		
Pentes moyennes	2	(1)		1	1(6)		1
Crêtes		1(6)					
Plateaux	(5)			1			

[1]Le premier chiffre est le nombre de réactions à ce niveau au cours du premier vol de chaque observation; la valeur entre parenthèses égale le nombre de réactions à ce niveau pour tous les vols suivants, au cours de chaque observation.
[2]Distance diagonale séparant l'hélicoptère des animaux au moment de la première réaction observée après l'état immobile en alerte.
[3]Hélicoptère entre le soleil et les animaux, soleil-hélicoptère-animaux (SHA).
[4]Animaux entre le soleil et l'hélicoptère, soleil-animaux-hélicoptère (SAH).
[5]Soleil et vent ne s'appliquent pas au cours des passages circulaires subséquents et n'ont pas été notés.

Tableau 5
Distribution de 102 vols au-dessus de bœufs musqués dans 37 groupes mixtes et de 10 atterrissages, selon l'intensité des réactions des groupes et les variables physiques, au cours du premier passage, droit ou circulaire, et des suivants, et lors des atterrissages, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O) en 1976

Variables physiques	Intensité des réactions des groupes										
	Aux passages droits					Aux passages circulaires				Aux atterrissages	
	Extrême	Forte	Modérée	Faible	Aucune	Extrême	Forte	Faible	Aucune	Extrême	Forte
Altitude (m au-dessus du sol)											
<50	1(9)[1]	(6)		1(1)		(1)	3(1)			(6)	1(3)
50–100	4(1)	(4)				1(1)		(2)			
101–200	(3)	7(4)			2(2)	(2)	1(2)	1(2)			
201–325	3(13)	5(6)	2(9)		2(1)		1(4)		2		
Distances provoquant des réactions[2] (m)											
<400	2(4)	3(20)	(9)	1(2)		1(3)	2(5)	1(4)		(6)	1(2)
400–750	2	5	2	1		(1)	2(1)				
751–1200	1(1)	3					1(1)				
1201–1600	3(21)	1									(1)
Position du soleil relativement à l'hélicoptère et aux animaux											
SHA[3]	2(9)	3(8)	(4)	1(1)	2(1)		2		2	(2)	(1)
SAH[4]	4(7)	2(9)	1(4)	1	2(1)		1	1		(2)	1(1)
Soleil obscurci	2(10)	7(3)	1(1)	(1)	(1)	1	1	1		(2)	(1)
Ne s'applique pas[5]						(4)	(7)	(4)			
Orientation du vent relativement à celle de l'hélicoptère											
Vent debout	4(10)	6(10)	1(3)	(1)	3(1)	1	3		1	(1)	1(1)
Vent arrière	1(14)	2(9)	1(3)	2(1)	1(2)		2		1	(4)	(1)
Vol à >60° relativement au vent	3(2)	4(1)	(3)					1		(1)	(1)
Ne s'applique pas[5]						(4)	(7)	(4)			
Topographie											
Plaines basses	4(19)	10(17)	2(9)	3(1)	4(3)	1(3)	2(5)	1(3)	1	(4)	(3)
Pentes moyennes	1(7)	2(1)		(1)		(1)	4(2)	(1)	1	(2)	1
Crêtes	1										
Plateaux	2	(2)									
Effectif des groupes											
5–7	3(9)	3(13)	2(6)	1(2)	2(3)		1(1)	(1)			1(2)
8–10	1(8)	6(5)	(3)	1		1(1)	2(4)	1(3)	2	(3)	
11–15	1										
16–18	3(9)	3(2)			2	(3)	2(2)			(3)	(1)
Nombre de jeunes de l'année dans chaque groupe											
0	(1)					(1)	1			(1)	
1	4(3)	2(12)	1(9)	2(2)	2(3)		1(1)	(1)			1(2)
2	(9)	4(5)	1						2	(2)	
3	1(5)	3(1)			1	1(1)	1(5)	1(3)		(1)	
4	2(8)	3(2)			1	(2)	2(1)			(2)	(1)
5	1										

[1] Le premier chiffre est le nombre de réactions à ce niveau au cours du premier vol de chaque observation; la valeur entre parenthèses égale le nombre de réactions à ce niveau pour tous les vols suivants, au cours de chaque observation.
[2] Distance diagonale séparant l'hélicoptère des animaux au moment de la première réaction observée après l'état immobile en alerte.
[3] Hélicoptère entre le soleil et les animaux, soleil-hélicoptère-animaux (SHA).
[4] Animaux entre le soleil et l'hélicoptère, soleil-animaux-hélicoptère (SAH).
[5] Soleil et vent ne s'appliquent pas au cours des passages circulaires subséquents et n'ont pas été notés.

Tableau 6
Distribution relative des réactions selon le sexe et l'âge des bœufs musqués sous les vols simulant le largage de fret, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

	Réaction maximale au cours des passages de l'hélicoptère						Réaction minimale entre les passages				
Sexe et âge	No d'ind.	Galop (%)	Marche (%)	Immobile (%)	Broutage (%)	Couché (%)	No d'ind.	Marche (%)	Immobile (%)	Broutage (%)	Couché (%)
Mâles	89	15.7	21.4	23.6	29.2	10.1	74	9.5	20.3	48.6	21.6
Femelles	124	36.3	23.4	18.6	16.1	5.6	103	4.9	32.0	45.6	17.5
Juvéniles	70	28.6	10.0	21.4	21.4	18.6	59	5.1	32.2	35.6	27.1
Jeunes d'un an	32	37.5	31.3	12.5	18.7	0.0	26	7.7	26.9	50.0	15.4
Jeunes de l'année	70	40.0	28.6	17.1	8.6	5.7	58	6.9	36.2	22.4	34.5

Figure 1a
Réactions de quatre groupes mixtes à des passages multiples selon les types de passage et leur altitude, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

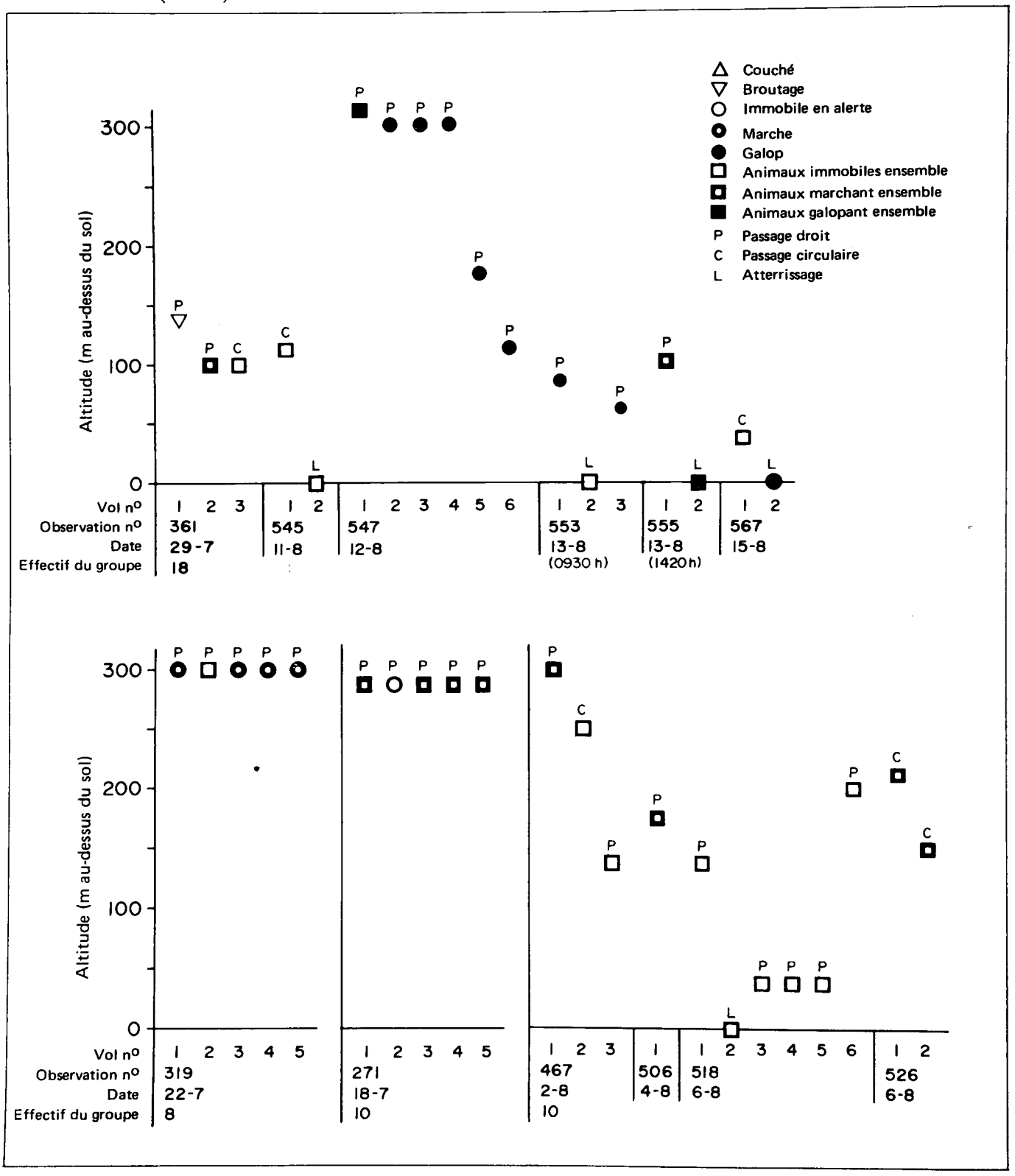

Figure 1b
Réactions de huit groupes mixtes à des passages multiples selon les types de passage et leur altitude, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976

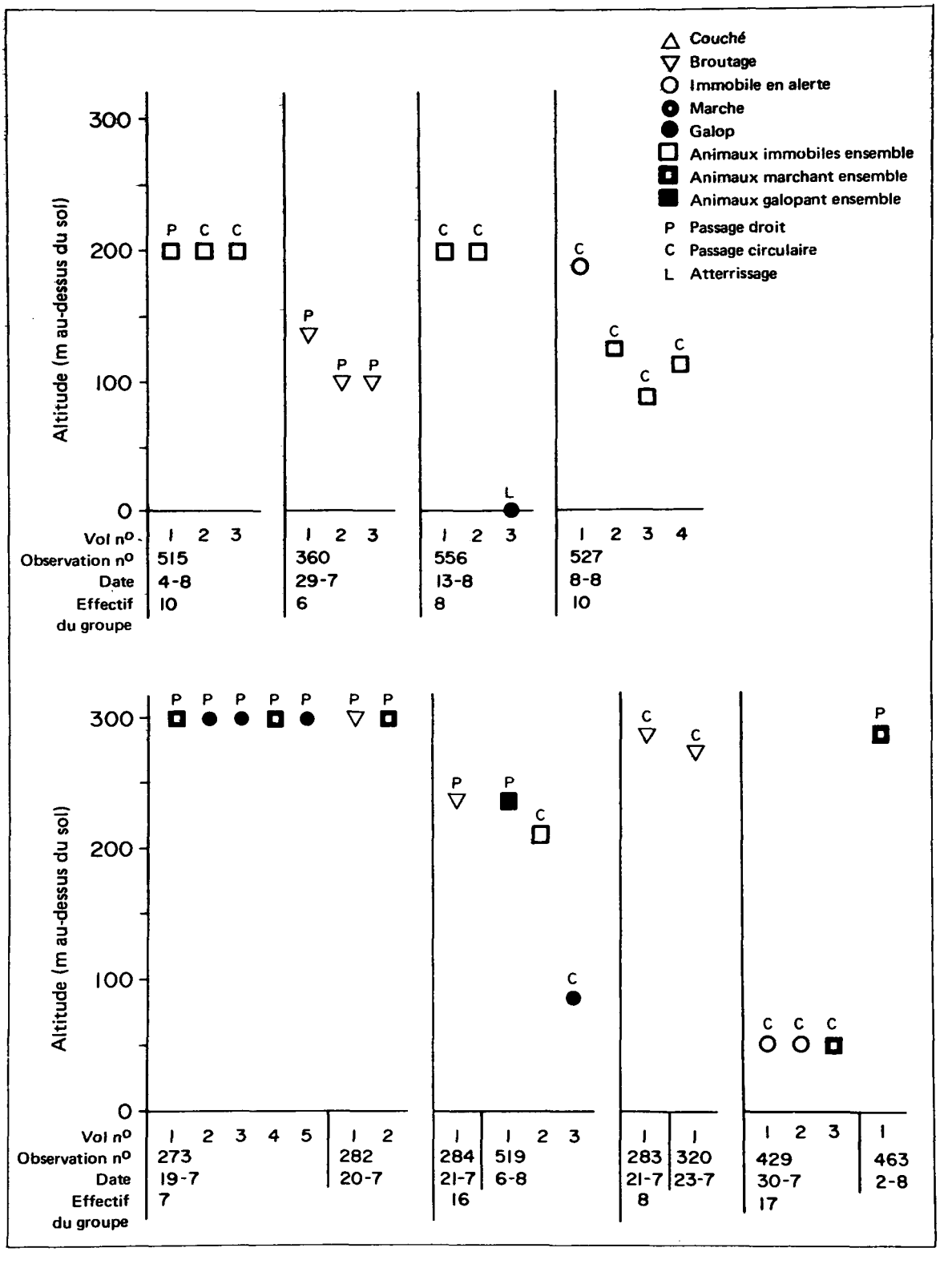
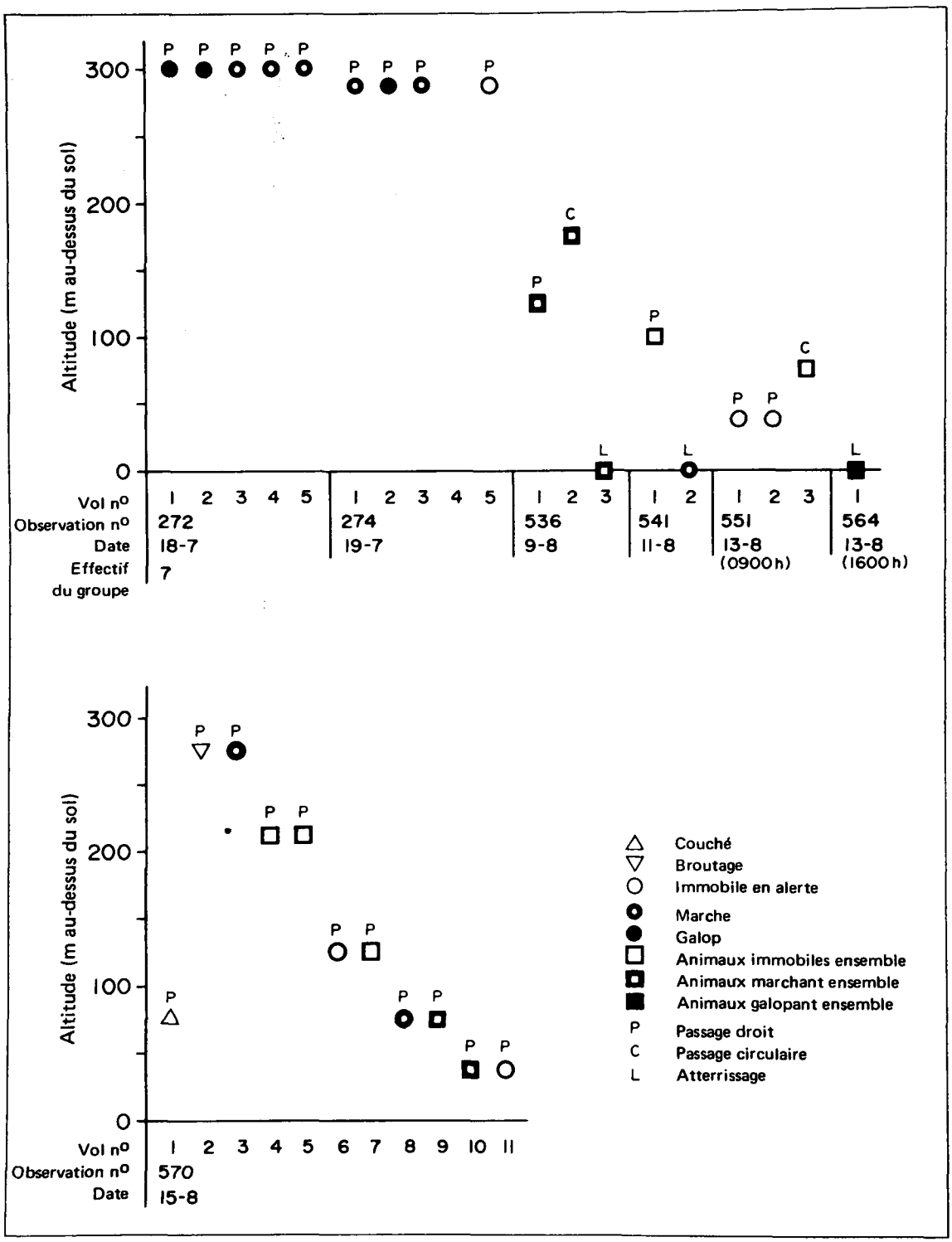
Figure 1c
Réactions d'un groupe mixte, selon les types de passage et leur altitude, dans l'île du Prince-de-Galles (T.N.-O.) en 1976