

QH
545
.05
L44
1991

DÉVELOPPEMENT D'UNE TECHNIQUE D'EFFAROUCHEMENT
POUR ÉLOIGNER LES OISEAUX AQUATIQUES
D'UNE NAPPE DE PÉTROLE

VOLET: SIMULATION SUR LE TERRAIN



PAR

DENIS LEHOUX

ET

LUC BÉLANGER

ENVIRONNEMENT CANADA
SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

NOVEMBRE 1991

SOMMAIRE

Une étude réalisée conjointement avec la firme de consultants Bréco et subventionnée par le Centre Saint-Laurent, nous a permis de vérifier sur le terrain, l'efficacité de certains bruits effaroucheurs à éloigner des oiseaux aquatiques, principalement des canards de mer. Un enregistrement de divers bruits produits tout à fait aléatoirement et à intervalles irréguliers, fut placé sur un radeau à la hauteur de la rivière Tartigou dans l'estuaire du Saint-Laurent, à proximité de la ville de Matane. Ce dispositif a permis de diminuer de 85% le nombre d'oiseaux présents dans un rayon de 700 m autour de l'effaroucheur. L'impact fut particulièrement marqué sur le Canard eider. L'effet de la présence de l'effaroucheur fut aussi senti sur l'ensemble de notre zone d'étude d'une longueur de six km. À l'intérieur de ce territoire, les effectifs d'oiseaux ont chuté de 75%. Nous n'avons pas noté de véritable accoutumance des oiseaux à la présence de l'effaroucheur, en dépit du fait qu'il fut opérationnel durant 64 heures. Le succès obtenu lors de cette expérience, nous incite à recommander le développement d'une bouée effaroucheuse qui présenterait, entre-autres, des caractéristiques d'effarouchement similaires à celles expérimentées lors de cette étude. Les détails de conception de cette bouée ainsi que les étapes à suivre pour ce faire, sont finalement décrits.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M. Alain Cossette de la Fondation les Oiseleurs pour son appréciable support technique tout au cours des activités de recensement et de mise en place de l'effaroucheur. Nous tenons aussi à souligner la participation de MM. Jean-Pierre Lebel et de Mario Fortin du MLCP de Rimouski, lors des opérations de repérage d'oiseaux dans le secteur à l'étude. Nous sommes également gré à M. Jean Béland de la firme Bréco pour la conception, la préparation et la mise en place de l'effaroucheur. Nous désirons enfin rappeler que ce projet a été rendu possible grâce au support financier du Centre Saint-Laurent.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

1. Introduction.....	1
2. Objectifs.....	3
3. Zone d'étude.....	4
4. Méthodologie.....	4
4.1 Caractéristiques de l'effaroucheur.....	5
4.2 Transects et repérages.....	5
4.3 Fréquence des inventaires.....	6
4.4 Analyse des données.....	7
5. Résultats.....	7

5.1	Utilisation du territoire avant le début de l'effarouchement.	7
5.2	Impact de la présence de l'effaroucheur sur l'abondance l'abondance relative des espèces recensées dans l'ensemble de la zone d'étude.....	8
5.3	Impact de la présence de l'effaroucheur sur la densité des oiseaux recensés dans l'ensemble de la zone d'étude.....	9
5.4	Distance privilégiée d'impact de l'effaroucheur sur la densité des oiseaux.....	9
5.4.1	Impact sur l'ensemble des oiseaux.....	9
5.4.2	Impact sur le Canard eider.....	10
5.4.3	Impact sur le goéland.....	10
5.4.4	Impact sur les autres espèces.....	11
5.5	Impact de l'effaroucheur sur la fréquence d'observation des oiseaux.....	11
5.6	Durée d'efficacité de l'effaroucheur.....	12
6.	Discussion.....	12
6.1	Rayon d'influence de l'effaroucheur sur la densité des oiseaux.....	12

6.2 Rayon d'influence de l'effaroucheur sur la diversité des espèces.....	14
6.3 Réaction et possibilité d'accoutumance des oiseaux face à l'effaroucheur.....	15
6.4 Implication de l'utilisation de l'effaroucheur sonore (bouée) lors d'un déversement d'hydrocarbure dans le Saint-Laurent.....	17
6.4.1 Le nombre de bouées requis.....	17
6.4.2 Impact réel sur les oiseaux aquatiques: cas du Rio Orinoko.....	18
6.4.3 Une garantie à toute épreuve?.....	19
6.4.4 La problématique des espèces.....	19
6.4.5 La problématique d'accoutumance.....	20
6.4.6 Une contrainte possible reliée à l'utilisation d'une bouée effaroucheuse.....	21
7. Conclusion.....	21
8. Recommandations.....	22
9. Bibliographie.....	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de la zone d'étude.....	27
Figure 2. Mode d'action de l'effaroucheur et dates d'observation.....	28
Figure 3. Variation dans la densité des oiseaux en fonction de la date.....	30
Figure 4. Abondance relative des espèces avant que l'effaroucheur ne fonctionne.....	32
Figure 5. Abondance relative des espèces durant l'opération de l'effaroucheur.....	34
Figure 6. Changement dans l'abondance relative des espèces selon le mode d'action de l'effaroucheur.....	36
Figure 7. Variation de la densité d'oiseaux/100 m dans la zone d'influence de l'effaroucheur.....	38
Figure 8. Variation de la densité d'Eiders à duvet/100 m dans la zone d'influence de l'effaroucheur.....	40
Figure 9. Fréquence des relevés avec présence d'oiseaux dans la zone d'influence de l'effaroucheur.....	42
Figure 10. Fréquence des relevés avec présence d'eiders dans la zone d'influence de l'effaroucheur.....	44

Figure 11. Variation dans la densité d'oiseaux lorsque l'effaroucheur était fonctionnel.....	46
Figure 12. Variation dans la fréquence des relevés avec présence d'oiseaux dans la zone d'influence de l'effaroucheur.....	48
Figure 13. Résumé de la distance d'influence de l'effaroucheur sur sur la distribution des oiseaux.....	50
Figure 14. Variation dans la fréquence d'observation des oiseaux dans la zone d'influence de l'effaroucheur.....	52

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1. Densité d'oiseaux/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement..... 54
- Tableau 2. Densité d'Eiders à duvet/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement..... 55
- Tableau 3. Densité de macreuses/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement..... 56
- Tableau 4. Densité de Canards noirs/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement..... 57
- Tableau 5. Densité de goélands/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement..... 58
- Tableau 6. Densité de cormorans/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement..... 59
- Tableau 7. Simulation de l'utilisation d'une bouée effaroucheuse sonore dans le cas du déversement du Rio Orinoko à Anticosti..... 60

1. PROBLÉMATIQUE

Parmi toutes les graves répercussions environnementales que nous connaissons, ceux concernant les déversements d'hydrocarbures sont probablement les plus susceptibles d'entraîner beaucoup de mortalité chez les oiseaux aquatiques, principalement lorsqu'ils se produisent en des lieux et en des périodes de rassemblements privilégiés, comme notamment sur les aires de migration. Le cas le plus dramatique à cet égard est survenu en Allemagne dans les années '50 alors qu'on estimait à 275 000, le nombre d'oiseaux, des macreuses surtout, ayant péri suite au déversement de 8 000 tonnes d'huile brute (Holmes et Cronshaw, 1977). Au Québec, le pire cas que nous connaissions, est survenu aux Iles-de-la-Madeleine en décembre 1981, où près de 1 200 Mergules nains ont trouvé la mort suite au déversement de 12 tonnes de bunker. Le Saint-Laurent étant reconnu, d'une part, pour concentrer des contingents impressionnants d'oiseaux aquatiques en plusieurs endroits le long du Saint-Laurent et en toutes périodes de l'année (Lehoux et al, 1985) et pour, d'autre part, recevoir un trafic maritime intense estimé annuellement à près de 10 000 mouvements de navires, il est loin d'être exclus que d'autres situations, autrement plus dramatiques, voient le jour.

Lorsque survient un déversement d'hydrocarbure, différentes interventions sont nécessaires pour assurer la survie des oiseaux. Une fois bien repérés les volatiles présents dans le secteur de déversement, il faut rapidement déployer des techniques d'effarouchement, tenter de capturer ceux qui seraient demeurés sur le site et qui seraient entrés en contact avec la nappe d'huile, procéder au nettoyage et à la réhabilitation des oiseaux souillés et finalement relâcher ceux qui auront survécu.

Au cours des dernières années, c'est principalement et étrangement au niveau de la seule réhabilitation que des efforts ont été déployés et cela même si logiquement on aurait dû s'attarder d'avantage à l'aspect prévention. Il est vrai qu'il s'avère maintenant possible de nettoyer efficacement des oiseaux souillés par un hydrocarbure (taux de succès pouvant atteindre jusqu'à 90% chez certaines espèces) (Frink, 1987). Mais, il n'en demeure pas moins que la technique se révèle longue d'application (~ 30 à 40 minutes/oiseau) et qu'elle pourrait difficilement espérer prendre en charge plusieurs centaines de volatiles à la fois. Les infrastructures actuellement disponibles (centres de nettoyage) ne nous permettraient pas de toute façon de le faire. Plus important encore, on rapporte que seulement une petite fraction des oiseaux contaminés et en difficulté, peuvent être capturés et transportés aux centres de nettoyage; la majorité n'étant jamais retrouvés. À titre d'exemple, lors du déversement du Rio Orinoko survenu à Anticosti le 16 octobre 1990, nous n'avons capturé, malgré un effort intense, qu'environ 5% des oiseaux que nous avons identifiés comme présentant de sérieux troubles de comportement; les autres se sont soit noyés ou ont été tout simplement prédatés (Lehoux, 1990). Il semble donc évident que le fait de disposer de méthodes d'effarouchement efficaces permettant d'éloigner rapidement les oiseaux d'un lieu de déversement, demeure le meilleur outil d'intervention et celui pouvant assurer la survie du plus grand nombre d'oiseaux.

L'idée d'effaroucher des oiseaux hors de sites spécifiques, n'est pas nouvelle. Toutefois, la majorité des travaux qui ont été réalisés à cet effet, l'ont été dans des conditions terrestres (vergers, cultures, aéroports..)(CWS, 1982; Boag et Lewin, 1980; Blokpoel, 1976; Brown, 1974; Anonyme, 1972; Boudreau, 1968; Kear, 1963; Stephen, 1961) et les résultats difficilement extrapolables aux milieux aquatiques. Une étude soumise par la firme de consultants LGL (Koski et Richardson, 1976), pour le compte de l'Association pétrolière du Canada, faisait une revue de l'ensemble de ces techniques et tentait de les adapter à des conditions plus aquatiques dans

le cadre de déversements d'huile. Les conclusions de ce rapport, en ce qui a trait aux milieux côtiers, étaient que l'avion ou, de préférence l'hélicoptère, en combinaison avec les balles explosives, s'avérerait probablement le genre d'approche à privilégier. Les facteurs limitants qu'on identifiait, étaient reliés à des questions de logistique, c'est-à-dire aux problèmes occasionnés par le déploiement et l'opération simultanés sur le terrain d'un grand nombre de techniques. Ici encore, on note le peu d'informations fournies sur l'efficacité de ces méthodes en fonction des espèces, dont les canards de mer.

Une étude réalisée cette fois par le SCF, région de Québec (Lehoux, 1990), permettait de documenter l'efficacité d'un hélicoptère, d'un bateau motorisé ainsi que des canons au propane, pour effaroucher des canards de mer, en majorité des macreuses, rassemblés à un ou deux kilomètres de la rive. Cette étude concluait que l'effarouchement des canards de mer pouvait être envisageable le jour mais que cela demeurerait une opération impossible la nuit venue, étant donné l'incapacité d'utiliser l'hélicoptère ou le bateau pour repérer les oiseaux. L'utilisation des seuls canons au propane se révélait elle aussi, à toutes fins pratiques, d'aucune utilité lorsque les canards de mer se rassemblaient à des distances supérieures à un km de la rive.

2. OBJECTIFS.

C'est dans le but de développer et d'évaluer l'efficacité d'une technique d'effarouchement sonore pouvant être efficace à éloigner des canards de mer tant le jour que la nuit, que nous avons amorcé la présente étude. Plus spécifiquement nos objectifs visaient à:

- documenter le rayon d'efficacité d'un effaroucheur sonore à éloigner des oiseaux aquatiques dans un secteur assidûment fréquenté en période de migration;

- identifier la ou les espèces les plus sensibles à l'effaroucheur;
- documenter la durée d'efficacité de l'effaroucheur;
- effectuer des recommandations quant à la valeur des bruits générés, leur fréquence ainsi que leur applicabilité.

3. ZONE D'ÉTUDE.

La présente étude s'est déroulée dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent à la hauteur de la rivière Tartigou à quelque 25 km à l'ouest de Matane (Figure 1). Ce secteur a été privilégié car il est reconnu depuis plusieurs années comme un endroit exceptionnel pour les Canards eiders durant l'été et le début de l'automne (Gauthier et Bédard, 1976). Les eiders y ont accès à une nourriture abondante ainsi qu'à des récifs côtiers sur lesquels les oiseaux en mue peuvent trouver refuge. Les données d'inventaires du SCF confirmaient d'ailleurs ce fait; elles estimaient à 3 500/10 km de rivage le nombre de canards de mer (eiders et macreuses) présents dans le tronçon Baie des sables-Saint Ulric à l'automne (Lehoux et al, 1985)

Le secteur de la rivière Tartigou fut également sélectionné en raison de la facilité d'y travailler. Il présentait l'avantage d'être bordé dans toute sa longueur par une route, le plus souvent rectiligne, qui facilitait nos repérages quotidiens. De plus, ce secteur était relativement éloigné de secteurs résidentiels, ce qui permettait de limiter au maximum le dérangement.

4. MÉTHODOLOGIE.

4.1 Caractéristiques de l'effaroucheur.

Notons que l'effaroucheur était représenté par un enregistrement de six types de sons différents diffusés à des intervalles variant entre quatre et douze minutes. La durée de diffusion de chacun des sons pouvait varier, pour sa part, entre 15 et 90 secondes. Les bruits sélectionnés comprenaient des détonations (canon, coup de fusil), des sons synthétisés électroniquement (AV-Alarm), des cris de faucon pèlerin, des bruits d'hélicoptères, de sirènes ainsi que des bruits diversifiés (musique électronique, cris humains, cloches). La séquence de diffusion ainsi que sa durée ont été déterminées au hasard.

La cassette d'enregistrement en continu ainsi que le magnétophone servant à sa diffusion, ont été placés sur un radeau (12'X 8') sur lequel prenaient aussi place une génératrice et un réservoir d'essence. Tout ce matériel fut, au moment choisi, ancré à 300 m de la rive et à 900 m à l'ouest de la rivière Tartigou. Ce site s'était avéré être fréquenté régulièrement lors de nos recensements préliminaires tout en étant le plus éloigné des habitations. L'effaroucheur fut en opération continue durant 64 heures, à l'exception d'un court arrêt d'une couple d'heures dû au mal fonctionnement de l'enregistreuse. Nous n'avons pas tenu compte de cette période d'arrêt lors de l'analyse de nos données; nous avons considéré que la période d'inactivité de l'effaroucheur n'avait pas été assez longue pour produire un effet marqué sur les oiseaux présents.

4.2 Transects et repérages.

Un tronçon côtier de six km de longueur situé de part et d'autre de la rivière Tartigou, a été retenu pour les fins de la présente étude. Ce secteur a été balisé en 44 unités, soit 22 unités de chaque côté de la rivière. Les vingt premiers transects avaient 100 m de longueur et les deux

derniers 500 m chacun. Afin de minimiser le recoupement des observations d'une unité d'inventaire à l'autre, les limites de chacune des unités ont de plus été identifiées à l'aide de deux tiges de bois orientées franc nord selon un angle de 360° par rapport à la route. L'observateur se servait alors de ces points de repère pour s'assurer que les données qu'il prélevait, correspondait bel et bien à la bonne unité d'inventaire.

À quelques reprises et de façon ponctuelle, nous avons eu recours au système de triangulation afin de mieux localiser certaines bandes repérées très loin au large.

Les recensements s'effectuaient à bord d'un camion se déplaçant d'est en ouest qui s'arrêtait régulièrement à l'intérieur de chacune des unités. Les identifications étaient faites à l'aide d'un télescope grand angle 22X. Toutes les espèces ainsi que le nombre d'individus présents à l'intérieur de chaque zone définie par les balises, étaient notés. La couverture complète de toutes les unités nécessitait environ deux heures.

4.3 Fréquence des inventaires.

Les inventaires ont pris place entre le 5 et le 13 septembre. Ils ont été répartis de la façon suivante:

- un inventaire de repérage le 5 septembre afin de s'assurer que des oiseaux aquatiques fréquentaient encore le site et ce d'une façon abondante;
- trois inventaires le 6 et le 7 septembre avant même la mise en place de l'effaroucheur, pour un total de 128 relevés (un relevé correspondant ici à un inventaire dans une unité)(Figure 2);
- cinq inventaires les 8 et 9 septembre alors que l'effaroucheur était présent, mais non fonctionnel, pour un total de 194 relevés;

- onze inventaires entre le 10 et le 12 septembre au matin, pendant l'opération de l'effaroucheur, pour un total de 435 relevés;
- trois inventaires le 12 alors que l'effaroucheur était de nouveau arrêté, pour un total de 81 relevés;
- quatre inventaires le 13 après le retrait de l'effaroucheur, pour un total de 85 relevés.

4.4 Analyse des données.

Afin d'être mieux en mesure d'évaluer la distance d'impact de l'effaroucheur, nous avons combiné ensemble tous les transects localisés à égale distance de ce dernier. Ainsi, les deux transects sis à 100 m ont été regroupés, tout comme ceux retrouvés à 200 m, à 300 m et ainsi de suite jusqu'à 3 km. Nous avons de cette façon déterminé 14 catégories de distance: 0, 100, 200.....1 000, 1 000-1 500, 1 500-2 000 et >2000 m.

Enfin, les données ont été analysées par blocs, dépendant si elles avaient été récoltées avant la mise en place de l'effaroucheur (AV dans les tableaux et figures), pendant la présence de ce dernier (P), durant son fonctionnement (F), après son arrêt (AP) et après son retrait (PL).

5. RÉSULTATS.

5.1 Utilisation du territoire avant le début de l'effarouchement.

Les inventaires réalisés avant même la mise en place de l'effaroucheur, nous indiquent que le secteur était fréquenté assidûment par plusieurs

milliers d'oiseaux aquatiques. On estime en effet à 80 oiseaux/100 m, le nombre moyen d'individus présents à cet instant dans le secteur à l'étude (Figure 3), ce qui correspond à environ 4 500 oiseaux aquatiques. La distribution de ces oiseaux s'avérait également homogène à l'intérieur de toute la zone puisqu'on ne retrouvait pas de différences significatives à ce niveau (Tableau 1).

En termes de composition spécifique, le Canard eider (*Somateria mollissima*) se révélait l'espèce la plus abondante totalisant 64% des effectifs. Venaient ensuite, par ordre décroissant d'importance, les Goélands argentés (*Larus argentatus*) et à manteau noir (*Larus marinus*) (18%), le Canard noir (*Anas rubripes*) (6%), les macreuses représentées par les trois espèces c'est à dire à bec jaune (*Melanitta nigra*), à front blanc (*Melanitta perspicillata*) et à ailes blanches (*Melanitta fusca*) (5%) et le Cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) (5%) (Figure 4). Pour les fins de la présente analyse, nous avons omis de considérer toutes les espèces représentant moins de 1% des oiseaux. A l'exception du Canard noir et du goéland, toutes les espèces semblaient, à ce moment, se distribuer assez uniformément dans le territoire sous observation (Tableaux 2 à 6).

5.2 Impact de la présence de l'effaroucheur sur l'abondance relative des espèces recensées dans l'ensemble de la zone d'étude.

Le fait de mettre en place un effaroucheur dans le secteur, n'a pas semblé modifier la proportion de Canards noirs et de Cormorans qui y étaient présents. On note par contre que le % d'eiders, de macreuses et de goélands a changé d'une façon significative. Cette modification s'est faite selon une tendance légèrement à la baisse pour l'eider et selon un patron tout à fait aléatoire pour les deux autres groupes d'espèces (Figures 5 et 6). Ces variations au hasard dans les effectifs des espèces nous portent à croire qu'elles ne sont pas reliées à la présence de la structure ou au mode de fonctionnement de notre système d'effarouchement.

5.3 Impact de la présence de l'effaroucheur sur la densité des oiseaux recensés dans l'ensemble de la zone d'étude.

Avant même que nous mettions en place l'effaroucheur, le nombre moyen d'oiseaux dans le secteur de 6 km, se chiffrait, comme mentionné plus haut, aux environs de 80 oiseaux/100 m. Dès l'instant où nous avons mis la structure en place et déclenché le magnétophone, le nombre d'oiseaux n'a pas cessé de diminuer dans l'ensemble du secteur, passant alors de 80 oiseaux qu'il était initialement à environ 20 oiseaux/100 m, soit une diminution approximative de 75% (Figure 3). Chez les différentes espèces, seul le Canard eider a vu ses effectifs diminuer d'une façon aussi marquée sur l'ensemble du territoire à l'étude, avec une baisse équivalente à près de 85% des individus de l'espèce. On note enfin une faible tendance à la baisse pour le goéland et le cormoran, bien que cette baisse soit non significative.

5.4 Distance privilégiée d'impact de l'effaroucheur sur la densité des oiseaux.

5.4.1 Impact sur l'ensemble des oiseaux.

Avant l'installation de l'effaroucheur, les oiseaux étaient distribués d'une façon relativement homogène sur l'ensemble du 6 km de rives à l'étude. Le fait de mettre en place le radeau et de démarrer le système d'effarouchement à entraîner une redistribution des oiseaux au profit des zones les plus périphériques situées en dehors même de notre territoire de 6 km à l'étude (Tableau 1). Le rayon privilégié d'influence de notre système d'effarouchement sur l'ensemble des oiseaux présents a été estimé à 700 m et cela même si on dénote une différence non significative à 600 m attribuable à une forte erreur sur la moyenne et à la faible taille de

notre échantillon. Dans cette zone de 700 m, le nombre d'oiseaux présents à chuter drastiquement par rapport à ce qu'il était avant le début de l'opération, soit de l'ordre de 85% (Figure 7).

5.4.2 Impact sur le Canard eider.

Le tableau 2 révèle qu'il n'existait pas de différences significatives dans les densités d'eiders rencontrées dans chacune des unités composant notre aire d'étude avant la mise en place de l'effaroucheur, comparativement à celles retrouvées après l'arrêt et le retrait de ce dernier. Par contre, ces densités diffèrent significativement de celles qui furent notées durant la période de présence et d'opération du système d'effarouchement. Cette diminution d'effectifs s'est faite sentir principalement dans les huit premiers 100 m situés de part et d'autre de l'effaroucheur et cela même si le tableau 1 indique une différence non significative à 600 m. Cette valeur non significative s'explique par une forte erreur sur la moyenne (+106,9) et par la faible taille de notre échantillon comme cela fut noté sur l'ensemble de la population. À l'intérieur de cette zone de 800 m, le nombre d'eiders a chuté de près de 90% (Figure 8).

5.4.3 Impact sur le goéland

On note au tableau 5 que les goélands n'étaient pas distribués uniformément sur le territoire et ce avant même que nous mettions en place notre système d'effarouchement. On les retrouvait d'une façon particulièrement abondante à environ 0,5 et 1,0 km de l'endroit où nous avons installé notre radeau. Cette distribution non homogène des oiseaux fut aussi notée lors de la mise en place et du fonctionnement de notre effaroucheur. La présence de l'effaroucheur a toutefois entraîné une baisse significative des goélands

l'effaroucheur sur cette espèce.

5.4.4 Impact sur les autres espèces

Il nous a été impossible de déterminer l'impact de l'effaroucheur sur les autres espèces présentes dans le territoire à l'étude en l'occurrence le Canard noir, les macreuses et le cormoran (Tableaux 3,4 et 6). Cette difficulté à estimer un rayon d'influence s'explique par la densité trop faible de ces trois espèces dans la zone d'étude et dans certains cas, par leur absence presque totale dans les zones immédiatement adjacentes à l'effaroucheur.

5.5 Impact de l'effaroucheur sur la fréquence d'observation des oiseaux.

L'effaroucheur a entraîné un effet marqué non seulement sur le nombre d'oiseaux fréquentant la zone d'étude, mais aussi sur la fréquence de présence de ces derniers. Ainsi, avant le début de l'effarouchement, il nous était possible d'observer des oiseaux entre 85 et 100% du temps, dans un rayon de 700 m autour de l'endroit où l'effaroucheur a été par la suite positionné. Ce % ne variait plus que de 30 à 90%, lorsque l'appareillage fut en place et fonctionnel (Figure 9). Les chances de contact allaient évidemment en décroissant au fur et à mesure que l'on s'approchait du radeau.

On note une réponse équivalente dans le cas de l'Eider à duvet, si ce n'est que cette réponse fut encore plus marquée chez cette espèce puisque le rayon d'influence de l'effaroucheur à cet égard, s'élève maintenant à près de 900 m. Dans ce rayon de 900 m, les chances de recenser au moins un eider avant le début de l'effarouchement, variait entre 65 et 100% alors qu'elles se situaient entre 10 et 60% avec le système sonore en place et fonctionnel (Figure 10).

5.6 Durée d'efficacité de l'effaroucheur

On ne note pas de patron vraiment évident d'accoutumance ou de non accoutumance des oiseaux face à l'effaroucheur. Si les oiseaux s'étaient vraiment habitués à sa présence, nous aurions normalement noté des densités plus faibles au début et des densités de plus en plus élevées au fur et à mesure que les heures et les journées passaient. Si on analyse la figure 11, on note un patron beaucoup plus aléatoire où la densité des oiseaux s'est maintenue basse deux jours sur trois, mais avec la densité la plus élevée enregistrée non pas à la fin de nos observations, mais bien à mi-course soit lors de notre deuxième journée d'observation. Le fait toutefois que la densité des oiseaux, lors de cette deuxième journée, soit quand même demeurée près de quatre fois inférieure à ce qui avait été perçu avant le début de l'effarouchement, nous laisse croire que l'accoutumance des oiseaux, si accoutumance il y a eu, fut vraiment très faible.

La figure 12 nous indique cependant que même si le nombre d'oiseaux est demeuré relativement bas tout au cours de la période où l'effaroucheur fut fonctionnel, on avait quand même tendance à noter plus souvent la présence d'individus, appartenant à d'autres espèces que l'Eider à duvet, avec l'augmentation de la durée d'exposition à notre système sonore.

6. DISCUSSION

6.1 Rayon d'influence de l'effaroucheur sur la densité d'oiseaux.

La présence de l'effaroucheur semble avoir généré des impacts sur des distances relativement grandes. On notait en effet une diminution de près de 75% des oiseaux (de 4 800 à 1 200 en moyenne) dans l'ensemble de la zone

sous observation évaluée à six km de longueur. Il semblerait donc que les oiseaux qui ont été déplacés par l'effaroucheur, ne se soient pas nécessairement regroupés avec d'autres congénères dans les zones périphériques, comme on aurait pu initialement se l'imaginer. Ils ont au contraire, soit préféré quitter carrément le secteur, entraînant aussi avec eux, chose importante à signaler, d'autres groupes d'oiseaux, soit forcé les oiseaux déjà présents dans ces zones adjacentes à délaisser la région en grands nombres, un peu à la façon d'un jeu de billard.

On pourrait toujours alléguer que ce comportement était probablement normal et relié davantage à un comportement migratoire qu'à l'effet de l'effaroucheur. Il est en effet reconnu que le mois de septembre correspond, pour la majorité des espèces, au début de la période de migration automnale qui entraîne des déplacements parfois importants en de courts laps de temps. Même si cette hypothèse demeure plausible, nous ne croyons pas qu'elle s'applique au cas qui nous concerne. La majorité des oiseaux présents dans notre zone d'étude, était représentée par des eiders (64% des effectifs). Or à cette période de l'année, cette espèce est encore en mue et demeure très attachée à un site comme celui de la rivière Tartigou qui représente depuis des années et des années, un lieu traditionnel d'alimentation. Les travaux de Gauthier et Bédard (1976), confirment d'ailleurs ce fait et rapportent que les mouvements migratoires de cette espèce vers les quartiers d'hiver, ne commencent à proprement parler qu'à la fin de septembre. Les inventaires que possèdent le SCF pour ce secteur, démontrent de plus une constance dans les effectifs de cette espèce au moins jusqu'à la mi-septembre.

La présence de l'effaroucheur a résulté de plus en une diminution marquée et significative des oiseaux dans un rayon d'environ 700 m. Dans cette zone, le nombre d'oiseaux a chuté de plus de 85% (de 1 120 à 160 oiseaux en moyenne) comparativement à ce qu'il était avant la mise en place de

l'effaroucheur. Si on exprime cette valeur d'une façon différente, cela reviendrait à dire qu'il serait possible de protéger efficacement avec ce système une superficie équivalente à environ 150 ha.

Il est possible que l'effet de dérangement important que nous avons obtenu, ait résulté non seulement du bruit émis par notre enregistreuse mais aussi du dérangement que nous avons occasionné lors de la mise en place de la structure et par la structure elle-même. Plusieurs heures de préparation et de montage ont en effet été requises le long de la rive avant le positionnement du radeau au large. De même la structure relativement imposante représentée par le radeau, le réservoir, la génératrice et les 45 gallons qui servaient de flotteurs, ont sûrement contribué à l'effet de dérangement sur les oiseaux présents dans le secteur immédiat. D'ailleurs, la figure 7 montre que le seul fait de mettre en place le radeau a entraîné une baisse de 70% dans le nombre d'oiseaux présents. Nous avons diminué encore par contre de 20% les effectifs d'oiseaux lorsque nous avons démarré l'effaroucheur.

6.2 Rayon d'influence de l'effaroucheur sur la diversité des espèces.

Le protocole que nous avons mis en place ne nous a pas réellement permis d'évaluer précisément les impacts de notre système d'effarouchement sur beaucoup d'espèces. La raison en est que les espèces que nous suivions étaient, à quelques exceptions près, comme mentionné précédemment, représentées par de faibles effectifs ou encore distribuées d'une façon telle qu'elles étaient déjà à bonne distance de l'effaroucheur avant même que ce dernier ne soit mis en place. En dépit de tout cela, nous croyons que toutes les espèces d'oiseaux ont réagi positivement à l'effaroucheur. Afin de déterminer cette influence, on pourrait tenter de ne plus tenir compte uniquement des seules différences significatives, mais prendre aussi en considération les tendances à la baisse des effectifs ainsi que de la nouvelle distribution qu'ont adoptée les oiseaux une fois l'effaroucheur

équipement retiré. Ce nouveau type d'analyse nous donne cette fois le degré de sensibilité suivant qui est résumé graphiquement en figure 13:

- le Canard eider avec 800 m
- les macreuses avec 600 m
- le Canard noir avec 500 m
- le cormoran avec 300 m
- les goélands avec 300 m.

6.3 Réaction et possibilité d'accoutumance des oiseaux face à l'effaroucheur.

Tous ceux qui ont eu à travailler avec des techniques d'effarouchement, concluent qu'il demeure difficile de garder des oiseaux à l'écart d'une zone donnée durant de longues périodes (Lavoie, 1981; Sharp, 1978; Koski et Richarson, 1976; Reed, 1975). Les oiseaux qu'on tente ainsi d'éloigner finissent par s'habituer à la présence de l'effaroucheur et reviennent inévitablement sur le site en l'espace de quelques heures ou au mieux de quelques jours.

Dans le cas qui nous concerne nous n'avons pas véritablement constaté un phénomène aussi marqué (Figures 11 et 12). Même si ces figures semblent indiquer que des oiseaux sont revenus à l'occasion, principalement lors de la deuxième journée d'opération de l'effaroucheur, dans la zone d'influence de ce dernier, ces résultats sont un peu trompeurs. En effet, notre protocole de récolte de données ne nous permettait pas d'évaluer l'effet du dérangement selon un axe nord-sud, mais uniquement selon la direction est-ouest. En d'autres termes, nous pouvions au mieux indiquer que les oiseaux étaient, par exemple, à 100 m à l'ouest de l'effaroucheur sans être toutefois capable de préciser qu'ils étaient aussi à 800 m au large. Dans ce dernier exemple, la distance réelle de la bande d'oiseaux aurait été non

pas de 100 m mais bien de 500 m, si on considère évidemment que notre radeau était déjà positionné à 300 m de la rive.

Ainsi, lors de cette deuxième journée d'effarouchement, sur les 15 bandes d'oiseaux de cinq eiders et plus repérées dans un rayon de 700 m à l'est ou à l'ouest de l'effaroucheur, six d'entre-elles ont été annotées comme se trouvant très loin au large. Nous sommes presque assurés que ce comportement était relié à la présence de notre dispositif de dérangement. En cinq occasions, nous avons d'ailleurs été en mesure de constater l'effet dérangeant que produisaient les différents enregistrements sur le comportement des eiders. En ces cinq occasions, les oiseaux se sont rapprochés à des distances plus ou moins variables de l'effaroucheur. Lors de l'émission de certains bruits, le plus souvent ceux qui produisaient des sons les plus aigus, les canards arrêtaient automatiquement de nager, rebroussaient chemin sur quelques dizaines de mètres, s'éloignaient vers le large jusqu'à une distance où les bruits ne semblaient plus les incommoder, puis reprenaient leur course de façon à se tenir à une distance respectable du générateur de bruits. L'utilisation de la triangulation à trois reprises, nous a permis d'évaluer que cette distance pouvait varier entre 675 et 900 m, ce qui correspond approximativement au rayon d'influence de 700 m que nous avons estimé précédemment.

Non seulement croyons-nous que l'effaroucheur a maintenu une relative efficacité durant toute la période où il a été fonctionnel, soit durant 64 heures, mais nous croyons aussi que son effet s'est prolongé durant au moins une journée après la cessation des bruits et une journée additionnelle après le retrait de la structure (Figure 7). Ce n'est véritablement qu'au cours de la deuxième journée que les oiseaux ont recommencé à fréquenter un peu plus assidûment le site délaissé jusqu'alors.

L'efficacité quand même relativement surprenante de notre système, serait

possiblement imputable au fait qu'il générerait des bruits puissants et variés et ce d'une façon tout à fait aléatoire. Les chances que les oiseaux puissent s'habituer à ces bruits étaient donc de beaucoup diminuées, comparativement par exemple aux systèmes traditionnels, comme les canons au propane ou les AV-alarm, qui n'émettent le plus souvent qu'un seul type de bruit à intervalles réguliers. Certaines compagnies qui se spécialisent dans les techniques d'effarouchement, comme par exemple la compagnie Wyvern de la Hollande, ont d'ailleurs commencé à développer de nouveaux produits qui misent sur la diversité des bruits générés. Ainsi, cette compagnie vient-elle de mettre sur le marché un système électronique qui émet jusqu'à 64 sons différents et qui a la propriété, selon ses dires, d'éloigner sans accoutumance les oiseaux des fermes, des aéroports, des piscicultures... Les superficies ainsi protégées seraient de l'ordre de 15 ha comparativement à 150 ha pour notre système.

6.4 Implication de l'utilisation d'un effaroucheur sonore (bouée) lors d'un déversement d'hydrocarbure dans le Saint-Laurent.

6.4.1 Le nombre de bouées requis.

L'expérience que nous venons de réaliser prend toute son importance dans le contexte des déversements d'hydrocarbures qui surviennent régulièrement le long du Saint-Laurent. Elle permet de supposer qu'une bouée qui posséderait toutes les caractéristiques de l'effaroucheur que nous avons expérimenté, pourrait engendrer des effets marqués sur de grandes superficies (un minimum de 150 ha). Les déversements d'huile qui sont survenus le long du Saint-Laurent au cours des dernières années, ont entraîné jusqu'à ce jour, la formation de nappes dont l'étendue n'a jamais dépassée, dans le pire cas, environ 1 200 ha (cas du Czantoria, Claude Rivest, comm pers.) De telles superficies pourraient donc être possiblement protégées avec seulement une dizaine d'effaroucheurs (bouées), ce qui représente une logistique qui est loin d'être insurmontable.

Quelles seraient maintenant les effets d'une bouée effaroucheuse produisant les mêmes types de bruits mais présentant une structure moins massive? Il nous est malheureusement difficile de répondre précisément à cette question. Tout au plus pouvons-nous mentionner que la réaction de peur de certains eiders sous observation, était, nul doute, reliée aux seuls bruits produits puisque cette réaction fut immédiatement subséquente à l'émission de certains bruits particuliers, notamment les bruits les plus aigus. De même la figure 14 nous indique que c'est seulement le fonctionnement de l'appareil et non sa seule présence, qui a entraîné la diminution de la fréquence d'observations des oiseaux dans un rayon de 700 m. Tous ces indices nous laissent donc très optimistes sur la valeur du système d'effarouchement comme tel.

6.4.2 Impact réel sur les oiseaux aquatiques: cas du Rio Orinoko.

Dans le contexte actuel, beaucoup d'oiseaux meurent parce qu'ils sont inconscients du danger que représente une nappe d'huile à la dérive. Les techniques dont nous disposons ne nous permettant pas d'effectuer la prévention requise, nous devons nous attendre à faire face encore et encore à des situations où des centaines, voire même des milliers d'oiseaux, seront contaminés par des déversements.

Un bouée effaroucheuse pourrait minimiser de beaucoup cette mortalité. Il nous est possible de tenter de simuler l'impact que produirait une telle bouée dans une situation réelle, en prenant comme exemple le cas du déversement du Rio Orinoko survenu à l'île d'Anticosti. Dans ce cas particulier, 3 000 oiseaux aquatiques étaient présents sur le site avant même que ne survienne l'accident. Après le déversement, 200 oiseaux, ou 6% des individus présents, ont été touchés par le contaminant. De ce nombre seuls 5% ont pu être récupérés. Si nous avions disposé de bouées, nous aurions idéalement été capable d'effaroucher environ 85% des oiseaux

aquatiques rassemblés à proximité du lieu de l'accident et seuls 450 individus (15% de 3 000) seraient encore demeurés sur le site. Si on suppose qu'ici aussi, 6% des oiseaux encore présents auraient été affectés par la nappe d'huile, nous aurions recensés uniquement 27 oiseaux en difficulté, au lieu de 200 comme cela fut le cas. En d'autres termes, les bouées nous auraient permis de sauver près de 175 individus. Le nombre d'oiseaux à nettoyer auraient possiblement diminuer dans les mêmes proportions, d'où des coûts d'opération moindres (Tableau 7).

6.4.3 Une garantie à toute épreuve?

Nous ne pouvons évidemment garantir qu'une telle bouée donnera des résultats aussi mirobolants que ceux obtenus lors de notre étude et cela n'importe où le long du Saint-Laurent et à tout moment de l'année. Cependant, les inventaires réalisés par le SCF (Lehoux et al, 1985), révèlent que près de 80 zones le long du Saint-Laurent, totalisant environ 1 600 km de rives, présentent, soit durant les migrations ou la période d'hivernage, des concentrations élevées de canards de mer ou de canards plongeurs. Rappelons que ces groupes d'espèces sont reconnus comme très vulnérables à la présence d'un hydrocarbure. Pour ces 80 zones, ou l'équivalent d'environ 30% du territoire, nous croyons que l'effaroucheur permettrait de réduire substantiellement les chances de contact avec un hydrocarbure et ce dans des proportions équivalentes à ce que nous avons trouvé pour la rivière Tartigou. Le fait de diminuer substantiellement le nombre d'oiseaux huilés lors d'un déversement d'hydrocarbure, permettrait par le fait même, de réduire, rappelons-le, le nombre d'oiseaux à nettoyer et ainsi les coûts reliés à cette opération qui s'avère très dispendieuse.

6.4.4 La problématique des espèces.

Même si certaines espèces semblent réagir d'une façon moins marquée à

l'effaroucheur, cela ne devrait en aucun moment remettre en question l'idée d'aller de l'avant avec la bouée effaroucheuse. Le but premier de cette bouée est d'en arriver à posséder éventuellement un outil qui nous permettrait de tenir à l'écart de toute nappe d'huile, les oiseaux qui ont tendance à se rassembler au large des côtes et pour lesquelles nous ne possédons présentement aucun moyen d'intervention. Ces espèces ont, entre-autres, pour nom le Canard eider et les macreuses, soit deux groupes d'oiseaux qui, comme nous venons de le voir, réagissent favorablement au bruit. Pour les autres espèces qui se tiennent habituellement plus près des rives, il nous sera toujours possible d'avoir recours aux techniques plus traditionnelles comme les canons au propane et les balles explosives.

6.4.5 La problématique d'accoutumance.

Concernant la possibilité d'accoutumance des oiseaux aux bruits générés par la bouée, nous ne croyons pas que nous devrions nous embarasser outre mesure avec cette question de durée d'efficacité. Il est certain qu'une bouée qui maintiendrait son rendement pendant plusieurs jours serait préférable à une autre qui ne serait efficace que quelques heures seulement. Toutefois, il faut considérer le contexte dans lequel ces futures bouées seront le plus souvent mises à contribution. Nous les utiliserons principalement pour suivre les nappes d'huile rapportées à la dérive dans différents secteurs du Saint-Laurent. L'expérience que nous avons des déversements qui surviennent tant en milieu fluvial qu'estuarien ou même du golfe, est que la nappe d'huile ne demeure jamais longtemps au même endroit. En l'espace de quelques heures, au pire de quelques jours, elle aura parcouru de bonnes distances pour finalement se disperser dans le système ou, comme cela arrive assez fréquemment, venir contaminer les berges. En adoptant un tel comportement, la nappe devrait théoriquement aller à la rencontre de nouvelles bandes d'oiseaux et ce, dans les pires circonstances, en l'espace d'une couple de jours seulement. Les chances que

les oiseaux ainsi rencontrés lors des déplacements de la nappe puissent s'habituer aux effaroucheurs qui l'accompagneraient, sont donc très minces.

6.4.6 Une contrainte possible reliée à l'utilisation d'une bouée effaroucheuse

L'émission de bruits puissants, de l'ordre de 110 db à un mètre, pourrait cependant s'avérer une contrainte en certaines occasions, principalement si nous avons recours à un tel système à proximité de sites résidentiels. Lors de notre expérimentation à la rivière Tartigou, un des deux résidents qui se situaient à environ un km de notre effaroucheur, a mentionné l'effet perturbateur que produisait notre effaroucheur, surtout lorsque ce dernier demeurait fonctionnel la nuit venue. Nous aurons peut-être dès lors à tenir compte de cette contrainte lorsque nous utiliserons nos bouées sur une base opérationnelle.

7. CONCLUSION

L'expérience que nous avons réalisée dans le secteur de la rivière Tartigou avec les enregistrements de bruits effaroucheurs, nous permet de conclure que, si nous étions capables de synthétiser ces bruits, de les incorporer à l'intérieur d'une bouée de format réduit et de la larguer dans une nappe d'hydrocarbure à la dérive à l'intérieur d'une zone de fortes concentrations d'oiseaux de mer, comme c'est actuellement le cas sur au moins 1 600 km de rives le long du Saint-Laurent, nous pourrions possiblement:

- 1) éloigner les oiseaux aquatiques de la nappe d'huile à la dérive et ce dans un rayon d'environ 700 m autour de cette même bouée;

2) avoir un effet de dérangement plus marqué, jusqu'à 800 m, si des espèces comme des canards eiders étaient présents dans le secteur, mais variant entre 300 et 600 m pour des espèces comme les goélands, les cormorans, les Canards noirs et les macreuses;

3) diminuer significativement le nombre d'oiseaux présents dans la zone d'influence de l'effaroucheur (700 m) et ce dans des proportions pouvant atteindre près de 90%;

4) exercer même une influence sur le nombre d'oiseaux fréquentant un secteur plus vaste d'au moins trois km de rayon, influence qui se refléterait par une diminution qui pourrait atteindre 75%;

5) diminuer en moyenne jusqu'à 50% les chances qu'un oiseau n'entre en contact avec la nappe d'huile dans une zone d'une superficie équivalente à 150 ha (700m de rayon);

6) maintenir une efficacité d'effarouchement durant une période minimale de 64 heures.

8. RECOMMANDATIONS

À la lumière des résultats obtenus lors de cette étude, nous croyons des plus pertinents d'aller de l'avant avec l'idée de développer une bouée effaroucheuse de format réduit, qui pourrait facilement être larguée du haut d'un hélicoptère dès l'instant où un déversement d'hydrocarbure est rapporté. Cette bouée devrait toutefois rencontrer les spécifications suivantes, de façon à être la plus efficace et la plus pratique possible:

1) être apte à suivre fidèlement la nappe de pétrole à la dérive sur de grandes distances malgré les vents et les courants;

2) demeurer opérationnelle durant au moins trois jours et ce même dans des conditions de températures très basses;

3) permettre une recharge des batteries en l'espace de quelques heures à même des prises de courant conventionnelles;

4) disposer d'un émetteur nous permettant de la localiser et de la récupérer en tout temps;

5) émettre d'une façon tout à fait aléatoire des bruits puissants (110 db à un mètre) et des plus diversifiés comprenant, en plus des bruits déjà expérimentés, des cris de détresse de goélands et tout autre bruit apte à générer des sons à hautes fréquences. L'intervalle de temps entre l'émission de chaque bruit ne devrait jamais dépasser sept minutes et leur durée ne jamais être inférieure à trente secondes.

Afin d'être en mesure d'évaluer la faisabilité technique d'un tel projet, nous recommandons enfin qu'une étude soit entreprise durant les prochains mois dans le but de déterminer:

1) les compagnies qui disposent de l'équipement électronique et d'une expertise suffisante pour synthétiser et miniaturiser les bruits qui nous intéressent;

2) les compagnies aptes à intégrer le système miniaturisé de sons à une bouée présentant des propriétés identiques à l'actuelle bouée Orion;

3) les coûts de réalisation d'un prototype;

4) le temps requis pour mener à bien le projet.

Nous pourrions aussi profiter de cette étape pour monter une nouvelle bande

de sons qui tiendrait compte des recommandations ci-haut mentionnées. Une fois cette étude de faisabilité réalisée, nous pourrions passer à l'étape de conception et de réalisation proprement dit. Le calendrier d'exécution des travaux à réaliser durant les prochains mois pourrait se définir comme suit:

- 1) étude de faisabilité durant les mois de décembre 1991 à mars 1992;
- 2) conception et design de la bouée et fabrication de 10 prototypes durant les mois d'avril à juillet 1992;
- 3) essais de dérive, de largage et de récupération de la bouée durant le mois d'août 1992;
- 4) essais d'effarouchement dans le secteur de la rivière Tartigou en septembre 1992;
- 5) réalisation d'un rapport final en décembre 1992;
- 6) fabrication si possible d'une cinquantaine de bouées durant les mois de janvier à mars 1993.

9. BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1972. Wild geese and agriculture. Dept of agriculture and fisheries of Scotland. Feuillelet d'information, 6p.
- Boag, D.A: et V. Lewin, 1980. Effectiveness of three waterfowl deterrents on natural and polluted ponds. J. Wildl. Mngt 44(1); 145-154.
- Boudreau, G.W., 1968. Alarm sounds and responses of birds and their application in controlling problem species.
- Blokpoel, H., 1976. Bird hazards to aircraft. Env. Canada, CWS, 235p.
- Brown, R.G.B., 1974. Bird damage to fruit crops in Niagara peninsula. CWS report series n° 27, 57p.
- CWS, 1982. Preventing bird damage to prairie crops. Feuillelet d'information, 19p.
- Frink, L., 1987. An overview: rehabilitation of oil contaminated birds. Proceedings 1987 Oil spill conference, Maryland, 479-482.
- Gauthier, J. et J. Bédard, 1976. Les déplacements de l'Eider commun (*Somateria mollissima*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. Le Naturaliste canadien, 103(4): 262-283.
- Holmes, W.N. et J. Cronan, 1977. Effects of petroleum on arctic and subarctic marine environment and organisms. Vol. II, Biological effects. Academy press inc. N.Y. Edited by D.C. Marlins, 359-397.
- Kear, J., 1963. The protection of crops from damage by wildfowl. Wildfowl trust, Am. rept. 14: 66-71.

Koski, W.R. et W.J. Richardson, 1976. Review of waterbird deterrent and dispersal systems for oil spills. LGL limited. Pace report no. 76-6, 121p.

Lavoie, J.G., 1981. Les oiseaux et les activités humaines: problématique et moyens de lutte. Ministère de l'environnement, service d'analyse des études d'impact. Rapport de stage no 8, 339p.

Lehoux, D., 1990. Naufrage du Rio Orinoko: chronologie des événements et recommandations. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 14p.

Lehoux, D., 1990. Évaluation de différentes techniques d'effarouchement applicables à la sauvagine lors de déversements d'hydrocarbures. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 29p.

Lehoux, D., A. Bourget, P. Dupuis et J. Rosa, 1985. La sauvagine dans le système du Saint-Laurent. Env. Canada, SCF, 76p. + annexes.

Reed, A., 1975. Le conflit Oies blanches agriculture. Bull. des agriculteurs, avril: 46-59.

Sharp, P.L., 1978. Preliminary tests of bird-scare devices on the Beaufort sea-coast. LGL limited for the Canadian marine drilling ltd., 54p.

Stephen, W.J.D., 1961. Experimental use of acetylene exploders to control duck damage. Trans. N. Amer. Wild. Conf., 26: 98-111

Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

Figure 2. Mode d'action de l'effaroucheur et dates d'observation.

MODE D'ACTION DE L'EFFAROUCHEUR ET DATES D'OBSERVATION

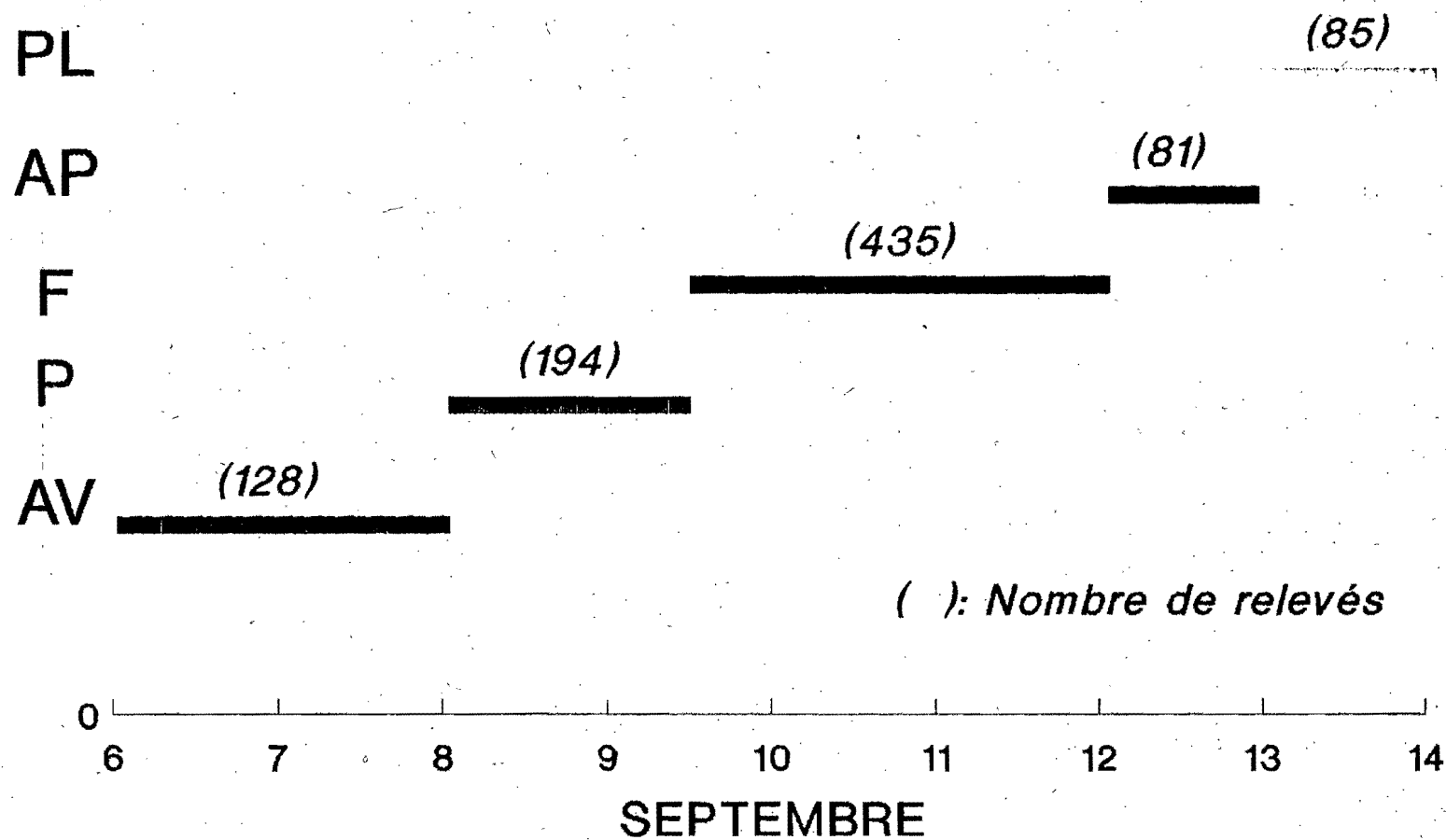
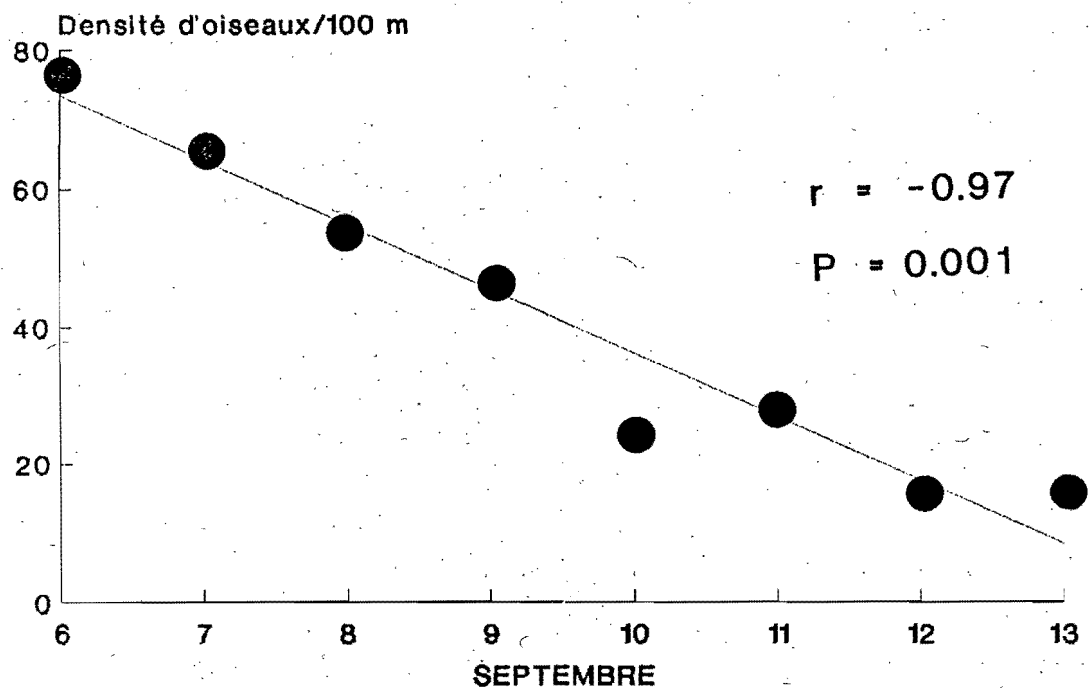
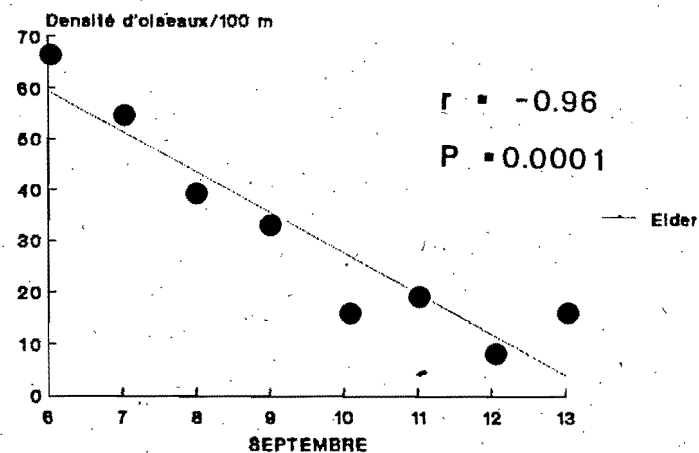


Figure 3. Variation dans la densité des oiseaux en fonction de la date.

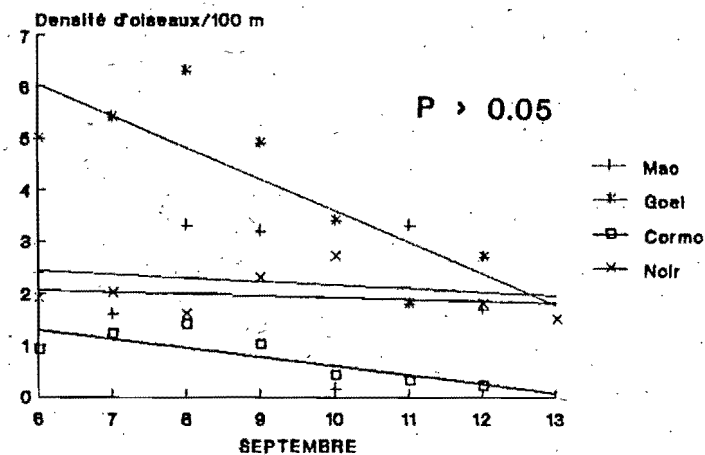
VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX EN FONCTION DE LA DATE



VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX D'EIDER A DUVET



VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX DES AUTRES ESPECES



ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES AVANT QUE L'EFFAROUCHEUR NE FONCTIONNE

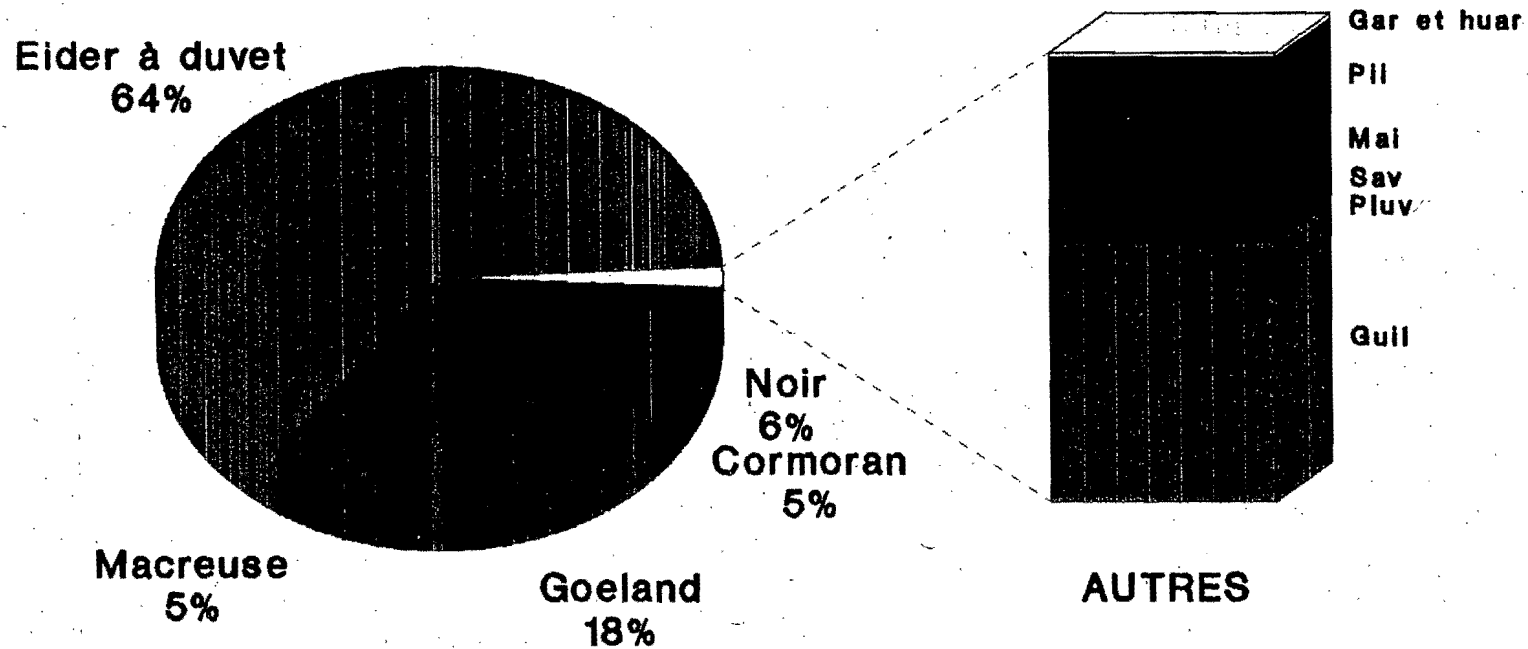


Figure 4. Abondance relative des espèces avant que l'effaroucheur ne fonctionne.

Figure 5. Abondance relative des espèces durant l'opération de l'effaroucheur.

ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES LORSQUE L'EFFAROUCHEUR FONCTIONNAIT

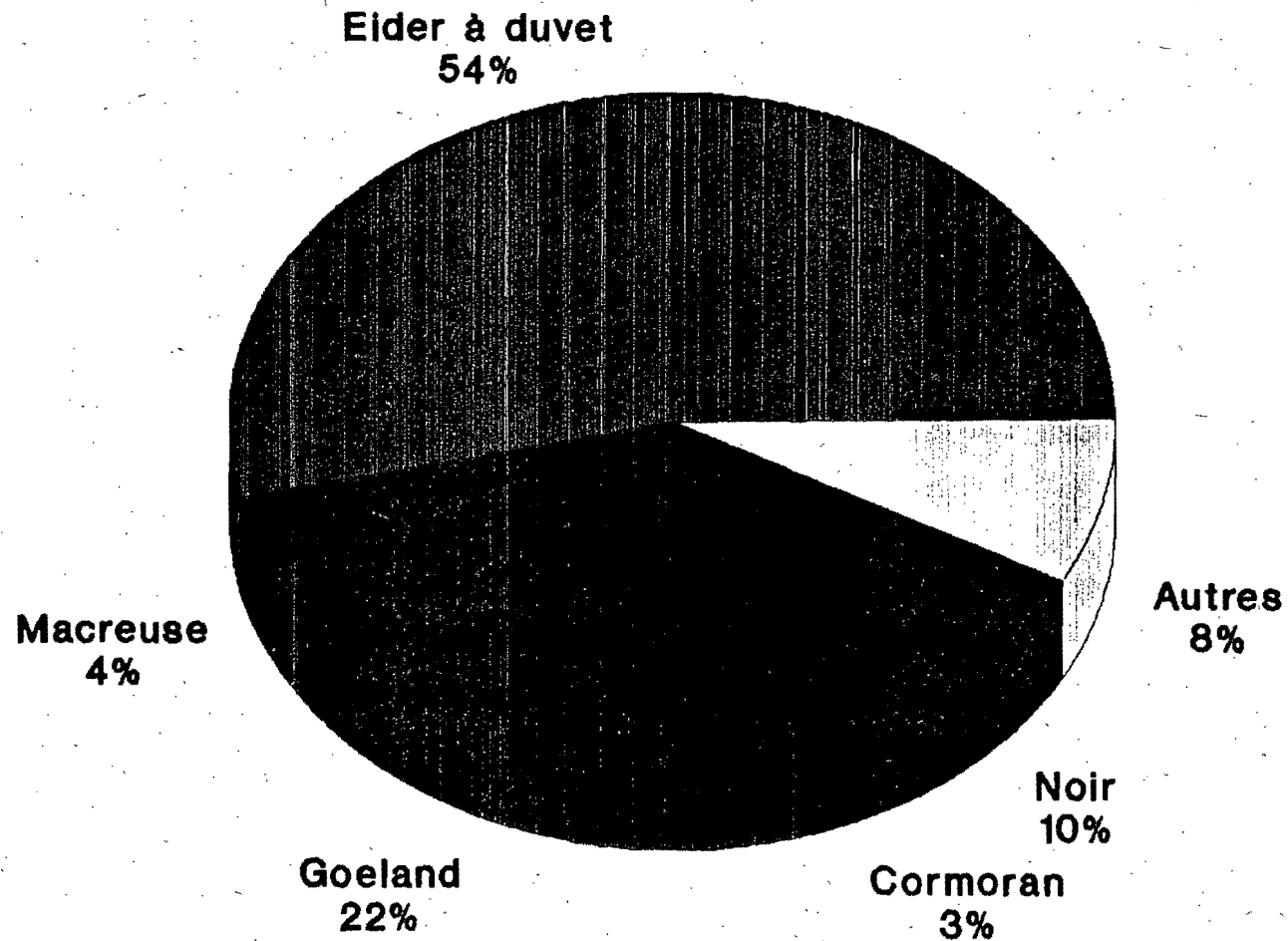
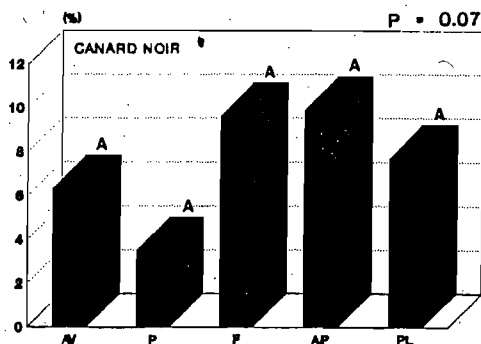
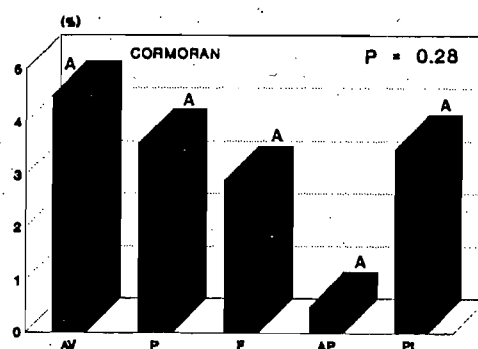
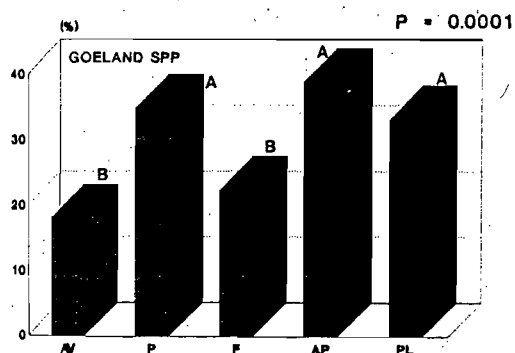
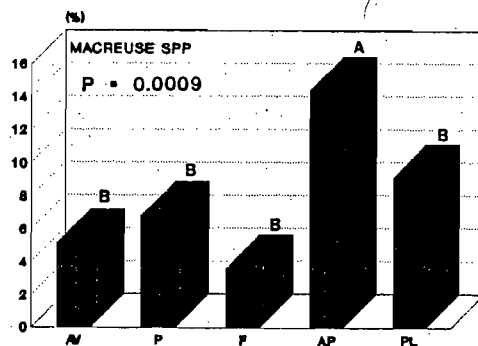
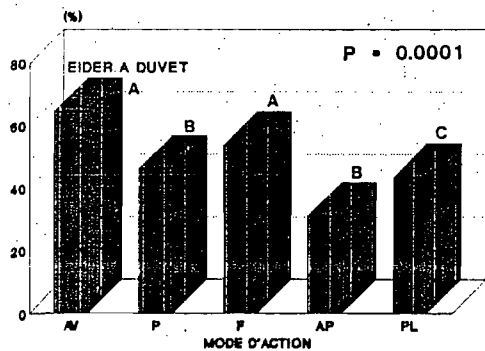


Figure 6. Changement dans l'abondance relative des espèces selon le mode d'action de l'effaroucheur. Les batonnets suivis d'une même lettre ne sont jamais significativement différents.

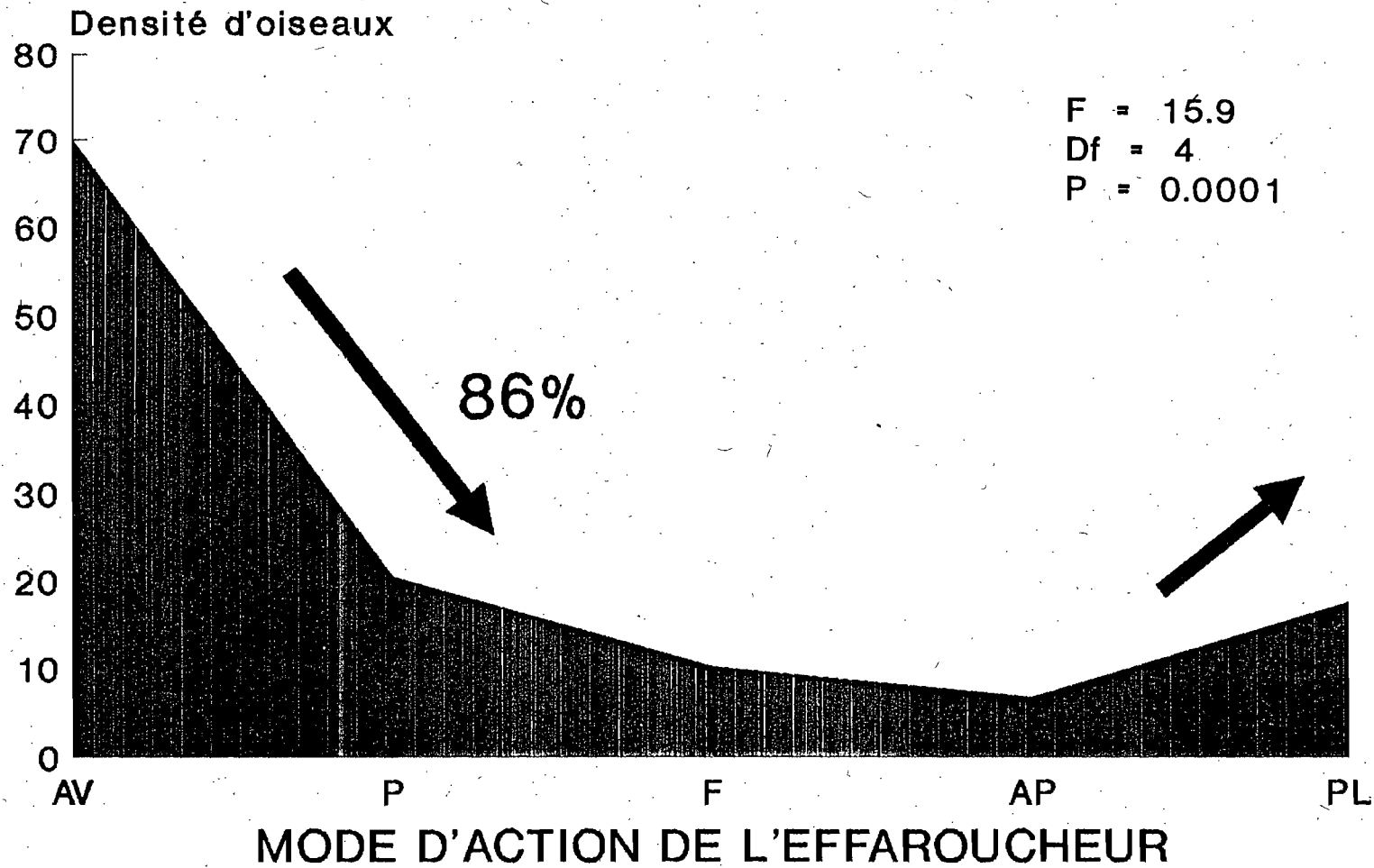
CHANGEMENT DANS L'ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES SELON LE MODE D'ACTION DE L'EFFAROUCHEUR



MODE D'ACTION DE L'EFFAROUCHEUR

Figure 7. Variation de la densité d'oiseaux/100 m dans la zone d'influence de l'effaroucheur.

VARIATION DE LA DENSITE D'OISEAUX/100m (ZONE D'INFLUENCE DE L'EFFAROUCHEUR)



VARIATION OF THE DENSITY OF EIDERS

Figure 8. Variation de la densité d'Eiders à duvet/100 m dans la zone d'influence de l'effaroucheur.

VARIATION DE LA DENSITE D'EIDERS/100m (ZONE D'INFLUENCE DE L'EFFAROUCHEUR)

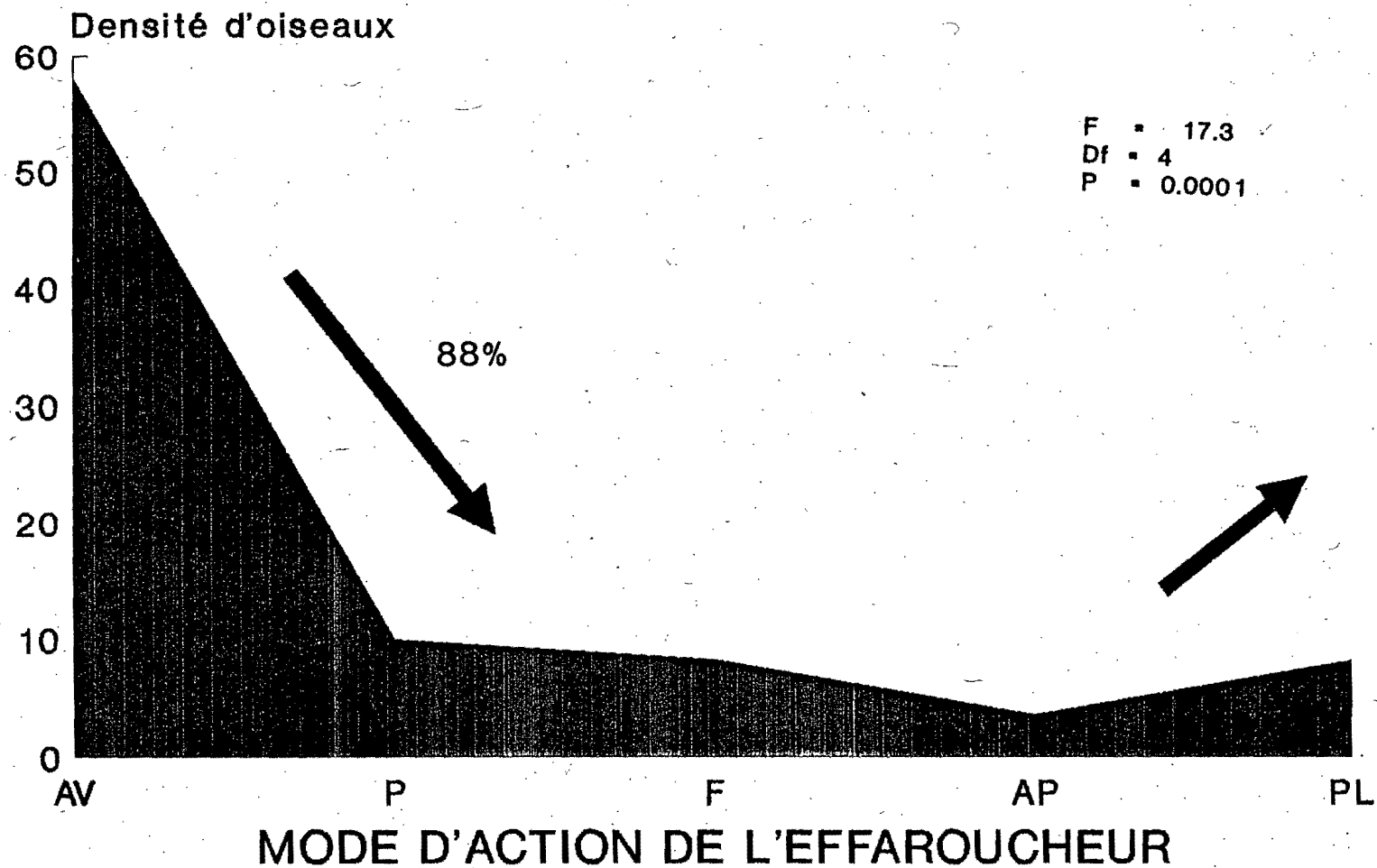


Figure 9. Fréquence des relevés avec présence d'oiseaux dans la zone d'influence de l'effaroucheur.

FREQUENCE DES RELEVES AVEC PRESENCE D'OISEAUX DANS LA ZONE D'INFLUENCE

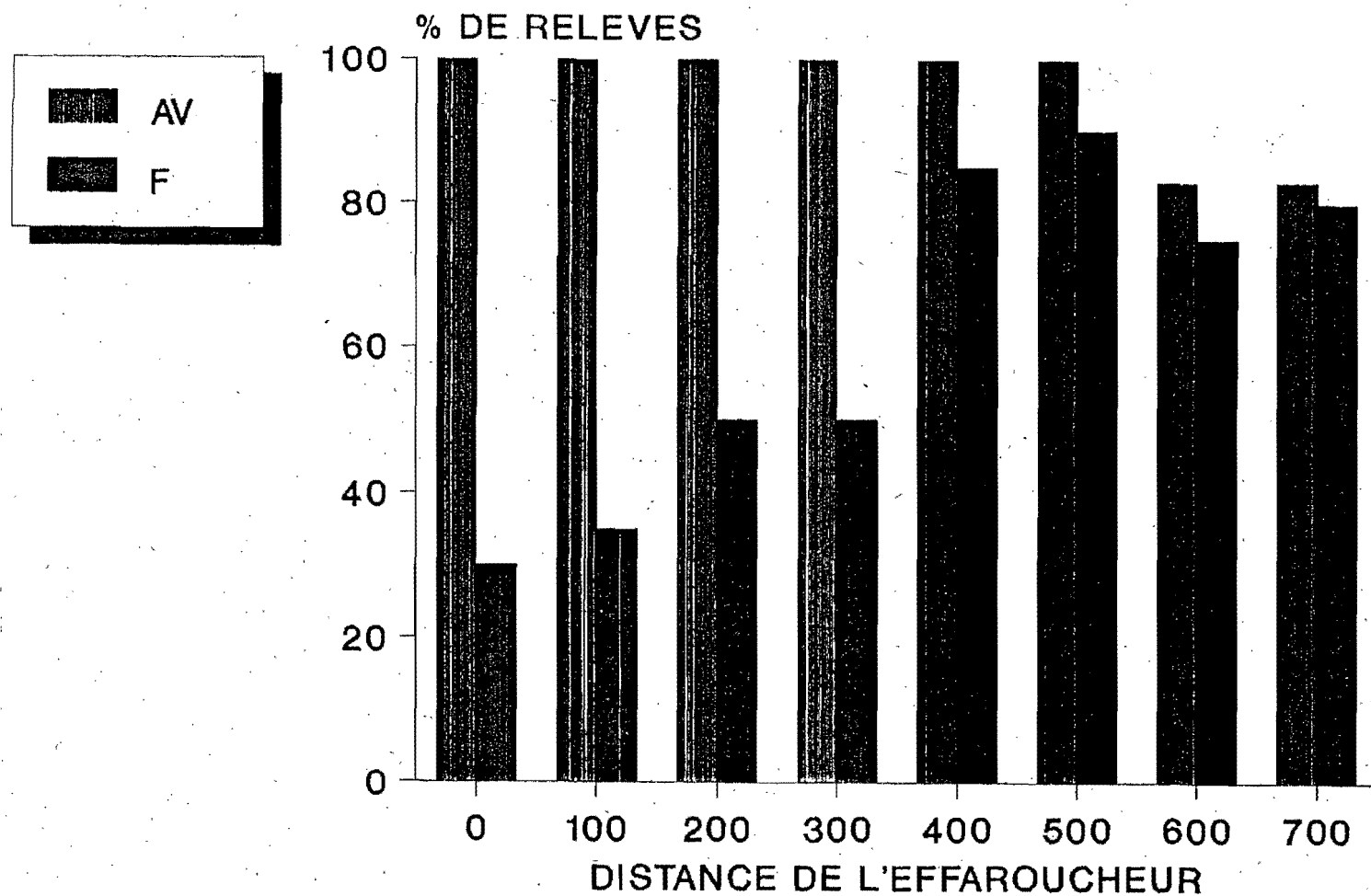
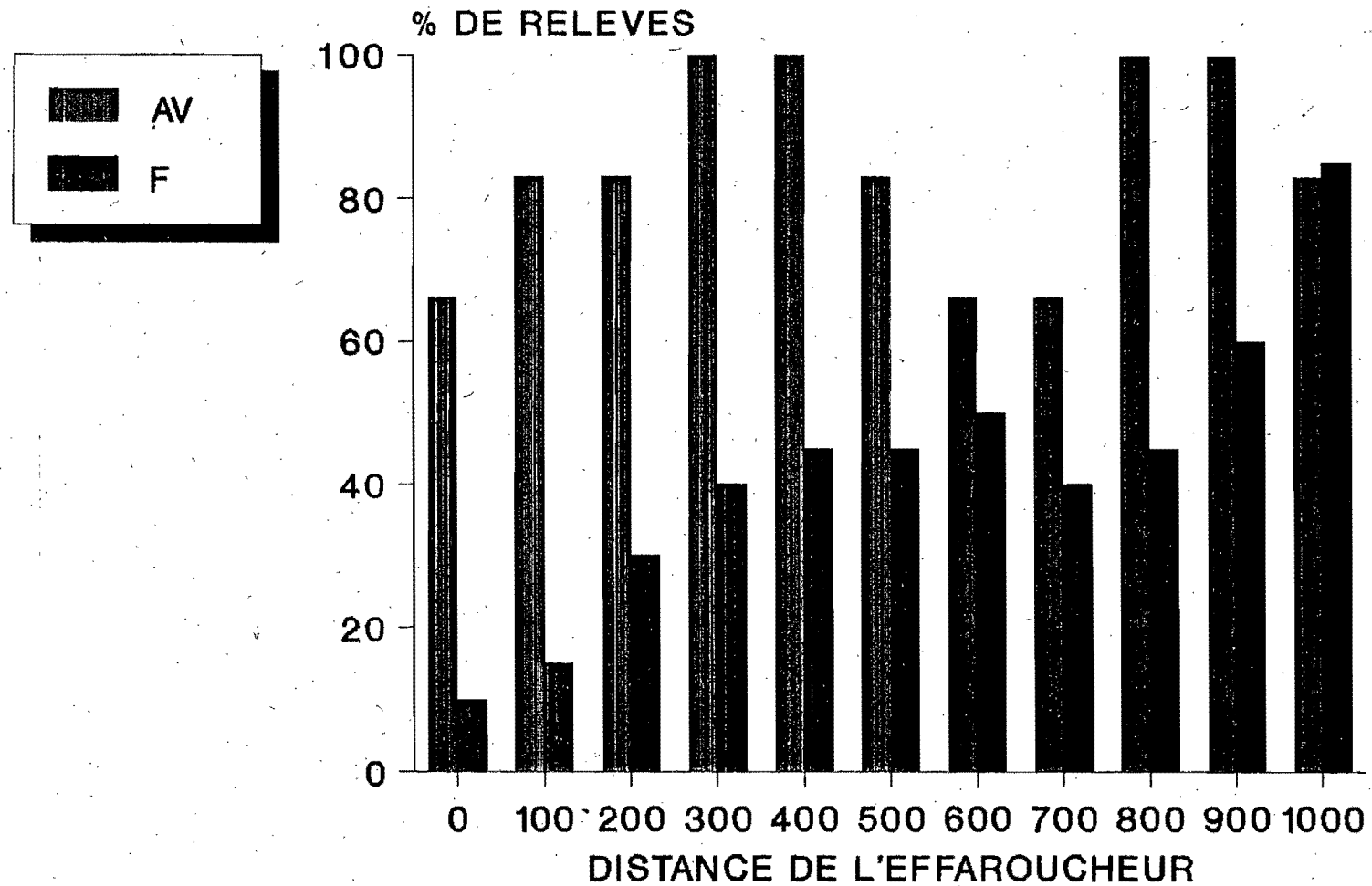


Figure 10. Fréquence de relevés avec présence d'eiders dans la zone d'influence de l'effaroucheur.

FREQUENCE DES RELEVES AVEC PRESENCE D'EIDERS DANS LA ZONE D'INFLUENCE



DENSITE D'OISEAUX
ETAIT FONCTIONNEL

Figure 11. Variation dans la densité d'oiseaux lorsque l'effaroucheur était fonctionnel.

DENSITE D'OISEAUX LORSQUE L'EFFAROUCHEUR ETAIT FONCTIONNEL (MODE = F)

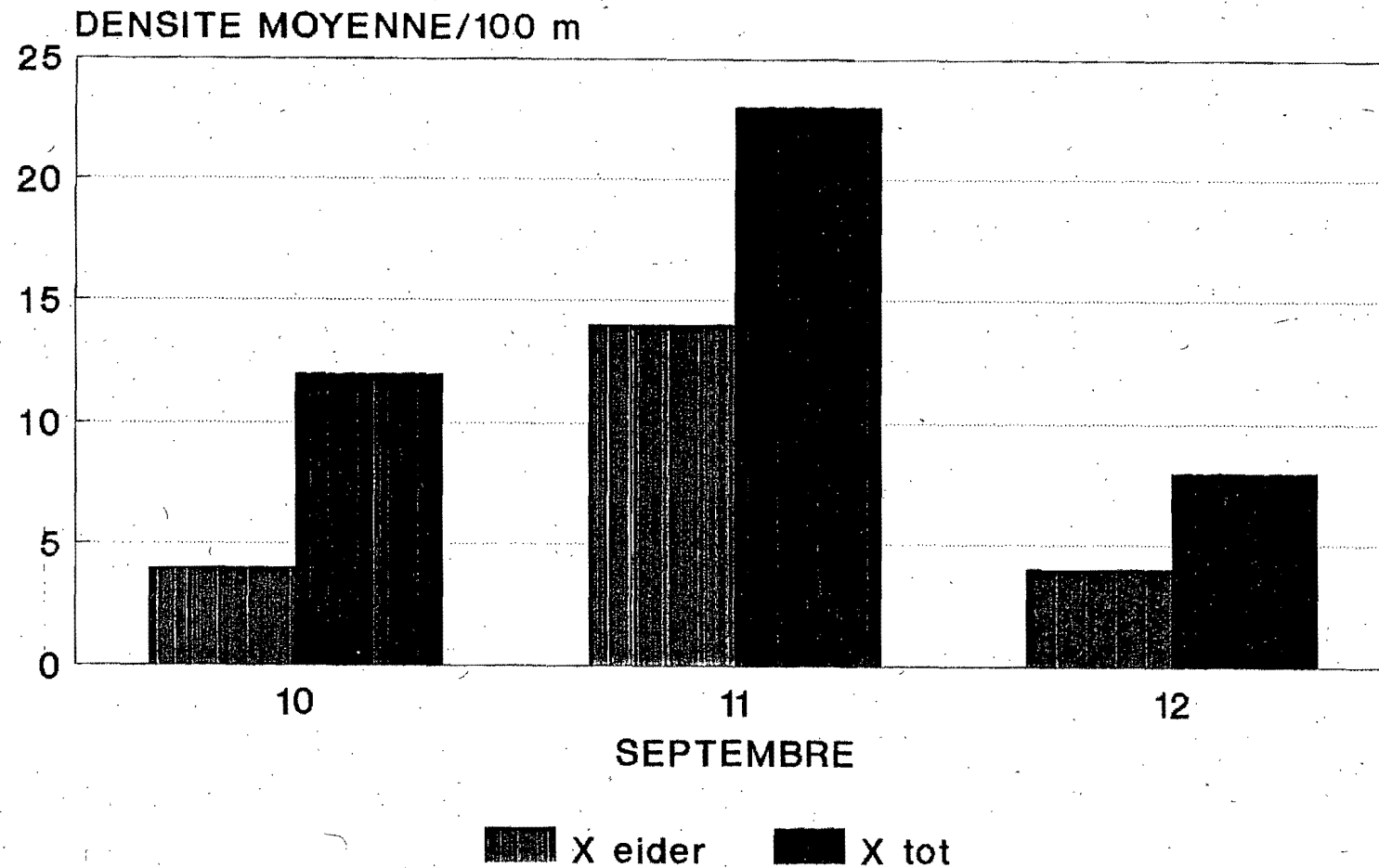


Figure 12. Variation dans la fréquence des relevés avec présence d'oiseaux dans la zone d'influence de l'effaroucheur.

FREQUENCE DE RELEVES AVEC PRESENCE D'OISEAUX (ACTION = F)

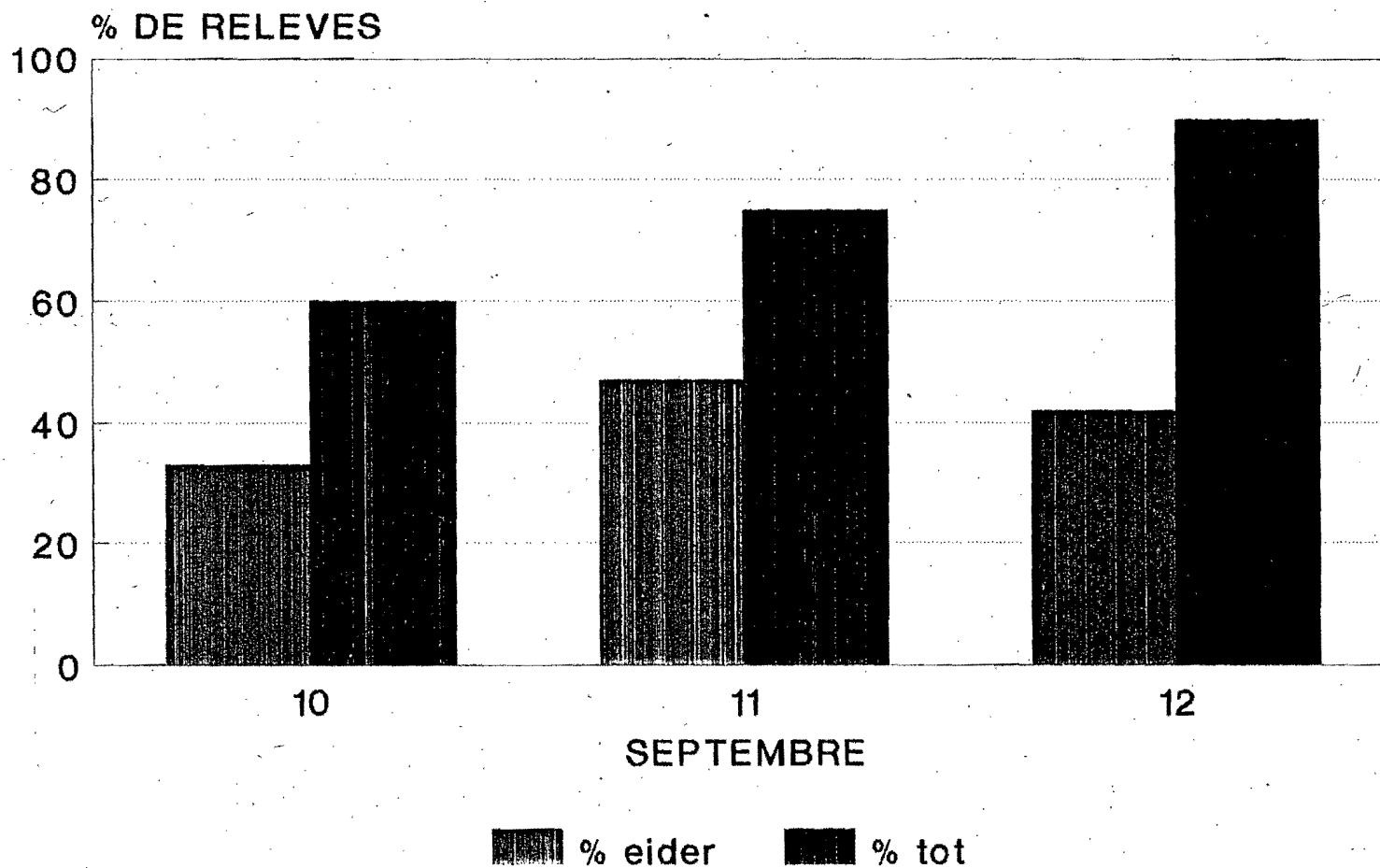


Figure 13. Résumé de la distance d'influence de l'effaroucheur sur la distribution des oiseaux.

DISTANCE D'INFLUENCE DE L'EFFAROUCHEUR SUR LA DISTRIBUTION DES OISEAUX (RESUME)

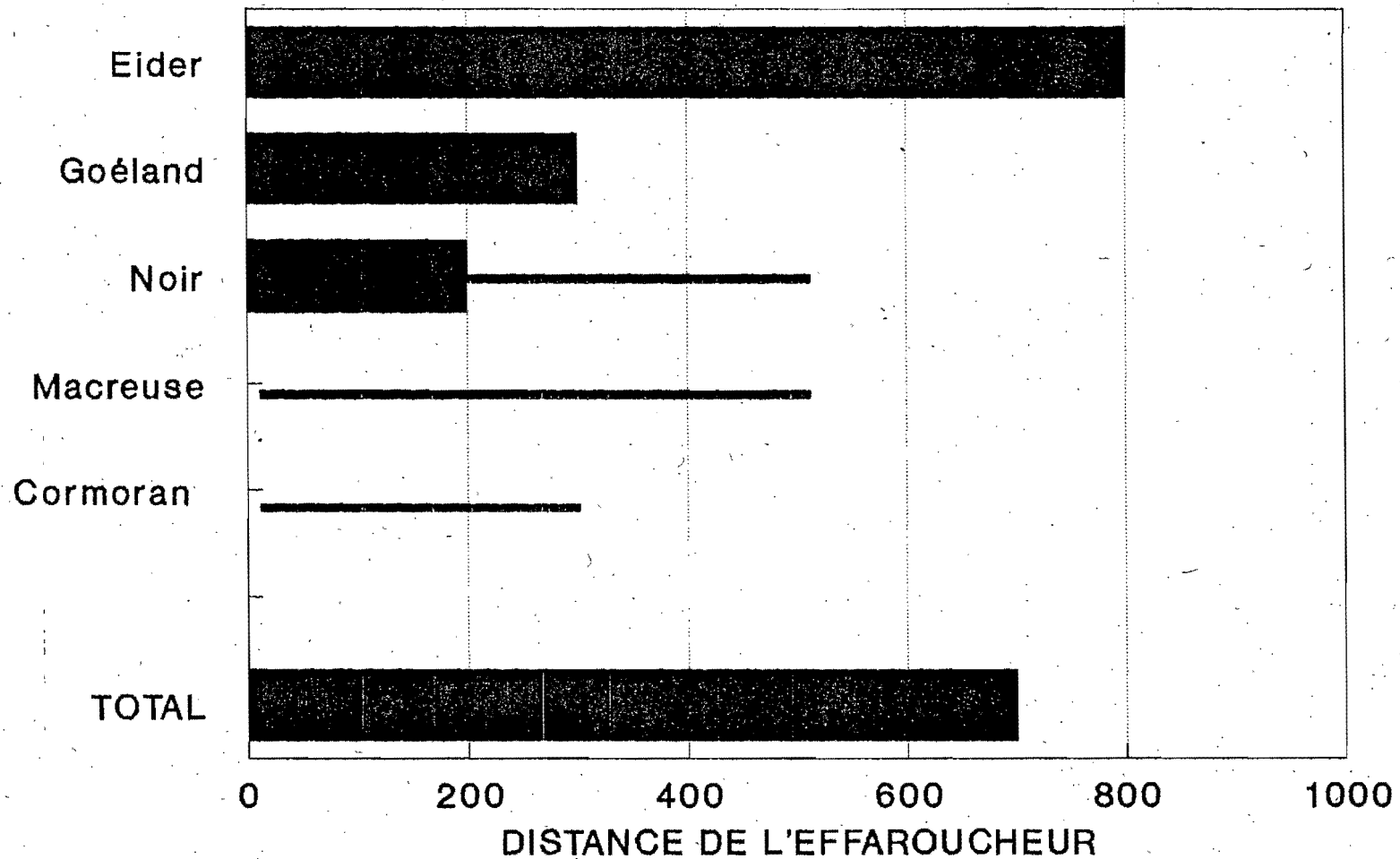


Figure 14. Variation dans la fréquence d'observation des oiseaux dans la zone d'influence de l'effaroucheur.

FREQUENCE D'OBSERVATION DES OISEAUX (ZONE D'INFLUENCE DE L'EFFAROUCHEUR)

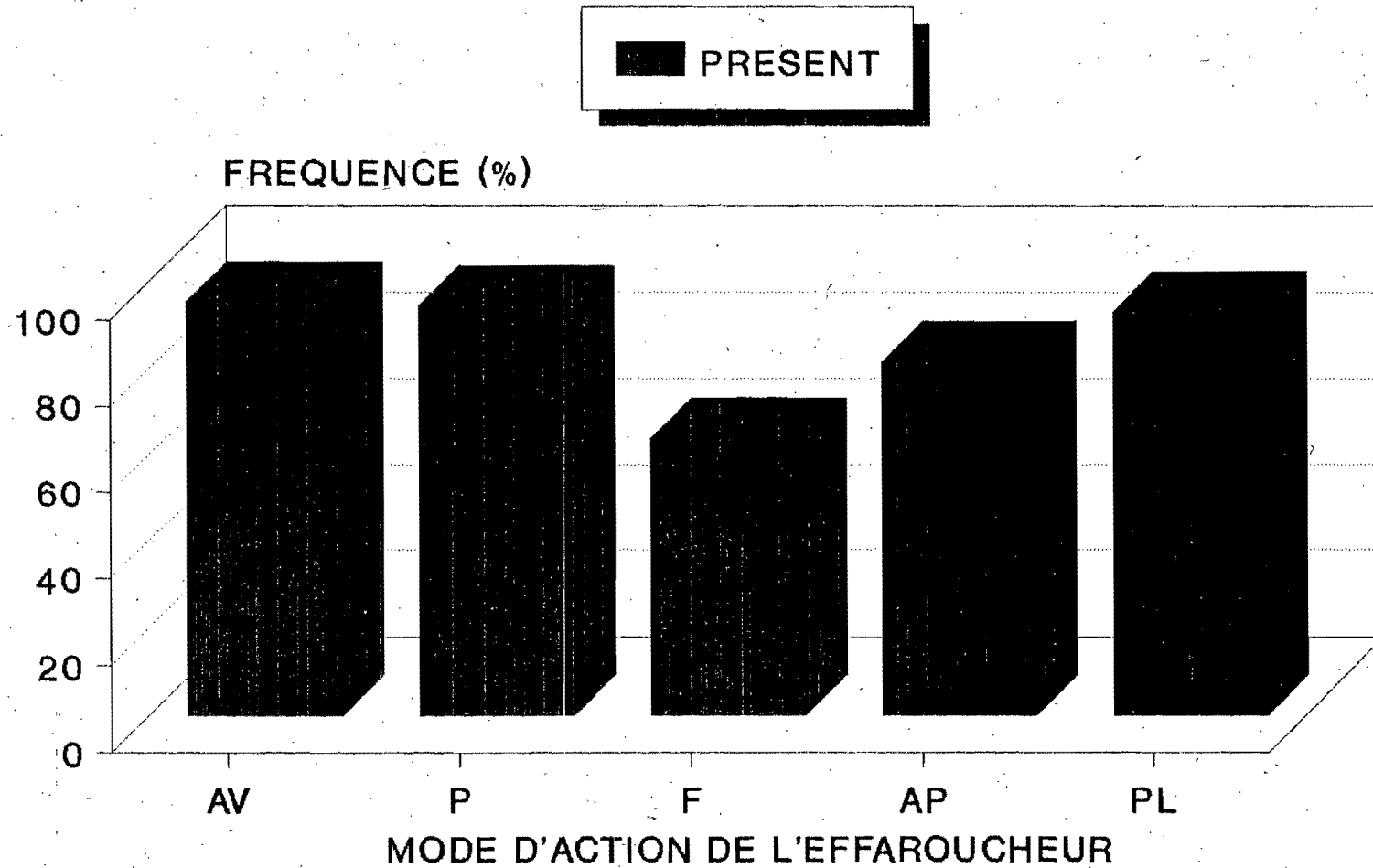


Tableau 1. Densité d'oiseaux/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement.

Distance de l'effaroucheur (m)	AV		P		ACTION F		AP		PL		P
0	18,7 ± 4,3	6,4 ± 2,1	0,3 ± 0,2	2,8 ± 1,3	33,0 ± 17,6	***					
100	41,5 ± 16,5	28,4 ± 8,8	6,0 ± 3,9	9,5 ± 5,2	41,3 ± 17,3	**					
200	114,2 ± 65,6	8,3 ± 2,8	6,0 ± 2,8	2,3 ± 0,8	6,8 ± 2,8	***					
300	47,1 ± 28,0	16,6 ± 5,1	8,6 ± 4,1	4,5 ± 1,0	10,3 ± 4,4	*					
400	61,0 ± 34,7	25,4 ± 9,3	13,9 ± 5,3	7,4 ± 2,9	10,5 ± 3,3	*					
500	86,5 ± 42,5	22,9 ± 8,6	12,6 ± 3,0	9,5 ± 2,7	19,7 ± 8,2	***					
600	123,5 ± 108,7	33,6 ± 21,2	13,6 ± 3,3	9,6 ± 2,5	16,8 ± 4,7	NS					
700	40,8 ± 14,7	14,4 ± 3,9	15,0 ± 3,9	6,1 ± 2,1	10,1 ± 3,0	**					
800	55,0 ± 23,6	55,8 ± 17,8 ±	26,2 ± 7,3	19,9 ± 6,1	16,5 ± 5,2	NS					
900	74,3 ± 39,3	38,9 ± 10,4	48,5 ± 15,0	33,8 ± 10,4	29,0 ± 7,5	NS					
1000	108,7 ± 56,7	60,0 ± 14,8	89,9 ± 23,8	10,5 ± 5,4	34,3 ± 18,8	NS					
1500	34,3 ± 6,7	34,0 ± 7,6	35,3 ± 10,9	-	12,6 ± 6,5	NS					
2000	75,8 ± 20,4	76,4 ± 23,9	56,6 ± 14,3	-	10,1 ± 2,3	NS					
2500	91,8 ± 32,1	86,5 ± 23,4	50,4 ± 11,6	-	6,7 ± 4,0	NS					
<u>P</u>	NS	*	****	****	*						

*: $P < 0,05$
 **: $P < 0,01$
 ***: $P < 0,001$
 ****: $P < 0,0001$
 NS: $P > 0,05$

Tableau 2. Densité d'Eiders à duvet/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement.

Distance de l'effa- roucheur (m)	ACTION						<u>P</u>
	AV	P	F	AP	PL		
0	11,0 ± 5,9	1,6 ± 0,7	0,1 ± 0,1	1,3 ± 0,8	11,7 ± 6,4	***	
100	27,8 ± 10,5	11,0 ± 8,2	4,0 ± 3,7	5,5 ± 3,4	15,7 ± 7,8	*	
200	99,5 ± 61,8	2,2 ± 1,2	3,0 ± 1,6	0,3 ± 0,2	4,8 ± 2,9	***	
300	45,2 ± 27,9	11,9 ± 5,3	7,9 ± 4,1	1,6 ± 0,9	7,8 ± 5,0	*	
400	49,7 ± 33,6	6,6 ± 3,3	5,6 ± 2,7	1,0 ± 0,5	3,5 ± 2,0	*	
500	62,0 ± 34,9	11,3 ± 8,8	4,3 ± 2,7	1,3 ± 0,7	7,0 ± 6,6	**	
600	116,5 ± 106,9	19,4 ± 15,7	5,9 ± 2,8	2,6 ± 1,8	9,2 ± 4,3	NS	
700	31,3 ± 15,7	6,6 ± 3,3	6,4 ± 3,3	2,6 ± 1,4	2,7 ± 1,7	**	
800	45,2 ± 22,9	15,2 ± 8,2	9,6 ± 5,0	6,9 ± 4,0	5,8 ± 3,1	*	
900	67,8 ± 37,3	8,6 ± 4,2	31,3 ± 15,4	11,0 ± 5,8	15,0 ± 7,3	NS	
1000	57,8 ± 39,0	24,1 ± 11,9	54,8 ± 21,1	6,8 ± 6,1	13,2 ± 11,0	NS	
1500	19,8 ± 6,8	15,7 ± 6,0	22,1 ± 8,8	-	1,8 ± 0,7	NS	
2000	69,1 ± 20,9	67,7 ± 23,1	47,8 ± 13,7	-	4,1 ± 1,8	NS	
2500	87,8 ± 32,2	83,7 ± 23,1	46,9 ± 11,4	-	4,5 ± 2,7	NS	
<u>P</u>	NS	***	****	NS	NS		

*: $\bar{P} < 0,05$
 **: $\bar{P} < 0,01$
 ***: $\bar{P} < 0,001$
 ****: $\bar{P} < 0,0001$
 NS: $\bar{P} > 0,05$

Tableau 3. Densité de macreuses/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement.

Distance de l'effa- roucheur (m)	ACTION										
	AV		P		F		AP		PL		<u>P</u>
0	3,3 ±	3,3	0,8 ±	0,5	0,0 ±	0,0	0,8 ±	0,8	0,0 ±	0,0	NS
100	0,0 ±	0,0	3,3 ±	3,3	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	13,2 ±	12,2	NS
200	6,6 ±	6,6	0,2 ±	0,1	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	1,2 ±	0,8	NS
300	0,3 ±	0,3	0,2 ±	0,1	0,0 ±	0,0	0,8 ±	0,5	0,0 ±	0,0	NS
400	4,7 ±	3,2	0,1 ±	0,1	2,6 ±	2,3	0,0 ±	0,0	0,7 ±	0,5	NS
500	8,7 ±	6,4	0,0 ±	0,0	0,9 ±	0,8	0,0 ±	0,0	7,5 ±	7,5	NS
600	2,7 ±	2,5	0,8 ±	0,6	0,4 ±	0,4	1,8 ±	1,1	1,3 ±	0,9	NS
700	2,7 ±	2,0	2,4 ±	2,4	1,7 ±	1,4	0,6 ±	0,6	1,5 ±	1,0	NS
800	3,3 ±	2,2	28,4 ±	14,8	6,4 ±	3,9	8,8 ±	5,1	0,3 ±	0,3	NS
900	1,2 ±	0,8	11,5 ±	8,2	3,9 ±	2,3	5,5 ±	3,5	3,0 ±	3,0	NS
1000	2,3 ±	1,6	12,8 ±	11,9	3,9 ±	2,6	3,8 ±	2,8	1,8 ±	1,8	NS
1500	2,7 ±	2,1	0,7 ±	0,5	0,4 ±	0,3	-	-	0,6 ±	0,6	NS
2000	1,7 ±	1,3	0,5 ±	0,3	0,8 ±	0,6	-	-	0,2 ±	0,2	NS
2500	0,0 ±	0,0	0,7 ±	0,3	0,1 ±	0,1	-	-	0,1 ±	0,1	*
<u>P</u>	NS		*****		*		*		NS		

*: $P < 0,05$
 **: $P < 0,01$
 ***: $P < 0,001$
 ****: $P < 0,0001$
 NS: $P > 0,05$

Tableau 4. Densité de canards noirs/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement.

Distance de l'effaroucheur (m)	AV		P		ACTION F		AP		PL		<u>P</u>
0	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	3,0 ± 3,0	3,0	NS
100	0,8 ± 0,8	0,8	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	3,0 ± 1,4	1,4	****
200	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	1,9 ± 1,7	1,7	0,0 ± 0,0	0,0	0,0 ± 0,0	0,0	NS
300	0,0 ± 0,0	0,0	0,2 ± 0,2	0,2	0,0 ± 0,0	0,0	0,9 ± 0,6	0,6	0,8 ± 0,8	0,8	NS
400	0,0 ± 0,0	0,0	0,1 ± 0,1	0,1	0,1 ± 0,1	0,1	0,5 ± 0,5	0,5	0,0 ± 0,0	0,0	NS
500	1,0 ± 1,0	1,0	0,0 ± 0,0	0,0	0,3 ± 0,1	0,1	2,9 ± 1,6	1,6	0,5 ± 0,5	0,5	*
600	0,3 ± 0,3	0,3	0,0 ± 0,0	0,0	2,2 ± 0,9	0,9	0,8 ± 0,5	0,5	2,7 ± 2,7	2,7	NS
700	1,0 ± 1,0	1,0	1,3 ± 1,3	1,3	3,5 ± 1,3	1,3	0,8 ± 0,5	0,5	0,3 ± 0,3	0,3	NS
800	0,7 ± 0,7	0,7	0,0 ± 0,0	0,0	4,6 ± 1,6	1,6	1,0 ± 0,8	0,8	1,7 ± 1,7	1,7	NS
900	1,0 ± 0,6	0,6	1,8 ± 1,2	1,2	4,6 ± 1,7	1,7	4,8 ± 4,5	4,5	2,2 ± 1,4	1,4	NS
1000	14,2 ± 7,3	7,3	10,1 ± 6,8	6,8	17,1 ± 7,9	7,9	0,0 ± 0,0	0,0	4,3 ± 4,3	4,3	NS
1500	8,2 ± 3,5	3,5	8,2 ± 4,2	4,2	4,1 ± 2,1	2,1	-	-	9,4 ± 6,5	6,5	NS
2000	0,1 ± 0,1	0,1	0,0 ± 0,0	0,0	2,3 ± 1,2	1,2	-	-	0,3 ± 0,3	0,3	NS
2500	0,3 ± 0,1	0,1	0,2 ± 0,2	0,2	0,4 ± 0,2	0,2	-	-	1,1 ± 1,1	1,1	NS
<u>P</u>	****		***		****		NS		NS		

*: $P < 0,05$
 **: $P < 0,01$
 ***: $P < 0,001$
 ****: $P < 0,0001$
 NS: $P > 0,05$

Tableau 5. Densité de goélands/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement.

Distance de l'effaroucheur (m)	AV		P		ACTION F		AP		PL		P
0	2,0 ±	2,0	3,0 ±	1,2	0,0 ±	0,0	0,8 ±	0,8	17,7 ±	10,1	***
100	12,7 ±	8,3	13,4 ±	6,7	1,9 ±	1,3	4,0 ±	2,4	2,5 ±	1,2	*
200	7,2 ±	5,0	5,7 ±	2,8	0,3 ±	0,2	1,6 ±	0,9	0,3 ±	0,3	*
300	1,5 ±	0,8	3,8 ±	0,8	0,7 ±	0,5	1,1 ±	0,9	1,7 ±	0,8	*
400	6,7 ±	4,2	18,1 ±	10,0	4,8 ±	1,8	5,5 ±	3,0	5,7 ±	2,7	NS
500	13,2 ±	7,4	10,8 ±	2,9	6,6 ±	1,9	5,0 ±	1,6	4,7 ±	1,9	NS
600	3,8 ±	2,2	7,3 ±	1,8	4,7 ±	1,9	4,3 ±	1,6	3,5 ±	1,6	NS
700	5,7 ±	5,3	3,6 ±	1,5	2,2 ±	1,0	1,9 ±	1,3	5,2 ±	2,5	NS
800	3,0 ±	2,0	6,1 ±	3,9	2,0 ±	0,8	3,0 ±	1,3	8,0 ±	4,5	NS
900	1,0 ±	0,5	4,4 ±	3,3	5,1 ±	1,9	9,9 ±	5,4	8,0 ±	5,9	NS
1000	27,3 ±	13,6	7,1 ±	3,6	5,7 ±	3,3	0,0 ±	0,0	14,3 ±	13,9	NS
1500	1,6 ±	0,5	5,1 ±	2,1	3,9 ±	2,1	-		0,4 ±	0,4	NS
2000	3,6 ±	1,2	4,3 ±	1,5	1,4 ±	0,6	-		3,9 ±	2,6	NS
2500	2,2 ±	0,4	1,5 ±	0,3	1,6 ±	0,4	-		0,6 ±	0,4	NS
<u>P</u>	***		**		**		NS		NS		

*: $\frac{P}{P} < 0,05$
 **: $\frac{P}{P} < 0,01$
 ***: $\frac{P}{P} < 0,001$
 ****: $\frac{P}{P} < 0,0001$
 NS: $\frac{P}{P} > 0,05$

Tableau 6. Densité de cormorans/100 m dans le secteur à l'étude en fonction de la distance de l'effaroucheur et des différentes périodes de recensement.

Distance de l'effaroucheur (m)	ACTION										
	AV		P		F		AP		PL		<u>P</u>
0	0,3 ±	0,3	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
100	0,2 ±	0,2	0,0 ±	0,0	0,1 ±	0,1	0,0 ±	0,0	6,0 ±	5,8	NS
200	0,3 ±	0,3	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0,2 ±	0,2	NS
300	0,2 ±	0,2	0,1 ±	0,1	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
400	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0,2 ±	0,1	0,1 ±	0,1	0,0 ±	0,0	NS
500	1,7 ±	1,7	0,1 ±	0,1	0,1 ±	0,1	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
600	0,2 ±	0,2	0,0 ±	0,0	0,3 ±	0,2	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
700	0,2 ±	0,2	0,0 ±	0,0	0,2 ±	0,1	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
800	2,7 ±	1,9	6,0 ±	6,0	0,9 ±	0,5	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
900	2,5 ±	2,1	10,4 ±	7,3	1,2 ±	0,6	0,4 ±	0,2	0,0 ±	0,0	NS
1000	1,3 ±	0,8	1,0 ±	0,7	0,2 ±	0,1	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	NS
1500	0,7 ±	0,4	2,0 ±	1,2	0,4 ±	0,2	-	-	0,0 ±	0,0	NS
2000	1,2 ±	0,6	1,4 ±	0,6	0,8 ±	0,3	-	-	2,5 ±	2,0	NS
2500	0,7 ±	0,3	0,3 ±	0,1	0,4 ±	0,1	-	-	0,2 ±	0,2	NS
<u>P</u>	NS		*		*		**		NS		

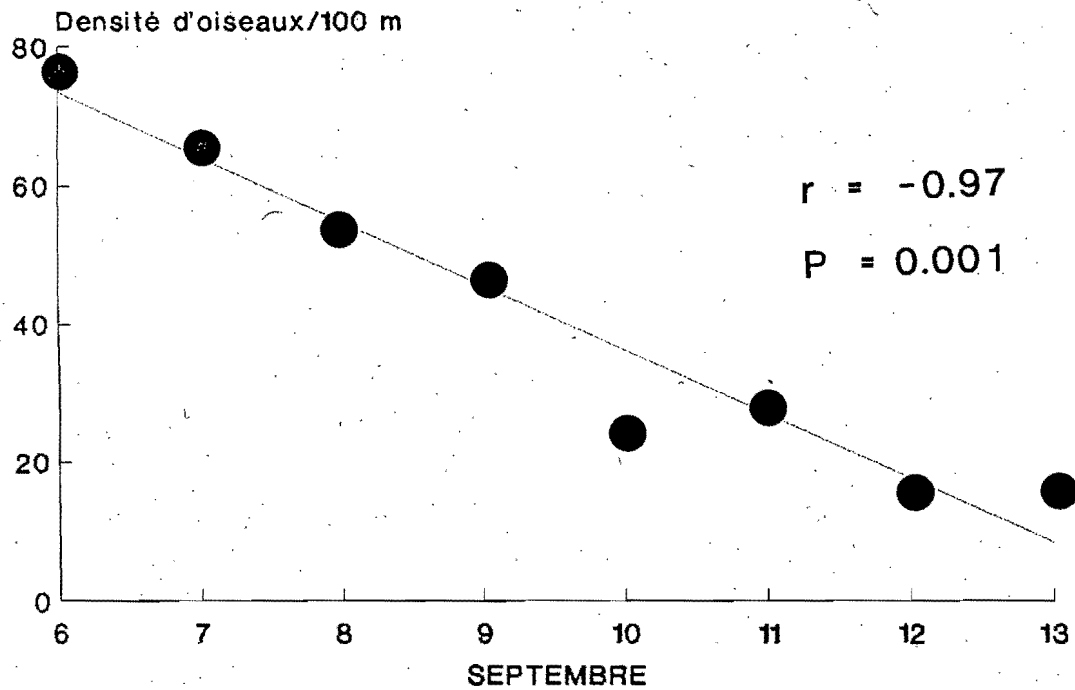
*: $\overline{P} < 0,05$
 **: $\overline{P} < 0,01$
 ***: $\overline{P} < 0,001$
 ****: $\overline{P} < 0,0001$
 NS: $\overline{P} > 0,05$

Tableau 7. Simulation de l'utilisation d'une bouée effaroucheuse sonore dans le cas du déversement du Rio Orinoko à Anticosti.

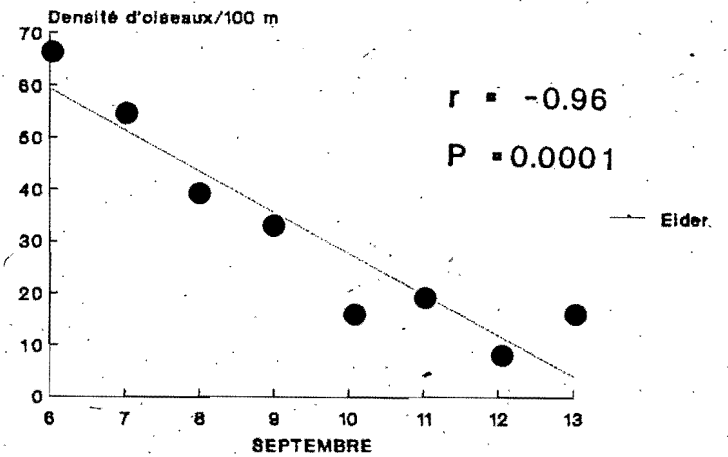
	Sans bouée (cas réel)	Avec bouée (simulation)
Nombre d'oiseaux présents dans le secteur contaminé	3 000	450 a
Nombre d'oiseaux souillés	200 (6%)	<u>(+ 173 OISEAUX)</u> 27 (6%)
Nombre d'oiseaux capturés pour réhabilitation	10 (5%)	1 (5)

a: la bouée diminue de 85% le nombre d'oiseaux présents dans le secteur.

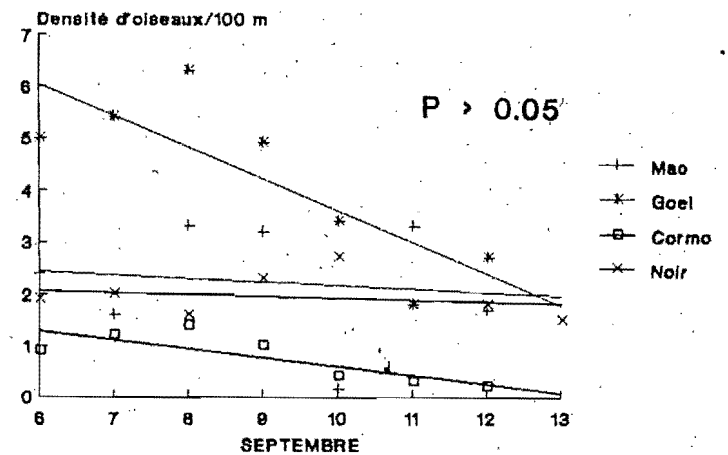
VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX EN FONCTION DE LA DATE



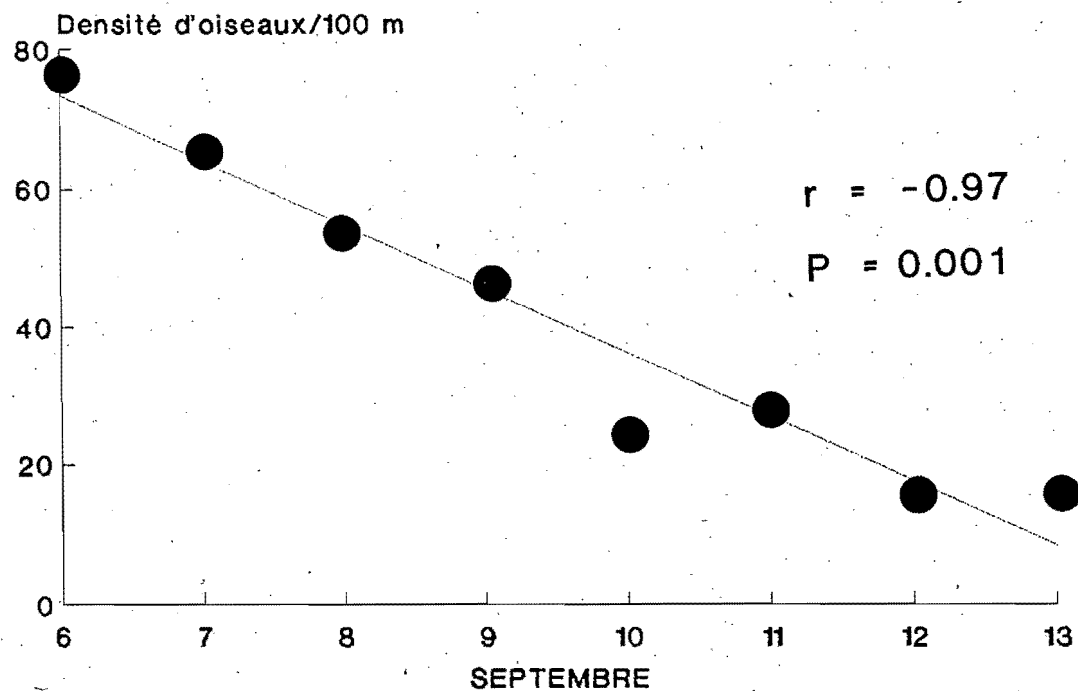
VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX D'EIDER A DUVET



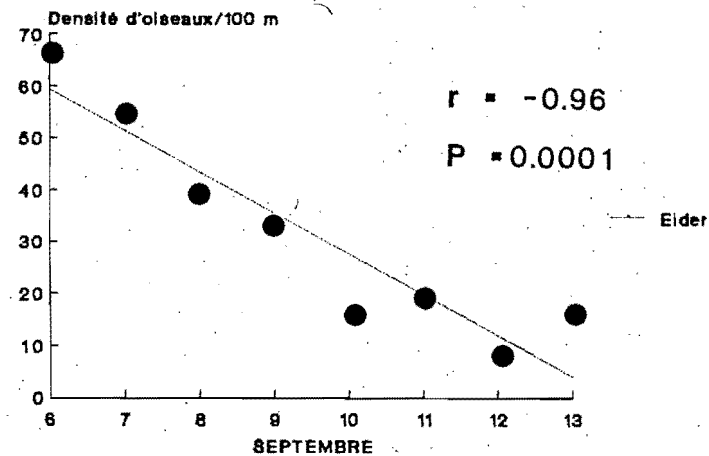
VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX DES AUTRES ESPECES



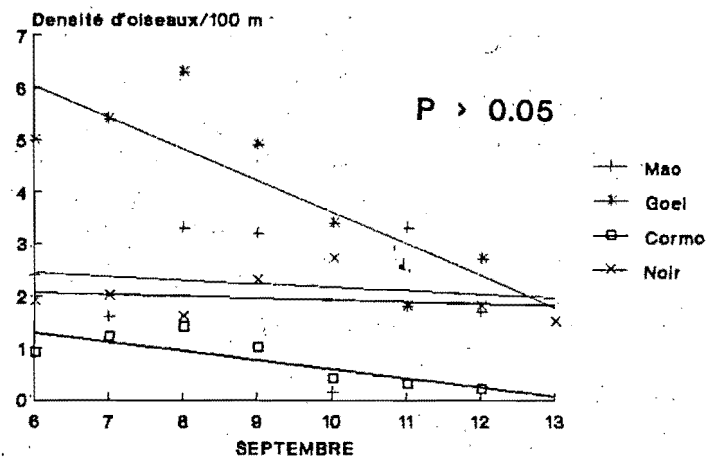
VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX EN FONCTION DE LA DATE



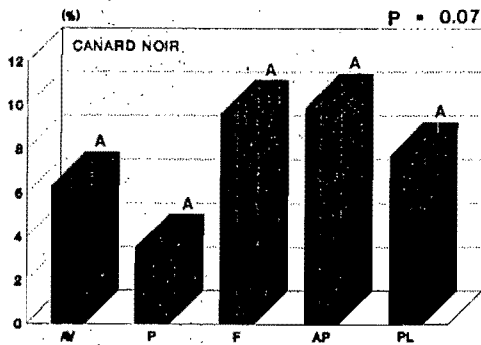
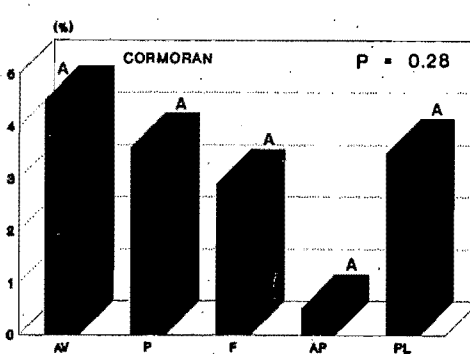
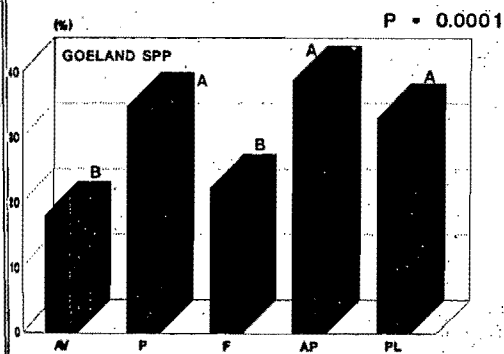
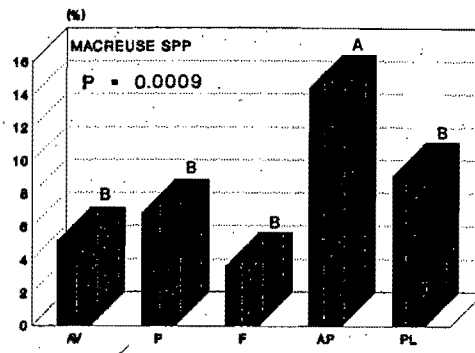
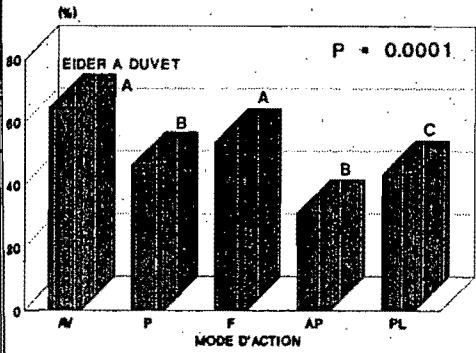
VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX D'EIDER A DUVET



VARIATION DANS LA DENSITE D'OISEAUX DES AUTRES ESPECES



CHANGEMENT DANS L'ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES SELON LE MODE D'ACTION DE L'EFFAROUCHEUR



MODE D'ACTION DE L'EFFAROUCHEUR