



EVALUATION OF THE EFFICACY
OF
PRODUCTS AND TECHNIQUES FOR AIRPORT BIRD CONTROL

by

Ross E. Harris and Rolph A. Davis

LGL LIMITED
environmental research associates
22 Fisher Street, P.O. Box 280
King City, Ontario L7B 1A6

for

Aerodrome Safety Branch
Transport Canada
Place de Ville, Tower C
330 Sparks Street
Ottawa, Ontario
K1A 0N8

LGL Report TA2193
31 March 1998

TC-1000832



© Her Majesty the Queen in Right of Canada, represented by the Minister of Transport (1998)

Permission is granted by the Department of Transport, Canada, to copy and/or reproduce the contents of this publication in whole or in part provided that full acknowledgment is given to the Department of Transport, Canada, and that the material be accurately reproduced. While use of this material has been authorized, the Department of Transport, Canada, shall not be responsible for the manner in which the information is presented, nor for any interpretations thereof.

TP 13029
(03/1998)

TC-1000832

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION	1
BIRD CONTROL AT AIRPORTS.....	2
REVIEW METHODOLOGY.....	3
BIRD CONTROL PRODUCTS AND TECHNIQUES.....	5
HABITAT MODIFICATION.....	5
Tall Grass	6
AUDITORY DETERRENTS.....	8
Shotguns and Rifles with Live Ammunition	8
Pyrotechnics.....	9
Shotgun-based.....	9
Flares.....	10
Pistol-based.....	10
Rockets and Mortars	11
Gas Cannons and “Exploders”	13
Agri-SX.....	15
Phoenix Wailer Systems	18
Bird Gard AVA and Bird Gard ABC.....	21
Av-Alarm	21
Distress and Alarm Calls	23
Calls of Predators.....	27
High Intensity Sound	28
Ultrasonics	29
Aircraft Engine Noise and Infrasound	30
VISUAL REPELLENTS.....	30
Scarecrows	31
Reflectors and Reflecting Tape.....	33
Predator Models.....	35
Hawk Kites and Balloons.....	36
Gull Models	37
Falconry	39
Aircraft.....	42
Radio-Controlled Model Aircraft	42
Lights	44
Dyes	47
Smoke	48

CHEMICAL REPELLENTS.....	48
Tactile Repellents.....	48
Behavioural Repellents	49
Benomyl and Tersan	51
Methyl Anthranilate - ReJeX-iT	52
Other Taste Aversives.....	54
EXCLUSION METHODS	54
General Considerations Regarding Actual Physical Barriers	55
Overhead Wires and Lines.....	56
Foam	58
Bird Balls™	58
REMOVAL METHODS	59
Traps	59
Live Ammunition-Shooting.....	60
Surfactants and Water Spray.....	61
OTHER PRODUCTS AND TECHNIQUES.....	61
Lure Areas.....	61
Magnets.....	62
Microwaves.....	63
Lasers	64
SUMMARY AND RECOMMENDATIONS	66
Not Recommended.....	67
Limited Recommendation.....	67
Highly Recommended	68
Habitat Modification.....	68
Active Bird Control.....	69
Conclusion	69
RECOMMENDED FUTURE STUDIES.....	70
ACKNOWLEDGEMENTS	71
LITERATURE CITED	72

INTRODUCTION

Ever since the recognition of birds as hazards to aircraft safety, there has been serious interest in techniques and products that could control this hazard. Indeed, the need for effective bird control measures at airports and elsewhere has only increased over the years. The constantly expanding level of air traffic, and the development of larger, faster, and quieter jet-engined aircraft, has raised the risk of serious bird strikes. In Canada, with the passing of the day-to-day management of airports from Transport Canada to private airport authorities, the authorities are assuming responsibility (and significant potential liability) for the control of the bird hazards at their airports. It is important that the airport authorities show due diligence by employing bird control measures that are appropriate for their particular situations. They must use appropriate products and techniques but it also is important to them that they know what is the most cost-effective approach.

Over the past 30-40 years, many techniques and types of equipment have been used or proposed for use to control birds at airports and other locations. There is much first hand experience with this equipment and these techniques but most of it is unpublished and not available to other interested workers. Much of what is published on bird control techniques is scattered and difficult to locate. Consequently, without a serious compilation, review, and evaluation of bird control products and techniques, money has been wasted “re-inventing the wheel” with ineffective equipment and inappropriate methods. This had led to the dangerous creation of a false sense of security in many situations. Transport Canada recognized the need for a critical analysis of all available and proposed equipment and techniques for airport bird control. Therefore, Transport Canada has funded this critical review.

The emphasis of this report is to evaluate, rigorously and objectively, each of the identified control measures. It is designed to complement the existing “Wildlife Control Procedures Manual” (Transport Canada 1994). The report provides information on the efficacy of the various control methods listed in the Transport Canada manual, and on additional products and techniques. The reviews and evaluations presented here focus on measures that can be used at airports and/or in surrounding areas, but do not include on-aircraft measures. A brief description of each type of equipment and its use is provided, together with a summary review of tests or experiments that have been conducted. A critical evaluation of the efficacy of each technique and type of equipment follows. Advantages and disadvantages of each approach are discussed. This report does not include any new tests of equipment or techniques. However, studies of promising but inadequately tested approaches are recommended. This report is based on a thorough review of the extensive worldwide literature on bird control techniques, and on a survey of bird control professionals that work at airports and elsewhere. The reviews also take account of the experience and judgement of the authors and other LGL Limited personnel.

BIRD CONTROL AT AIRPORTS

No two airports are exactly alike in regard to their bird control problems. Each airfield is attractive to birds for a different variety of reasons, and the reasons vary with the species of birds involved and the time of year. Birds can be attracted to airports for food (e.g., earthworms, grasshoppers, and seeds), water, and shelter; and because the airports provide suitable nesting habitat or woods for overnight roosting. Each species of bird has its own behaviours, habitat preferences, preferred foods, loafing and roosting habits, flocking tendencies, and times of seasonal occurrence. As well, features that are nearby or even at some distance from airfields can create different bird hazards to aircraft safety at each airport. For example, flightlines of birds between a nighttime roosting area and a daytime feeding area such as a landfill, can create serious hazards if the airport lies between these areas. Nevertheless, there are some characteristics of birds and requirements of bird control that are common to most airports.

Airports generally are large, open areas. Consequently, products and techniques that are effective over large areas are best, generally speaking. Birds must be kept off the airfield altogether; moving birds to another part of the airfield usually is not a solution. Not all species of birds are attracted to these open habitats, and not all those that are attracted create hazards to aircraft safety. Typical “problem” groups are gulls, waterfowl (ducks and geese), rock doves, blackbirds, starlings, crows, hawks, eagles, owls, and snow buntings. Products and techniques that are effective on these groups can thus often address most of the bird control problems at an airport. Airports may require year-round, and sometimes round-the-clock, control measures. Therefore, bird control at airports requires techniques that achieve long-term deterrence of birds from the airfield and environs. It is not a situation where techniques that achieve short-term results are acceptable, although short-term effectiveness is required at times. In other words, habituation is of much greater concern at airports, where long-term effectiveness is essential, than in other situations (such as agriculture) where dispersing/detering birds for a few days or weeks (e.g., before harvest) is sufficient (and the issue of habituation of less concern). Occasionally, even nocturnal control is necessary. Where overflights of birds are a problem, control programs beyond the airport are required.

The basis of any successful airport bird control program is habitat control — making the airfield less attractive to birds (or at least the most problematic species) addresses the fundamental source of the problem. Of course, because each species or group of birds has its own habitat preferences, modifying what is attractive to one species may well provide better conditions for another. Nonetheless, the modification of large areas of suitable habitat and the removal of particularly attractive features, can greatly reduce the extent of active control required. Trying to clear an entire airfield of birds solely with active control measures is a formidable task. Habitat modification can also be effective by limiting the areas of an airfield that attract birds, and thus active control can be focussed more effectively in these restricted areas.

There is, as yet, no single “silver bullet” for airport bird control. It is unlikely that there will ever be just one magic control method. Birds are very adaptable and can and do habituate to any control method used over the long term. The best control programs therefore employ a variety of products and techniques. Aside from these, however, management commitment is ultimately the driving force determining the success of an airport bird control program. This is reflected in a trained and motivated field staff, and an adequate supply of appropriate and well-maintained control products.

REVIEW METHODOLOGY

This evaluation of bird control products and techniques includes an extensive review of the worldwide literature, including unpublished “grey literature” sources, interviews with bird control experts at airports and elsewhere, and the personal experience of LGL staff who have studied this subject since the mid 1960s. No specific bibliographic database search was conducted to locate published literature for this review. Rather, the literature was assembled from LGL files that have been accumulated over the past 30 years. These files include papers from the major ornithological, animal behaviour, and wildlife damage control journals, such as the Journal of Wildlife Management, Wildlife Society Bulletin, Proceedings of the Vertebrate Pest Conference, and Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Management Conference. The publications of the International Bird Strike Committee/Bird Strike Committee Europe and Bird Strike Committee Canada were reviewed. Also included are unpublished consultants' reports on various bird control studies. A very large body of literature has been produced on bird control techniques and products. This review does not attempt to list even the majority of this literature, but does include the most relevant references. Over 300 papers are cited.

Experienced bird control workers from a variety of agencies were contacted for this review. These included bird control staff at several of Canada's major airports and some American airports, bird control consultants who provide services to airports, landfills, and other facilities, falconers, landfill managers, and government researchers. LGL staff, including co-author Dr. R.A. Davis, have attended most of the recent Bird Strike Committee meetings in Canada, the United States, and Europe and have obtained information from presentations and discussions there. Also, LGL Limited has conducted bird control research at landfills and airports involving overhead lines, pyrotechnics, raptor trapping, and other control products and techniques. In addition, LGL has designed and implemented operational control programs at airports and landfills.

Despite the widespread use of bird control products and techniques, we found that the available data are inadequate for a quantitative evaluation of the effectiveness of most deterrent techniques. There are few comprehensive, objective, properly designed, quantitative studies. Consequently, in many cases evaluations still must be subjective. In part, this is because it is difficult to compare products and techniques. A myriad of difficult-to-control variables affect the performances and thus the comparative evaluations of bird control products. Products can be presented in a variety of situations and combinations. Complex environmental factors play an important role — the availability of alternate local attractions (e.g., roost sites, feeding areas); time of year and day and its effect on bird numbers and behaviour; why birds are attracted to the airport in the first place (e.g., food, water, nesting, loafing or roosting). Often a product on its own is largely ineffective because of habituation, but can be an effective part of a multi-product/method approach. Especially important is to know whether occasional killing was employed to reinforce the product/method. All these factors make it difficult to compare products/techniques or even the same product/technique in different places.

Airport bird control programs potentially can be evaluated by comparing the number of bird strikes reported before vs. after the implementation of particular products/techniques. In reality, however, this is an unreliable indicator. The number of reported strikes can vary significantly without any relation to the actual number of strikes. Numbers of reported strikes have been known even to increase with the implementation of an effective bird control program, because there is better reporting. Also, looking only at reported strikes overlooks the many other factors that play a role in determining the bird strike hazard and that should be controlled in any test of effectiveness.

A series of questions was developed to address the difficulties associated with product/technique comparisons and evaluations. These follow below.

1. What is the biological basis for the control measure? Is there a biological reason to expect the measure to be successful?
2. Were the tests conducted long enough to demonstrate that the birds will not habituate?
3. Did the technique move the birds off the airport or did it merely move the birds to a different part of the airport?
4. Were there any special circumstances associated with the test that allowed the measure to succeed? Would the measure be less successful in other situations where the special circumstances were not present?
5. Would the technique be successful if the birds had no alternate habitat nearby?
6. Are there any objective data available? It is important to distinguish between manufacturer's claims and independently demonstrated effectiveness.
7. Does the success of a technique depend upon the skill and knowledge of the operator?

8. Is there potential for successful use of a technique to solve one problem but create a new hazard? This certainly applies to habitat manipulation measures.
9. Is there adequate information to evaluate the equipment/technique objectively?
10. What are the conditions where the equipment/technique is useful? Most useful? Not useful?
11. Is the technique promising but more information is required?
12. How should this equipment/technique be tested?
13. What species is the equipment/technique designed for or most effective on?
14. Have any studies been conducted at an airport?

BIRD CONTROL PRODUCTS AND TECHNIQUES

This review for the most part uses the categories and follows the sequence of products/techniques as listed in the Transport Canada “Wildlife Control Procedures Manual” (Transport Canada 1994). Visual deterrents (rather than chemical deterrents as in the Transport Canada manual) follow auditory deterrents because many of these products provide both auditory and visual stimuli. Additional equipment and techniques that are not listed in the Transport Canada manual are discussed under the appropriate categories, or follow at the end of this section. Brief descriptions of each product/technique and its application are presented here, but more complete information is available in the Transport Canada Manual.

HABITAT MODIFICATION

Habitat modification is practiced at a great many airports and airbases around the world. (e.g., U.S. Fish and Wildlife Service 1979, 1984; Transport Canada 1984; Searing et al. 1996; John Floyd, U.S.D.A., Wildlife Services, pers. comm.). Habitat modification involves the removal and/or alteration of habitat features. Typical actions include the pruning or removal of trees and shrubs; removal of standing water (ponds, puddles); revegetation of barren areas with plant species tall enough to prevent use by open country birds such as gulls; planting of crops less attractive to problem birds, and allowing grassy areas to grow taller. Other techniques address nesting and resting sites provided by airport buildings, and removal of perching sites on airfields. Habitat modification should consider habitat features in the vicinity of the airport as well as on the airport itself. An overview of habitat modification issues and techniques is provided in the Transport Canada Manual (Transport Canada 1994). Bird control products/techniques, such as netting and lines, that prevent access to habitat features that attract birds are discussed under “Exclusion Methods” later. Discussed under “Chemical Repellents” are chemicals that control birds' food sources, such as worm control. Some of these alter the habitat for prey species rather than addressing features that birds use directly. The effectiveness of a tall grass policy on airports has been studied at several locations.

Tall Grass

Description. – Airports need to have short grass immediately adjacent to runways so that signs and lights are visible. However, many airfields also have areas of short grass away from runways and in other infield areas. Allowing these grassy areas to grow taller reduces their use by many bird species, especially some particularly hazardous to aircraft safety (e.g., gulls). “Tall” grass generally refers to grass that is at least 15-20 cm in height; “short” grass generally is <10 cm.

Biological Basis. – Tall vegetation appears to be effective because it impedes certain birds' access to food sources (e.g., soil invertebrates) and obstructs the birds' lines of sight to approaching predators, thus creating an unsafe feeding or loafing environment. However, other species of birds are adapted to taller grass habitats and very long grass can attract rodents and attendant raptors (Wright 1968).

Literature. – Brough and Bridgman (1980) compared gull use on plots of longer (15-20 cm) and shorter (5-10 cm) grass on 13 airfields in the United Kingdom. They found that the longer grass was very successful at reducing the numbers of birds, particularly gulls. At Copenhagen Airport, Dahl (1984) found that “medium length” grass (about 20 cm) was much more effective at reducing use by loafing gulls than was longer or shorter grass. The latter grass lengths were not defined and the author did not present his data in the cited paper. The “long grass policy” at RAF stations which operate fixed wing aircraft, requires maintenance of grass at 18-20 cm for most of the year and has proven effective at reducing bird strikes (Deacon 1996). Hupf and Floyd (1995) also found a long grass management policy to be effective in reducing on-airport populations of hazardous bird species (Canada geese, starlings, laughing gulls). “Tall” grass in their context was >14 in (35 cm) and averaged 22-24 in (56-61 cm). Of five species that accounted for 85% of bird strikes at Ottawa/MacDonald-Cartier Airport, four (ring-billed gull, snow bunting, swallows and rock doves) were found to be more attracted to short grass (5-10 cm) areas than long grass (15-20 cm) (Potter 1996). At Vancouver International Airport, extremely long grass (up to 75 cm) has been found to keep geese and ducks out; only great blue herons used such tall grass areas (Dave Ball, Vancouver International Airport, pers comm.). Dolbeer and Seamans (1997) evaluated the response of Canada geese to short (5-10 cm) and tall (16-20 cm) grass in an outdoor pen test. Interestingly, the geese showed a preference for the tall-grass plots.

Gulls, a hazard to aircraft safety at many airports, spend substantial proportions of each day resting, preening, and sleeping. This behaviour is called loafing. Gulls loaf on level areas with little or no vegetation to impede their vision and their ability to detect approaching predators. Many, but not all, major loafing areas have standing water. Thus the attractiveness of gull loafing habitat can be minimized by removing standing water and revegetating barren areas. The importance of loafing areas for gulls was illustrated during a recently completed study in the Tampa Bay area (Patton 1988). A major landfill that had been used by up to 60,000 gulls was

closed. The gulls dispersed to five of the six surrounding landfills in the following winter. Numbers at the sixth landfill decreased rather than increased. The decrease was associated with the loss of loafing habitat adjacent to the landfill (Patton 1988). Thus an important feeding area can be rendered less attractive if suitable nearby loafing habitat is not available. Stout and Schwab (1979) also found a very direct connection between gull use of an airbase for loafing and their use of two nearby landfills for feeding. A major, multi-year experiment is being conducted at O'Hare International Airport in Chicago to determine the bird use of large plots (40-50 acres) of grass at different heights. The results are not yet available (R. Sliwinski, U.S.D.A., Wildlife Services, pers. comm.).

An alternative to a tall "grass" policy has been investigated. Dekker and Zee (1996) tested the effectiveness of a "poor grass regime", a herb-rich vegetation community (i.e., more wildflowers and fewer grasses) that commonly is found on poorer soils. Based on five years experience at two airports in The Netherlands, Dekker and Zee found that "bird numbers on poor grass were as low or lower than on long grass. Furthermore the species composition of the remaining birds changed to smaller, less heavy species, thus decreasing the risk of a bird strike causing damage." (p 303). "Poor grass" apparently performs the same structural functions as tall grass (i.e., impeding access to food and detection of approaching predators), but also supports fewer small mammals and invertebrates because it is a nutrient-poor plant community. Therefore there is less food for birds. Botanical expertise would be required to implement this approach.

Habitat modification actions, such as mowing and ploughing, can attract significant numbers of birds in the short-term by making prey more available (e.g., worms and other invertebrates for gulls, rodents for hawks and gulls). Potter (1996) suggested that mowing be conducted either late in the day or overnight to reduce the attractiveness of these activities but did not test this technique. Night mowing has been effective when tried at Vancouver International Airport (D. Ball, YVRAA, pers. comm.).

Evaluation. – The effectiveness of a "tall grass" strategy, or the use of some type of tall ground cover, has been shown to be effective at reducing the use of airfields by several if not all of the most hazardous species (e.g., gulls, waterfowl, rock doves, starlings, snow buntings). Tall-grass habitats do attract some other species hazardous to aircraft safety, such as hawks and owls however.

Recommendation. – A tall grass/vegetation strategy is recommended, with the proviso that the situation should be monitored to ensure that new more serious hazards are not created with the attraction of "tall grass" bird species. Also, the "poor grass regime" reported on by Dekker and Zee (1996) shows promise.

Literature Reviewed. – Brough and Bridgman 1980; Dahl 1984; Deacon 1996; Dekker and Zee 1996; Dolbeer and Seamans 1997; Garber 1996; Hupf and Floyd 1995; Patton 1988; Potter 1996; Stout and Schwab 1979; Transport Canada 1984; Wright 1968; U.S. Fish and Wildlife Service 1979, 1984.

AUDITORY DETERRENTS

The classification of the following products and techniques as auditory deterrents is somewhat arbitrary. Many of these products also present visual stimuli to birds and, to some extent at least, birds respond to these as well as to the sounds.

Shotguns and Rifles with Live Ammunition

Shotguns and rifles, when fired into the air, produce a loud bang, then a “whirring” noise that may disperse birds whether or not some birds are hit and killed. (A rifle should not be used in this manner, given the potential hazard to people at distances of 2-3 km or greater.) Shooting has been used to frighten or kill birds at fisheries operations (Lagler 1939; Davidson 1968; Anderson 1986; NCC 1989), in agricultural fields (Nomsen 1989), and at airports (DeFusco and Nagy 1983; BSCE 1988). In these situations, birds are commonly killed. In most cases, this is done mainly to reinforce the effectiveness of non-lethal bird scaring devices that are also in use, not in an attempt to kill a significant proportion of the birds present. Other pyrotechnic devices would probably be at least as effective as “shooting to miss” with live shot. Hence, it is doubtful that live shot should be used to scare birds from an airfield unless it was the only technique readily available. (See also “Live Ammunition-Shooting” later.)

Shotguns produce their loudest noise at the gun which may be 50-100 m from the birds, whereas the noise from the pyrotechnics occurs very close to the birds. Thus, live ammunition is not a very effective deterrent.

Birds habituate to shots, especially in the case of species that are not widely hunted. For example, shooting at cormorants and herons, and killing some of them, only temporarily repelled the species from fish farms (EIFAC 1988; Coniff 1991). Shooting was not effective in dispersing egrets from airports; most egrets returned shortly after being shot at, even if some birds were killed (Burger 1983; Fellows and Paton 1988). Shooting also was not effective in dispersing roosting geese (Taylor and Kirby 1990).

Ammunition for a 12-gauge shotgun (and the cost to deploy a person to use the shotgun) is expensive in comparison to the low operating costs of exploders, which are discussed below. However, a shotgun is more easily deployed. There would be a safety concern in using live shotgun ammunition in an area where airport activities were underway; however, the maximum distance that shotshells could injure people or birds is 60-90 m, depending on the size of the shot being used. Thus shotguns do not have the potential to injure at long range like rifles do.

Pyrotechnics

Description. – Pyrotechnics include a wide variety of noise-making shells fired from shotguns, starter pistols, and flare pistols. They include shellcrackers, flares, firecrackers, rockets, and mortars. They all emit loud, banging noises, produce flashes of light (and therefore also have a visual deterrent component), or both. Pyrotechnics are widely used at airports to scare birds.

Biological Basis. – The banging noise from some pyrotechnics resembles that from a shotgun. That resemblance no doubt enhances the effectiveness of these devices in scaring birds that are hunted. Pyrotechnics also produce startle reactions in birds. However, birds can gradually habituate to pyrotechnic devices. Other supplementary scaring techniques, including the occasional shooting of a bird with live ammunition, are often used to reduce the rate of habituation to pyrotechnics.

Shotgun-based

Scare or Bird Frite cartridges, commonly referred to as cracker shells, are usually deployed from 12-gauge shotguns. A single shot or pump action gun with a short barrel and no choke should be used for safety reasons. Shellcrackers contain a firecracker that is projected approximately 45-90 m (50-100 yd) and then explodes (Mott 1980; Salmon and Conte 1981; Littauer 1990a). This has the advantage of being able to place the explosion closer to the birds. The noise from the explosion frightens the birds causing them to flush or change flight direction.

Exploding shells have proven useful in repelling and dispersing birds at airports (Burger 1983; DeFusco and Nagy 1983; BSCE 1988), at landfill sites (Southern and Southern 1984; Davis and Davis 1994), in fruit orchards (Nelson 1990b), and on cereal crops (Booth 1983). Shellcrackers have longer range than do smaller cartridges launched from starter's pistol (see below). This can have the advantage that less manpower is required to cover an area (Mott 1980). When fish-eating birds are dispersed from aquaculture ponds by shellcrackers, the effect is relatively short-term: most birds are deterred from returning for a few hours to a few days (Draulans 1987). In a few rare situations, birds have been prevented from returning for longer periods (up to four weeks) before habituation took effect.

At some times in the past, shellcrackers have been difficult or impossible to obtain at short notice. Thus, if this method is to be applied, an adequate supply of shellcrackers should be kept in stock as a contingency measure. Hussain (1990) recommended caution in using shellcrackers in areas of dry vegetation where fires can start. This is also a concern around fuel.

Flares

Flares are modified shotgun shells, fired from a pistol or shotgun, or brightly burning firecracker-like devices that can be deployed from hand-held launch units or placed on the ground to burn. When fired, the flare leaves a trail of smoke that may frighten birds (Koski and Richardson 1976). Flares are not as effective as cracker shells. However, when used in conjunction with other deterrent methods, flares might be useful in influencing the direction in which birds disperse, although there may be a fire hazard in some situations.

Pistol-based

Pyrotechnics can be fired as far as 25 m into the air from a 15 mm flare pistol or a 6 mm blank pistol. Firecrackers are commonly called noise, bird, whistle, or clow bombs (Mott 1980; Salmon and Conte 1981; Salmon et al. 1986). Pistol-based pyrotechnics have a shorter range than do shotgun based shellcrackers.

Small pyrotechnic shells launched from pistols include “bangers”, “screamers or whistlers” and “crackers”. They are widely used in deterring birds from airports, agricultural areas, and landfill sites (e.g. Miller and Davis 1990a,b). Because these devices can be fired into the air toward birds, they are the most useful of the firecracker-type deterrents. However, in general they have shorter range than do 12-gauge shellcrackers, and produce a weaker “bang”. The Ruggieri pistol and “Capa” cartridges offer an improved range of approximately 300 m (Briot and Eudot 1994; Ball 1997). “Bangers” and “whistlers” effectively deterred black-crowned night-herons and great blue herons from predateding fish at a fish hatchery (Andelt et al. 1997).

Pistol-based pyrotechnics can be very effective if they are used properly. If they are not used properly, then birds can easily habituate to them, and control is not attained. In landfill situations, where gulls are difficult to control, proper use of pyrotechnics has achieved control of gulls at the Tower Landfill near Denver (Davis and Davis 1994) but improper application has been unsuccessful at the Britannia Landfill near Toronto (Miller and Davis 1990a,b). Pyrotechnics are major components of most airport bird control programs in North America.

Screamer shells were found to be 100% effective at dispersing Canada Geese from urban parks even though broadcasts of alarm/distress calls were not (Aguilera et al. 1991). The use of screamer shells had some long-term effects on the goose distribution. After five days of using screamer shells, Aguilera et al. (1991) found an 88% reduction in the number of geese using a site during the following five days.

The rope-firecracker is a pyrotechnic device made of cotton rope with waterproof firecrackers attached (Littauer 1990a). The rope is lit at one end. It burns slowly from one end to the other, and intermittently ignites the next firecracker along the rope; each firecracker makes a loud noise when it detonates. Rope-firecrackers have been suggested for use in deterring birds from landfill sites, fish-farms and agricultural areas (Salmon and Conte 1981; Booth 1983; DeFusco and Nagy 1983). Firecrackers are useful for deterring birds from a small area for a short time.

Store-bought firecrackers (normally used for holiday celebrations), attached to a piece of wood and ignited, were reported to scare thousands of roosting blackbirds from a residential area. The firecrackers were deployed for three consecutive nights (Bliese 1959). Better and safer techniques are now available.

Rockets and Mortars

Rockets (e.g. marine signal rockets, skyrockets and star shells) are normally projected from a launching rod and make a hissing sound as they travel (Hussain 1990). Some rockets may explode (e.g. jupiter shell), producing a display of fireworks and a loud noise at the same time. Mortars would be used in the same way as other pyrotechnic devices to disperse birds (Koski and Richardson 1976). Rockets would be useful at night, but would not be useful during the day unless they also produced a loud bang. Mortars, on the other hand, would be useful during both day and night. The noise produced by a mortar is much louder than an exploder or shotgun, and thus would probably disperse birds from a larger area. Skilled operators may be required. There have been several accidents related to the use of mortars and many operators have abandoned use of them for safety reasons.

Evaluation. – Pyrotechnics undoubtedly are among the most used bird control devices on airports. Pyrotechnics can and do scare birds but, without effective presentation, birds commonly habituate to the loud bangs. Presentation is the critical factor. Because of their portability and flexibility of use, pyrotechnics that are fired from shotguns or pistols are the most effective type. Extremely effective bird control programs have been based primarily on the use of pyrotechnics. Contrastingly, bird control programs that have employed much larger numbers of pyrotechnic shells have been largely ineffective. A relatively small number of pyrotechnics, used at appropriate times and in appropriate circumstances with regard to the behaviour of the birds, can keep hundreds of birds away. The technique is labour intensive. One effective technique, used successfully on gulls at landfills, has been to use pyrotechnic shells to prevent birds from landing, rather than allowing them to land and then dispersing them. The best methods of presentation likely vary from species to species, and experimentation is required, but the general approach is to be selective in your shots. Do not fire too often. The more indiscriminately that pyrotechnics are used, the more quickly birds will habituate. Do not fire until the birds are close enough that

the shot will explode very close to them. Do not waste shots at birds that are too far away. Properly used, pyrotechnics can train birds to avoid coming to a formerly attractive area.

FOD (foreign object damage) can be a concern with pyrotechnics used near active runways. It is important to remove shells and shell casings from areas where they may be sucked into jet engines (Jarman 1993).

Advantages

1. Rockets and mortars are potentially effective over large areas.
2. Pyrotechnics are effective both during the day and at night.
3. Direction and intensity of firing can be controlled.
4. They can be used as complementary devices with other deterrents.

Disadvantages

1. Pyrotechnics cannot be used in situations where fire would be a hazard, e.g. near dry vegetation or fuel.
2. Shooting at birds may not be acceptable in some public places.
3. Shotgun- and pistol-launched shells are useful only over relatively small areas at any one time.
4. Use of pyrotechnics is labour-intensive.
3. Birds can habituate to pyrotechnics if they are used improperly.
4. Pyrotechnics may be difficult or impossible to deploy in some situations.
5. Pyrotechnics can pose hazards to operators and bystanders if not used carefully.

Recommendation. – Recommended, if used selectively and sparingly as discussed above. Shotgun- and pistol-launched shells are the most adaptable types of pyrotechnics.

Literature Reviewed.—Andelt et al. 1997; Aguilera et al. 1991; Anderson 1986; BSCE 1988; Bartelt 1987; Beck 1968; Bliese 1959; Bomford and O'Brien 1990; Booth 1983; Briot and Eudot 1994; Burger 1983; Coniff 1991; Cummings et al. 1986; Davidson 1968; DeFusco and Nagy 1983; Davis and Davis 1994; DeHaven 1971; Draulans 1987; EIFAC 1988; Elgy 1972; Faulkner 1963; Feare 1974; Fellows and Paton 1988; Fitzwater 1978; Geist 1975; Green 1973; Grun 1978; Handegard 1988; Kevan 1992; Koski and Richardson 1976; Kress 1983; LGL Ltd. 1987; Littauer 1990a,b; Lucid and Slack 1980; Mattingly 1976; Miller and Davis 1990a,b; Mott 1980; NCC 1989; Nelson 1970; Nelson 1990a; Nomsen 1989; Noriss and Wilson 1988; Parsons et al. 1990; Radford 1987; Salmon and Conte 1981; Salmon et al. 1986; Southern and Southern 1984; Taylor and Kirby 1990; USDA 1991; U.S. Dep. Interior 1978.

Gas Cannons and “Exploders”

Description. – Gas cannons or “exploders” are mechanical devices that produce loud, banging noises to frighten birds. The “bangs” are produced by igniting gas (acetylene or propane). The noise of the explosion resembles or is louder than that of a 12-gauge shotgun (Feare 1974; Nelson 1990a). Blasts are emitted at adjustable time intervals (Salmon and Conte 1981; Salmon et al. 1986), sometimes close together, controlled by an automatic timing device. A photo cell can be included to turn the system off at night. Some gas cannons can be set to fire at random intervals and to rotate after each explosion so that subsequent shots are aimed in different directions. Remote control firing mechanisms are also available whereby a person can directly control the timing and number of shots from a distance. Remotely operated cannons can also rotate after each shot.

Biological Basis. – The sudden, loud bang from a gas cannon is capable, at least initially, of scaring birds away from an area. This flight response probably is related to the similarity of the bang to that of a shotgun shot (for those species that have been hunted), and to a 'startle' reflex reaction. However, without reinforcement that this bang represents a potential threat to the birds, birds soon habituate to these sounds.

Literature. – Gas cannons can be effective at dispersing birds if the frequency of the explosions is varied and if the cannons are moved every second or third day of use to a different area. Sometimes it is necessary to elevate the cannons if foliage or equipment interfere with the sound of the blast (U.S. Dep. Inter. 1978; Hussain 1990). Birds habituate to the sound of the explosions, particularly if no other techniques are used to reinforce the threat of the cannon (DeFusco and Nagy 1983; BSCE 1988). Rotary mounts, variable firing intervals, and use of other complementary deterrent methods are helpful in delaying habituation. Gas cannons, in combination with other dispersal methods such as pyrotechnics, have been found to reduce numbers of gulls visiting landfills (e.g. Risley and Blokpoel 1984; Miller and Davis 1990a,b).

For dispersing gulls at airports, one cannon for every 50 m of runway has been reported to be effective (DeFusco and Nagy 1983). (It is not advisable to position gas cannons near runways, given the risk of aircraft striking these propane-fueled explosive devices.) However, cannons have also been found ineffective for long-term bird dispersal programs at many airports because of habituation (BSCE 1988). Cannons may be most helpful where only short-term deterrence is needed. Sugden (1976) indicated that cannons are among the most useful methods for reducing waterfowl damage to grain crops. Propane cannons were very successful at frightening cormorants at shipyards (Martin and Martin 1984) and can be valuable in reducing blackbird damage on cornfields (Dolbeer et al. 1979). For dispersing blackbirds, one cannon for every 4-10 ha works well (LGL Ltd. 1987). Setting cannons to fire at 30 s intervals can disperse blackbirds and Starlings from roosting areas (U.S. Dep. Interior 1978).

Gas cannons have proven to be effective deterrents for areas up to 4 ha in the cases of non-game species (Salmon et al. 1986), 18-24 ha for dabbling ducks in grain fields (Stephen 1960, 1961), and 50 ha for scaup on small lakes (Ward 1978). In the study by Ward (1978), the cannons were used in combination with scarecrows and lights.

Interviews. – A common complaint made by people that we spoke with regarding gas cannon systems is the limited period of their effectiveness. Birds habituate to the sound of the cannons within a relatively short period of time – a matter of days in some cases. Gulls at the Nottawasaga and Wasaga Beach landfill sites came to ignore the bangs of propane cannons there. In fact, observations were made of gulls perching atop the cannons, lifting off the units with the 'click' noise that preceded the explosion, then immediately settling back down atop the cannons (Steen Klint, Environmental Services Department, County of Simcoe, Ontario, pers. comm. 1998). Gulls regularly stood on the ground within 2-3 m of the units. Mark Adam (Falcon Environmental Services, Inc.) commented that (1) these units are very loud and this can be a serious problem where you have to control birds near residential areas (noise complaints); (2) the automated timer could lead to the scaring of birds at an inappropriate time, such as into the path of an aircraft taking off/landing. There is an indication that repetitive use of cannons may actually attract gulls to landfills (R.A. Davis, LGL Limited, pers. obs.).

At the Calgary International Airport, birds also have been found to habituate to the sounds of the cannons. However, cannons are still employed on an as needed basis and do scare birds away at least for short periods (Brian Richmond, Calgary Airport Authority, pers. comm. 1998). Bird control staff there have found that shorter periods between shots keeps the birds more on edge and thus more easily dispersed. Brian Richmond added that maintenance of the cannon units is an ongoing problem and while the best effect is achieved by moving the units around, they are not easy to move.

Dave Ball (Vancouver International Airport, pers. comm.) mentioned that they have positioned gas cannons at problem sites on the airfield, such as puddles where birds gather, and directly fire the cannon with a remote control device when needed. In this case, the cannons are being used like pyrotechnics.

Evaluation. – As with pyrotechnics, the efficacy of gas cannons varies with the method of presentation. Birds quickly habituate to gas cannons that fire at regular intervals and are not moved. Within a relatively short period of time the cannons become completely ineffective. Variation in the frequency of firing, number of shots per firing sequence, direction of firing, and location of the cannon on the airfield will prolong the period of effectiveness. Two or three shots in rapid succession, with variable firing intervals and rotation after each shot, is one good technique. The greatest control and variability can be achieved with remote firing of the cannon

under the direction of the bird controller. Birds likely will habituate eventually, however, unless other supplementary techniques (including occasional killing) are employed.

Advantages

1. Direction, timing and volume of the blasts can be controlled.
2. Gas cannons are movable.
3. They are automatically operated and require checking only once a day.
4. They are effective day and night.

Disadvantages

1. Birds can rapidly habituate to the sound of the blasts.
2. Cannons must be supplemented with other deterrent devices.
3. Older gas cannons should not be used in areas where fire would be a problem.
4. Compared to the size of an airfield, the effective area is relatively small.
5. Regular maintenance is required.

Recommendation. – Cannons should not be relied upon as the sole or even the major component of a bird control program. Cannons are recommended for occasional use as part of an integrated airfield bird control program, in conjunction with other products and techniques. Cannons must not be deployed near fuel because the igniter for the cannon could ignite the vapour.

Literature Reviewed. – Bomford and O'Brien 1990; Booth 1983; Bradley 1981; BSCE 1988; Conover 1984; DeFusco and Nagy 1983; Devenport 1990; Dolbeer et al. 1979; Feare 1974; Hussain 1990; LGL Ltd. 1987; Littauer 1990a; Martin and Martin 1984; Miller and Davis 1990a,b; Mott 1978; Naggiar 1974; Nelson 1990a; Payson and Vance 1984; Risley and Blokpoel 1984; Salmon and Conte 1981; Salmon et al. 1986; Sharp 1978; Stephen 1960, 1961; Stickley and Andrews 1989; Sugden 1976; Truman 1961; U.S. Dep. Interior 1978; Ward 1978.

Agri-SX

Description. – Two bird control products marketed by the Agri-SX company of Quebec — the “Rotating Hunter” and the “Falcon Imitator” — are discussed here. Each product combines visual (hunter or falcon images) and auditory (propane cannons) stimuli to deter birds. These units are relatively new to Canada, although they apparently have been in use in Europe for several decades.

The “Rotating Hunter” consists of two propane cannons, and the metal silhouette of a person with a gun, on a rotating base atop a tripod. The entire system is taller than a person. The two cannons fire alternately in opposite directions, and the guns and “hunter” swivel with the force of each shot and with the wind. The frequency of the shots and on/off periods of each unit can be controlled with a mechanical timer. Agri-SX claims that the “Rotating Hunter” protects 20 ha of open land.

The noise stimulus of the “Falcon Imitator” also is provided by a propane cannon. The propane cannon pulse propels a “plunger” which pushes a fringed rubber disk up an 8 m pole (supported by a tripod). The plunger drops back quickly while the disk parachutes back down more slowly. This “lure” is said to imitate a falcon chasing a bird. As with the “Rotating Hunter”, the timing and on/off periods can be controlled. The “Falcon Imitator” is said to be effective within a 150 m radius; the “birds never get accustomed to the falcon imitator” according to the manufacturer’s promotional material.

Biological Basis. – The loud bang of a propane cannon is known to be effective at scaring birds for short periods of time (see discussion of gas cannons above), but birds soon habituate to the noise. Scarecrows, like the hunter image, also have short-term effectiveness. On a biological basis, it would appear that birds would habituate to these Agri-SX products relatively quickly although perhaps less rapidly than to a gas cannon alone because of the visual stimuli of the hunter and falcon images.

Literature. – There are no published or unpublished independent studies of these Agri-SX units. However, see the discussion about gas cannons above, and “Visual Deterrents - Scarecrows, Flags, and Streamers” later in this section.

Interviews. – The company’s promotional literature lists more than 20 locations where the “Rotating Hunter” and “Falcon Imitator” have been used to control birds. These include agricultural, industrial, and airport settings. Personnel at several of these sites were contacted for information.

Overall, opinions of the efficacy of these products ranged from very satisfied to “no better than a propane cannon”. No one considered these products to be the magic answer to all their bird control problems but rather a part of a multi-faceted program. None of the locations contacted employed the Agri-SX products on their own; they were used along with other control products and techniques. No comprehensive, rigorous test of the “Rotating Hunter” and “Falcon Imitator” is available. Consequently, the following review comments must be regarded as anecdotal.

One of the most heavily promoted endorsements of the Agri-SX products in the company literature is the removal of a nesting colony of gulls at the Daishowa pulp and paper plant at Quebec City. We spoke with Marcel Barriere of Daishowa, Inc.. A colony of mostly ring-billed gulls had grown to approximately 25,000 pairs by 1992 or 1993. During 1993 and 1994, there was a large-scale egg removal program at the colony, conducted by the Canadian Wildlife Service. Gull numbers declined subsequently to about 15,000 pairs. In 1995, one Agri-SX “hunter” and two “falcon” units were installed. In conjunction with the use of pyrotechnics, gulls were eliminated from the site in 1995.

The Agri-SX system has been used each year since at the Daishowa site and there still are no gulls. Each year the Agri-SX equipment has had to be used less often to scare the gulls away. Apparently the gulls have moved to an existing “natural” colony site on an island away from the Quebec City area. Concurrent with the gull control program at Daishowa, the municipality of Quebec City implemented a widespread program to reduce the number of food sources for the gulls. Regulations were enacted to prohibit the feeding of gulls by the public; household garbage had to be enclosed in hard containers rather than plastic bags that the gulls could tear. Apparently there was a marked reduction in the number of gulls throughout the entire Quebec City area.

Because of the coincidental use of other control products (pyrotechnics) and methods (egg collecting, regional garbage control), the elimination of nesting gulls at the Daishowa site cannot be attributed solely to the Agri-SX products. It also is impossible to measure the relative contribution of the Agri-SX systems to the overall result.

The “Rotating Hunter” and “Falcon Imitator” also have been used at sanitary landfill sites. We spoke with Steen Klint (Environmental Services Department, County of Simcoe) about the efficacy of these units at the Nottawasaga and Wasaga Beach (Ontario) landfills, and with Larry Conrad about his experiences at the Britannia Landfill (Mississauga, Ontario). Again, in both cases, the units were used in conjunction with other products and techniques. These included pyrotechnics, overhead lines, habitat management, and occasional killing. Klint and Conrad each considered the “Falcon Imitator” to be more effective than the “Rotating Hunter”. Neither felt that they could rely on these products alone to control birds at these sites, but the units did scare gulls away. It is not known how long these units were in place and thus if there was the opportunity to investigate habituation to the devices by the gulls.

Mark Adam of Falcon Environmental Services, Inc., a bird control company, has familiarity with the “Rotating Hunter” and “Falcon Imitator” at landfill and industrial facilities. He did not find these products to be any more effective than propane cannons without the “hunter” or “falcon” features. In his experience, other propane cannons on the market have more sophisticated and reliable electronic timing mechanisms. The Agri-SX units employ older mechanical timers that are less accurate and less dependable. Adam also felt that the design of the

“Falcon Imitator” was ill-suited to Canadian winters. Snow, ice, and freezing rain would impede the movement of the “falcon” up and down the 8 m pole. Overall, he considers regular propane cannons to be as effective and significantly less expensive, than the Agri-SX products. Nevertheless, he suggested that these units could be part of a broader bird control program.

In March 1998, 12 “Rotating Hunters” and 6 “Falcon Imitators” were installed at the Jean Lesage Airport in Quebec City. This is the first implementation of the Agri-SX products at a major Canadian airport. Pyrotechnics will be used as well. The results of this program may provide a more comprehensive evaluation of the efficacy of these units.

Evaluation. – At present the jury is still out on the Agri-SX products, and will be until rigorous and independent tests are conducted. The results of the installation at Jean Lesage Airport hopefully will be instructive. (No controlled studies are being conducted there, unfortunately.) These Agri-SX products probably are quite similar to gas cannons as bird deterrents. Although habituation may occur more slowly than with gas cannons alone, habituation is still a considerable concern given the need for long term effectiveness at airports. It is likely that “Rotating Hunters” and “Falcon Imitators” will suffer from the same limitations, and be used best in the same manner, as gas cannons.

Recommendation. – Given the considerable cost of these units, their similarity to the less expensive gas cannons, the more sophisticated timing devices available on gas cannons, and the lack of adequate testing, a major purchase is not recommended. Testing of one or a few units may be considered if the bird control program is not reliant on these.

Literature Reviewed. – Only company promotional literature.

Phoenix Wailer Systems

Description. – The Phoenix Wailer is a sound broadcast system that differs from other similar systems in the wider variety of sounds (audible to humans and ultrasonic) and greater flexibility of presentations that it permits. This, it is claimed, addresses the risk of habituation by birds. Several models have been available in Canada: Phoenix Wailer MkI and MkII, Phoenix Airport Wailer MKIII, and Marine Wailer. The Phoenix Wailer models are terrestrial units; the Marine Wailer is a waterproof version, apparently of the same device, that comes in a self-contained unit supported above the water by a quadrapod attached to floats. These systems were used as bird deterrents in England, then were imported to Canada. They are manufactured and sold in Canada now.

All Phoenix Wailer systems broadcast electronically-produced sounds. The frequency range of the two low frequency speakers in each unit is 450-4000 Hz; that of the four high frequency speakers in each unit is 3500-27,000 Hz. The selection, duration, spacing, and speaker location of sounds is programmable and can be randomized. Source level is adjustable. Units can be set to turn on and off automatically based on light-level (sunrise/sunset) or using a 24-hour timer. The Phoenix Wailer MkII system is capable of broadcasting 94 “irritating” electronically-produced noises, including ultrasonic sounds. The Airport MKIII system emits an additional 16 natural bird calls (alarm and distress calls, and calls of predators). A line of speakers can be set up along a runway and protect up to 3,000 ft, the manufacturer claims.

Biological Basis. – Birds will respond to distress and alarm calls of their own and, occasionally, some other species, and the calls of predators (see below). Birds also may exhibit avoidance responses to novel unnatural sounds, such as some of the synthetic electronic sounds produced by the Phoenix Wailer systems, if these sounds are loud and sudden enough. However, few species of birds hear ultrasonic sounds (>20,000 Hz, see “Ultrasonic Sounds” later) and these species do not appear to respond to these sounds. Also, habituation to sounds with no biological meaning is a common occurrence, although habituation to distress, alarm, and predator calls is slower.

Literature. – Since the introduction of Phoenix Wailers systems to Canada, the results of several studies have been published. An initial telephone survey of seven wailer users (six agricultural, one airport) in Nova Scotia and New Brunswick (Hounsell 1992), and a limited study at Yarmouth Airport (Nova Scotia; Hounsell 1994) were favourable. However, these studies were based largely on anecdotal evidence. A brief study at the Moncton, New Brunswick airport was too short and was complicated by the shooting of gulls during the test period (Hounsell 1995). The only reasonably rigorous tests, although each with limitations, have been conducted at the Calgary International Airport (Troughton and Revel 1996) and on ring-billed gulls at a landfill site near Ottawa (Topping 1994). The results of these studies clearly were not positive. Troughton and Revel (1996:21) concluded that “The data suggest that the wailer may be a short-term deterrent but there is no evidence to suggest that the Phoenix Wailer works in the long-term. Regular wildlife control activities should be continued in areas where the wailers are installed.”. Topping (1994) concluded that gulls at the landfill site were not discouraged from using the areas around the wailers. In fact, the numbers of gulls actually increased over both test periods, and loafing gulls were frequently observed within 3 m of a blasting speaker. Blokpoel (as cited in the Minutes of Bird Strike Committee Canada 19 [1993], page 10) commented that the Phoenix Wailer did not work to move ring-billed gulls from a nesting colony at Hamilton, Ontario.

Interviews. – Seven Phoenix Wailer MKIII units currently are in operation at the Halifax International Airport (Shawn Hicks, pers. comm. 1997, 1998). These units are part of a bird control system at the airport that also includes propane cannons, pyrotechnics, and occasionally falconry. Mr. Hicks did not regard the Phoenix Wailers to be the magic solution to bird problems at the airport. He also mentioned that there are ongoing annual maintenance costs associated with the wailer units. Occasionally the units at Halifax have been struck by lightning.

Phoenix Wailers are still in use at the Calgary International Airport but the wildlife control staff are not confident about their effectiveness (Brian Richmond, Calgary Airport Authority, pers. comm. 1998). They also have had problems with coyotes and rodents chewing the electrical wires, and with coyotes rubbing against the units and knocking them over. The two Phoenix Wailers in use at Vancouver International Airport are not considered to be effective by most of the controllers there.

Mark Adam, of Falcon Environmental Services, Inc., has observed Phoenix Wailer MkII and MKIII units in operation and considers them to be ineffective at deterring birds (pers. comm. 1998). In one case, he found that a Phoenix Wailer system kept pigeons away from an industrial site for only one day.

Evaluation. – The synthetic “electronic” noises produced by Phoenix Wailers have no biological relevance to birds and thus are ineffective for airport purposes. Birds may be dispersed initially by these sounds, as a avoidance response to a novel stimulus or as a startle reaction to a loud and sudden noise. However, habituation will occur rapidly. Research to date (see below) has shown that the few species of birds that can detect ultrasonic frequencies do not respond to them. Therefore this component of Phoenix Wailer broadcasts also are ineffective. The broadcast of avian distress and alarm calls can be effective, and in this regard Phoenix Wailers systems show promise. (The use of distress and alarm calls is discussed in greater detail below.) However, the method of delivery of these bird vocalizations by Phoenix Wailers – short bursts of audio; random delivery of a mixture of calls, ultrasound, and nonsense “electronic” sounds – is poor. Systems designed specifically to broadcast distress and alarm calls, and that permit more direct control of the selection, timing, and frequency of delivery, are better.

Recommendation. – Not recommended for long term use on airfields. Phoenix Wailers may be effective for short periods of time where problem birds repeatedly concentrate (e.g., around a spring runoff puddle). It is an expensive product for this application though.

Literature Reviewed. – Hounsell 1992, 1994, 1995; Topping 1994; Troughton and Revel 1996.

Bird Gard AVA and Bird Gard ABC

These products broadcast electronically-synthesized (Bird Gard AVA), or electronically-reproduced (Bird Gard ABC), alarm and distress calls of a short list of pest bird species. See “Distress and Alarm Calls” below for a discussion of this method of bird control.

Av-Alarm

Description. – Av-Alarm is a commercially-available electronic sound-producing device that broadcasts synthetic sounds in the 1500 to 5000 Hz frequency range at sound levels of 118 dB at one metre. To be effective, Av-Alarm sounds should be selected to match natural frequencies of alarm and distress calls of the species of concern, or to match the frequencies of intra-flock communications. Sounds are projected through speakers that each cover an angle of 120°. The timing and frequency of broadcasts can be controlled by interval timers and photocells. The unit can be powered either by a 12-volt battery or by 110/220-volt 50-60 Hz A.C.

Biological Basis. – Given that the sounds produced by Av-Alarm units are synthetic, there would appear to be no biological bases for the sounds to repel birds. However, the sudden onset and/or loud volume of the sounds may startle birds into departing an area on occasion. Birds also may avoid some novel sounds initially.

Literature. – Av-Alarm has been used primarily in the agricultural industry to deter birds from food crops. Most evaluations of its success have been subjective. However, Av-Alarm has been tested as a method of deterring waterfowl from agricultural and coastal areas, and at airports.

Av-Alarms appear to have been used successfully to reduce numbers of small birds feeding on various crops (see Koski and Richardson 1976 and DeFusco and Nagy 1983 for reviews). Preliminary tests from a more recent study suggest that Av-Alarm was an effective method of reducing damage to grapes that was caused by European starlings, cape sparrows and masked weavers (Jarvis 1985). Although most tests of Av-Alarm have been on landbirds in agricultural areas, some reports suggest that Av-Alarm can also be useful in reducing numbers of gulls and plovers at airports (BSCE 1988).

Av-Alarm units appear to have some deterrent effect by themselves, but may be more useful in combination with other scaring methods. For example, Av-Alarm had some deterrent effect on Starlings feeding on blueberries, but the addition of shotguns, gas cannons or decoy traps sometimes appeared to result in less depredation (Nelson 1970). Martin (1980) used an integrated system consisting of Av-Alarm, a propane cannon, and other manually deployed devices to reduce numbers of birds that used a waste-water holding pond, but he did not attempt to isolate the value of the deterrent devices separately. Likewise, Potvin et al. (1978) found that an Av-Alarm and propane cannon in combination were more effective in deterring landbirds from corn fields in Quebec than was either of these devices by itself.

Negative evaluations of Av-Alarms were provided by Booth (1983), who reported that Av-Alarms were not as effective as distress calls in repelling birds. LGL Ltd. (1987), Bomford and O'Brien (1990), and Devenport (1990) noted that birds habituate to the noise. Thompson et al. (1979) noted that the heart rate of Starlings increased only slightly when they were exposed to Av-Alarm whereas marked increases in heart rates occurred when birds were subjected to broadcasts of distress and alarm calls of starlings from both North America and Europe.

We are aware of only one rigorous study of the effectiveness of Av-Alarm as a deterrent device for waterfowl in agricultural situations. Canada Geese were successfully deterred from agricultural fields surrounding a wildlife refuge in Wisconsin (Heinrich and Craven 1990). During their experiments, control and experimental fields were interspersed and it is not known whether the device would have been as effective if there had not been nearby areas of suitable habitat without the deterrent device.

Wiseley (1974) studied the effect of a gas-compressor simulator on the distribution and behaviour of Snow Geese on the Yukon North Slope. This study provides an indication of how Snow Geese might react to noises that do not have a biological significance to them. The simulator caused geese to break from their normal flight formations, to flare, to call, to increase or decrease their speed of flight and to land. They avoided an area within 800 m of the simulator where the most intense sound was broadcast. Thus noise from an Av-Alarm or Phoenix or Marine Wailer may cause similar reactions by Snow Geese.

Crummet (no date; 1973) conducted two experiments suggesting that Av-Alarm might be an effective method of dispersing water-associated birds in aquatic situations. He did not, however, provide sufficient details to permit evaluation of changes in numbers of birds with respect to distance from the deterrent device before and during the experiment, or to assess the possibility that factors other than the Av-Alarm may have contributed to the observed changes in numbers.

Evaluation. – The Av-Alarm broadcasts synthetic sounds that are produced electronically, similar to the Phoenix Wailer but with a much smaller repertoire of sounds. Given the limitations of the

Phoenix Wailer systems see above), the Av-Alarm is likely to be even less effective. The synthetic sounds broadcast by these systems do not have a biological basis and therefore are unlikely to be effective over the long time frames required at airports. There may be some limited use for Av-Alarms on airports where local, short term dispersal is required.

Advantages

1. Can be used to disperse birds in many types of habitats.
2. Av-Alarms may be effective at night.
3. Av-Alarm is not as species specific as some deterrent systems.
4. Av-Alarm does not require constant human attention, but changes in location and adjustments in the characteristics of the sounds will reduce the rate of habituation.

Disadvantages

1. Birds appear to quickly habituate to the sounds if Av-Alarm is used by itself.
2. Other devices may have to be used to make the Av-Alarms effective.
3. Personnel working near Av-Alarms should wear hearing protection devices.

Recommendation. – Not recommended as a long term bird deterrent, or as a critical component of an integrated bird control program. Phoenix Wailers probably are more effective given the larger repertoire of available sounds and greater flexibility of delivery. Av-Alarm may be more effective when used in combination with other devices such as pyrotechnics and gas cannons.

Literature Reviewed. – Bomford and O'Brien 1990; Booth 1983; BSCE 1988; Crummet n.d., 1973; DeFusco and Nagy 1983; Devenport 1990; Gunn 1973; Heinrich and Craven 1990; Jarvis 1985; Koski and Richardson 1976; LGL Ltd. 1987; Martin 1980; Nelson 1970; Potvin et al. 1978; Sharp 1978; Thompson et al. 1979; Wiseley 1974.

Distress and Alarm Calls

Description. – Distress and alarm calls are given by many species of birds when they are captured, restrained, injured, or otherwise in danger. The calls are species-specific, signal danger, and warn other members of the species to disperse. In some cases, distress calls of one species are recognized, and cause dispersal, by another species (Aubin and Brémond 1989; Aubin 1991). Commercial systems are available that broadcast taped distress calls. Many of these units are mobile; some can be mounted on vehicles (Elgy 1972; Currie and Tee 1978). Solar- and wind-powered models now exist. In recent years, high quality digital recordings have become available as well.

Biological Basis. – The link between distress and alarm calls and escape responses is very strong because of its high survival value. It is the biological significance of the calls that makes them a

powerful tool for bird dispersal. It takes more time for habituation to occur with distress and alarm calls (vs. artificial noises, for example) because of the biological relevance of these calls.

Literature. – Playbacks of recorded distress or alarm calls are used commonly in attempts to disperse birds from airports, agricultural and residential areas, aquaculture facilities, and some other locations. It is important to broadcast the sound at the most effective location and time in order to have the greatest possible deterrent effect. Thus, a mobile vehicle is desirable. In order to maximize effectiveness and minimize habituation, it is important that the sound be played sparingly and at times when the birds are likely to be most responsive (cf. Transport Canada 1986). This requires a human operator rather than an automatic timer. The effectiveness of this method also depends on the quality of sound that is broadcast; therefore, high quality equipment should be used (Brémond et al. 1968).

Playbacks of distress or alarm calls are widely used in dispersing gulls from airports, and occasionally from landfills and reservoirs (e.g. DeFusco and Nagy 1983; Payson and Vance 1984; Transport Canada 1986; BSCE 1988; Howard 1992). Playbacks have also been very successful in dispersing large flocks (up to 10,000) of European Starlings from roosting sites (Frings and Jumber 1954; Block 1966; Pearson et al. 1967; Feare 1974; G.F. Searing, LGL Limited, pers. comm. 1998). Keidar et al. (1975) found that distress calls deterred flocks of Skylarks and Calandra Larks from feeding on agricultural crops. Smith (1986) reported that birds were dispersed from airports by repeated broadcasts of distress calls. Spanier (1980) reported that juvenile and adult Black-crowned Night Herons could be deterred from commercial fish ponds by playing recordings of their distress calls. Playbacks of distress/alarm calls are most effective if they are begun before birds have established a routine or normal activity pattern in an area. They should also be applied before or as birds are entering an area rather than after they have arrived and settled there to feed or roost (Elgy 1972; Searing, pers. comm.).

Gulls emit an alarm/distress call when they have been captured or sense danger (Frings et al. 1955). When they hear an alarm call, gulls do not react in the same way as starlings. Gulls initially fly toward, and circle over, the source of the alarm call, apparently to investigate; then, they slowly fly away (Hardenberg 1965; Brough 1968; Stout et al. 1974). At airfields this behaviour can present problems if the gulls are attracted toward an active runway (Cooke-Smith 1965; Brough 1968) and care must be taken to avoid this situation. Gulls should be attracted away from a runway to distress calls and then moved further away with pyrotechnics.

Playback of distress or alarm calls is often most effective if used in conjunction with another deterrent method, e.g. firing of shellcrackers (Transport Canada 1986). Brough (1968) conducted 405 trials at five Royal Air Force (RAF) airfields over a one year period. Recorded distress calls were effective in dispersing gulls (including herring gulls) from the airfields. The distress calls were also used in conjunction with pyrotechnics. Brough found that the combination of distress calls and pyrotechnics was most effective, followed by distress calls alone, and then pyrotechnics alone. The combination of distress calls and pyrotechnics was later used by base firemen at RAF bases to disperse birds (Blokpoel 1976). Many other workers have found the distress call/pyrotechnics combination to be effective (Brough 1965, 1968; Busnel and Giban 1968; Bridgman 1969; Dahl 1984).

Mott and Timbrook (1988) found that distress/alarm calls are effective at dispersing Canada Geese from nuisance situations at campgrounds. Their call combination did not include a typical distress call; it included an alarm call of a lone goose and the calls made by a flock of geese as they flew away after being harassed. The calls alone resulted in a 71% reduction in the number of geese using the campgrounds after five days of broadcasting calls. When supplemented with racket bombs, 96% of geese left. However, Aguilera et al. (1991) found that Canada Geese in parks reacted to the same alarm/distress calls by becoming alert and sometimes moving up to 100 m away from the source of the call, but the birds did not leave the area. The presence of nearby alternative habitat may determine the effectiveness in a particular situation.

Proper deployment of distress/alarm calls will increase their efficacy and reduce habituation. Habituation may occur if the call is played continuously (Langowski et al. 1969; de Jong 1970; Burger 1983). For example, Starlings habituated to distress calls played continuously but not to those played intermittently for intervals of 2-95 s. The U.S. Department of Interior (1978) recommended playing calls for 10-15 s each minute when Starlings and blackbirds are entering a roosting area. Block (1966) reported that broadcasting distress calls for 10 s per minute for 50 min successfully dispersed Starlings. To minimize the rate of habituation, the broadcast of distress/alarm calls should be repeated as soon as birds attempt to return after being dispersed (Slater 1980). This does not allow birds time to recover from the stimulus. Mott and Timbrook (1988) reported that Canada Geese did not habituate to playbacks of distress/alarm calls, but they mentioned that birds recognised the vehicle that broadcast the sounds and retreated before it began broadcasting. Thus the true stimulus for dispersal is ambiguous. In a five-year test in Holland, Hardenberg (1965) found little evidence of habituation by gulls to distress calls emitted by loudspeakers deployed along the edges of runways at an air force base. Brough (1968) found no habituation during a one-year test at five U.K. airfields.

Other factors may influence the effectiveness of distress/alarm calls. Species found in open habitats, such as prairie, field, tundra and marine habitats, may depend on visual cues, while species found in forested areas may rely on distress calls that they can hear (Boudreau 1972). Some species, like gulls, respond to alarm calls after they have visually confirmed that there is danger. Flocks usually react more strongly than individuals, and resting or loafing birds are more easily dispersed than feeding birds. Some species of birds such as the Oystercatcher and Wood Pigeon (European species) are reported not to emit distress calls (Bridgman 1976). Distress calls are sometimes effective over long distances (Aubin and Brémond 1989).

Interviews. – The distress call/pyrotechnic combination has been found effective on gulls at Calgary International Airport (Brian Richmond, Calgary Airport Authority, pers. comm., 1998). They find that the distress calls agitate the gulls and enhance the follow-up pyrotechnics. The digital recordings are preferred over cassette tapes at Calgary because of the clearer sound they produce.

Evaluation. – Alarm and distress calls have been known for over 30 years to be effective at dispersing some, but not all, species of birds. Because broadcast systems are mobile and versatile, distress/alarm calls can be very useful in airport situations. Alarm/distress calls also can be used to create agitation in birds, thus enhancing the dispersal effect of other techniques, such as pyrotechnics.

There are some limitations. The initial curiosity of most gulls toward such calls makes these calls a potential initial attractant rather than deterrent. Distress calls are not readily available for all species (e.g., some species of shorebirds; Gunn 1973), and some species do not have distress/alarm calls.

Broadcast devices are available that “detect” birds (by sound and radar) and broadcast distress/alarm calls only when birds are present, rather than on a pre-determined broadcast sequence. This delays the onset of habituation.

Advantages

1. Habituation to distress or alarm calls may be relatively slow if they are used sparingly and in conjunction with other complementary deterrent methods.
2. This technique can be used day or night.

Disadvantages

1. Many species of birds do not emit distress or alarm calls.
2. Distress and alarm calls have not been recorded for many species. Recordings of these calls would need to be obtained in order to be available for timely use.
3. Most distress/alarm calls are at least partially species specific. Broadcasting the call of one species may not disperse other birds.
4. Weather conditions may affect transmission of sound.
5. Playback of distress or alarm calls is not likely to be useful unless the timing of the playbacks is controlled by an on-site operator. Thus, the method is labour-intensive.

Recommendation. – Highly recommended. The use of distress and alarm calls is considered to be an essential component of an airport bird control program. As with all bird control systems, proper presentation by trained bird control staff will significantly enhance the effectiveness of these calls. See the discussion of effective use of distress/alarm calls above.

Literature Reviewed. – Aguilera et al. 1991; Aubin 1991; Aubin and Brémond 1989; Beklova et al. 1981, 1982; Block 1966; Boudreau 1968, 1972; Brémond 1980; Brémond and Aubin 1989, 1990, 1992; Brémond et al. 1968; Bridgman 1976; BSCE 1988; Burger 1983; Currie and Tee 1978; DeFusco and Nagy 1983; de Jong 1970; Elgy 1972; Fay 1988; Feare 1974; Fitzwater 1970; Frings and Frings 1967; Frings and Jumber 1954; Frings et al. 1955, 1958; Gunn 1973; Grun and Mattner 1978; Howard 1992; Inglis et al. 1982; Keidar et al. 1975; Kreithen and Quine 1979; Kress 1983; Langowski et al. 1969; Littauer 1990a; Morgan and Howse 1974; Mott and Timbrook 1988; Naef-Daenzer 1983; Payson and Vance 1984; Pearson et al. 1967; Rohwer 1976; Salmon and Conte 1981; Schmidt and Johnson 1983; Slater 1980; Smith 1986; Spanier 1980; Transport Canada 1986; U.S. Dep. Interior 1978.

Calls of Predators

Description. – Most predator sounds could be broadcast using the same equipment as distress or alarm calls. Predators of birds include other birds (such as hawks or falcons), certain mammals, and humans (Gunn 1973; Thompson et al. 1968).

Biological Basis – The playback of the call of a predator signals that a predator is nearby, and birds may react to this with heightened awareness and perhaps flight. In natural situations, predators usually hunt silently so that they do not “announce” their presence. Thus, the playback of predator calls would seem to be an unnatural presentation of a stimulus.

Literature. – Broadcasts of the protest calls of the Sparrow Hawk successfully repelled House Sparrows, and habituation was not observed after 6 days of exposure to the sounds (Frings and Frings 1967). The playback of a Peregrine Falcon call was effective at dispersing gulls from Vancouver International Airport (Gunn 1973; LGL Ltd. 1987).

Although predator sounds can have a startling effect on birds, they can also attract birds in some situations. For example, crows and blackbirds will mob or attack Great Horned Owls, particularly when they have newly-fledged young. This reaction also occurs around nests or rookeries of gulls and terns.

Evaluation. – It is difficult to evaluate the efficacy of broadcast predator calls for dispersing/deterring birds. The biological basis is unclear, and although studies to date have been positive, there have been few of them. More research needs to be conducted on many aspects of predator sounds and responses by pest birds.

Recommendation. – Predator calls show sufficient promise that they are worth testing. However, predator calls should not be a critical component of any airport bird control program until proven effective.

Literature Reviewed. – Frings and Frings 1967; Thompson et al. 1968; Gunn 1973; LGL Ltd. 1987.

High Intensity Sound

Description. – High intensity sounds can be produced by sonic booms, blasting using explosives, horns, and air-raid sirens.

Biological Basis. – Very high intensity sound could produce distress, pain, or discomfort; thereby causing birds to leave an area where the noises occurred. Secondly, at greater distances, the sounds could cause startle reactions that scared the birds but did not cause discomfort.

Literature. – Thiessen et al. (1957) conducted preliminary tests using an air-raid siren to disperse ducks from ponds. They found that repeated broadcasts of intense sound caused some birds to vacate the pond after two or three days. Their methods and sound level measurements were not clearly explained. Holthuijzen et al. (1990) reported that a number of Prairie Falcons flew away from their nests after blasting from explosives occurred. The sound levels of the blasts, measured at the entrances of two aeries, averaged 136 and 139 dB, respectively. However, the falcons returned to their nests within minutes. Bell (1971) reported that the reactions of birds to sonic booms varied considerably. Most species reacted by flying away, running or crowding together.

Although not a sophisticated device, a bicycle horn that was inserted into an agitator of a washing machine produced an “ear-splitting” noise that dispersed roosting blackbirds from a residential area (Bliese 1959).

Evaluation. – High intensity sounds produce variable responses when birds are exposed to them. Most high intensity sounds cannot be reproduced easily, nor are they immediately effective in repelling birds. A horn attached to a boat or vehicle may be useful as a supplementary device in lagoons and marshes, and smaller water bodies. However, to produce sound levels high enough to repel birds at a practical distance would require extremely high intensities near the sound source. Because high intensity sounds can cause hearing damage and other human health effects (Fuller et al. 1950; Frings 1964; Wright 1969; Kryter 1985), this technique impractical at most airports.

Recommendation. – Not recommended.

Literature Reviewed. – Bell 1971; Bliese 1959; Davis 1967; Ellis et al. 1991; Fringes 1964; Fuller et al. 1950; Holthuijzen et al. 1990; Kryter 1985; Thiessen et al. 1957; Wright 1969.

Ultrasonics

Description. – Ultrasound is normally defined as sound at frequencies too high to be detected by humans. The upper limit of human hearing is generally taken to be 20,000 Hz, although few adults have effective hearing at frequencies that high. The obvious advantage of ultrasound as a dispersal or deterrent technique, if it were effective, would be that it would not be audible to humans. In many situations, other types of noise-based deterrents (e.g., propane cannons) are annoying to humans.

Biological Basis. – Suppliers of ultrasound-emitting devices have for many years claimed that their devices can deter birds. However, most species of birds do not hear ultrasound (Fay 1988; Hamershock 1992). Therefore, ultrasound is not an effective deterrent.

Literature. – Even though some birds can detect sounds up to or slightly above 20,000 Hz, they do not appear to be affected by broadcasts of ultrasound, probably because they do not use ultrasonic communication. Woronecki (1988) found that pigeons did not exhibit a fright response when exposed to ultrasound. Also, there was no evidence of a reduction in the number of pigeons nest-building or egg-laying when the nesting area was ensonified with ultrasound. Beuter and Weiss (1986) found no evidence that gulls either heard or reacted to ultrasounds. Griffiths (1988) reported that a combined sonic-ultrasonic bird repelling device did not affect several species of birds (e.g. chickadees and jays). Based on the known frequency ranges for hearing by the above species, it is unlikely that any of them could hear ultrasound.

Previous reviewers have concluded that ultrasonic methods are ineffective in scaring birds (e.g. Koski and Richardson 1976; DeFusco and Nagy 1983; Bomford and O'Brien 1990). Likewise Hamershock (1992), based on an extensive review, found that ultrasound did not reduce bird numbers by more than 5%, if at all. Ultrasound has also been found ineffective in repelling rodents (Lund 1984; Bomford and O'Brien 1990), but showed some promise in repelling bats, many of which have good hearing at ultrasonic frequencies (Martin 1980; Fay 1988).

Evaluation. – Ultrasound is not effective as a bird deterrent device.

Recommendation. – Not recommended.

Literature Reviewed. – Beuter and Weiss 1986; Bomford and O'Brien 1990; BSCE 1988; DeFusco and Nagy 1983; Erickson and Marsh 1992; Fay 1988; Frings and Frings 1967; Griffiths 1988; Hamershock 1992; Koski and Richardson 1976; Lund 1984; Martin 1980; Truman 1961; Woronecki 1988.

Aircraft Engine Noise and Infrasonic

Research has recently been undertaken to investigate the potential for (1) the controlled generation of certain discrete noise frequencies of aircraft engines or other aircraft parts, and (2) low frequency sound (infrasound) to disperse birds (Short et al. 1996). No results of this research are available yet. For either technique to be successful, not only would birds have to be able to detect these signals they also would have to associate the signals with danger sufficient to make them depart an area. Habituation to these signals also would have to be considered.

VISUAL REPELLENTS

Vision-based deterrents present a visual stimulus that is novel, startling, or that the birds associate with danger. The danger can be a predator, a simulated predator, the results of a predator attack (dead bird or model thereof), or some unusual object that birds avoid because it is unfamiliar. Lights, scarecrows, dyes, reflecting tape, predator decoys, kites, balloons, smoke, and dead or live birds are visual stimuli that may disperse birds. Some products incorporate both visual and auditory stimuli.

Many birds discriminate the colour of light at wavelengths between 400 and 700 nm, comparable to humans (Pearson 1972; Martin 1985). In addition, some species, including pigeons, hummingbirds, Mallards, Belted Kingfishers, boobies and some passerines (Martin 1985; Meyer 1986; Reed 1987; Maier 1992) also perceive ultraviolet light (<390 nm). Humans do not detect ultraviolet light. Pigeons and some songbirds have also exhibited sensitivity to the plane of polarization of light (Martin 1985), to which humans have very limited sensitivity. Since birds can apparently detect colour, it could be an important consideration during the construction and development of devices that are used to deter and disperse birds.

Scarecrows

Description. – Scarecrows are one of the oldest devices that have been used to control birds (Frings and Frings 1967; Hussain 1990). Most scarecrows are human-shaped effigies; they have been constructed from a wide variety of inexpensive materials such as grain sacks or old clothes stuffed with straw. The more realistic the facial features and the human shape, the more effective scarecrows are likely to be. Painting scarecrows a bright colour can increase their detectability (Littauer 1990a). Commercially-manufactured scarecrows also are available, such as the Scarey Man mannequin. The Scarey Man Fall Guy unit is a 1.46 m tall, plastic mannequin that intermittently inflates with air, bobs up and down, illuminates with an internal light, and emits a high-pitched wail (Stickley et al. 1995 as cited in Andelt et al. 1997).

Biological Basis. – Scarecrows, by mimicking the appearance of a predator (a person), cause birds to respond with prompt flight to avoid potential predation. The greater the realism, in appearance and behaviour, of the scarecrow the greater its effectiveness. Because the threat that birds might associate with scarecrows is perceived rather than real, habituation is likely to occur relatively quickly unless other scare techniques are used in conjunction.

Literature. – In general, scarecrow-type devices have proven ineffective when used in isolation or else effective for only a short time as the target species habituate to the visual stimulus (Blokpoel 1976; Conover 1979, 1983, 1985b; Boag and Lewin 1980; Hothem and De Haven 1982). Scarecrows are more effective if they are moved every 2-3 days (DeFusco and Nagy 1983; LGL Ltd. 1987; Hussain 1990). Scarecrows that move in the wind and that are used with other deterrent devices (e.g. gas cannons) are more effective than immobile scarecrows that are not used with complementary devices. Littauer (1990b) suggested that periodically driving a vehicle near the scarecrow, or placing the scarecrow on a stationary vehicle, could increase its effectiveness. A mannequin tested on Rufous Turtle Doves in a flight cage was found to have a larger effective area than a stuffed crow or kite (Nakamura 1997).

More recently, several types of mechanical pop-up scarecrows have been created. Nomsen (1989) reported that a human-like scarecrow that popped up from a double propane cannon when it fired was very successful in keeping blackbirds from feeding over 4-6 acres of sunflowers. Ducks and geese were observed to be much easier to frighten off than blackbirds.

Another model of scarecrow consists of an inflatable, human-shaped bag that is mounted on a battery-powered compressor or electric fan. It inflates every five minutes. Timers can also be connected to a photo cell switch which would allow the scarecrow-inflation sequence to begin at dusk or dawn. Once inflated, the scarecrow stands up and then emits a screeching, siren-like noise before it deflates (Littauer 1990a; Coniff 1991). Coniff (1991) reported that this kind of scarecrow set up near a catfish pond effectively frightened cormorants. Numbers of great blue herons and black-crowned night-herons initially decreased at a fish hatchery following

implementation of two Scarey Man Fall Guy human effigies, but the herons quickly habituated to the devices and numbers increased after the first four nights (Andelt et al. 1997).

Littauer (1990b) described another mechanical scarecrow model with a mannequin head attached to a steel rod. A propane cannon projects the head approximately 30 inches into the air. No information was available on the effectiveness of this kind of scarecrow.

Some species of birds become habituated to scarecrows whether or not they move. Naggiar (1974) reported that scarecrows (stationary) and shooting were not effective in deterring wading birds from fish ponds. After two hours, birds became accustomed to the scarecrow.

Cummings et al. (1986) used a propane cannon and a CO₂ pop-up scarecrow to deter blackbirds from sunflowers. They found that most birds were frightened away by the scarecrows; fewer birds returned during the treatment period than were observed during the control period. Cummings et al. speculated that the birds that returned had become habituated to the scarecrow in some cases, and in other cases, that feeding patterns were too well established to allow effective deterrence of the birds.

Scarecrows have been tested for use in deterring birds from landing on oil-contaminated tailings ponds in Alberta. Ward (1978) tested a “bird-scaring raft” with a large fluorescent orange scarecrow, two continually-burning lights, and a gas cannon. The deterrent rafts were not able to exclude all birds. Ducks, in particular Lesser Scaup, were the most sensitive to the rafts. American Coots and grebes were the least affected.

Boag and Lewin (1980) found that a human effigy was effective in deterring dabbling and diving ducks from small natural ponds. When the effigy was present, the total number of ducks on the ponds declined by 95%. Over the same interval there was only a 20% decline on adjacent control ponds, indicating that the effigy was quite effective.

Boag and Lewin (1980) also attempted to evaluate the efficacy of 27 effigies placed around a 150 ha tailings pond. Counts of dead birds found in the pond were compared to counts from the previous year when effigies were not deployed. Although numbers of dead waterfowl were slightly higher in the year with effigies (104 vs. 98), the effigies were still considered effective. More waterfowl and shorebirds were believed to be present in the area during the year when effigies were deployed, and retrieval efforts were more intensive in that year.

Evaluation. – Scarecrows are a flexible deterrent technique. They can be deployed on land or water, are mobile, and are inexpensive to construct. Scarecrows can be used in combination with other control products to enhance the overall deterrent effect. Over the long-term, however, scarecrows have proven to be ineffective. Their best use is in circumstances where temporary and local control is sufficient.

Recommendation. – Recommended only for short-term and local deterrence; not to be relied upon for long term deterrence of birds.

Literature Reviewed. – Andelt et al. 1997; Boag and Lewin 1980; Coniff 1991; Cummings et al. 1986; DeFusco and Nagy 1983; Devenport 1990; EIFAC 1988; Frings and Frings 1967; Kevan 1992; LGL Ltd. 1987; Littauer 1990a,b; Nakamura 1997; Naggiar 1974; Nelson 1990b; Nomsen 1989.

Reflectors and Reflecting Tape

Description. – Reflecting tape is an elastic, 3 layered tape that has a silver metal layer coated on one side and a coloured (usually red) synthetic resin on the other side (Bruggers et al. 1986). This type of tape flashes when it reflects sunlight, and produces a humming or crackling noise when it stretches or flaps in the wind. Because of its noise and reflective features, reflecting tape has been used to deter birds in agricultural settings.

Biological Basis. – There is very little biological basis for the effectiveness of reflectors and reflecting tape. Birds would avoid these products initially because of their natural caution toward unfamiliar objects. They also would exhibit startle responses to the bright flashes of light and sudden noise. Because the biological basis is not strong, however, habituation is likely to occur quickly.

Literature. – Several early studies suggested that reflectors could be used to deter birds from crops and airports. These studies have been summarized by Koski and Richardson (1976). More recent studies have concentrated on the use of reflecting tape rather than just bright flashy objects. Reflecting tape produces noise when it flaps in the wind, and the auditory stimulus is believed to make reflecting tape more effective than other reflectors.

Mylar flags were tested for their effectiveness as gull deterrents by Belant and Ickes (1997). Flags were tested at two nesting colonies and two loafing sites at a landfill. Belant and Ickes (1997) concluded that the reflecting tape was ineffective in deterring the herring gulls (and likely other gulls) from nesting colonies but can reduce herring and ring-billed gull use of loafing areas.

Bruggers et al. (1986) used reflecting tape (0.025 mm thick and 11 mm wide) to deter birds from cornfields, sunflowers and sorghum. The tape was successful in deterring birds when it was suspended above the ripening crops in parallel rows, and when the entry point into the fields was also protected. High winds may have also increased the effectiveness of the tape by increasing the noise it makes. Dolbeer et al. (1986) used reflecting tape to repel blackbirds from crops by stringing tape at intervals of 3, 5, and 7 m. The tape was suspended from poles spaced 3 m apart and the tape sagged 0.5-1.0 m at its low point between poles. The 3 m spacing was more effective at repelling birds than were the 5 and 7 m spacings. Reflecting tape did not deter all species of birds and it was not effective when it became twisted such that the reflecting side was no longer visible.

Summers and Hillman (1990) tested a red fluorescent tape (20 mm wide) in fields of winter wheat in the U.K. to deter Brant. One half of a 20.2 ha field was the control area and the other half was the treatment. A second control field (7.5 ha) was set up in another area that had one gas cannon and two scarecrows. Lines were strung at 40-60 m intervals across the rows of wheat in the experimental field. The tape proved more successful than the cannon and scarecrows in repelling Brant. Geese caused a 1% reduction in grain yield in the taped field, but a 6% reduction in the untaped field. Geese apparently grazed within 2 m of the edges of the fields with tape.

Reflecting tape was ineffective in deterring birds from ripening blueberries (Tobin et al. 1988). Tape was set up in the fields 10 to 12 days before the first bird and berry counts were taken. During this time, the birds could have become habituated to the tape. Also, only 7-10 strands were set up per plot, which may have not been enough to deter birds.

Evaluation. – Reflectors could be useful as bird deterrents in limited applications on airfields. Reflecting tape is easy to set up and is readily moved to other locations. Reflectors could also be placed around the edges of ponds. Improved effectiveness would be achieved by combining tapes with complementary scaring devices (e.g. cannons, scarecrows).

Recommendation. – Reflectors and reflecting tape are recommended only for limited use on airfields.

Literature Reviewed. – Belant and Ickes 1997; Bruggers et al. 1986; Dolbeer et al. 1986; Koski and Richardson 1976; Summers and Hillman 1990; Tobin et al. 1988.

Predator Models

Description. – Predator models are designed to resemble a predator, usually an owl or hawk. Models vary from very poor to very life-like imitations of the predator. One (poor) example is the “plastic owl” commonly used on buildings to deter pigeons, sparrows and swallows.

Biological Basis. – Predator decoys are used to disperse and deter birds by mimicking the appearance and/or action of real predators. Avoiding predators has high survival value and thus there is a strong biological basis for the use of predator models. The model must be realistic, however, or pest birds will habituate.

Literature. – Decoys or models usually have been used to scare birds from agricultural crops (Conover 1979, 1983, 1984, 1985b; DeFusco and Nagy 1983; Crocker 1984). Conover (1979, 1983) found that stationary, mounted hawks and hawk-kites (see below) deterred birds from feeding stations and corn fields but that their effectiveness was short-term. Belant et al. (1997e) found plastic, hand-painted effigies of great horned owls and merlins ineffective in reducing starling use of nest boxes. There was no significant difference among nest boxes with or without the effigies in the proportion of nest boxes with nests, eggs, or nestlings.

Models of predators sometimes attract rather than repel birds (Conover 1983; LGL Ltd. 1987). For example, blackbirds and crows often mob owls or owl models. However, Conover (1982, 1985b) found that a moving plastic owl model with a plastic crow model in its talons repelled crows from gardens and small fields. A stationary version of the same model was not effective at deterring birds.

Evaluation. – Given that models are less realistic than live birds, predator models are limited in their effectiveness. Pest birds will eventually learn that the model is not the real thing and therefore, is not a threat. If short-term deterrence is sufficient, then predator models are a option. They are inexpensive and easy to deploy. Their effectiveness can be enhanced by moving them frequently.

Recommendation. – Recommended only for situations where very short-term and local control is needed. Generally not recommended for use on airfields.

Literature Reviewed. – BSCE 1988; Belant et al. 1997e; Conover 1979, 1982, 1983, 1984, 1985b; Crocker 1984; DeFusco and Nagy 1983; Frings and Frings 1967; Hothem and DeHaven 1982; Inglis 1980; Koski and Richardson 1976; LGL Ltd. 1987; Naef-Daenzer 1983; Saul 1967; Stout and Schwab 1979.

Hawk Kites and Balloons

Description. – Hawk kites are a mobile variation of stationary predator models. Hawk-shaped kites are tethered to the ground or suspended from helium balloons or poles to keep them aloft.

Biological Basis. – Hawk kites work on the principle that prey species will flee an area in response to perceived danger. In the absence of an actual threat, birds will soon learn that there is no need to flee and at that point the kite is no longer effective.

Literature. – Kites that mimic hawks and other raptors have been used to frighten birds from corn and sunflower crops (Harris 1980; Conover 1983) and from grapes (Hothem et al. 1981; Hothem and DeHaven 1982). Usually these kites are suspended from helium-filled balloons or hung from poles in order to keep them aloft with or without wind.

Conover (1983) conducted experiments with four different designs of hawk-kites (Mausebussard, Falke, Steinalder and Habicht). These varied in the species represented, size, wing-span and colouration. Each kite was attached to the middle of a braided nylon line that was strung between two bamboo poles set 3 m apart. The kites did not effectively deter birds from feeding on corn. Because the kites were not attached to balloons, they were less mobile (40 m range of movement for kites with balloons vs. 2 m range for kites only), and therefore, probably less effective at scaring birds. When movement was incorporated into the deterrent (kites were suspended from balloons) the kites became effective at deterring birds from feeding in corn fields (Conover 1984).

Hothem et al. (1981) used four kites, with balloons, to repel birds from vineyards: 1 eagle kite with a 1.35 m wingspan, 1 eagle kite with four circular holes in the leading edge of the wings, 1 kite with a falcon image on the lower side, and 1 eagle kite made of cloth (1.65 m wingspan). All kites were attached to helium balloons (diameter 1.2 m). The balloons were tethered with 23 kg test nylon line; each day the length of the tether was adjusted to be between 8 and 52 m. One kite-balloon was set up per 1.0-1.1 ha of vines for a 7-day evaluation period (treatment), and then removed for another 7-day period (control). To reduce the likelihood of habituation, kites and the colour of balloons (5 different colours) were changed every 1-2 days. Although results suggested that bird damage was reduced during the 7-day period with the kite-balloons, the decrease in damage was not significant. The sample size may have been too small for a meaningful test.

Hothem and DeHaven (1982) tested a “kite-hawk” to reduce bird damage in vineyards. The kite had a 1.3 m wingspan and was coloured to resemble an immature Golden Eagle. The kite was suspended from a blue helium-filled balloon with diameter 1.7 m. Based on six 7 day-on/7 day-off treatment periods, no difference was found in the percent loss of grapes (2.8% for treatment vs. 2.9% for control). However, damage levels were found to have increased with increased distance from the kite-balloon, suggesting that the deterrent may have been effective over a very small area. Kites were damaged when winds exceeded 8 km/h, but generally lasted up to 14 days.

Brant reportedly were repelled from a large area (5 km in radius) when a helium-filled diamond-shaped kite was tethered to a line on the ground and moved along that line in an erratic pattern (DeFusco and Nagy 1983). The Brant apparently did not habituate to this device.

High winds can decrease the effectiveness of kites. Harris (1980) reported that kite-balloons could not withstand high winds on the Manitoba prairies. The rate of habituation is not clear; some workers have reported slow or no habituation (DeFusco and Nagy 1983), whereas others have reported more rapid loss of effectiveness. Inglis (1980) reported that Wood Pigeons habituated to a kite-balloon after only 4 hours.

Evaluation. – Kites and balloons can be useful as bird deterrents on airfields, but their usefulness is limited by habituation. Kite-balloons are easy to set up and can be moved relatively easily to other locations. They could be effective around a small pond or temporary wet area that attracts birds, for example. Kites and balloons have some practical limitations. Balloons may be difficult to keep inflated. High winds (a problem on open airfields) and rain could destroy their effectiveness. It would be necessary to use other complementary scaring devices (e.g. cannons, scarecrows) to extend the effectiveness of hawk kites and balloons.

Recommendation. – Hawk kites and balloons are recommended only for situations where short-term and local control is sufficient.

Literature Reviewed. – Conover 1983; DeFusco and Nagy 1983; Harris 1980; Hothem et al. 1981; Hothem and DeHaven 1982; Inglis 1980.

Gull Models

Description. – Gull models in this context refer to replicas or actual specimens of dead gulls, typically presented on the ground as though they have fallen and died there.

Biological Basis. – Dead birds, either actual or models, serve as a warning that some form of danger is, or recently has been, present in the area. Initially birds often approach a dead bird to look at it, but they usually leave the area after discovering the unnatural position of the bird.

Literature. – Bird bodies have been used to repel and scare birds from agricultural areas (Naef-Daenzer 1983) and from airports (see Koski and Richardson 1976, Inglis 1980, and DeFusco and Nagy 1983 for reviews). Models of dead birds also have been useful in scaring birds in certain circumstances. For example, models of dead gulls, or actual dead gulls displayed prominently, have been useful in scaring gulls away from some airports (Saul 1967; Stout and Schwab 1979; Howard 1992). However, in most countries these methods have not been found to be sufficiently effective to be adopted operationally (BSCE 1988).

Some success has been achieved by using dead gulls or gull models deployed in unnatural positions or in positions assumed by dead or injured birds. Stout et al. (1974) used model gulls to disperse glaucous-winged gulls from an airfield at Shemya in the Aleutian Islands and ring-billed gulls from a landfill near an air force base in Pasadena, Texas. In the latter case it was necessary for the gulls to be airborne so that they all could see the model gull on the ground. Distress calls were played to make the gulls fly. In the Netherlands, stuffed gulls in injured positions were found to be effective only if they were frequently moved to avoid habituation (Hardenberg 1965). Crucified corpses and polystyrene gull models were successful at keeping gulls off loafing areas at Auckland and Wellington airports in New Zealand. The secret to success here was that alternate loafing areas were available. At a third airport with no alternate loafing areas, the gull models were less successful (Caithness 1970).

Mock gulls were used as part of the intensive gull control program conducted annually at the large ring-billed gull colony at Toronto's Leslie Street Spit. The mock gulls consisted of gull wings tied to a plastic bottle. They were thrown into the air to simulate injured gulls. The mock gulls were used in conjunction with falconry, pyrotechnics, and distress calls in a program that successfully prevented ring-billed gulls from nesting in large parts of the area (Watermann 1985, 1986, 1987; Watermann and Cunningham 1989). Several airport and landfill control programs kill gulls that are then thrown up into the air when pyrotechnics are used. This reportedly reinforces the effectiveness of the pyrotechnics.

Evaluation. – As with many of the visual deterrent products discussed thus far, dead gulls and models of dead gulls (or other species) will deter some birds but the period of effectiveness is limited by habituation.

Recommendation. – On their own, gull models are recommended only for situations where short-term and local control is sufficient. However, models of dead birds (or stuffed birds) can be an effective component of an integrated bird control program.

Literature Reviewed. – BSCE 1988; Caithness 1970; DeFusco and Nagy 1983; Hardenberg 1965; Inglis 1980; Koski and Richardson 1976; Naef-Daenzer 1983; Saul 1967; Stout and Schwab 1979; Stout et al. 1974; Howard 1992; Watermann 1985, 1986, 1987; Watermann and Cunningham 1989.

Falconry

Description. – Trained falcons and other hawks are used by professional falconers to chase birds from specific areas by pursuing and occasionally killing them.

Biological Basis. – Most birds have evolved well-developed escape behaviours that are triggered by the sight of those species of falcons and other hawks that could prey on them. There is a sound evolutionary basis for prey species to avoid falcons.

Literature. – Raptors have been used to disperse birds from a number of airports, including some in Canada (Blokpoel 1976; Koski and Richardson 1976; DeFusco and Nagy 1983; Blokpoel 1984; Hild 1984; BSCE 1988; Erickson et al. 1990). Peregrine falcons were flown against gulls at an airfield in Britain in a two year study in the late 1940's (Wright 1965). The falcons were successful but needed to be flown at least once, and sometimes more often, each day to keep gulls away.

Further studies of falconry have been conducted on a variety of species (Seaman 1970; Heighway 1970; Mikx 1970). Heighway (1970) reported on an operational study of peregrines at a Royal Naval Air Station on the north coast of Scotland. A team of eight peregrines flown by two full-time trainers took two years to establish control over the resident gull populations that used the area. Pyrotechnics and carbide cannons were used to supplement the falconry efforts. On average, it was necessary to replace two falcons each year. A team of four goshawks was successfully used at an airbase in Holland to clear the runways of gulls and other species. Again, techniques such as pyrotechnic devices were employed to supplement the raptors. It is important to note that the gulls showed no signs of habituating to the goshawks during the two-year study (Mikx 1970). On the other hand, Hahn (1996) reported on the use of falcons at a military airfield in Germany and concluded that “we cannot recommend falconry as a routine method for bird control at civil airfields.”

Operational bird control programs at five Canadian airfields use, or have used, falconry as a key element. The airports are Lester B. Pearson International Airport (Toronto), Dorval Airport (Montreal), North Bay Airport, CFB Trenton, and CFB Shearwater (Blokpoel 1980; Mason 1980; Transport Canada 1984; LGL Limited, per. obs. 1998). All of these programs involve the use of supplementary techniques in addition to the falconry — including shellcrackers (pyrotechnics), distress calls, and killing. In addition, the gulls have learned to associate the patrol truck with danger and the truck itself becomes a scaring device (the gulls are able to distinguish the bird

patrol control truck from other vehicles that are present [Mason 1980]). Overall, the falconry-based programs at these airports have been considered to be successful (e.g. Environmental Assessment Board 1987a,b; Mason 1988). In fact, Mason (1988) believed that gulls learned not to fly over the airport because of the bird deterrent program.

Recently raptors, along with other deterrent methods, have been used to restrict the nesting area of ring-billed gulls at a large colony at Toronto (Blokpoel and Tessier 1987). Various species of raptors were tethered on perches for most of the study, and only occasionally allowed to fly free. The raptors plus other techniques (pyrotechnics, mock or model gulls, killing, distress calls) were successful in keeping the gulls from nesting in certain areas, but some other species, such as Canada geese were not affected (Watermann 1985, 1986, 1987). In 1997 and 1998, a significant portion of the large Eastport (Hamilton, Ontario) Ring-billed Gull colony was denied to nesting birds through the use of falconry (U. Watermann and M. Givlin, Bird Control International, pers. comm. 1998).

Falconry techniques have been applied at sanitary landfill sites (SLS) in Trenton and North Bay (Blokpoel 1980). A quantitative study of the effectiveness of the gull control program was conducted at the Quinte SLS (Trenton, Ontario) in spring 1983 (Risley 1983; Risley and Blokpoel 1984). The bird control team visited the landfill at least twice per day and applied a variety of control techniques including flying of falcons or other hawks, firing various shell crackers, throwing dead gulls in the air, and firing live ammunition. The methods used and time of day varied and gull habituation appeared to be low (Risley 1983). The study concluded that the gull control program at Quinte SLS was very effective. The effectiveness seemed to derive from the cumulative effects of several bird control episodes (Risley and Blokpoel 1984). Falconry is presently part of control programs at the Halton Regional Landfill and the Niagara Road 12 Landfill in Grimsby, Ontario and at a landfill near Montreal.

In a study by Kenward (1978, in Inglis 1980), Goshawks were unsuccessful in deterring Wood Pigeons from Brassica fields. After repeated attacks by the Goshawk, the pigeons usually resettled and continued to feed.

The use of falconry in conjunction with other deterrent techniques has been shown to be effective at dispersing gulls, with little sign of habituation. However, several workers have noted that falconry has several shortcomings that need to be considered before employing the technique (Wright 1965; Blokpoel 1980; Mason 1980; Transport Canada 1984; Environmental Assessment Board 1987a). Falcons and hawks used to be hard to obtain and many of the most effective performers (e.g., peregrine falcons) were/are endangered species. However, the recent great expansion in captive breeding programs have made raptors, even peregrines, easily available. Several raptors are required for any successful control program. Transport Canada (1984) suggests that the optimum number for control at Lester B. Pearson International Airport, for

example, is 20 individual raptors of 5 species. This allows for raptors of different sizes to specialize on each of the problem species at the airport. Where gulls are the main concern, a few individuals of a single species of large falcon would be sufficient. Several individuals are needed because falcons cannot be flown continuously. Falcons become tired; they cannot be flown for a day after eating a full meal; and they cannot be properly flown when they are moulting. In addition, falcons can become injured or lost when they are being flown.

Falconry is successful only if it is conducted by well-trained and dedicated falconers. Falconry is an art, and the training, flying, and care of the birds requires strong dedication and skill (Blokpoel 1980). Because of the long hours involved, and the potential for sickness or missed time by the falconer, a multi-person crew of falconers is preferable. Finally, falcons cannot be flown during bad weather such as fog, heavy rain, or high winds (Wright 1965; Blokpoel 1980; Transport Canada 1984). These are conditions that often encourage gulls to use inland feeding and loafing areas. The lack of falcons at these times could make control of gulls difficult.

Evaluation. – There is a sound biological basis to the use of falconry for bird control. Pest birds are readily dispersed by falcons and will not habituate because the threat is real. Allowing a falcon to kill a pest bird on occasion strengthens the threat. The fact that falconry is a “hands on” technique that is deployed selectively further enhances its effectiveness over an automatic product that is controlled by a timer.

Experienced handlers and trained raptors are required; neither may be available on short notice. Raptors can not be used at night, or during periods of high winds or heavy rains.

Recommendation. – Falconry is recommended as a highly effective component of an airport bird control program. Falconry can be used in conjunction with other deterrent techniques.

Literature Reviewed. – Blokpoel 1976; Blokpoel 1980; Blokpoel 1984; Blokpoel and Tessier 1987; BSCE 1988; DeFusco and Nagy 1983; Environmental Assessment Board 1987a,b; Erickson et al. 1990; Heighway 1970; Hild 1984; Kenward 1978 in Inglis 1980; Koski and Richardson 1976; Mason 1980; Mason 1988; Mikx 1970; Risley 1983; Risley and Blokpoel 1984; Seaman 1970; Transport Canada 1984; Watermann 1985, 1986, 1987; Wright 1965.

Aircraft

Aircraft, both fixed wing and helicopters, have been used intentionally to chase or haze birds from an area, especially in agricultural situations. Regulations exist in Canada to prevent close aircraft approach to seabird colonies because of the disturbance this can wreak on the nesting birds. However, many birds obviously have adapted to the noise and visual stimuli associated with aircraft at airports and are not dispersed or harassed. Although it is clear that birds can be dispersed or harassed by aircraft in many situations, probably including airports if the hazing is intentional, this technique is not practical at airports where the chase aircraft would themselves become hazards to aircraft safety. Also, bird-aircraft collisions are a potential hazard. At least one aircraft has crashed during a bird-hazing flight, apparently when manoeuvring to avoid a bird flock (U.S. National Transportation Safety Board, file no. 1612).

Recommendation. – Not recommended.

Radio-Controlled Model Aircraft

Description. – Standard remote-controlled model aircraft can be used to harass or scare birds. The aircraft can be enhanced by painting a raptor shape on the body. Falcon-shaped model aircraft have been used.

Biological Basis. – Model aircraft imitate falcons and other hawks and can be used to harass and chase birds out of specific areas.

Literature. – Radio-controlled (RC) model aircraft have shown some promise in scaring birds away from airports, agricultural areas, aquaculture operations, and landfill sites (e.g. Saul 1967; Ward 1975a; DeFusco and Nagy 1983; Parsons et al. 1990). RC model aircraft require skilled operators (Littauer 1990a). For that and other reasons, they have not been widely adopted in dispersing birds at airports (BSCE 1988).

Model aircraft have been used to deter piscivorous birds, such as cormorants and herons, from aquaculture operations (Coniff 1991; Parsons et al. 1990). Flying one model plane for every 200-300 acres has been recommended for larger land-based fish farms (Littauer 1990a). Model aircraft have proven to be useful in reducing numbers of gulls visiting a landfill site in the southeastern United States (R. Davis, LGL Limited, unpubl. obs.). In this situation, large-winged slow-moving model aircraft circled over the landfill continuously during daylight hours. The program was successful but very labour-intensive. Model aircraft with supplementary noisemaking devices have been used to disperse problem birds in Israel (Yashon 1994).

An experimental falcon-shaped aircraft was successful at deterring starlings and killdeer at Vancouver International Airport and ducks and geese at Westham Island, Vancouver, B.C. (Ward 1975a; Solman 1981). Most birds exhibited avoidance behaviours similar to those caused by a real falcon. However, a falcon-shaped model aircraft is difficult to fly and requires a highly-skilled operator. Another effective approach is to paint a raptor design onto a more conventionally-shaped model aircraft (Saul 1967).

Disadvantages of using radio-controlled aircraft are that the direction of dispersal of birds often is not controlled, and that damage to planes and birds may result if birds and model aircraft collide (Coniff 1991). Good weather and suitable landing and fuelling areas are necessary. A major concern is that flying of model airplanes near active runways could pose a hazard to the full-sized aircraft.

Evaluation. – Model aircraft would be effective only over the relatively small areas that can be seen by the operator. Other advantages and limitations are noted below.

Advantages

1. Birds may habituate only slowly to a model aircraft that actively hazes them, especially if it is falcon-shaped.
2. Circling model aircraft can be used to prevent birds from returning to, and landing in, an area.
3. This technique is likely to be less species specific than are many others.

Disadvantages

1. Skilled operators are necessary.
2. The technique is labour-intensive.
3. Nearby landing and refuelling areas are needed.
4. Direction of bird dispersal is not easily controlled.
5. Model aircraft cannot be used in heavy winds, rain or snow.
6. Safety concerns about operations near active runways.

Recommendation. – Recommended, but only for areas of the airport that are not adjacent to active runways and taxiways. It may be difficult to employ the technique because of the need for skilled operators.

Literature Reviewed. – Coniff 1991; BSCE 1988; DeFusco and Nagy 1983; Inglis 1980; Littauer 1990a; Parsons et al. 1990; Saul 1967; Solman 1976, 1981; Ward 1975a.

Lights

Description. – Attempts to use lights to disperse or repel birds have involved flashing, rotating, strobe and search lights (Krzysik 1987).

Biological Basis. – The biological basis for the deterrent effectiveness of lights is unclear. Lights have not been a long-term feature of the environment that birds would have evolved a natural reaction to. It may be that lights in certain situations are a novel stimulus and thus elicit an avoidance response. This would seem to be most true of flashing, rotating, or strobe lights. Lights at night may blind or otherwise disorient night-active species. Lights may also serve to warn birds of an approaching danger, such as an aircraft.

Literature. – Searchlights have been used to deter ducks from landing and feeding in grain fields, and tests have shown that some nocturnal migrants illuminated by light beams take evasive action (see Koski and Richardson 1976 for review). Although searchlights are effective deterrents in some situations, they sometimes attract birds at night, especially when it is cloudy or foggy.

Most information on the use of strobe lights in deterring birds has involved aircraft and airfields where birds pose serious safety hazards. Recent information on the use of strobe lights in airfield situations indicates mixed levels of success. Lawrence et al. (1975) reviewed various types of evidence — anecdotal, statistical and experimental — and concluded that strobe lights have some deterrent effect. A study in the UK in 1976 revealed that the use of aircraft landing lights during the daytime produced a decrease in bird strikes. The simultaneous use of strobe anticollision lights, produced a further decrease in bird strikes. Strobe lights appeared to be more effective at deterring lapwings than gulls. However, Zur (1982) found no significant reduction in the number of bird strikes on DC 9 aircraft with strobe lights versus those without strobe lights.

Briot (1986) observed the reactions of crows, magpies and jays that were tethered to the ground to overflights by low-flying aircraft with and without white 100,000 candela strobe lights flashing at 4 Hz. The distance between the bird and aircraft when a bird attempted to fly was recorded. No significant difference was observed in the flushing distance between overflights with and without strobe lights. However, a slight increase in scare distance with an increase in flash frequency was recorded. However, the experimental procedure may have affected the results. The tethered birds may have been reluctant to fly as the aircraft approached.

In a study of the effects of strobe lights on Laughing Gulls and American Kestrels, Bahr et al. (1992) found that strobe light frequencies of 50 Hz elicited faster responses in heart rates than frequencies of 5, 9 and 15 Hz. However, the lower strobe frequencies appeared to produce the greatest overall increases in heart rates. A study by Briot (1986) hinted that scare distance increased with an increase in strobe frequency. Laty (1976) suggested that frequencies not exceed 100 Hz. Gauthreaux (1988) used a frequency of 1.3-2 Hz in laboratory studies with migratory sparrows. Other studies have shown that frequencies from 8-12 Hz produce stress in gulls, pigeons, and starlings (Belton 1976; Solman 1976). Belton (1976) found that gulls delayed approaching a feeding area by 30 to 45 min when it was illuminated by a white or magenta strobe at 2 Hz. No repellent effect was observed when the strobe light flashed at higher frequencies to 60 Hz.

In a comprehensive, laboratory-based study using laughing gulls and American kestrels, Green et al. (1993) investigated responses to strobe lights of varying wavelengths (colour) and frequency. The tests clearly demonstrated that the test birds were aware of and responded physiologically (increased heart rates) to strobe-light stimuli. However, overt avoidance reactions were not observed. The authors concluded that while strobe lights may attract the attention of birds, they do not result in obvious fright responses, at least in the absence of other threatening stimuli. If birds were to associate the strobe light with a threat, such as an approaching aircraft, evasive responses might be initiated by the birds. Suggested frequencies, colours, intensity, and elements of motion were recommended for testing.

A few studies using strobe lights, amber barricade lights, and revolving lights on aquaculture facilities (Salmon et al. 1986; Nomsen 1989; Littauer 1990a) indicate that these lights are effective in deterring night-feeding birds (e.g. herons). The lights probably produce a blinding effect so that birds become confused and cannot easily catch fish. In some cases, birds became habituated to the lights, and even learned to avoid the lights by landing with their backs to them. Andelt et al. (1997) found bright rotating lights to be ineffective in frightening night-feeding black-crowned night-herons and great blue herons from a trout hatchery. The herons shifted to the unlit portion of the hatchery, but caught fish as effectively in lighted and unlit sections.

Mossler (1979) experimented with the use of flashing lights at a refuse dump. A "light board" was constructed with car lamps flashing (0.75 Hz) in sequence from the centre of the board outwards. This pattern was thought to mimic the flapping of wings. The flight board was carried by a person walking toward a flock of gulls, and flight responses were monitored. The strongest responses noted were to red and blue lights. However, the use of the flashing light board provided no significant change in flight responses compared to that elicited by a person approaching the gulls without the light board. Use of the light board mounted on a car elicited a lesser flight response by gulls than had been observed to a car without the light board.

Lefebvre and Mott (1983, in Krzysik 1987) found that flashing amber lights, in combination with movable owl decoys, were successful in dispersing a starling roost. Gauthreaux (1988) observed that Savannah Sparrows maintained in outdoor cages with a view of the horizon oriented themselves directly away from a red strobe light. However, they did not show any significant response to white strobe light or constant red or white light.

Lights have had limited success at deterring birds from oil spills. Blinking lights were found to be 50-60% effective at dispersing all birds from oil spills (U.S. Dept. Interior 1977, in DeFusco and Nagy 1983). Some tests have shown lights to be effective in dispersing waterfowl, waders, sparrows, gulls, and other species (DeFusco and Nagy 1983). Other tests, however, have shown lights to be ineffective against waterfowl (Boag and Lewin 1980), gulls, blackbirds and starlings (DeFusco and Nagy 1983).

During the 1970s, Syncrude Canada experimented with weather-proof lights in combination with human effigies to deter migratory waterfowl from tailings ponds near the Athabasca River. Functional problems and high costs led to the eventual abandonment of this system in the late 1970s (T. Van Meer, pers. comm.). SUNCOR Inc. also experimented with flashing lights in an attempt to deter migratory waterfowl from similar, smaller tailings ponds. Beacons were added to an existing deterrent system consisting of effigies and propane cannons. Their subjective evaluation was that lights did not increase the success of the system, and the use of the beacon lights was subsequently discontinued (J. Gulley, pers. comm.).

Evaluation. – Flashing and strobe lights could be useful in deterring birds from an airport at night and during twilight periods. A steady light, such as a searchlight, is not as effective as flashing and revolving lights and may attract birds during some weather conditions.

Flashing or strobe lights could be set up around an airport. They are most likely to be useful in combination with other deterrent devices such as cannons, Phoenix Wailers, and effigies. Flashing lights might increase the effectiveness of these other techniques at night.

Advantages

1. Lights are easy to deploy and require very little maintenance.
2. Lights could be effective for deterring certain birds in certain situations at night.

Disadvantages

1. Lights can be used only in very specialized circumstances at an airport. They must not interfere with the vision of the aircraft flight crews and air and ground traffic controllers.
2. Lights may not be effective for some species during daylight hours.
3. Lights may attract birds on foggy, misty nights.
4. Effectiveness on large water bodies has not been tested.

Recommendation. – Lighting systems are recommended only for testing and selected limited use. They are as yet an unproven bird control technology and should not be a core component of an airport bird control program.

Literature Reviewed. – Andelt et al. 1997; Bahr et al. 1992; Belton 1976; Boag and Lewin 1980; Briot 1986; Gauthreaux 1988; Green et al. 1993; Koski and Richardson 1976; Laty 1976; Lawrence et al. 1975; Littauer 1990a; Lefebvre and Mott 1983; Mossler 1979; Nomsen 1989; Salmon et al. 1986; Solman 1976; Thorpe 1977; Zur 1982.

Dyes

Description. – The literature contains many observations on the use of coloured objects, such as scarecrows, flags, and balloons to frighten and repel birds from agricultural crops and aquacultural operations. However, there is little research on the use of coloured dyes as a method to deter birds.

Biological Basis. – The biological basis for any avoidance by birds of certain colours is unclear. Any initial avoidance may be as a reaction to a strange novel stimulus. Avoidance reactions to coloured water may be associated with previous experience with bad tastes and/or polluted/oiled areas.

Literature. – Coloured runways had no deterring effects on birds (ACBHA 1963), but a pond dyed greenish-yellow was reported to have temporarily deterred waterfowl as long as “dye-free” ponds were present nearby (Richey 1964). When all the ponds were dyed, the colour had no repelling effect and ducks landed in the dyed water.

Lipcius et al. (1980) tested young mallards' responses to coloured water. The ducks were deprived of food for 24- and 48 h periods, and then placed in a pen adjacent to a pool. Across from the pool was a feeding tray. The mallards were exposed to clear and coloured water (dyes were water-soluble); the colours tested included red, yellow, orange, green, blue, indigo, violet and black. Orange was the most effective and consistent colour in delaying mallards from entering water. Other colours were generally less effective and showed less consistency in mallard responses. Among colours, black was one of the least effective in deterring or delaying mallards from entering water. The results suggested that black water may even attract mallards. Lipcius et al. (1980) suggested that it would be worthwhile to conduct further related research, including tests of orange dyes or coloured objects as a method of deterring seabirds from oiled waters.

Evaluation. – Dyes, if effective, would be useful to deter birds from landing in puddles and ponds on airfields. Dyes would be easy to apply and require little maintenance except perhaps occasional re-application. They would not be effective at night. Dyes are still an unproven approach to bird control, however. They show some promise but have not been tested adequately yet.

Recommendation. – Not recommended for situations where control is essential. Suitable for testing only.

Literature Reviewed. – ACBHA 1963; Koski and Richardson 1976; Lipcius et al. 1980; Maier 1992; Martin 1985; Meyer 1986; Pearson 1972; Reed 1987; Richey 1964; Salter 1979.

Smoke

Smoke has been used to disperse birds from nesting and roosting sites (see Koski and Richardson 1976 for review) but is not practical for use on airports.

CHEMICAL REPELLENTS

Chemical aversion agents have been used to control birds around commercial and residential areas (Fitzwater 1988; Woronecki et al. 1990), in agricultural situations (Clark 1976; Conover 1984; Knittle et al. 1988), at airports (DeFusco and Nagy 1983; BSCE 1988) and, less commonly, at sanitary landfill sites (Caldara 1970; White and Weintraub 1983; Woronecki et al. 1989). Birds tend not to habituate to chemical repellents.

Tactile Repellents

Description. – Most tactile repellents are sticky substances that deter birds from sitting on perches, such as building ledges, antennas, and airfield lights and signs. The chemical paste can be applied with a caulking gun, putty knife, spray can, or small tube. Recently, natural plant products also have been tested in this regard (Clark 1997).

Biological Basis. – The sticky materials do not trap birds, but repel birds presumably because of the tacky “feel”. The biological basis for this avoidance behaviour is unclear. Plant compounds that have been tested caused agitation and hyperactivity in the birds. This reaction may be associated with the uptake, through dermal contact with the birds' feet, of chemicals in the plant compounds.

Literature. – No studies were found that reported on the efficacy of sticky tactile repellents. Clark (1997) reported that starlings became agitated and hyperactive after their feet were immersed in 5% oil extracts of the spices cumin, rosemary, and thyme. Starlings avoided perches treated with either R-limonene, S-limonene, ?-limonene, or methiocarb. These experimental results suggested that it may be possible to develop non-lethal, plant-based dermal repellents.

Mechanical means can be used also to repel birds from perching in unwanted situations. For example, a series of sharp objects, nails, wires etc. can prevent birds from landing on perches such as light fixtures, ledges, and poles. Some commercial products such as “Nixalite” are available for use.

Evaluation. – It is difficult to evaluate rigorously any of the sticky tactile repellents because there have been no quantitative efficacy reports. Sticky substances are laborious to apply and require that all perches be identified and treated, but do remain sticky for a year or more, depending upon climate. They are not effective at temperatures below about -9°C. These sticky materials are not aesthetically pleasing if that is a requirement, such as on certain building surfaces. Natural plant products show promise but have not been tested in the field yet.

Recommendation. – The chemical and mechanical tactile repellents can be used at airports but the resulting use, or lack of use, by birds should be properly documented.

Behavioural Repellents

Description. – Frightening agents and repellents such as Avitrol (4-aminopyridine) and Methiocarb (3,5-Dimethyl-4-(methylthio)phenyl methylcarbamate) are poisons that, in sublethal doses, may cause disorientation and erratic behaviour. They are usually added to bait. Typically only a portion of a bait presentation (e.g., 10% of corn kernels) is treated with the chemical so that only a small number of the birds to be dispersed are affected. When the treated bait is ingested, a distress response occurs (DeFusco and Nagy 1983; White and Weintraub 1983; Brooks and Hussain 1990). Distress calls from affected birds can start 15 min after ingestion, and can last up to 30 min after ingestion. Besides emitting distress calls, affected birds may become disoriented and exhibit erratic behaviour, often flopping about on the ground. This behaviour often alarms other birds, and causes them to fly away. If too high a dose is ingested, the bird will die. Tremors and convulsions occur before death if birds receive an overdose of the aversion agent, and these may induce other birds to leave the area.

Biological Basis. – There is a well-documented biological basis for the effectiveness of these chemicals, if used in the correct dosages. Unaffected members of a flock will disperse in response to the distress calls and stressed behaviour of flockmates.

Literature. – These agents have been used primarily on starlings, blackbirds and other passerine birds. However, Avitrol has also proven useful in dispersing gulls (e.g. Caldara 1970; Wooten et al. 1973; DeFusco and Nagy 1983; White and Weintraub 1983). The U.S. Air Force tested Avitrol at seven air bases and found it to be effective against gulls, starlings, crows, pigeons, and house sparrows (Seaman 1970). Avitrol also has been used successfully on loafing gulls at a naval air station in Norfolk, Virginia, on a crow roost at Friendship Airport near Baltimore, Maryland, and on pigeons at a hangar at Montreal International Airport (Blokpoel 1976). It has also been used successfully on gulls at landfills (Sweeney and McLaren 1987).

Avitrol is toxic and can be difficult to administer in a dose sufficient to cause the desired effect but not to kill the bird immediately. Death may be delayed and affected individuals may be able to fly away before dying elsewhere. This can lead to public relations problems.

Another problem with continued use of Avitrol as a control technique is the development of bait-shyness. Gulls will learn rapidly to identify and avoid the kinds of bait food (usually bread) that cause the unpleasant effects on their flock-mates. New baits can be substituted but there is a limited number of suitable bait types that can be used. Changing the bait also means that the appropriate amount of chemical to apply to the bait must be re-determined.

Evaluation. – Chemical aversion agents require attracting birds to an area and allowing them to feed in a pre-baiting and baiting sequence. This can create hazards in an airport situation. Thus, a more direct dispersal method is likely to have better results.

In situations where flocks of birds, especially feeding birds, do not immediately threaten air safety, it may be appropriate to use a chemical aversion agent. Feeding birds are particularly difficult to disperse from an abundant food source, and aversion agents may be useful in breaking the attraction to the food source. Supplementary dispersal methods would be needed, along with the aversion agent, in order to obtain maximum effectiveness. Effectiveness of baiting could be influenced by environmental conditions, number of birds, and bait preference. Birds have been shown to develop a conditioned aversion to some agents. Considerable care would be necessary in the use of potentially harmful agents like Avitrol and Methiocarb, and some mortality should be expected.

The direction of movement of dispersed birds is not controlled when using these behavioural repellents, and this could pose problems at airports.

Recommendation. – Chemical behavioural repellents, such as Avitrol and Methiocarb, are recommended for incorporation in an overall bird control program for parts of the airport where there are not direct bird hazards to operating aircraft. Realize, however, that these chemicals are for specific uses and should be applied carefully. Permits are required and the agent must be administered by a licenced Pest Control Officer.

Literature Reviewed. – Blokpoel 1976; Brooks and Hussain 1990; BSCE 1988; Caithness 1968; Caldara 1970; Clark 1976; Conover 1984, 1985a, 1989; Crocker and Perry 1990; Cummings et al. 1992; DeFusco and Nagy 1983; Devenport 1990; Fitzwater 1978, 1988; Green 1973; Knittle et al. 1988; Rogers 1978; Seaman 1970; Skira and Wapstra 1990; Sweeney and McLaren 1987; Truman 1961; Wakeley and Mitchell 1981; White and Weintraub 1983; Wooten et al. 1973; Woronecki et al. 1989, 1990.

Benomyl and Tersan

Description. – Benomyl and Tersan are commercial fungicides developed to treat fungal infections of turf. These (and other) chemicals also are effective at reducing earthworm populations. When sprayed along runway edges, earthworm populations there can be controlled. This addresses problems associated with birds, particularly gulls, attracted to airfields to feed on the worms in short grass areas. Benomyl has low toxicity to birds. Because earthworm control is a non-registered use for Benomyl, permits for this purpose have been difficult to obtain recently (Demarchi and Searing 1997). The future status of this restriction should be determined before planning to apply Benomyl or Tersan. Terraclor is another horticultural fungicide manufactured for seed and soil treatments at planting, and which also has been used to reduce earthworm densities (Demarchi and Searing 1997).

Biological Basis. – Benomyl, Tersan, and Terraclor reduce bird populations at airfields by reducing the population of earthworms, a food source. They are most applicable to the control of gull and plover numbers on an airfield during warmer months.

Literature. – Application of Benomyl at the Windsor International Airport reduced earthworm populations on treated runway verges (Tomlin and Spencer 1976). Similarly, Terraclor significantly reduced earthworm densities on treated plots at Vancouver International Airport (Demarchi and Searing 1997). No literature was reviewed regarding the efficacy of Tersan.

Allan and Cordrey (1992) tested two lumbricides on an airfield in the U.K. – one containing gamma HCH plus thiophanate-methyl, and another containing carbaryl. However, they recommended that the use of these chemicals be restricted to small-scale and occasional applications, and that any birds feeding on dead or dying invertebrates be dispersed. The concern is to reduce the pesticide intake of the birds and the pesticide loading of the environment.

Evaluation. – These earthworm control products apparently are effective at reducing earthworm populations, and therefore address this reason for birds (gulls primarily) to be attracted to the short grass areas adjacent to runways. They do not appear to be in widespread use at airports; perhaps because of environmental concerns.

Recommendation. – Occasional use of Benomyl and Tersan, and other tested and approved products that have been shown to control earthworm populations, is recommended for use where earthworms are creating major bird hazards near runways. This use would only be necessary at some airports.

Literature Reviewed. – Demarchi and Searing 1997; Larose 1996; Tomlin 1981; Tomlin and Spencer 1976.

Methyl Anthranilate - ReJeX-iT

Description. – ReJeX-iT is the trade name for a commercial bird aversion agent based on a naturally-occurring plant compound, methyl anthranilate. ReJeX-iT works as a non-toxic taste aversion agent because its taste is unpleasant to birds. ReJeX-iT is available in liquid and powder forms that permit application by spreader, sprayer, or fogger. It can be mixed in bait or in water. A bead formulation also has been tested (Cummings et al. 1998). Methyl anthranilate may be more widely applicable than previously available chemicals, which are difficult to use because of their toxicity. Ortho-aminoacetophenone, a non-toxic chemical similar to methyl anthranilate, also appears to have potential for repelling or dispersing birds at low concentrations (Mason et al. 1991).

Biological Basis. – Methyl anthranilate is a known taste aversive for birds. Many birds avoid eating Concord grapes because they do not like the taste of the methyl anthranilate that the grapes naturally contain. Although known biologically to be effective, the efficacy of ReJeX-iT as a bird aversive agent has been shown to depend to a large degree on its formulation, concentration, and the practicalities of application.

Literature. – A number of studies using captive and free-ranging birds have been conducted and published. These include laboratory studies, and studies at sanitary landfill sites and airports, studies of the aversive effects on birds feeding on fruit, grain and turf, and birds using standing water. Species studied include Canada geese, gulls, starlings, and woodpeckers among other species. The results of these studies show that ReJeX-iT can be effective at deterring birds in certain situations but the formulations used in some studies were not effective.

Both dimethyl and methyl anthranilate were strongly avoided by captive mallards and Canada geese when birds were offered both treated and untreated grain (Cummings et al. 1992). When offered only treated grain both ducks and geese reduced their food intake, but the mallards, and to a lesser degree the Canada geese, gradually increased consumption during the 2-4 days of the experiment. Cummings et al. (1992) assumed that the birds were habituating to the chemical, but they were not given an alternative food source, and the increased consumption may have been caused by increased hunger.

The methyl anthranilate formulations tested by Belant et al. (1995) repelled captive mallards in pen tests and free-ranging ring-billed and herring gulls from pools of water in field trials. However, in another test, Belant et al. (1996) found that the concentrations they used were not effective as a grazing repellent for Canada geese. Similarly, Cummings et al. (1995) also found that the particular formulation they tested showed limited effectiveness to reduce captive goose activity on treated grass plots, but showed promise given further refinements of the formulation. Belant et al. (1996) did show that there was no learned avoidance by pre-exposed geese. Problems with the application of ReJeX-iT precluded effective testing of its ability to repel birds from ponds at airports (Dolbeer et al. 1993). However, the results were promising; bird numbers did decrease at treated ponds post-treatment vs. pre-treatment.

Tests at landfill sites have shown positive and negative results. Vogt et al. (1994) reported that gull numbers were reduced at each of three landfills during periods of treatment with ReJeX-iT. However, it was unclear to what extent the reduction in numbers was related directly to the taste-aversion effects of ReJeX-iT. The action of the spray used to apply the ReJeX-iT also caused gulls to move away, and pyrotechnics, wires and flags were used in conjunction with the ReJeX-iT at one site. In another case, a sizable landfill nearby provided an alternate food source for the gulls. Contrary to these findings, gulls numbers did not decrease during the ReJeX-iT treatment period at a major landfill near Toronto (Davis et al. 1995). Although gulls rejected food items sprayed with ReJeX-iT, the gulls did not leave the landfill or the active face. The gulls simply continued foraging, looking for unsprayed food items. It became apparent that the effective application of ReJeX-iT was not feasible at this large landfill simply because the active tipping face was too busy. It was impossible to keep the exposed waste treated with ReJeX-iT without interrupting the flow of disposal trucks and bulldozers.

The repellent effects of ReJeX-iT mixed with the synthetic landfill cover ConCover were tested with captive ring-billed gulls and brown-headed cowbirds by Dolbeer et al. (1993). Both species were repelled by the ConCover/ReJeX-iT mix; a higher concentration of ReJeX-iT was required to repel the ring-billed gulls than the cowbirds.

Evaluation. – ReJeX-iT has potential for selective bird control at airports. It is a natural, low toxicity product and it has been shown to be effective in certain applications. However, concerns regarding formulations, concentrations, frequencies of applications, and the practicalities of application must be addressed. Cost also may be factor; ReJeX-iT can be costly if coverage of a large area is required.

Recommendation. – ReJeX-iT is recommended for selective test use on airfields. One should not assume that ReJeX-iT will immediately provide positive results. Experimentation with different formulations, application frequencies, and concentrations may be required and these should be carried out on a small scale before large-scale applications are attempted.

Literature Reviewed. – Avery 1992; Belant et al. 1995, 1996, 1997; Cummings et al. 1992, 1995, 1998; Davis et al. 1995; Dolbeer et al. 1992, 1993; Mason et al. 1991; Porter 1995; Sinclair and Campbell 1995; Vogt 1992; Vogt et al. 1994.

Other Taste Aversives

Several other food treatments have been tested for their effectiveness at repelling birds. D-pulegone and Mangone, a form of d-pulegone, are found naturally in certain plants. D-pulegone has been demonstrated to deter blackbirds, starlings, northern bobwhite, and domestic dogs from feeding (Mason et al. 1989; Mason 1990; Mastrota and Mench 1994; Avery et al. 1996; Mason and Primus 1996; and Wager-Page and Mason 1996 in Belant et al. 1997b). Belant et al. (1997b) conducted tests to compare the relative repellency of these chemicals on caged brown-headed cowbirds fed treated millet. They concluded that mangone is less effective than d-pulegone and would likely be ineffective as a repellent for seed treatment. However, they felt that d-pulegone deserved further testing.

Belant et al. (1997c) felt that the use of dolomitic hydrated lime warranted additional testing as a taste aversive following the results of their tests on cowbirds and Canada geese. Lime could be a lower-cost alternative to methyl anthranilate in their opinion. The results of tests of dolomitic lime, activated charcoal, Nutra-lite (a silica-based compound) and white quartz sand as taste aversives on cowbirds and Canada geese revealed that lime and charcoal showed potential (Belant et al. 1997d).

Evaluation. – The efficacy and applicability of these products for airport bird control are undetermined. More testing is required.

Recommendation. – Not recommended at this time.

Literature Reviewed. – Belant et al. 1997a, b, c, d.

EXCLUSION METHODS

A variety of devices and materials have been used to provide apparent or actual barriers to prevent birds from entering areas. If birds are physically excluded from an area or feature, then the efficacy of the technique is obvious. Birds will continue to be excluded as long as the physical barrier is maintained. There are other techniques that exclude by providing an apparent, rather than an actual physical, barrier to access. However, we found few research papers that reported on the efficacy of these “virtual” exclusion methods. In the following discussion, general considerations regarding physical barriers are presented first, followed by the results of studies on “virtual barrier” exclusion methods.

General Considerations Regarding Actual Physical Barriers

Description. – Actual physical barriers include devices and materials (1) to cover or surround an area (netting and fencing); and (2) to prevent perching, roosting and nesting on surfaces (Nixalite, Bird-B-Gone, Avi-Away, and fine wires strung along ledges). Bird-exclusion netting is made out of polyethylene, other synthetic materials, or cotton, and is available in a variety of mesh sizes. Nixalite and Bird-B-Gone are strips of short metal (Nixalite) or plastic (Bird-B-Gone) prongs placed along perches such as window ledges or pipes. Avi-Away is an electrical cable that can be placed along perches; a bird receives a mild shock when it lands on the cable. Taut stainless steel wires also can be run along perches to prevent birds from landing. These methods are described in greater detail in the Transport Canada “Wildlife Control Procedures Manual” (Transport Canada 1994).

Biological Basis. – If access is denied to a feature of an airport that is attractive to birds, such as a feeding, loafing, roosting, or nesting area, then the feature will not be as attractive. Birds likely will leave the immediate area and look elsewhere for these features.

Literature. – Netting is sometimes used to prevent songbirds from feeding on high-value crops such as cherries, blueberries, and grapes (Grun 1978; Twedt 1980; Biber and Meylan 1984; Cocci 1986). Netting is also occasionally used in attempts to keep birds out of airport facilities, buildings, or other locations (LGL Ltd. 1987; Skira and Wapstra 1990). Netting is widely used to deter fish-eating birds from aquaculture facilities on land and offshore (EIFAC 1988; Kevan 1992).

Fences made out of poultry wire (or cable), plastic (Vexar Fencing), netting, and electrical wire, have all been used to deter birds from fish culturing facilities (Mott 1978; Meyer 1981; Ueckermann et al. 1981). Fencing has also been used to keep pigeons from roosting on ledges of buildings, and electrified fences have been effective in some situations for deterring both birds and mammals where regular fences were ineffective (see Koski and Richardson 1976).

Evaluation. – Because of high costs, it would not be practical to use these exclusion products where birds must be kept out of large areas. These devices would be most useful in situations where the risk was confined, or for deterring birds from landing at specific sites such as nest sites. Other deterrent devices, such as pyrotechnics, may enhance deterrent efforts when netting is being used (EIFAC 1988).

Constructing fences may be effective for excluding birds from airfields if birds are flightless (i.e. moulting or brood rearing adult, or pre-fledging young, geese and ducks) and if the area of concern was relatively small. Fences and nets might be useful in keeping moulting waterfowl or broods from runways, or in combination with trapping (see below) to move flightless birds from the area. Fences generally would not be practical in many airport situations because the areas involved would be too large to fence, and because most birds would be able to fly over them.

Advantages

1. These materials are readily available.
2. When properly installed and maintained, actual physical barriers exclude birds permanently from the treated area.

Disadvantages

1. None of these techniques is practical for large areas.

Recommendation. – Recommended for site-specific problems.

Literature Reviewed. – Barlow and Bock 1984; Biber and Meylan 1984; Blokpoel and Tessier 1987; Cocci 1986; Devenport 1990; Dolbeer et al. 1988; EIFAC 1988; Galbraith 1992; Glahn et al. 1991; Grun 1978; Kevan 1992; Koski and Richardson 1976; Littauer 1990b; Lucid and Slack 1980; Meyer 1981; Moerbeek et al. 1987; Mott 1978; NCC 1989; Salmon and Conte 1981; Salmon et al. 1986; Skira and Wapstra 1990; Spear 1966; Twedt 1980; Ueckermann et al. 1981; Whittington 1988.

Overhead Wires and Lines

Description. – A grid, or series of parallel lines, of fine wire or monofilament line is strung on a level plane over the area from which birds are to be excluded. The spacing of the lines varies from approximately 1.5 to 12 m, depending on the species and feature to be treated. At airports, overhead lines can be strung over ponds and puddles, for example. Sometimes wires/lines around the sides of the area are required as well.

Biological Basis. – The reason or reasons for the repelling effect of overhead lines or wires are not well understood. Wires that are closely spaced, e.g. 1 m or less, may come close to forming an actual physical barrier. However, birds can be deterred by wires whose spacing is much greater than the dimensions of the bird. The element of surprise seems to be important — the unexpected encounter of a bird with a thin, difficult-to-see line has a startling effect.

Literature. – As early as 1936, overhead wires or lines were recommended as a method of deterring waterbirds from reservoirs and fishponds (McAtee and Piper 1936). In the past two decades, widely-spaced overhead wires have been used to reduce the numbers of gulls attracted to landfill sites, reservoirs, pools, picnic areas, and beaches in the U.S.A. and Canada. Wire spacing has varied widely, from less than 1 m to as much as 25 m. Even lines that are very widely spaced relative to the wingspan of gulls seem to have some deterrent effect. The gulls are reluctant to fly down between the lines. In a few cases, systematic counts of gulls and other birds have been made in the presence and absence of the wires. These studies have shown that the deterrent effect on gulls is quite pronounced (e.g. Blokpoel and Tessier 1984; Forsythe and Austin 1984; McLaren et al. 1984), even when deterring gulls from their own nests (Blokpoel and Tessier 1983; Belant and Ickes 1996). Areas as large as 220 acres have been covered by wires in order to deter gulls from landfill sites (Dolbeer et al. 1988).

Other types of sites where overhead lines or wires have been applied include fish-rearing facilities (Ostergaard 1981; Salmon and Conte 1981; Barlow and Bock 1984; Salmon et al. 1986; Moerbeek et al. 1987), airports (Blokpoel and Tessier 1987), fruit crops (Steinegger et al. 1991; Knight 1988), and backyard feeding stations (Agüero et al. 1991; Kessler et al. 1991). The effectiveness of overhead wires or lines varies widely among species and circumstances. However, some deterrent effect has been shown for a variety of waterbirds, including various gulls, ducks, geese and cormorants (Pochop et al. 1990).

The required line spacing is highly variable, depending upon the species of bird being deterred, the activity of the birds, and the structure or crop that needs protection. To repel gulls from a fish hatchery or nesting colony, the lines must be close together, whereas at a landfill site they can be 3-12 m apart (McLaren et al. 1984; Pochop et al. 1990).

Evaluation. – The principal disadvantages to overhead wires and lines are cost and poor mobility. There are several advantages also:

1. Overhead lines do not rely on the skill and motivation of bird controllers.
2. They do not require continuous attention.
3. Gulls at least do not seem to habituate to overhead lines.
4. Gulls that do gain access under the lines are extremely nervous and, therefore, very susceptible to active dispersal techniques.

While overhead lines/wires could not be installed over large areas at an airport without incurring considerable cost, widely-spaced lines/wires would be an effective and relatively permanent solution where a bird problem is localized.

Recommendation. – Recommended for exclusion of birds from relatively small open areas (up to a few ha).

Literature Reviewed. – Agüero et al. 1991; Amling 1980; Blokpoel and Tessier 1983, 1984, 1987; Forsythe and Austin 1984; Kessler et al. 1991; Knight 1988; Koski and Richardson 1976; McAtee and Piper 1936; McLaren et al. 1984; Ostergaard 1981; Pochop et al. 1990; Steinegger et al. 1991.

Foam

Foam has been used at some sanitary landfill sites as an alternative to earth for the daily cover material. Although quantitative data are not available, gulls that were attracted in large numbers to one landfill site seemed reluctant to walk into the foam cover (manufactured by Rusmar Foam Technology) used at that site (R. Harris, LGL Ltd., unpubl. obs.). The effectiveness of foam would also depend upon weather conditions; for example, its effectiveness would be reduced in rainy or windy weather. The applicability of foam to airport situations seems limited. It could perhaps be used to cover small areas that, for one reason or another (e.g., food source, pond/puddle), are particularly attractive to birds.

Bird Balls™

Bird Balls™ is a relatively new and promising product that has been used to exclude water birds from industrial ponds in the western United States since 1993. Birds are denied access to a pond by covering the entire water surface of the pond with these plastic (HDPE), 4-in diameter spheres. Although birds could probably land in the pond, and the balls would shift aside, the balls “hide” the water surface from the birds. Birds do not see the area as a pond. The balls are superior to netting or floating membranes in that they adjust to fluctuating water levels and snow loads, readily shift around in-water obstacles, are unaffected by all but the strongest winds (>50 mph; Mike Taber, Wildlife Control Technology, Inc., pers. comm), are very easy to install (empty the bags of loose balls into pond), and require significantly less maintenance. Bird Balls™ are initially substantially more expensive than overhead lines and netting. Current cost ranges from U.S. \$0.85-3.00 per sq ft (10 balls). Wildlife Control Technology, Inc. is the sole North American distributor.

We are aware of no independent, objective studies of the efficacy of Bird Balls™. Nevertheless, the technology appears to be simple, straightforward, and sound.

REMOVAL METHODS

Removing birds by poisoning, trapping, or shooting generally is effective over only the short term. Long term bird control, as discussed previously, requires addressing the reasons why birds are attracted to the airport or fly by the airport. Nevertheless, there are occasions when killing birds is required to address an immediate threat to aircraft safety. Shooting birds, in particular, also can be used effectively to enhance the efficacy of non-lethal control methods, such as pyrotechnics. Lethal control methods likely would not reduce populations of common pest species over the long term. They may reduce local populations of common species over the short term and on a local scale, or reduce the local numbers of uncommon/rare and less mobile problem species. Major gull problems on an airport, for example, are not going to be controlled by killing gulls unless the killing is on an unprecedented scale.

See the Transport Canada Manual for a description and discussion of poisons — Rid-A-Bird perches, Ornitol (Avitrol), and strychnine — used for bird control.

Traps

Description. – Trapping is one of the oldest methods used to control birds (Shake 1968). Birds can be live-trapped using mist-nets, cage traps, cannon-nets (Hardman 1974; Draulans 1987; Beg 1990), or large funnel-shaped lead-in traps. Pole-traps were once used on fish and game farms (Randall 1975). However, pole-traps are non-selective in catching and killing birds. They are useless as a method of saving birds lives and are illegal in many countries.

Biological Basis. – Birds are trapped and subsequently either released at a distance far enough from the airport that they are unlikely to return, or are killed. Appropriate attractants, placements, and trap designs are available for a wide variety of species.

Literature. – Successful deployment of traps depends on many factors — such as the total number of birds, availability of food outside of the trap, and the birds' behaviour (i.e. wariness of traps, Nelson 1990b). Shake (1968) found that attempts to trap red-winged blackbirds near corn fields were ineffective because the population of birds was high in comparison to the number of birds that physically could be trapped. However, Mott (1978) reported that a small population of green-backed herons was captured by mist nets at a fish farm and released 40 km from the capture site. The birds did not return. Trapping was effective at controlling pigeons that roosted on the roofs of buildings and in city parks (Truman 1961). Birds that are hazardous to aircraft, such as hawks and owls, are sometimes trapped at airports and released in areas of suitable habitat distant from the airport (e.g. Hughes 1967; Wernaart and McIlveen 1989). It is important to release the birds far enough away and in suitable habitat; otherwise, many of them are likely to return to the trapping area. Moving traps to new locations every two days will increase the

number of birds caught. In agricultural situations it is recommended to place traps in an area before birds arrive.

Evaluation. – Catching and moving birds can be time consuming, depending on the species and situation. Building traps can be expensive, especially if large numbers are needed. Complex traps may require considerable manpower and time to set up and maintain. Trapping in general, whether to kill or to move birds, is a short-term solution to an immediate problem.

Recommendation. – Trapping may be useful in special circumstances, such as for raptors. However, it should be noted that removal of experienced resident raptors may lead to their replacement by naive birds that are not experienced with airports and aircraft.

Literature Reviewed. – Beg 1990; Clark 1976; Davidson 1968; Draulans 1987; Fitzwater 1978; Hardman 1974; Hussain 1990; Jarvis 1985; LGL Ltd. 1987; Lucid and Slack 1980; Mott 1978; Nelson 1970, 1990b; Randall 1975; Shake 1968; Truman 1961; Wernaart and McIlveen 1989.

Live Ammunition-Shooting

Gulls are responsible for bird hazards to aircraft at and near many airports. Shooting of gulls on airports is of limited effectiveness as a long term deterrent. In the short term, some gulls are removed and others are frightened away, but the dispersed birds soon return or are replaced by other birds (Heighway 1970; Blokpoel 1976; Harrison 1986). Shooting of gulls, however, is a useful control technique when used to increase the effectiveness of other scaring techniques such as distress calls, pyrotechnics, and models (Cooke-Smith 1965; Mason 1980; Harrison 1986). Killing should be used sparingly, and usually is limited by a permit required from the Canadian Wildlife Service. The occasional killing of gulls is an integral part of many control programs at landfills and airfields.

Over 50,000 gulls were shot at John F. Kennedy International Airport between 1991 and 1997 to reduce strikes with aircraft. This was a unique situation in which a colony of several thousand laughing gulls became established in Jamaica Bay adjacent to the airport. The gulls regularly traversed the airfield on route to feeding areas. While the best solution would have been to remove the nesting colony, this was not done because of its location in a National Park. In this situation, shooting was effective at changing the bird's flight patterns to avoid the airfield. The number of aircraft striking laughing gulls declined by 61% in 1991 and 76-89% during 1992-1997, compared to the mean number of 136 strikes during 1988-1990 (Dolbeer and Bucknall 1997). However, the numbers of birds killed would not be allowed on a routine basis.

Recommendation. – Selective shooting is recommended as a component of airport bird control programs.

Surfactants and Water Spray

Water cannons and sprinkler systems, using water or water with wetting agents (surfactants), are sometimes employed to control “pest” birds (Harke 1968; Smith 1970; Lustick 1976; Glahn et al. 1991). Water spray has been used as a lethal control method to prevent birds from roosting in urban and agricultural areas. Surfactants are sometimes added in order to penetrate feathers. Once the feathers are wet, the body temperature of birds drops and, if the weather is cold, they may die. Spear (1966) suggests that a sprinkler or water spray system is useful as a method of keeping birds away from waterways.

The surfactant PA-14 was used widely for the control of blackbird and starling roosts between 1974 and 1992. Over this period an estimated 38.2 million blackbirds and starlings were killed through the application of PA-14 (Dolbeer et al. 1997). PA-14 did solve local roost problems, but Dolbeer et al. (1997) found no evidence (using North American Breeding Bird Survey data) that PA-14 applications caused declines in regional breeding populations of these species.

Recommendation. – Water spray, with or without surfactants, is recommended as a lethal control method or to disperse roosts birds. Water spray could also be used for short term dispersal of loafing flocks but it would be easier to use pyrotechnics.

OTHER PRODUCTS AND TECHNIQUES

The products and techniques in this section are not discussed in the Transport Canada Manual and do not fall readily into any of the preceding categories.

Lure Areas

Lure areas can be established as a means of attracting and holding birds so that they will not move elsewhere where their presence is undesirable (Sugden 1976). The most efficient attractant would be food, although water may also work. Most lure areas in agricultural settings are established near roosting areas to intercept birds, usually waterfowl, that would otherwise feed in surrounding agricultural fields. The lure crops are generally the preferred food of the species involved. The main objective of establishing the lure area is to attempt to concentrate feeding activities inside the lure areas rather than having the birds dispersed among the surrounding fields where they would damage farmer's crops. Lure areas established for airport bird control should incorporate the same principles.

Lure areas that satisfy needs other than food have also been established successfully. High-water roosts for shorebirds were constructed and successfully attracted wading birds away from an airfield (Saul 1967; Caithness 1970). The most likely candidate groups for lure areas are waterfowl and blackbirds.

Attracting birds to a lure area requires careful consideration. The lure area must be far enough from the airfield and flight paths to ensure that the attracted birds will not create a new hazard. Otherwise, the lure area, by attracting more birds into the area, might increase the risk of bird strikes. The lure area should ideally intercept and “short-stop” the birds at the lure area, well before they would approach the airport. Once the birds arrive at the designated area, adequate supplies of the attractant, such as food, must be maintained. Lure areas must also be positioned so that other disturbances will not affect them. Because lure areas would need to be away from the airfield, the land likely would not be owned or controlled by the airport. This may be a difficult constraint.

Recommendation. — There probably are few airports in Canada where the establishment of lure areas would be warranted and possible. Nevertheless, bird roost and flight patterns should be studied and lure areas should be considered.

Literature Reviewed. — Caithness 1970; Fitzwater 1978; Hooper et al. 1987; Koski and Richardson 1976; Nomsen 1989; Saul 1967; Sugden 1976; Ummels 1983.

Magnets

Two magnetic devices developed by Sho-Bond Corporation (Japan) presently are being marketed as bird deterrents. The “Birdmag” consists of spherical magnets (1.5 cm diameter) strung along a wire at 25-cm intervals. The wire would be strung along ledges where birds would gather to rest, nest, or roost. “Birdpeller” consists of four, 1.5-cm diameter hemispherical magnets attached to a propeller at 6-cm intervals. The manufacturer states that these products generate magnetic fields which disorient birds, and birds avoid areas with these magnetic fields. The Earth's natural magnetic field is used as a navigation aid during migration or homing by many species of birds (Moore 1975; Southern 1974, 1978; Wiltschko et al. 1981). It also is known that anomalies in the Earth's magnetic field, and introduced magnetic fields, can lead to disorientation in birds (Alerstam 1990; Able 1994). However, the ability of introduced artificial magnetic fields to repel birds has not been tested extensively.

Belant et al. (1997) placed magnets with field strength of up to 118 Gauss in nest boxes used by European starlings. This magnetic field was ineffective in deterring starlings from nesting in these boxes. More testing is required before any substantive conclusions can be drawn on the ability of introduced magnetic fields to repel birds. At present, it seems more likely that magnetic fields may disorient but not repel birds.

Recommendation. — Not recommended.

Literature Reviewed.—Alerstam 1990; Able 1994; Belant et al. 1997; Moore 1975; Southern 1974, 1978; Wiltschko et al. 1981.

Microwaves

Description. – Microwaves produce high energy electro-magnetic waves.

Biological Basis. – The electro-magnetic energy associated with microwaves can cause stress, discomfort, and behavioral effects in both birds and mammals (including humans). If the energy is powerful enough, heating and physical damage can occur. The hypothesis is that birds would avoid areas where they were disturbed in this manner.

Literature. – Humans and other mammals can detect microwave energy at average power densities below 1 mW/cm² and at peak power densities below 100 mW/cm² (King et al. 1971; Frey and Messenger 1973). At higher power levels, thermal effects occur. In birds, thermal effects may occur at levels as low as 50 mW/cm² (Byman et al. 1985); in rats thermal effects have been noted at levels as low as 5-10 mW/cm² (Stern et al. 1979). Evidence reviewed by King et al. (1971) indicates that microwave radiation can produce a wide variety of physiological effects in humans, and that microwaves at densities below the “safety limit” of 10 mW/cm² accepted in North America can affect nervous activity. This human safety limit has been controversial, in part because of evidence that significant effects can occur at levels well below 10 mW/cm² (Steneck et al. 1980). In some countries, considerably lower safety limits have been established (Assenheim et al. 1979).

Evidence concerning the effects of microwaves on birds is conflicting, but it is clear that overt effects can be produced if power densities are sufficiently high. Tanner and his collaborators (1965-1969) have shown that intense microwave fields (average power 10-50 mW/cm²) can cause temporary muscular and neurophysiological disturbances in chickens, pigeons, gulls, and budgerigars. Responses to these fields included extension of legs and wings, unsteadiness of gait, and collapse. Of particular relevance to the deterrent potential were the experiments of Tanner et al. (1969) that showed that the feeding behaviour of caged Leghorns could be changed by radiating at an intensity of 40 mW/cm² one of two feeding containers. The chickens chose to feed at the non-irradiated food source. After 12 days of irradiation, the hens did not return to the pre-radiation patterns of feeding until four days after the radiation ceased. Furthermore, they immediately avoided the radiated area when radiation commenced again. These levels of radiation, however, are considerably higher than levels that are safe for humans.

A few studies have reported that radars have caused behavioral changes in flying birds (Poor 1946; Drost 1949; Knorr 1954; Hild 1971; Wagner 1972). However, numerous other investigators using both similar radars (Eastwood and Rider 1964; Gehring 1967; Houghton and Laird 1967; Bruderer 1971; Able 1974, and many others) and higher-powered tracking radars (e.g. Williams et al. 1972; Emlen 1974) have not noticed strange behaviours in the birds that they were tracking, even at close distances.

Short et al. (1996) briefly described a study being developed to investigate the ability of birds to detect modulated radar signals, and the possible use of modulated radar signals to deter birds. The strength of this radar would be at levels below those dangerous to birds or people.

Evaluation. – Available evidence suggests that microwave radiation does not deter birds unless power levels are high enough to pose a potential hazard to humans and perhaps the birds themselves. Microwaves have not been adopted as a practical or safe bird deterrent technique (Hunt 1973; BSCE 1988).

Recommendation. – Not recommended.

Literature Reviewed. – Able 1974; Assenheim et al. 1979; Bruderer 1971; BSCE 1988; Burger 1983; Byman et al. 1985; Drost 1949; Eastwood and Rider 1964; Emlen 1974; Frey and Messenger 1973; Gehring 1967; Hild 1971; Houghton and Laird 1967; Hunt 1973; King et al. 1971; Knorr 1954; Koski and Richardson 1976; Poor 1946; Seubert 1965; Steneck et al. 1980; Stern et al. 1979; Tanner 1965, 1966; Tanner et al. 1967, 1969; Wagner 1972; Williams et al. 1972.

Lasers

Description. – Lasers produce high energy electro-magnetic waves.

Biological Basis. – The electro-magnetic energy associated with lasers can cause stress, discomfort, and behavioral effects in both birds and mammals (including humans). If the energy is powerful enough, heating and physical damage can occur. The hypothesis is that birds would leave areas where they were disturbed in this manner.

Literature. – Lasers have been suggested as a technique for dispersing birds (Lustick 1972, 1973; Lawrence et al. 1975). Although Lustick's experiments suggested that starlings, mallards, and herring gulls were disturbed by either pulsed or continuous laser light, the light had to be directed at sensitive areas on the birds. When aimed at the feathers, birds did not react even though the laser was capable of igniting their feathers.

Seubert (1965) described experiments in which caged gulls were exposed to pulsing lasers. Pulsed light at low powers (1-2 joules) produced some flinching but no distress or alarm calls. Light pulses of 100-200 joules directed at the birds singed feathers and caused bleeding in the bird's eyes. However, the gulls reacted no more to the stronger light than to the 1-2 joule light. A continuous laser was also tested (power not stated) but the gulls looked directly into the beam of intense red light with no appearance of discomfort.

More recently, Mossler (1980) tested whether the beam from a helium-neon laser would deter gulls at a landfill from feeding on highly-attractive food. The gulls showed some limited behavioural reactions to the laser beam, but it did not deter them from feeding.

Evaluation. – Although lasers may in some situations be able to disperse birds, the required power levels would be hazardous to humans. Therefore, lasers are not practical as bird deterrents at airfields.

Recommendation. – Not recommended.

Literature Reviewed. – Burger 1983; Frey and Messenger 1973; Koski and Richardson 1976; Lawrence et al. 1975; Lustick 1972, 1973; Mossler 1980; Seubert 1965.

SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

Bird control products can be categorized by the manner in which they deter or disperse birds — novelty avoidance, startle reaction, predator mimics, warning signals, and killing (Rochard 1996). Many of the least effective products/techniques are based on the presentation of novel stimuli and/or stimuli that startle birds by the suddenness or loudness of their presentation. Birds tend to avoid any novel stimulus, such as the synthetic sounds produced electronically by the Phoenix Wailer, because birds do not know whether this is a threat or not. This has obvious survival value. (Some birds may initially investigate, rather than avoid, a novel stimulus.) Once the stimulus is no longer novel, however (and birds quickly learn what is a threat and what is not), the stimulus has lost its effectiveness on those birds. Similarly, “startle” devices (e.g., gas cannons) lose their effectiveness once they become an expected part of the birds' environment and no longer startle. Although there is a biological basis to these products, any deterrent/dispersal effects are short-lived.

The biological basis behind bird control products/techniques that mimic known threats to birds, such as scarecrows and hawk kites, tends to be stronger and longer-lived. The period of effectiveness is related directly to the realism of the model – in appearance, behaviour, and sound. Birds will quickly habituate to a “Canadian Tire” owl. They will habituate more slowly to a stuffed owl with a crow in its talons that moves and calls. A real owl tethered to a post works even better. Even with the best models, unless the presentation is occasionally supplemented (with killing, for example), birds eventually learn that there is no real threat. Similarly, stimuli that communicate a “warning signal” to the target bird that a predator is nearby (e.g., distress/alarm calls), or has been in the vicinity (e.g., model of dead prey bird), work well. Habituation does not readily occur.

Killing birds in and of itself generally is of immediate or short-term use only. In conjunction with other products/techniques, killing can be a very effective supplementary technique.

Airport bird control has some specific requirements that differ from other bird control situations, such as control in agricultural settings. Ability to control where and when birds are dispersed is important. A potential bird hazard is created rather than removed if birds are flushed across an active runway, for example. The most critical requirement, however, is the need for an airport bird control program to be effective over the long-term. In agricultural situations, deterring birds until a ripening crop is harvested is sufficient. At airports, bird hazards can be present 12 months of the year, and even 24 hours of the day. Given this, habituation to products/techniques by birds becomes a major concern. Birds will habituate more quickly to control devices that have a weak biological basis and little variety of presentation.

We sorted the bird control products and techniques reviewed in this report into three broad categories: (1) Not Recommended, (2) Limited Recommendation, and (3) Highly Recommended. This evaluation was based on the answers to three key questions. (1) Is there a sound biological reason to expect the product/technique to work? (2) How quickly and to what degree do birds habituate to the product/technique? (3) Are cost and practicalities of implementation a consideration?

Not Recommended

Nine products/techniques are **Not Recommended**. The use of High Intensity Sound, Microwaves, and Lasers are not recommended because the energy levels required are dangerous to humans (and birds and other mammals). Very few species of birds have been shown to detect Ultrasound, and those that can have not shown an avoidance reaction. Aircraft Hazing and the use of Smoke are not recommended because they are impractical for use on airfields. Insufficient research has been conducted on the use of Magnets, Lights, Dyes, Aircraft Engine Noise, Infrasound for bird control; however, the research to date does not suggest that these products are strong candidates for airport bird control.

Limited Recommendation

The majority of the bird control products/techniques reviewed here fall into the “okay, but ...” category. They can repel or disperse birds but they are limited in their effectiveness because of habituation, weak biological basis, limited application, and/or implementation problems. These products work best when part of an integrated program, and should not be considered individually as key components of a control program. They may, in some circumstances, be useful tools to have in your bird control “toolbox”.

This **Limited Recommendation** category includes several auditory, visual, and chemical repellents. Birds tend to habituate relatively quickly to Gas Cannons and, we expect, to the similar “Falcon-Imitator” and “Rotating Hunter” units from Agri-SX as well, although there has been little testing of the last two products. The use of remotely-fired gas cannons may extend the period of their pre-habituation usefulness.

The distress/alarm calls of the Phoenix Wailer are likely to be more effective than the ultrasounds and synthetic electronic noises also broadcast by these units. Similarly, the synthetic noises produced by the AV-Alarm have no biological basis beyond novelty and startle avoidance reactions, which are susceptible to quick habituation. Bird Gard AVA and Bird Gard ABC are distress call players that offer small repertoires of distress/alarm calls of a limited number of species.

Most visual deterrents also are susceptible to habituation — Scarecrows, Reflecting Tape, Predator Models, Hawk Kites and Balloons, and Gull Models. Chemical repellents – Tactile, Behavioural, ReJeX-iT, and those for control of earthworms (Benomyl, Tersan, and Terraclor) – can be effective but only for specific limited applications. Other taste aversives besides ReJeX-iT are unproven. Foam, playbacks of Predator Calls, and Lure Areas have potential for bird control in certain situations but have been inadequately tested. Trapping and Surfactants and Water Spray are suitable for limited applications.

Model Aircraft can be successful for bird control but they are very labour intensive and they cannot be used near active runways and taxiways at the airport.

Highly Recommended

The most important aspect of a successful airport bird control is that it must be designed for the specific problems at that airport. It is important to gain an understanding of the numbers and species of birds at the airport and to determine those species and times that create the greatest threat to aircraft safety. The bird control program should then be focussed on the identified high priority species and times.

A handful of products/techniques are **Highly Recommended**. These can be considered core elements of an effective airport bird control program. They provide long-term control, with little habituation if implemented correctly; the active approaches require the frequent involvement of skilled, motivated staff.

Habitat Modification

The best passive technique for long-term bird control at airports is Habitat Modification. This addresses the root cause of bird problems by modifying the habitat at the airport that is attracting birds. Undertake a comprehensive study of bird use of the airport that includes the entire annual cycle of bird presence (i.e., wintering, nesting, and migration). This study should identify the species that create bird hazards and how they use the airfield and other airport and adjacent facilities. Modify the habitat to remove or alter those features that attract the most problematic species. It is important to insure that the new habitat will attract only species that pose a smaller hazard to aircraft safety. This is necessary since it is not possible to make the habitat unsuitable for all species.

The second component of habitat management is to install, where feasible, physical barriers such as Fencing, Netting, and Overhead Wires and Lines to exclude birds from identified critical areas at the airport. Bird Balls could be used to cover ponds. Physical barriers permanently exclude birds from treated areas, but they must be maintained and monitored. The use of perch barriers such as Nixalite, Bird-B-Gone, Avi-Away, and Fine Wires on buildings, signs, and airport light fixtures may also be appropriate.

Active Bird Control

Habitat Modification will have reduced the numbers of problem species attracted to the airport. However, other hazardous species will inevitably still be present. An active control program will be necessary to eliminate these species. Techniques that should be key components of an airport active bird control program are Pyrotechnics, Falconry, Distress and Alarm Calls, and Shooting. These could be supplemented with selected techniques from the previous section (Limited Recommendation). For example, the use of gull models (stuffed specimens) to supplement pyrotechnics can be effective at reinforcing the concept that the pyrotechnics might be dangerous to the bird's health. Falconry use at airports is somewhat controversial. It can be a useful technique if properly implemented. Falconry is not appropriate at all airports.

Conclusion

One theme dominates our analyses of the many techniques for airport bird control. That is, none of the techniques that have been evaluated will work consistently over the long term unless they are applied properly by appropriately trained personnel. This point cannot be overemphasized! There are no single magic solutions for bird control. All successful programs have a biological basis and are operated by well-trained staff. If any significant bird hazard problems exist at an airport, then a full-time staff is likely to be needed.

Operation of a successful airport bird control program requires a major commitment from airport management to insure that adequate funding is in place and that bird control is seen as a high priority activity to insure aircraft safety.

RECOMMENDED FUTURE STUDIES

1. Several bird control products are relatively new on the market, are heavily promoted, and are expensive. Some Canadian airports have purchased and installed these devices, at significant expense in some cases. These products should be subject to independent testing rather than relying on the unproven claims of the manufacturer. While certain of these products have potential for effective bird control, others do not. Yet airport operators are looking at the claims for these products without the benefit of an unbiased review. The most heavily marketed products are — the “Falcon-Imitator” and “Rotating Hunter” units from Agri-SX, the Phoenix Wailer, ReJeX-iT, and Bird Balls™.
2. Habitat modification, with few exceptions, is the basis for effective bird and wildlife control at airports. We recommend that more research be conducted in this area. It is our opinion that there is much to be learned and gained from further investigation and experimentation. Also, sharing of habitat management information among airports would be useful.
3. Finally, we strongly recommend that information regarding the efficacy of bird control products and techniques be passed on to airport operators and wildlife control personnel. Transport Canada continues to have a major role to play in the testing and dissemination of information on bird control techniques. The Bird Strike Committee Canada is another important vehicle for the exchange of bird control information.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the following people for sharing their knowledge and experience with us – Mark Adam (Falcon Environmental Services, Montreal), Dave Ball (Vancouver International Airport), Marcel Barriere (Daishowa Inc., Quebec City), Larry Conrad (Britannia Road Landfill Site, Mississauga, Ontario), John Floyd (U.S.D.A., Wildlife Services, Atlantic City Airport), Shawn Hicks (Halifax International Airport), Steen Klint (Director, Environmental Services Department, County of Simcoe, Ontario), Brian Richmond (Environmental Technologist, Calgary Airport Authority), and R. Sliwinski (U.S.D.A., Wildlife Services, O'Hare International Airport, pers. comm.).

Our sincere thanks especially to Bruce MacKinnon of Transport Canada for initiating this project and for his guidance and support during its preparation.

At LGL Limited, Gary Searing and Mike Demarchi provided insight based on their experience at Vancouver International Airport. Bill Koski and John Richardson provided access to much of the relevant literature.

LITERATURE CITED

- Able, K.P. 1974. Wind, track, heading and the flight orientation of migrating songbirds. p. 331-357
In: S.A. Gauthreaux, Jr. (ed.), A conference on the biological aspects of the bird/aircraft collision problem. Clemson Univ., SC.
- Able, K.P. 1994. Magnetic orientation and magnetoreception in birds. Prog. in Neurobiology 42: 449-473. [As cited in Belant et al. 1997.]
- ACBHA. 1963. National Research Council of Canada. Associate Committee on Bird Hazards to Aircraft. Ottawa, Ont. Bulletin 1. 8 p.
- Agüero, D.A., R.J. Johnson and K.M. Eskridge. 1991. Monofilament lines repel House Sparrows from feeding sites. Wildl. Soc. Bull. 19(4):416-422.
- Aguilera, E., R.L. Knight and J.L. Cummings. 1991. An evaluation of 2 hazing methods for urban Canada Geese. Wildl. Soc. Bull. 19(1):32-35.
- Alerstam, T. 1990. Bird migration. Press Syndicate of the University of Cambridge. 420 pp.
[As cited in Belant et al. 1997.]
- Amling, W. 1980. Exclusion of gulls from reservoirs in Orange County, California. Proc. Vertebr. Pest Conf. 9:29-30.
- Andelt, W.F., T.P. Woolley and S.N. Hopper. 1997. Effectiveness of barriers, pyrotechnics, flashing lights, and Scarey Man® for deterring heron predation on fish. Wildlife Society Bulletin 25(3): 686-694.
- Anderson, J.M. 1986. Merganser predation and its impact on Atlantic Salmon stocks in the Restigouche River system 1982-1985. A report by the Atlantic Salmon Federation, St. Andrews, N.B. 66 p.
- Assenheim, H.M., D.A. Hill, E. Preston and A.B. Cairnie. 1979. The biological effects of radio-frequency and microwave radiation. NRCC 16448. Environ. Secretariat, Nat. Res. Counc. Can., Ottawa, Ont. 244 p.
- Aubin, T. 1991. Why do distress calls evoke interspecific responses? An experimental study applied to some species of birds. Behav. Processes 23(2):103-111.
- Aubin, T. and Brémond, J.C. 1989. Parameters used for recognition of distress calls in two species: Larus argentatus and Sturnus vulgaris. Bioacoustics 2:22-33.
- Avery, M.L. 1992. Evaluation of methyl anthranilate as a bird repellent in fruit crops. Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference: 130-133.
- Avery, M.L., D.G. Decker, J.S. Humphrey and C.C. Laukert. 1996. Mint plant derivatives as blackbird feeding deterrents. Crop Protection 15: .

- BSCE 1988. "The green booklet"/Some measures used in different countries for reduction of bird strike risk around airports, 3rd ed. Aerodrome Working Group, Bird Strike Committee Europe, Helsinki, Finland. 73 p.
- Bahr, J., R. Erwin, J. Green, J. Buckingham and H. Peel. 1992. A laboratory assessment of bird responses to an experimental strobe light deterrent. Rep. from The Delta Environmental Management Group Ltd., and Southwest Research Institute, for Transport Canada.
- Ball, D. 1997. Ruggieri pistol and CAPA anti bird-strike cartridge. Appendix 32. Minutes of the 26th meeting of Bird Strike Committee Canada, 4 June 1997. 8 pp.
- Barlow, C.G. and K Bock. 1984. Predation of fish in farm dams by cormorants, Phalacrocorax spp. *Austr. Wildl. Res.* 11:559-566.
- Bartelt, G.A. 1987. Effects of disturbance and hunting on the behavior of Canada Goose family groups in eastcentral Wisconsin. *J. Wildl. Manage.* 51:517-522.
- Beck, J.R. 1968. Utility of pyrotechnics in bird control. *Proc. Bird Control Seminar* 4:101-103.
- Beg, M.A. 1990. General principles of vertebrate pest management. p. 5-8 In: J.E. Brooks, E. Ahmad, I. Hussain, S. Munir and A. Khan (eds.), A training manual on vertebrate pest management. Pakistan Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan.
- Belant, J.L. and S.K. Ickes. 1996. Overhead wires reduce roof-nesting by ring-billed gulls and herring gulls. *Proceedings of the 17th Vertebrate Pest Conference*: 108-112.
- Belant, J.L. and S.K. Ickes. 1997. Mylar flags as gull deterrents. *Proceedings of the Great Plains Wildlife Damage Control Conference* 13: ...
- Belant, J.L., S.W. Gabrey, R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1995. Methyl anthranilate formulations repel gulls and mallards from water. *Crop Protection* 14(2): 171-175.
- Belant, J.L., T.W. Seamans, L.A. Tyson and S.K. Ickes. 1996. Repellency of methyl anthranilate to pre-exposed and naive Canada geese. *J. Wildlife Management* 60(4): 923-928.
- Belant, J.L., T.W. Seamans, R.A. Dolbeer and P.P. Woronecki. 1997a. Evaluation of methyl anthranilate as a woodpecker repellent. *International Journal of Pest Management* 42: 59-62.
- Belant, J.L., S.K. Ickes, L.A. Tyson and T.W. Seamans. 1997b. Comparison of d-pulegone and mangone as cowbird feeding repellents. *International Journal of Pest Management* 43:
- Belant, J.L., L.A. Tyson, T.W. Seamans and S.K. Ickes. 1997c. Evaluation of lime as an avian feeding repellent. *J. Wildlife Management* 61(3): 917-924.
- Belant, J.L., S.K. Ickes, L.A. Tyson, and T.W. Seamans. 1997d. Comparison of four particulate substances as wildlife feeding repellents. *Crop Protection* 16:
- Belant, J.L., P.P. Woronecki, R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1997e. Ineffectiveness of five commercial deterrents for nesting starlings. *Wildlife Society Bulletin* 25:

- Belton, P. 1976. Effects of interrupted light on birds. Unpublished manuscript. Simon Fraser University, Burnaby, BC. [Cited in Green et al. 1993; Appendix 3 of BSCC Minutes 21]
- Beklova, M., V.E. Jakobi and J. Pikula. 1981. Ecological and technical aspects of bioacoustic flushing. *Folia Zool. (Brno)* 30(4):353-361.
- Beklova, M., I. Pikula and V.E. Yakobi. 1982. Ecological and technical aspects of bioacoustic scaring away the Black-headed Gulls. *Zool. Zhur.* 61(1):96-101.
- Bell, W.B. 1971. Animal responses to sonic booms. *J. Acoust. Soc. Am.* 48:758-765.
- Belton, P. 1976. Effects of interrupted light on birds. Simon Fraser Univ., Burnaby, B.C.
- Beuter, K.J. and R. Weiss. 1986. Properties of the auditory system in birds and the effectiveness of acoustic scaring signals. *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 18(1):60-73. Copenhagen, May 1986.
- Biber, J.P. and A. Meylan. 1984. [Vine nets and protection from birds.] *Schweizer. Z. Obst Weinbau* 120(19):516-522.
- Bliese, J.C.W. 1959. Four years of battle at "blackbird" roosts: a discussion of methods and results at Ames, Iowa. *Iowa Bird Life* 24:30-33.
- Block, B.C. 1966. Williamsport Pennsylvania tries starling control with distress calls. *Pest Control* 34:24-30.
- Blokpoel, H. 1976. Bird hazards to aircraft. Clarke, Irwin and Company Ltd., Toronto. 236 p.
- Blokpoel, H. 1980. Gull problems in Ontario. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario. Information Leaflet. 9 p.
- Blokpoel, H. 1984. Local gull control in Ontario. Canadian Wildlife Service, Ontario. Information Leaflet. 7 p.
- Blokpoel, H. and G.D. Tessier. 1983. Monofilament lines exclude Ring-billed Gulls from traditional nesting areas. p. 15-20 In: *Proc. 9th Bird Control Seminar, Bowling Green, OH.*
- Blokpoel, H. and G.D. Tessier. 1984. Overhead wires and monofilament lines exclude Ring-billed Gulls from public places. *Wildl. Soc. Bull.* 12(1):55-58.
- Blokpoel, H. and G.D. Tessier. 1987. Control of Ring-billed Gull colonies at urban and industrial sites in southern Ontario, Canada. p. 8-17 In: *Proc. 3rd Eastern Wildl. Damage Control Conf., Gulf Shores, AL, Oct. 1987.* .
- Boag, D.A. and V. Lewin. 1980. Effectiveness of three waterfowl deterrents on natural and polluted ponds. *J. Wildl. Manage.* 44(1):145-154.
- Bomford, M. and P.H. O'Brien. 1990. Sonic deterrents in animal damage control: a review of device tests and effectiveness. *Wildl. Soc. Bull.* 18(4):411-422.

- Booth, T.W. 1983. Bird dispersal techniques. Institute of Agriculture and Natural Resources, Univ. Nebraska, Lincoln, NE. 5 p.
- Boudreau, G.W. 1968. Status of bio-sonics in pest bird control. Proc. Bird Control Seminar 4:38-44.
- Boudreau, G.W. 1972. Factors relating to alarm stimuli in bird control. Proc. Vertebr. Pest Conf. 5:121-123.
- Bradley, T.W. 1981. Gull-scaring trials for landfill sites. Surveyor 155(4572):6-7.
- Brémond, J.C. 1980. Prospects for making acoustic super-stimuli. p. 105-114 *In*: E.N. Wright, I.R. Inglis and C.J. Feare (eds.), Bird Problems in Agriculture, the Proceedings of a conference "Understanding Agricultural Problems". Royal Holbway College, Univ. London. BCPC Publishers, Croydon, England.
- Brémond, J.C. and T. Aubin. 1989. Choice and description of a method of sound synthesis adapted to the study of bird calls. Biol. Behav. 14:229-237.
- Brémond, J.C. and T. Aubin. 1990. Responses to distress calls by Black-headed Gulls, Larus ridibundus: the role of non-degraded features. Anim. Behav. 39:503-511.
- Brémond, J.C. and T. Aubin. 1992. The role of amplitude modulation in distress-call recognition by the Black-headed Gull (Larus ridibundus). Ethol. Ecol. Evol. 4(2):187-191.
- Brémond, J.C., P.H. Gramet, T. Brough and E.N. Wright. 1968. A comparison of some broadcasting equipment and recorded distress calls for scaring birds. J. Appl. Ecol. 5:521-529.
- Bridgman, C.J. 1969. Some practical aspects of bio-acoustic bird control. Ibis 111: 444.
- Bridgman, C.J. 1976. Bio-acoustic bird scaring in Britain. Proc. Pan-Afr. Ornithol. Congr. 4:383-387.
- Briot, J.L. 1986. Last French experiments concerning bird-strike hazards reduction (1981-1986). Proc. Bird Strike Comm. Europe 18 (Copenhagen):202-208.
- Briot, J.L. and A. Eudot. 1994. Long range scaring birds cartridge. Proceedings and Working Papers of Bird Strike Committee Europe Meeting 22: 409.
- Brooks, J.E. and I. Hussain. 1990. Chemicals for bird control. p. 193-195 *In*: J.E. Brooks, E. Ahmad, I. Hussain, S. Munir and A. Khan (eds.), A training manual on vertebrate pest management. Pakistan Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan.
- Brough, T. 1965. Field trials with the acoustical scaring apparatus in Britain. Pp. 279-286 *In*: R.G. Busnel and J. Giban (eds.). Le problème des oiseaux sur les aérodromes. Inst. Nat. Rech. Agron., Paris. 346 p.
- Brough, T. 1968. Recent developments in bird scaring on airfields. Pp. 29-38 *In*: R.K. Murton and E.N. Wright (eds.). The problems of birds as pests. Symposia of the Institute of Biology, No. 17. Academic Press, London.

- Brough, T. and G.J. Bridgman. 1980. An evaluation of long grass as a bird deterrent on British airfields. *J. Applied Ecology* 17: 243-253.
- Bruderer, B. 1971. Radarbeobachtungen über den Frühlingszug in Schweizerischen Mittelland. *Ornithol. Beob.* 68:89-158.
- Bruggers, R.L., J.E. Brooks, R.A. Dolbeer, P.P. Woronecki, R.K. Pandit, T. Tarimo and M. Hoque. 1986. Responses of pest birds to reflecting tape in agriculture. *Wildl. Soc. Bull.* 14:161-170.
- Burger, J. 1983. Bird control of airports. *Environ. Conserv.* 10(2):115-124.
- Busnel, R.G. and J. Giban. 1968. Prospective considerations concerning bio-acoustics in relation to bird-scaring techniques. Pp. 17-28 *In*: R.K. Murton and E.N. Wright (eds.). *The problems of birds as pests. Symposia of the Institute of Biology, No. 17.* Academic Press, London.
- Byman, D., F.E. Wasserman, B.A. Schlinger, S.P. Battista and T.H. Kunz. 1985. Thermoregulation of Budgerigars exposed to microwaves (2.45 GHz, CW) during flight. *Physiol. Zool.* 58(1):91-104.
- Caithness, T.A. 1968. Poisoning gulls with alpha-chloralose near a New Zealand airfield. *J. Wildl. Manage.* 32(2):279-286.
- Caithness, T.A. 1970. Research on bird hazards to aircraft in New Zealand. p. 93-99 *In*: Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircr., Kingston, Ont., Sept. 1969. Nat. Res. Council, Ottawa, Ont. 542 p.
- Caldara, J.D. 1970. The birds as a menace to flight safety. p. 115-119 *In*: Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft, Kingston, Ont., Sept. 1969. Nat. Res. Council. Can., Ottawa, Ont...
- Clark, D.O. 1976. An overview of depredating bird damage control in California. *Proc. Bird Control Seminar* 7:21-27.
- Clark, L. 1997. Dermal contact repellents for starlings: foot exposure to natural plant products. *J. Wildlife Management* 61: 1352-1358.
- Cocci, R. 1986. [Damage caused by Hooded Crows on the melon crop.]. *Informatore Agrario* 42(22):71-75. In Italian.
- Coniff, R. 1991. Why catfish farmers want to throttle the crow of the sea. *Smithsonian* 22:44-55.
- Conover, M.R. 1979. Response of birds to raptor models. *Proc. Bird Control Seminar* 8:16-24.
- Conover, M.R. 1982. Modernizing the scarecrow to protect crops from birds. *Front. Plant Sci.* 35(1):7-8.
- Conover, M.R. 1983. Pole-bound hawk-kites failed to protect maturing cornfields from blackbird damage. *Proc. Bird Control Seminar* 9:85-90.
- Conover, M.R. 1984. Comparative effectiveness of Avitrol, exploders and hawk-kites in reducing blackbird damage to corn. *J. Wildl. Manage.* 48(1):109-116.

- Conover, M.R. 1985a. Alleviating nuisance Canada Goose problems through methiocarb-induced aversive conditioning. *J. Wildl. Manage.* 49:631-636.
- Conover, M.R. 1985b. Protecting vegetables from crows using an animated crow-killing owl model. *J. Wildl. Manage.* 49:643-645.
- Conover, M.R. 1989. Can goose damage to grain fields be prevented through methiocarb-induced aversive conditioning? *Wildl. Soc. Bull.* 17(2):172-174.
- Cooke-Smith, R.A.W. 1965. Method of clearing birds from United Kingdom civil aérodromes. Pp. 131-137 *In*: R.G. Busnel and J. Giban (eds.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes.* Inst. Nat. Rech. Agron., Paris. 346 p.
- Crocker, D.R. and S.M. Perry. 1990. Plant chemistry and bird repellents. *Ibis* 132(2):300-308.
- Crocker, J. 1984. How to build a better scarecrow. *New Sci.* 101(1403):10-11.
- Crummett, J.G. 1973. A study of bird repelling techniques for use during oil spills. Rep. for Amer. Petr. Institute, Wash., DC 120p.
- Crummett, J.G. no date. Bird dispersal techniques for use in oil spills. Rep. for Amer. Petr. Institute, Wash., DC 40p.
- Cummings, J.L., C.E. Knittle and J.L. Guarino. 1986. Evaluating a pop-up scarecrow coupled with a propane exploder for reducing blackbird damage to ripening sunflower. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 12:286-291.
- Cummings, J.L., D.L. Otis and J.E. Davis. 1992. Dimethyl and methyl anthranilate and methiocarb deter feeding in captive Canada Geese and Mallards. *J. Wildl. Manage.* 56(2):349-355.
- Cummings, J.L., P.A. Pochop, J.E. Davis, Jr. and H.W. Krupa. 1995. Evaluation of ReJeX-iT AG-36 as a Canada goose grazing repellent. *J. Wildlife Management* 59: 47-50.
- Cummings, J.L., L. Clark, P. A. Pochop and J.E. Davis. 1998. Laboratory evaluation of a methyl anthranilate bead formulation on mallard feeding behavior. *J. Wildlife Management* 62: 581-584.
- Currie, F.A. and L.A. Tee. 1978. Starling roost dispersal. U.K. Forestry Comm. Res. Info. Notes 35. 2 p.
- Dahl, H. 1984. The bird strike situation and its ecological background in the Copenhagen Airport, Kastrup. Pp. 287-290 *In*: Proceedings, Conference and training workshop on wildlife hazards to aircraft. 22-25 May 1984, Charleston, South Carolina. Report DOT/FAA/AAS/84-1, Office of Airport Standards, Federal Aviation Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.
- Davidson, P.E. 1968. The Oystercatcher--a pest of shellfisheries. p. 141-155 *In*: R.K. Murton and E.N. Wright (eds.), *The Problems of Birds as Pests.* (Symp. Inst. Biol; 17) Academic Press, London.
- Davis, P. 1967. Ravens' response to sonic boom. *Brit. Birds* 60:370-371.

- Davis, R.A. and T.J. Davis. 1994. Studies of the numbers and behavior of gulls, and the effectiveness of a gull control program at Tower Landfill, near Denver, Colorado. Report by LGL Ltd., King City, Ontario for BFI of Colorado, Inc., Commerce City, Colorado. 157 p.
- Davis, R.A., T.J. Davis and R.E. Harris. 1995. Evaluation of the taste aversive, ReJeX-iT, for controlling numbers of gulls at the Keele Valley Landfill, a major regional landfill. Report by LGL Ltd., King City, Ontario for Keele Valley Landfill, Metropolitan Toronto Department of Public Works, Maple, Ontario. 7 p.
- de Jong, A.P. 1970. Their airspace or ours/A survey of progress in bird strike prevention. *Shell Aviat. News* 390:2-7.
- Deacon, N. 1996. Airfield bird control – applying the principles. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 319-325.
- DeFusco, R.P. and J.G. Nagy. 1983. Frightening devices for airfield bird control. *Bird Damage Res. Rep.* 274. U.S. Fish Wildl. Serv., Denver Wildl. Res. Center, Colorado State Univ., Fort Collins, CO. 78 p.
- DeHaven, R.W. 1971. Blackbirds and the California rice crop. *Rice J.* 74(8):1-4.
- Dekker, A. and F.F. van der Zee. 1996. Birds and grassland on airports. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 291-305.
- Demarchi M.W. and G.F. Searing. 1997. Experimental control of earthworms with Terraclor® at Vancouver International Airport. Report by LGL Ltd., Sidney, BC for Vancouver International Airport, Richmond, BC. 14 pp.
- Devenport, E.C. 1990. Wild bird control. County program addresses health and nuisance problems. *J. Environ. Health* 53(1):25-27.
- Dolbeer, R.A. and J.L. Bucknall. 1997. Shooting gulls to reduce strikes with aircraft at John F. Kennedy International Airport, 1991-1997 (draft report). Appendix 10. Minutes of the 27th meeting of Bird Strike Committee Canada, 25 November 1997. 7 pp.
- Dolbeer, R.A. and T.W. Seamans. 1997. Do Canada geese prefer tall or short grass? Appendix 11. Minutes of the 27th meeting of Bird Strike Committee Canada, 25 November 1997. 10 pp.
- Dolbeer, R.A., A.R. Sticklely Jr. and P.P. Woronecki. 1979. Starling, *Sturnus vulgaris*, damage to sprouting wheat in Tennessee and Kentucky, U.S.A. *Protection Ecol.* 1(3):159-169.
- Dolbeer, R.A., P.P. Woronecki and R.L. Bruggers. 1986. Reflecting tapes repel blackbirds from millet, sunflowers, and sweet corn. *Wildl. Soc. Bull.* 14:418-425.
- Dolbeer, R.A., P.P. Woronecki, E.C. Cleary and E.B. Butler. 1988. Site evaluation of gull exclusion device at Fresh Kill Landfill, Staten Island, New York. *Bird Damage Res. Rep.*, vol. 411. Denver Wildl. Res. Cent., Ohio Field Station, Sandusky, OH. 10 p.
- Dolbeer, R.A., L. Clark, P.P. Woronecki and T.W. Seamans. 1992. Pen tests of methyl anthranilate as a bird repellent in water. *Proc. East. Wildl. Damage Contr. Conf.* 5:112-116.

- Dolbeer, R.A., J.L. Belant and L Clark. 1993. Methyl anthranilate formulations to repel birds from water at airports and food at landfills. Proceedings of the Great Plains Wildlife Damage Control Conference 11: 42-53.
- Dolbeer, R.A., D.F. Mott and J.L. Belant. 1997. Blackbirds and starlings killed at winter roosts from PA-14 applications, 1974-1992: implications for regional population management. Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Management Conference 7: 77-86.
- Draulans, D. 1987. The effectiveness of attempts to reduce predation by fish-eating birds: a review. Biol. Conserv. 41:219-232.
- Drost, R. 1949. Zugvögel perzipieren Ultrakurzwellen. Vogelwarte 1949(2):57-59.
- Eastwood, E. and G.C. Rider. 1964. The influence of radio waves upon birds. British birds 57:445-458.
- EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission). 1988. Report of the EIFAC Working Party on prevention and control of bird predation in aquaculture and fisheries operations. EIFAC Tech. Pap. 51. 79 p.
- Elgy, D. 1972. Starling roost dispersal in forests. Q. J. Forestry 66(3): 224-229.
- Ellis, D.H., C.H. Ellis and D.P. Mindell. 1991. Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms. Environ. Poll. 74:53-83.
- Emlen, S.T. 1974. Problems in identifying bird species by radar signature analyses: intra-specific variability. p. 509-524 In: S.A. Gauthreaux, Jr. (ed.) A conference on the biological aspects of the bird/aircraft collision problem. Clemson Univ., SC.
- Environmental Assessment Board. 1987a. Application of Quinte Sanitation Services Ltd. for continuation of use of its existing landfill operation in Hastings County. Report by the Ontario Environmental Assessment Board: EP-87-03, Toronto. 79 p.
- Environmental Assessment Board. 1987b. Application by City of North Bay for expansion of an existing landfill site. Report by Ontario Environmental Assessment Board: EP-87-04, Toronto. 40 p.
- Erickson, W.A. and R.E. Marsh. 1992. High frequency sound devices lack efficacy in repelling birds. Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference: 103-104.
- Erickson, W.A., R.E. Marsh and T.P. Salmon. 1990. A review of falconry as a bird-hazing technique. Proc. Vertebr. Pest Conf. 14:314-316.
- Faulkner, C.E. 1963. Bird control at Boston's Logan Airport. Pest Control 31:26-30.
- Fay, R.R. 1988. Hearing in vertebrates: a psychophysics databook. Hill-Fay Associates, Winetka, IL. 621 p.
- Feare, C.J. 1974. Ecological studies of the Rook (Corvus frugilegus L.) in north-east Scotland: damage and its control. J. Appl. Ecol. 11:899-914.

- Fellows, D.P. and P.W.C. Paton. 1988. Behavioral response of Cattle Egrets to population control measures in Hawaii. Proc. Vertebr. Pest Conf. 13:315-318.
- Fitzwater, W.D. 1978. Getting physical with birds. p. 31-44 In: F.J. Baur and W.B. Jackson (eds.), Bird Control in Food Plants - its a Flying Shame! The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Fitzwater, W.D. 1988. Solutions to urban bird problems. Proc. Vertebr. Pest Conf. 13:254-259.
- Forsythe, D.M. and T.W. Austin. 1984. Effectiveness of an overhead wire barrier system in reducing gull use at the BFI Jedburg sanitary landfill, Berkeley and Dorchester Counties South Carolina. p. 253-263 In: Proc. Wildl. Hazards to Aircr. Conf. & Train. Workshop, Charleston, SC, May 1984. DOT/FAA/AAS/84-1. Fed. Aviat. Admin., Washington, DC. 379 p.
- Frey, A.H. and R. Messenger, Jr. 1973. Human perception of illumination with pulsed ultrahigh-frequency electromagnetic energy. Sci. 181:356-358.
- Frings, H. 1964. Sound in vertebrate pest control. Proc. Vertebr. Pest Conf. 2:50-56.
- Frings, H. and M. Frings. 1967. Behavioral manipulation (visual, mechanical, and acoustical). Pages 387-454 in W.W. Kilgor and R.L. Douth (eds), Pest Control: biological, physical and selected chemical methods. Academic Press, New York, NY.
- Frings, H. and J. Jumber. 1954. Preliminary studies on the use of a specific sound to repel starlings (Sturnus vulgaris) from objectionable roosts. Science 119:318-319.
- Frings, H., M. Frings, B. Cox and L. Peissner. 1955. Recorded calls of Herring Gulls (Larus argentatus) as repellents and attractants. Science 121:340-341.
- Frings, H., M. Frings, J. Jumber, R. Busnel, J. Giban and P. Gramet. 1958. Reactions of American and French species of Corvus and Larus to recorded communication signals tested reciprocally. Ecology 39(1):126-131.
- Fuller, J.L., C. Easler and M.E. Smith. 1950. Inheritance of audiogenic seizure susceptibility in the mouse. Genetics 35:622-632.
- Galbraith, C. 1992. Mussel farms: Their management alongside Eider ducks. Scottish Natural Heritage, Edinburgh, Scotland. 22 p.
- Garber, S.D. 1996. Vegetation management successfully reduces on-airport bird attractants at John F. Kennedy International Airport. Appendix 9. Minutes of the 24th Meeting of Bird Strike Committee Canada, 10-11 April 1996. 28 pp.
- Gauthreaux, S.A., Jr. 1988. The behavioral responses of migrating birds to aircraft strobe lights: attraction or repulsion? Dep. Biol. Sciences, Clemson Univ., Clemson, SC.
- Gehring, W. 1967. Radarbeobachtungen über den Vogelzug am Col de Bretolet in den Walliser Alpen. Ornithol. Beob. 64:133-145.

- Geist, V. 1975. Harassment of large mammals and birds. Rep. from Univ. Calgary, Alb., for the Berger Commission. 62 p.
- Glahn, J.F., A.R. Stickley Jr., J.F. Heisterberg and D.F. Mott. 1991. Impact of roost control on local urban and agricultural blackbird problems. *Wildl. Soc. Bull.* 19(4):511-522.
- Green, J., J. Bahr, R. Erwin, J. Buckingham and H Peel. 1993. Reduction of bird hazards to aircraft: research and development of strobe light technology as a bird deterrent. Report by The Delta Environmental Management Group Ltd, Vancouver and The Southwest Research Institute, San Antonio, Texas for Transportation Development Centre, Transport Canada, Montreal. 90 p. + appendices.
- Green, V.E., Jr. 1973. Birds injurious to the world rice crop. Species damage and control. 1.- Part 2, western hemisphere. *Riso* 22(1):59-68.
- Griffiths, R.E. 1988. Efficacy testing of an ultrasonic bird repeller. *Am. Soc. Test. Materials ASTM Spec. Tech. Publ.* 974:56-63.
- Grun, G. 1978. Verfahren zur Abwehr von Staren im Kirsch- und Weinbau. [Management of scarers for starlings in cherry orchards and vineyards.]. *Nachricht. Pflanzenschutz DDR* 32(8):165-168. In German.
- Grun, G. and E. Mattner. 1978. [Possibilities of scaring birds away from cherry orchards]. *Gartenbau* 25(2):54-56. In German.
- Gunn, W.W.H. 1973. Experimental research on the use of sound to disperse Dunlin sandpipers at Vancouver International Airport. Rep. from LGL Ltd., Edmonton, Alb. for Assoc. Comm. on Bird Hazards to Aircraft, Nat. Res. Council, Ottawa, Ont. 8 p.
- Hahn, E. 1996. Falconry and bird control of a military airfield and a waste disposal site. *Proc. BSCE* 23, May 1996.
- Hamershock, D.M. 1992. Ultrasonics as a method of bird control. Report No. WL-TR-92-3033. Flight Dynamics Directorate, Wright Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio. 49 p.
- Handegard, L.L. 1988. Using aircraft for controlling blackbird/sunflower depredations. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:293-294.
- Hardenberg, J.D.F. 1965. Clearance of birds on airfields. Pp. 121-126 *In*: R.G. Busnel and J. Giban (eds.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes.* Inst. Nat. Rech. Agron., Paris. 346 p.
- Hardman, J.A. 1974. Bird damage to sugar beet. *Ann. Appl. Biol.* 76: 337-341.
- Harke, D. 1968. Wetting agents and their role in blackbird damage control. *Proc. Bird Control Seminar* 4:104-108.
- Harris, H.A.G. 1980. The blackbird problem in southern Manitoba. p. 45-47 In: Technical and scientific papers presented at 1980 Manitoba Agronomists' Annual Conference, Winnipeg, Manitoba. Manitoba Univ.

- Harrison, M.J. 1986. Municipality of Anchorage sanitary landfill bird hazard analysis and mitigation. Report by Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C. 24 p.
- Heighway, D.G. 1970. Falconry in the Royal Navy. P. 187-194 *In*: M.S. Kuhring (ed.). Proc. World Conf. on Bird Hazards. Nat. Research Council Canada, Ottawa. 542 p.
- Heinrich, J.W. and S.R. Craven. 1990. Evaluation of three damage abatement techniques for Canada Geese. *Wildl. Soc. Bull.* 18(4):405-410.
- Hild, J. 1971. Beeinflussung des Kranichzuges durch elektromagnetische Strahlung? *Wetter und Leben* 23:45-52.
- Hild, J. 1984. Falconry as a bird deterrent on airports. *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 17 (Rome):229-230.
- Holthuijzen, A.M.A., W.G. Eastland, A.R. Ansell, M.N. Kochert, R.D. Williams and L.S. Young. 1990. Effects of blasting on behavior and productivity of nesting Prairie Falcons. *Wildl. Soc. Bull.* 18(3):270-281.
- Hooper, T.D., K. Vermeer and I. Szabo. 1987. Oil pollution of birds: an annotated bibliography. *Can. Wildl. Serv. Tech. Rep. Ser.* 34. 180 p. Pacific and Yukon Region, British Columbia.
- Hothem, R.L. and R.W. DeHaven. 1982. Raptor-mimicking kites for reducing bird damage to wine grapes. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 10:171-178.
- Hothem, R.L., R.W. Dehaven and T.J. McAuley. 1981. Effectiveness of a raptor-kite balloon device for reducing damage to ripening wine grapes. *Rep. from Denver Wildl. Res. Center, Bird Damage Rep. No.* 190. 15 p.
- Houghton, E.W. and A.G. Laird. 1967. A preliminary investigation into the use of radar as a deterrent of bird strikes on aircraft. *RRE Memo.* 2353. Royal Radar Establ., Malvern, Worcs., UK. 9 p.
- Hounsell, R.G. 1992. An effectiveness evaluation of the Phoenix Wailer. [Telephone survey of Phoenix Wailer users in Nova Scotia and New Brunswick.] Appendix 12. Minutes of the 18th Meeting of Bird Strike Committee Canada, 17-18 May 1993, Toronto. 9 p.
- Hounsell, R.G. 1994. The Phoenix Wailer as a bird deterrent at airports. Results of tests conducted at Yarmouth Airport in 1993. Appendix 20, Minutes of the 21st Meeting of Bird Strike Committee Canada, 29-30 November 1994, Ottawa.
- Hounsell, R.G. 1995. Results of bird inventories and Phoenix Wailer testing at Moncton Airport during June, July and August, 1994. Appendix 17. Minutes of the 22nd Meeting of Bird Strike Committee Canada, 16-17 May 1995, Calgary, Alberta.
- Howard, J. 1992. Birds of a feather flock at the Miramar landfill. *World Wastes* 35(5):32.
- Hughes, W.M. 1967. Birds trapped on Vancouver International Airport banded and released January 1964--May 15, 1967. *Nat. Res. Counc. Can. Assoc. Comm. Bird Hazards to Aircr. Field Note* 47.

- Hunt, F.R. 1973. The practical aspects of microwave radiation on birds. Nat. Res. Coun. Can. Assoc. Comm. Bird Hazards to Aircr. Field Note 64. 9 p.
- Hupf, T.H. and J.K. Floyd. 1995. Federal Aviation Administration Technical Center 1995 managed grass and shrub mowing plan. [Presentation at Bird Strike Committee USA meeting, August 1995].
- Hussain, I. 1990. Trapping, netting and scaring techniques for bird control. p. 187-191 In: J.E. Brooks, E. Ahmad, I. Hussain, S. Munir and A. Khan (eds.), A training manual on vertebrate pest management. Pakistan Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan.
- Inglis, I.R. 1980. Visual bird scarers: an ethological approach. p. 121-143 In: E.N. Wright, I.R. Inglis and C.J. Feare (eds.), Bird problems in agriculture. BCPC Publ., London, U.K.
- Inglis, I.R., M.R. Fletcher, C.J. Feare, P.W. Greig-Smith and S. Land. 1982. The incidence of distress calling among British birds. *Ibis* 124(3):351-355.
- Jarman, P. 1993. A manual of airfield bird control. Published by Birdcheck, Bedford, UK. 147 p.
- Jarvis, M.J.F. 1985. Problem birds in vineyards. *Deciduous Fruit Grower* 35(4):132-136.
- Keidar, H., S. Moran and J. Wolf. 1975. Playback of distress calls as a means of preventing losses to agriculture by birds. I. Playback experiment with larks (1970-1974). Rep. for Israeli Ministry of Agriculture. 24 p.
- Kenward, R.E. 1978. The influence of human and Goshawk (Accipiter gentilis) activity on Wood Pigeons (Columba palumbus) at Brassica feeding sites. *Ann. Appl. Biol.* 89:277-286.
- Kessler, K.K., Johnson, R.J. and Eskridge, K.M. 1991. Lines to selectively repel House Sparrows from backyard feeders. *Proc. Great Plains Wildl Damage Conf.* 10:79-80.
- Kevan, S.D. 1992. A review of methods to reduce bird predation on land-based fish farms. Rep. for Can. Wildl. Ser., Nepean, Ont. from Aquaculture Extension Centre, Univ. Guelph, Guelph, Ont. 23 p.
- King, N.W., D.R. Justesen and R.L. Clarke. 1971. Behavioral sensitivity to microwave irradiation. *Science* 172:398-401.
- Knight, J.E. 1988. Preventing bird depredations using monofilament line. *Coop. Ext. Guide*, vol. L-206. New Mexico State Univ., Las Cruces, NM. 2 p.
- Knittle, C.E., J.L. Cummings, G.M. Linz and J.F. Besser. 1988. An evaluation of modified 4-aminopyridine baits for protecting sunflower from blackbird damage. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:248-253.
- Knorr, O.A. 1954. The effect of radar on birds. *Wilson Bull.* 66:264.
- Koski, W.R. and W.J. Richardson. 1976. Review of waterbird deterrent and dispersal systems for oil spills. Rep. from LGL Ltd. Toronto, Ont. for Petrol. Assoc. Conserv. Can. Environ., PACE Rep. No. 76-6, Ottawa. 122 p.

- Koski, W.R., S.D. Kevan and W.J. Richardson. 1993. Bird dispersal and deterrent techniques for oil spills in the Beaufort Sea. Environmental Studies Research Funds Report No. 126. Calgary. 122 pp.
- Kreithen, M.L. and D.B. Quine. 1979. Infrasound detection by the homing pigeon: a behavioral audiogram. *J. Comp. Physiol. A* 129(1):1-4.
- Kress, S.W. 1983. The use of decoys, sound recordings, and gull control for re-establishing a tern colony in Maine. *Colonial Waterbirds* 6:185-196.
- Kryter, K.D. 1985. The effects of noise on man, 2nd ed. Academic Press, Orlando, FL. 688 p.
- Krzysik, A.J. 1987. A review of bird pests and their management. U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory. Tech. Rep. REMR-EM-1. 114 p.
- Lagler, K.F. 1939. The control of fish predators at hatcheries and rearing stations. *J. Wildl. Manage.* 3(3):169-179.
- Langowski, D.J., H.M. Wight and J.N. Jacobson. 1969. Responses of instrumentally conditioned starlings to aversive acoustic stimuli. *J. Wildl. Manage.* 33(3):669-677.
- Larose, M. 1996. Earthworm control at 8 Wing Trenton, Ontario, Canada. International Bird Strike Committee Proceedings and Papers 23: 307-310.
- Laty, M. 1976. Startling of birds by light: experimental measures, current research. *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 11 (London).
- Lawrence, J.H., Jr., A.B. Bauer, C.A. Childers, M.J. Coker, R.K. Eng, R. Kerker, G.E. Mas, J.M. Naish, J.G. Potter, G.F. Rhodes, J.C. Thomsen, F.P. Wang and J.L. Warnix. 1975. Bird strike alleviation techniques/Vol. 1--Technical discussion. AFFDL-TR-75-2, vol. 1. Rep. from McDonnell Douglas Corp., Long Beach, CA, for U.S. Air Force Flight Dynamics Lab., Wright-Patterson AFB, OH. 241 p.
- Lefebvre, P.W. and D.F. Mott. 1983. Bird hazards at airports: management of nesting, roosting, perching and feeding birds. Rep. from Denver Wildl. Res. Cent. U.S. Fish Wildl. Serv., Denver, CO, for Fed. Aviat. Admin.
- LGL Limited. 1987. Handbook of wildlife control devices and chemicals. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont. for Transport Canada, Ottawa, Ont. 102 p.
- Lipcius, R.N., C.A. Coyne, B.A. Fairbanks, D.H. Hammond, P.J. Mohan, D.J. Nixon, J.J. Staskiewicz and F.H. Heppner. 1980. Avoidance response of Mallards to colored and black water. *J. Wildl. Manage.* 44(2):511-518.
- Littauer, G. 1990a. Avian predators. Frightening techniques for reducing bird damage at aquaculture facilities. Southern Regional Aquaculture Center, Publ. No. 401. 4 p.
- Littauer, G.A. 1990b. Control of bird predation at aquaculture facilities. Strategies and cost estimates. Southern Regional Aquaculture Center, Publ. No. 402. 4 p.

- Lucid, V.J. and R.S. Slack. 1980. Handbook on bird management and control. Rep. from Terrestrial Environmental Specialists, Inc., N.Y. for U.S. Air Force, Tyndall AFB, FL. Nat. Tech. Inform. Serv. Rep. No. AD-A089-009, Springfield, VA. 185 p.
- Lund, M. 1984. Ultrasound disputed. *Pest Control* 52(12):16.
- Lustick, S.I. 1972. Physical techniques for controlling birds to reduce aircraft strike hazards (effects of laser light on bird behavior and physiology). Air Force Weapons Laboratory, Kirtland Air Force Base. New Mexico. Tech. Rep. No. AFWL-TR-72-159. 46 p.
- Lustick, S.I. 1973. The effect of intense light on bird behavior and physiology. *Proc. Bird Control Seminar* 6:171-186.
- Lustick, S.I. 1976. Wetting as a means of bird control. *Proc. Bird Control Seminar* 7:41-47.
- Maier, E.J. 1992. Spectral sensitivities including the ultraviolet of the passeriform bird Leiothrix lutea. *J. Comp. Physiol. A* 170:709-714.
- Martin, G.R. 1985. Eye. p. 311-373 In: A.S. King and J. McLelland (eds.) *Form and function in birds*, Volume 3. Academic Press, Toronto, Ont.
- Martin, L.R. 1980. The birds are going, the birds are going. *Poll. Engin.* 1980:39-41.
- Martin, L.R. and P.C. Martin. 1984. Research indicates propane cannons can move birds. *Pest Control* 52(10):52.
- Mason, J.E. 1980. Airport bird control: a contractor's experiences. Paper 7 *In*: *Proc. 1st Meeting North Am. Birdstrike Prevention Workshop, September 1980, Ottawa.* 5 p.
- Mason, J.E. 1988. Sanitary landfill assessment. Report by J.E. Red Mason Co., for Transport Canada, Lester B. Pearson International Airport, Mississauga. 13 p. + map.
- Mason, J.R. 1990. Evaluation of d-pulegone as an avian repellent. *J. Wildlife Management* 54: 130-135. [Cited in Belant et al. 1997.]
- Mason, J.R. and T. Primus. 1996. Response of European starlings to menthone derivatives: evidence for stereochemical differences in repellency. *Crop Protection* 15: 723-726. [Cited in Belant et al. 1997.]
- Mason, J.R., G. Preti and R.A. Dolbeer. 1989. Naturally occurring odiferous animal repellent. U.S. Patent Office Application Number 351841. 7 pp. [Cited in Belant et al. 1997.]
- Mason, J.R., L. Clark and P.S. Shah. 1991. Ortho-aminoacetophenone repellency to birds: similarities to methyl anthranilate. *J. Wildl. Manage.* 55(2):234-340.
- Mastrota, F.N. and J.A. Mench. 1995. Evaluation of taste repellents with northern bobwhites for deterring ingestion of granular pesticides. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14: 631-638. [Cited in Belant et al. 1997.]
- Mattingly, A. 1976. Reducing the bird-strike hazard. *Airport Forum* 4:13-28.

- McAtee, W.L. and S.E. Piper. 1936. Excluding birds from reservoirs and fishponds. U.S. Dept. Agric. Leaflet, vol. 120. . 6 p.
- McLaren, M.A., R.E. Harris and W.J. Richardson. 1984. Effectiveness of an overhead wire barrier in deterring gulls from feeding at a sanitary landfill. p. 241-251 In: Proc. Wildl. Haz. to Aircraft Conf. and Training Workshop. Charleston, SC. 379 p.
- Meyer, D.B. 1986. The avian eye. p. 38-48 In: P.D. Sturkie (ed.) Avian Physiology. Springer Verlag, New York.
- Meyer, J. 1981. Room for birds and fish. RSPB's survey of heron damage. Fish Farmer 4:23-26.
- Mikx, F.H.M. 1970. Goshawks at Leeuwarden Airbase. P. 203-205 *in* M.S. Kuhring (ed.). Proc. World Conf. on Bird Hazards. Nat. Research Council Canada, Ottawa. 542 p.
- Miller, G.W. and R.A. Davis. 1990a. Independent monitoring of the 1990 gull control program at Britannia sanitary landfill site. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont., for Regional Municipality of Peel, Mississauga, Ont. 16 p.
- Miller, G.W. and R.A. Davis. 1990b. Monitoring of a gull control program at Britannia Sanitary Landfill Site: autumn 1989. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont., for Regional Municipality of Peel, Mississauga, Ont. 26 p.
- Moerbeek, D.J., W.H. van Dobbin, E.R. Osieck, G.C. Boere and C.M. Bungenberg de Jong. 1987. Cormorant damage prevention at a fish farm in the Netherlands. Biol. Conserv. 39(1):23-38.
- Moore, F.R. 1975. Influence of solar and geomagnetic stimuli on the migratory orientation of herring gull chicks. Auk 92: 655-664. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Morgan, P.A. and P.E. Howse. 1974. Conditioning of Jackdaws (Corvus monedula) to normal and modified distress calls. Anim. Behav. 22:688-694.
- Mossler, K. 1979. Laser and symbolic light on birds in order to prevent bird/aircraft collisions. Thesis work at The Royal Institute of Technology, Institute of Physics II. Stockholm, Sweden. 39 p.
- Mossler, K. 1980. Laser and symbolic light on birds in order to prevent bird/aircraft collisions. Proc. Bird Strike Commit. Europe 14(The Hague). WP17. 58 p.
- Mott, D.F. 1978. Control of wading bird predation at fish-rearing facilities. p. 131-132 In: A. Sprunt IV, J.C. Ogden and S. Winckler (eds.), Wading Birds. National Audubon Society, New York, NY.
- Mott, D.F. 1980. Dispersing blackbirds and Starlings from objectionable roost sites. Proc. Vertebr. Pest Conf. 9:38-42.
- Mott, D.F. and S.K. Timbrook. 1988. Alleviating nuisance Canada Geese problems with acoustical stimuli. Proc. Vertebr. Pest Conf. 13:301-305.
- Naef-Daenzer, L. 1983. Scaring of Carrion Crows (Corvus corone corone) by species-specific distress calls and suspended bodies of dead crows. Proc. Bird Control Seminar 9:91-95.

- Naggiar, M. 1974. Man vs. birds. *Florida Wildl.* 27:2-5.
- Nakamura, K. 1997. Estimation of effective area of bird scarers. *J. Wildlife Management* 61: 925-934.
- NCC (Nature Conservancy Council). 1989. Fishfarming and the safeguard of the natural marine environment of Scotland. Nature Conservancy Council, Edinburgh, Scotland. 136 p.
- Nelson, J.W. 1970. Bird control in cultivated blueberries. *Proc. Bird Control Seminar* 5:98-100.
- Nelson, P. 1990a. Serious pests need serious treatment. *Orchardist of New Zealand* 63(10):25-27.
- Nelson, P. 1990b. Birds - trap, deter or destroy them. *Orchardist of New Zealand* 63(11):31-33.
- Nomsen, D.E. 1989. Preventing waterfowl crop damage. *In*: C. Knittle and R.D. Parker (eds), *Waterfowl, Ripening Grain Damage and Control Methods*. U.S. Fish Wildl. Serv., Washington, DC.
- Norriss, D.W. and H.J. Wilson. 1988. Disturbance and flock size changes in Greenland White-fronted Geese wintering in Ireland. *Wildfowl* 39:63-70.
- Ostergaard, D.E. 1981. Use of monofilament fishing line as a gull control. *Prog. Fish Cult.* 43:134.
- Parsons, J.L., E.H.J. Hiscock and P.W. Hicklin. 1990. Reduction of losses of cultured mussels to sea ducks. ERDA Rep. No. 17. N.S. Dep. Fish., Industrial Dev. Div., Halifax, N.S. 69 p.
- Patton, S.R. 1988. Abundance of gulls at Tampa Bay landfills. *Wilson Bulletin* 100: 431-442.
- Payson, R.P. and J.D. Vance. 1984. A bird strike handbook for base-level managers. M.S. thesis, AFIT/GLM/LSM/84S-52. Air Force Inst. Technol., Wright-Patterson AFB, OH. 208 p. NTIS AD-A147 928.
- Pearson, E.W., P.R. Skon and G.W. Corner. 1967. Dispersal of urban roosts with records of Starling distress calls. *J. Wildl. Manage.* 31(3):502-506.
- Pearson, R. 1972. *The avian brain*. Academic Press, London.
- Pochop, P.A., R.J. Johnson, D.A. Agüero and K.M. Eskridge. 1990. The status of lines in bird damage control--a review. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 14:317-324.
- Poor, H.H. 1946. Birds and radar. *Auk* 63(1):63.
- Porter, R.E. 1995. An evaluation of three food flavouring compounds as bird repellents. Abstract. Symposium: Repellents in wildlife management. 8-10 August 1995, Denver, Colorado.
- Potter, C. 1996. Birds and bird control at two Ontario airports (Ottawa and North Bay Airport). Appendix 9. Minutes of the 25th Meeting of Bird Strike Committee Canada, 6-7 November 1996. 16 pp.
- Potvin, N., J.-M. Bergeron and J. Genest. 1978. Comparison de méthodes de répression d'oiseaux s'attaquant au maïs fourrager. *Can. J. Zool.* 56:40-47.

- Radford, A.P. 1987. Reaction of Blackcap to sudden noise. *Brit. Birds* 80(5):249.
- Randall, R. 1975. Deathtraps for birds. *Defenders Wildl.* 50:35-38.
- Reed, J.R. 1987. Scotopic and photopic spectral sensitivities of boobies. *Ethology* 76:33-55.
- Richey, R.A. 1964. Frequency of waterfowl use on dye-colored ponds. Unpubl. manuscript. Univ. Alaska. 16 p.
- Risley, C.J. 1983. Bird observations and bird control measures at a sanitary landfill site near C.F.B. Trenton, Ontario. Report for Canadian Wildlife Service and Transport Canada, Ottawa. 46 p.
- Risley, C. and H. Blokpoel. 1984. Evaluation of effectiveness of bird-scaring operations at a sanitary landfill site near CFB Trenton, Ontario, Canada. p. 265-273 In: Proc. Wildl. Hazards to Aircr. Conf. & Train. Workshop, Charleston, SC, May 1984. DOT/FAA/AAS/84-1. Fed. Aviat. Admin., Washington, DC. 379 p.
- Rochard, B. 1996. Airfield bird control – setting the standards. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 311-318.
- Rogers, J.G., Jr. 1978. Some characteristics of conditioned aversion in Red-winged Blackbirds. *Auk* 95(2):362-369.
- Rohwer, S., S.D. Fretwell and C.R. Tuckfield. 1976. Distress screams as a measure of kinship in birds. *Am. Midl. Nat.* 96(2):418-430.
- Salmon, T.P. and F.S. Conte. 1981. Control of bird damage at aquaculture facilities. *U.S. Fish Wildl. Serv., Wildl. Manage. Leaflet* 475. 11 p.
- Salmon, T.P., F.S. Conte and W.P. Gorenzel. 1986. Bird damage at aquaculture facilities. *Inst. Agric. Nat. Resour., Univ. Nebraska, Lincoln, NE.* 9 p.
- Salter, R.E. 1979. Dyes and coloured objects: an evaluation of their use in deterring birds from entering oil-infested leads and polynyas in the Beaufort Sea. Rep. from LGL Ltd., Edmonton, Alb., for Canadian Marine Drilling Ltd., Calgary, Alb. 51 p.
- Saul, E.K. 1967. Birds and aircraft: a problem at Auckland's new international airport. *J. Roy. Aeronaut. Soc.* 71(677):366-376.
- Schmidt, R.H. and R.J. Johnson. 1983. Bird dispersal recordings: an overview. p. 43-65 In: D.E. Kaukeinen (ed.), *Vertebrate Pest Control and Management Materials: Fourth Symposium.* American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Seaman, E.A. 1970. U.S. Air Force problems in bird/aircraft strikes. Pp. 87-90 *in* M.S. Kuhring (ed.). *Proc. World Conf. on Bird Hazards.* Nat. Research Council Canada, Ottawa. 542 p.
- Seubert, J.L. 1965. Biological studies of the problems of bird hazard to aircraft. *U.S. Dep. Inter., Bur. of Sport Fish. and Wildl., Div. of Wildl. Res., Washington, DC.* 27 p.
- Shake, B. 1968. Orchard bird control with decoy traps. *Proc. Bird Control Seminar* 4:115-118.

- Sharp, P.L. 1978. Preliminary tests of bird-scare devices on the Beaufort Sea coast. Rep. from LGL Ltd., Edmonton, Alb., for Canadian Marine Drilling Ltd., Calgary, Alb. 54 p.
- Short, J.J., M.E. Kelley and J. McKeeman. 1996. Recent research into reducing birdstrike hazards. International Bird Strike Committee Proceedings and Papers 23: 381-407.
- Sinclair, R.G. and K.N. Campbell. 1995. Cage trials on the repellency of methyl anthranilate to four species of pest birds in Australia. Abstract. Symposium: Repellents in wildlife management. 8-10 August 1995, Denver, Colorado.
- Skira, I.J. and J.E. Wapstra. 1990. Control of Silver Gulls in Tasmania. *Corella* 14(4):124-129.
- Slater, P.J.B. 1980. Bird behaviour and scaring by sounds. p. 115-120 In: E.N. Wright, I.R. Inglis and C.J. Feare (eds.), *Bird Problems in Agriculture, the Proceedings of a conference "Understanding Agricultural Problems"*. Royal Holbway College, Univ. London. BCPC Publishers, Croydon, England.
- Smith, M. 1986. From a strike to a kill. *New Sci.* 110 (1510):44-47.
- Smith, R.N. 1970. The use of detergent spraying in bird control. *Proc. Bird Control Seminar* 5:138-140.
- Solman, V.E.F. 1976. Aircraft and birds. *Proc. Bird Control Seminar* 7:83-88.
- Solman, V.E.F. 1981. Birds and aviation. *Environ. Conserv.* 8:45-52.
- Southern, W.E. 1974. The effects of superimposed magnetic fields on gull orientation. *Wilson Bulletin* 86: 256-271. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Southern, W.E. 1978. Orientation responses of ring-billed gull chicks: a re-evaluation. Pp. 311-317 *In*: K. Schmidt-Koenig and W.T. Keeton (eds.) *Animal migration, navigation, and homing*. Springer-Verlag, New York. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Southern, W.E. and L.K. Southern. 1984. Successful control of gulls and other birds at a sanitary landfill. p. 231-240 In: *Proc. Wildl. Haz. to Aircraft Conf. and Training Workshop*. Charleston, SC. 379 p.
- Spanier, E. 1980. The use of distress calls to repel Night Herons (*Nycticorax nycticorax*) from fish ponds. *J. Appl. Ecol.* 17(2):287-294.
- Spear, P.J. 1966. Bird control methods and devices--comments of the National Pest Control Association. *Proc. Bird Control Sem.* 3:134-143.
- Steinegger, D.H., D.A. Agüero, R.J. Johnson and K.M. Eskridge. 1991. Monofilament lines fail to protect grapes from bird damage. *HortScience* 26(7):924.
- Steneck, N.H., H.J. Cook, A.J. Vander and G.L. Kane. 1980. The origins of U.S. safety standards for microwave radiation. *Science* 208:1230-1237.
- Stephen, W.J.D. 1960. Cooperative waterfowl depredation investigation 1960. *Can. Wildl. Serv. Rep.* 14-60. Edmonton, Alb. 14 p.

- Stephen, W.J.D. 1961. Experimental use of acetylene exploders to control duck damage. *Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.* 26:98-111.
- Stern, S., L. Margolin, B. Weiss, S. Lu and S.M. Michaelson. 1979. Microwaves: effect on thermoregulatory behavior in rats. *Science* 206:1198-1201.
- Stickley, A.R. and K.J. Andrews. 1989. Survey of Mississippi catfish farmers on means, effort, and costs to repel fish-eating birds from ponds. p. 105-108 In: *Proc. 4th Eastern Wildlife Damage Control Conf.*, Madison, WI.
- Stickley, A.R., D.F. Mott and J.O. King. 1995. Short-term effects of an inflatable effigy on cormorants at catfish farms. *Wildlife Society Bulletin* 23: 73-77.
[Cited in Andelt et al. 1997.]
- Stout, J.F. and E.R. Schwab. 1979. Behavioral control of seagulls at Langley Air Force Base. *Proceedings of the 8th Bird Control Seminar*: 96-100. Bowling Green University, Bowling Green, Ohio.
- Stout, J.F., J.L. Hayward, Jr. and W.H. Gillett. 1974. Aggregations of gulls (*Laridae*) on aérodromes and behavioral techniques for dispersal. Pp. 125-148 *In*: S.A. Gauthreaux, Jr. (ed.). *Proc. conf. biological aspects of the bird/aircraft collision problem*. Clemson University, South Carolina. 535 p.
- Sugden, L.G. 1976. Waterfowl damage to Canadian grain: current problem and research needs. *Can. Wildl. Serv. Occas. Pap.* 24. 24 p.
- Summers, R.W. and G. Hillman. 1990. Scaring Brent Geese (*Branta bernicla*) from fields of winter wheat with tape. *Crop Protection* 9(6):459-462.
- Sweeney, J. and M.A. McLaren. 1987. Bird control management plan: Anchorage Regional Landfill. Report by Solid Waste Services Dept., Anchorage and LGL Ltd., King City, Ontario for Municipality of Anchorage. 38 p.
- Tanner, J.A. 1965. The effects of microwave radiation on birds. Some observations and experiments. *Nat. Res. Counc. Can. Assoc. Comm. on Bird Hazards to Aircraft*. Ottawa, Ont. Field Note 31.
- Tanner, J.A. 1966. Effect of microwave radiation on birds. *Nature* 210:636.
- Tanner, J.A., C. Romero-Sierra and S.J. Davie. 1967. Non-thermal effects of microwave radiation on birds. *Nature* 216:1139.
- Tanner, J.A., S.J. Davie, C. Romero-Sierra and F. Villa. 1969. Microwaves - A potential solution to the bird hazard problem in aviation. *Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft*. Kingston, Ont. 2-5 Sept. 1969. p.215-221.
- Taylor, J.P. and R.E. Kirby. 1990. Experimental dispersal of wintering Snow and Ross Geese. *Wildl. Soc. Bull.* 18(3):312-319.

- Thiessen, G.J., E.A.G. Shaw, R.D. Harris, J.B. Gollop and H.R. Webster. 1957. Acoustic irritation threshold of Peking ducks and other domestic and wild fowl. *J. Acoust. Soc. Am.* 29:1301-1306.
- Thompson, R.D., C.V. Grant, E.W. Pearson and G.W. Corner. 1968. Differential heart rate response of starlings to sound stimuli of biological origin. *J. Wildl. Manage.* 32(4):888-893.
- Thompson, R.D., B.E. Johns and C.V. Grant. 1979. Cardiac and operant behavior response of Starlings (*Sturnus vulgaris*) to distress and alarm sounds. *Proc. Bird Control Seminar* 8:119-124.
- Thorpe, J. 1977. The use of lights in reducing bird strikes. *Proc. 3rd World Conf. on Bird Hazards to Aircraft*, Paris, France.
- Tobin, M.E., P.P. Woronecki, R.A. Dolbeer and R.L. Bruggers. 1988. Reflecting tape fails to protect ripening blueberries from bird damage. *Wildl. Soc. Bull.* 16(3):300-303.
- Tomlin, A.D. 1981. Effects on soil fauna of the fungicide, Benomyl, used to control earthworm populations around an airport. *Protection Ecology* 2: 325-330.
- Tomlin, A.D. and E.Y. Spencer. 1976. Control of earthworm populations at Windsor International Airport through the application of the fungicide Benomyl. *Field Note No. 70. National Research Council Canada*, London. 15 p.
- Topping, J.M. 1994. Evaluating the effectiveness of the Phoenix-Wailer MK II in deterring ring-bill [sic] gull in a simulated airport environment. Report prepared for the Canadian Wildlife Service, Contract No. KR405-4-0097, 31 October 1994. [Appendix 19, Minutes of the 21st Meeting of Bird Strike Committee Canada, 29-30 November 1994, Ottawa.]
- Transport Canada. 1984. Bird control, background information, Lester B. Pearson International Airport. Unpublished report WP TAOG 13-1, Toronto. 37 p.
- Transport Canada. 1986. Bird scaring using distress cry tapes/Procedural manual. AK-75-09-151; TP-7601E. Airport Facil. Branch, Transport Can., Ottawa, Ont. 18 p.
- Transport Canada. 1994. Wildlife control procedures manual. TP11500E. Environment and Support Services, Safety and Technical Services, Airports Group, Transport Canada. 314 pp.
- Troughton, H.D. and R.D. Revel. 1996. Phoenix Wailer evaluation at the Calgary International Airport. Unpublished report prepared for the Calgary Airport Authority. 42 pp.
- Truman, L.C. 1961. Birds and other vertebrates. *Pest Control* 29(9):29-35.
- Twedt, D.J. 1980. Control netting as a hazard to birds. *Environ. Conserv.* 7(3):217-221.
- Ummels, J. 1983. [Birds as victims of an oil slick on the Maas River in December 1981]. *Vogeljaar* 31(1):3-6 (in Dutch).
- U.S. Dep. Interior. 1977. Methods for dispersing birds. p. 48-58 In: Part IX in Oil and Hazardous Substances Pollution Plan, U.S. Dep. Inter., Washington, DC.

- U.S. Dep. Interior. 1978. Controlling: blackbird/starling roosts by dispersal. U.S. Fish Wildl. Serv., U.S. Dep. Inter., Washington, DC. 4 p.
- Ueckermann, V.E., H. Spittler and F.G. Bonn. 1981. Technische Abnahmen zur Abwehrdes Graureihers (Ardea cinerea) von Fischteichen und Fischzuchtanlagen [Technical measures to protect fish ponds and fish farms against the heron (Ardea cinerea)] Z. Jagdwiss. 27:271-282.
- USDA (United States Department of Agriculture). 1991. Animal damage control program highlights, 1991. Publ. 1501. 9 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1979. Recommendations to alleviate bird hazards at the Greater Buffalo International Airport, New York. Report, Newton Corner, MA. 18 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1984. Recommendations to alleviate bird hazards at Niagara Falls International Airport, Niagara Falls, New York. Report, Newton Corner, MA. 20 p.
- Vogt, P.F. 1992. ReJeX-iT brand bird aversion agents. Proceedings 15th Vertebrate Pest Conference: 134-136.
- Vogt, P.F., T. Nachtman and L. Clark. 1994. ReJeX-iT bird aversion agents. The control of birds at landfills. Bird Strike Committee Europe 22: 11 p.
- Wager-Page, S.A. and J.R. Mason. 1996. Exposure to volatile d-pulegone alters feeding behavior in European starlings. J. Wildlife Management 60: 917-922. [Cited in Belant et al. 1997.]
- Wagner, G. 1972. Untersuchungen über das Orientierungsverhalten von Brieftauben unter RADAR-Bestrahlung. Rev. Suisse de Zool. 79:229-244.
- Wakeley, J.S. and R.C. Mitchell. 1981. Blackbird damage to ripening field corn in Pennsylvania. Wildl. Soc. Bull. 9(1):52-55.
- Ward, J.G. 1975a. Use of a falcon-shaped model aircraft to disperse birds. Rep. from LGL Ltd., for The Assoc. Comm. on Bird Hazards to Aircr., Nat. Res. Council, Ottawa. 9 p.
- Ward, J.G. 1978. Tests of the Syncrude bird deterrent device for use on a tailings pond. Rep. from LGL Ltd. Edmonton, Alb., for Syncrude Canada Ltd., Edmonton, Alb. 115 p.
- Watermann, U. 1985. Ring-billed gull control programme at Tommy Thompson Park, 1985. Report by U.W. Enterprises for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 24 p.
- Watermann, U. 1986. Ring-billed gull control programme at Tommy Thompson Park, 1986. Report by U.W. Enterprises for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 26 p.
- Watermann, U. 1987. Ring-billed gull control programme at Tommy Thompson Park, 1987. Report by U.W. Enterprises for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 22 p.

- Watermann, U. and G. Cunningham. 1990. Ring-billed gull control programme, Tommy Thompson Park, 1990. Report by Bird Control International, Milton, Ontario for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 26 p.
- Wernaart, M. and W.D. McIlveen. 1989. Results of the banding and relocation program for raptors trapped at Pearson International Airport Toronto 1984 to 1988. *Ont. Bird Banding* 20/21:62-64.
- White, T.M. and R. Weintraub. 1983. A technique for reduction and control of Herring Gulls at a sanitary landfill. *Waste Age* 1983:66-67.
- Whittington, B. 1988. Hartland Avenue sanitary landfill gull abatement program/Report of effects on gull populations. Rep. for Capital Regional District, Victoria, B.C. 20 p.
- Williams, T.C., J.M. Williams, J.M. Teal and J.W. Kanwisher. 1972. Tracking radar studies of bird migration. In: *Animal orientation and Navigation*, NASA SP-262, Washington, DC. p. 115-128.
- Wiltschko, R., D. Nohr and W. Wiltschko. 1981. Pigeons with deficient sun compass use the magnetic compass. *Science* 21: 343-345. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Wiseley, A.N. 1974. Disturbance to Snow Geese and other large waterfowl species by gas-compressor sound simulation, Komakuk, Yukon Territory, August-September 1973. *Arctic Gas Biol. Rep. Ser.* 27(Chapt 3). 36 p.
- Wooten, R.C., Jr., G.E. Meyer and R.J. Sobieralski. 1973. Gulls and USAF aircraft hazards. AFWL-TR-73-32. U.S. Air Force Weapons Lab., Kirtland AFB, NM. 31 p. NTIS AD-759 824.
- Woronecki, P.P. 1988. Effects of ultrasonic, visual, and sonic devices on pigeon numbers in a vacant building. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:266-272.
- Woronecki, P.P., R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1989. Field trials of alpha-chloralose and DRC-1339 for reducing numbers of Herring Gulls. *Proc. Great Plains Wildl. Damage Control Workshop* 9:148-153.
- Woronecki, P.P., R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1990. Use of alpha-chloralose to remove waterfowl from nuisance and damage situations. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 14:343-349.
- Wright, E.N. 1965. A review of bird scaring methods used on British airfields. Pp. 113-119 *In* R.G. Busnel and J. Giban (eds.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes*. Inst. Nat. Rech. Agron., Paris. 346 p.
- Wright, E.N. 1968. Modifications of the habitat as a means of bird control. Pp. 97-105 *In*: R.K. Murton and E.N. Wright (eds.). *The problems of birds as pests*. Symposia of the Institute of Biology, No. 17. Academic Press, London.
- Wright, E.N. 1969. Bird dispersal techniques and their use in Britain. p. 207-214 In: *Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft*. Kingston, Ont. 2-5 Sep. 1969.

Yashon, J. 1994. Bird strike deterrence and threat management at Ben Gurion International Airport, Israel. Bird Strike Committee Europe Proceedings and Working Papers 22: 317-320. Vienna, September 1994.

Zur, B.J. 1982. Bird strike study. Air Transport World.



ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ
DES
PRODUITS ET TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LE PÉRIL AVIAIRE

par

Ross E. Harris et Rolph A. Davis

LGL LIMITED
environmental research associates
22, rue Fisher, C.P. 280
King City (Ontario) L7B 1A6

pour la

Direction de la sécurité des aéroports
Transports Canada
Place de Ville, tour C
330, rue Sparks
Ottawa (Ontario)
K1A 0N8

Rapport n° TA2193 de LGL
31 mars 1998

TC-1000832



Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports (1998)

Le ministère des Transports, Canada autorise la reproduction du contenu de cette publication, en tout ou en partie, pourvu que pleine reconnaissance soit accordée au ministère des Transports, Canada et que la reproduction du matériel soit exacte. Bien que l'utilisation du matériel soit autorisée, le ministère des Transports, Canada se dégage de toute responsabilité quant à la façon dont l'information est présentée et à l'interprétation de celle-ci.

TP 13029
(03/1998)

TC-1000832

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
LA LUTTE CONTRE LE PÉRIL AVIAIRE AUX AÉROPORTS.....	2
DÉMARCHE DE L'ÉTUDE	4
PRODUITS ET TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LE PÉRIL AVIAIRE.....	7
MODIFICATION DE L'HABITAT	7
Herbe haute	8
DISPOSITIFS D'EFFAROUCHEMENT AUDITIFS	10
Tir de munitions chargées.....	10
Dispositifs pyrotechniques.....	11
Dispositifs lancés par des fusils de chasse.....	12
Fusées éclairantes.....	12
Dispositifs lancés par des pistolets	13
Fusées-détonateurs et mortiers.....	14
Canons et détonateurs à gaz.....	16
Agri-SX.....	19
Bruiteur Phoenix Wailer	23
Bird Gard AVA et Bird Gard ABC.....	25
Av-Alarm	25
Cris de détresse	28
Cris de prédateurs	33
Sons de forte intensité.....	34
Ultrasons	35
Bruit de moteur d'avion et infrasons	36
RÉPULSIFS VISUELS	36
Épouvantails.....	37
Réflecteurs et banderoles réfléchissantes.....	39
Prédateurs artificiels.....	41
Cerfs-volants en forme de buse et ballons	43
Goélands et mouettes artificiels	45
Fauconnerie.....	46
Aéronefs.....	50
Modèles réduits d'avions téléguidés.....	50
Sources lumineuses.....	52
Colorants	56
Fumée.....	57

RÉPULSIFS CHIMIQUES.....	57
Répulsifs tactiles	57
Répulsifs comportementaux.....	59
Bénomyl et Tersan	61
Anthranilate de méthyle - ReJeX it.....	62
Autres répulsifs gustatifs.....	65
MÉTHODES D'EXCLUSION.....	65
Considérations générales sur les obstacles physiques réels.....	66
Lignes et câbles aériens	67
Mousse	69
Sphères Bird Balls ^{MD}	69
MÉTHODES D'ÉLIMINATION	70
Pièges	70
Tir avec munitions réelles.....	72
Surfactants et jets d'eau	72
AUTRES PRODUITS ET TECHNIQUES.....	73
Aires de diversion	73
Aimants	74
Micro-ondes	75
Lasers	76
SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS.....	78
Non recommandé	79
Peu recommandé.....	79
Fortement recommandé	80
Modification de l'habitat.....	81
Lutte active contre le péril aviaire	82
Conclusion	82
ÉTUDES RECOMMANDÉES À L'AVENIR	83
REMERCIEMENTS	84
BIBLIOGRAPHIE.....	85

INTRODUCTION

Dès lors qu'on a pris conscience de la menace que peuvent représenter les oiseaux pour la sécurité aérienne, un vif intérêt s'est porté sur les techniques et les produits susceptibles d'aider à lutter contre cette menace. De fait, la nécessité de mettre au point des moyens efficaces de lutte antiaviaire aux aéroports et ailleurs se fait de plus en plus pressante. L'intensification constante du trafic aérien et la mise en service d'avions à réaction plus gros, plus rapides et moins bruyants ont accentué le risque d'impacts graves entre les oiseaux et les avions. Au Canada, depuis que Transports Canada a cédé la gestion des aéroports à des administrations aéroportuaires, c'est à ces dernières qu'incombe la responsabilité (et les obligations susceptibles d'en découler) de la lutte contre le péril aviaire aux aéroports. Il est important que chaque administration aéroportuaire manifeste une diligence raisonnable en mettant en oeuvre les mesures de lutte contre le péril aviaire qui conviennent à leur situation propre. Elles doivent certes utiliser des produits et des techniques appropriés, mais il importe pour elles de savoir quelle méthode représente le meilleur rapport qualité-prix.

Au cours des 30 à 40 dernières années, toute une panoplie de techniques et de matériels ont été utilisés ou proposés pour lutter contre le péril aviaire, aux aéroports et ailleurs. Malgré toute l'expérience pratique accumulée, rarement ces matériels et techniques ont-ils été l'objet de rapports susceptibles de profiter à d'autres agents de gestion de la faune. Les textes portant sur les techniques de lutte antiaviaire sont souvent éparpillés et difficiles à retracer. Or sans une compilation, un examen et une évaluation valables des produits et techniques de lutte contre le péril aviaire, des sommes considérables ont été dépensées pour « réinventer la roue », à l'aide de matériels inefficaces et de méthodes inappropriées. Sans compter le faux sentiment de sécurité ainsi créé. C'est donc pour répondre à ce besoin d'une analyse critique de tous les matériels et techniques proposés pour la lutte contre le péril aviaire aux aéroports que Transports Canada a commandé et financé la présente recherche.

Ce rapport est avant tout une évaluation rigoureuse et objective de chacune des mesures de lutte inventoriées. Il doit être vu comme un complément du « Manuel de procédures sur la gestion de la faune » (Transports Canada 1994). Il renseigne sur l'efficacité des diverses méthodes de lutte énumérées dans ce manuel, de même que sur d'autres produits et techniques. L'examen s'est limité aux moyens conçus pour être mis en oeuvre aux aéroports et/ou dans les environs, et non à bord des aéronefs. Chaque type de matériel et son mode d'utilisation sont brièvement présentés, de même que les principaux essais ou expériences réalisés avec ces matériels. Suivent une évaluation critique de l'efficacité de chaque technique et une discussion des avantages et des inconvénients de chacune. Cette recherche n'a donné lieu à aucun nouvel essai. Elle recommande toutefois des études plus approfondies sur des méthodes prometteuses mais insuffisamment essayées. Ce rapport est l'aboutissement d'une vaste recherche documentaire à l'échelle de la

planète et d'une enquête auprès d'agents de lutte contre le péril aviaire travaillant à des aéroports et ailleurs. Cette étude tient également compte de l'expérience et de l'opinion des auteurs et de leurs collègues de LGL Limited.

LA LUTTE CONTRE LE PÉRIL AVIAIRE AUX AÉROPORTS

Lorsqu'il est question des problèmes reliés à la lutte antiaviaire, chaque aéroport est unique. Pour les oiseaux, un aéroport est attirant pour une foule de motifs différents, qui varient selon l'espèce et le moment de l'année. Ils peuvent être attirés par la nourriture (vers de terre, sauterelles, semences), l'eau et l'abri, et aussi parce que les aéroports offrent des zones propices à la nidification, ou des zones boisées qui constituent d'excellents dortoirs. Chaque espèce d'oiseau se caractérise par ses comportements et ses préférences propres en matière d'habitat, de nourriture, de repos et de toilettage, sa propension à se tenir en bande et le moment de son transit saisonnier. Aussi, certains types d'aménagement des terrains à proximité de l'aéroport, voire à une certaine distance de celui-ci, peuvent engendrer différentes menaces à la sécurité aérienne. Par exemple, les déplacements d'oiseaux entre un site-dortoir et une zone de recherche de nourriture, comme une décharge, situés de part et d'autre d'un aéroport peuvent constituer un grave danger. Mais les oiseaux présentent certaines caractéristiques, et la lutte antiaviaire comporte des exigences, qui sont « universelles », quel que soit l'aéroport.

Les aéroports sont généralement de grands espaces ouverts. On privilégiera donc, en général, les produits et les techniques qui se révèlent efficaces dans ce type d'environnement. Les oiseaux doivent être tenus à distance de l'enceinte aéroportuaire : il s'avère futile, habituellement, de les repousser vers une autre zone de l'aéroport. Mais ce ne sont pas toutes les espèces d'oiseaux qui sont attirées par des habitats dégagés, et ce ne sont pas toutes les espèces ainsi attirées qui représentent un danger pour la sécurité aérienne. Les principales espèces « problèmes » sont les goélands, les mouettes, les oiseaux aquatiques (canards et oies), les pigeons bisets, les carouges, les quiscales, les étourneaux, les corneilles, les buses, les aigles, les pygargues, les hiboux, les ducs et les bruants des neiges. Il s'ensuit que les produits et techniques qui se révèlent efficaces contre ces oiseaux peuvent souvent assurer à un aéroport une protection quasi complète contre le péril aviaire. Les aéroports peuvent nécessiter une protection toute l'année durant, et parfois 24 heures par jour. Les mesures antiaviaires utilisées aux aéroports doivent donc éloigner à long terme les oiseaux de l'aérodrome et des environs. Des techniques qui tiennent temporairement les oiseaux à distance ne sont pas acceptables, même si une efficacité à court terme est parfois recherchée. En d'autres mots, l'habituation est beaucoup plus préoccupante aux aéroports, où l'efficacité à long terme est essentielle, qu'ailleurs (comme sur les terrains agricoles), où il suffit de disperser/effaroucher les oiseaux pour quelques jours ou quelques semaines (p. ex., avant la récolte), et où le phénomène de l'accoutumance ne pose pas vraiment problème. De temps à autre, des mesures nocturnes de lutte sont même à prévoir. Lorsque les survols d'oiseaux

présentent des dangers, il y a lieu de penser à des programmes de lutte contre le péril aviaire qui couvrent les zones en périphérie de l'aéroport.

La modification de l'habitat est la première ligne de défense contre le péril aviaire - en rendant l'aérodrome moins attractant pour les oiseaux (ou, à tout le moins, pour les espèces les plus menaçantes), on s'attaque à la source du problème. Bien sûr, comme chaque espèce ou groupe d'oiseaux a ses préférences propres en matière d'habitat, on risque, en éliminant un facteur attractif connu pour une espèce, d'en créer d'autres qui pourraient attirer de nouvelles espèces. Malgré ce risque, le fait de modifier de vastes superficies de façon à en faire des milieux peu intéressants pour les oiseaux et d'en éliminer les facteurs particulièrement attractifs peut réduire considérablement l'ampleur de la lutte active nécessaire. En effet, tenter de venir à bout de la présence d'oiseaux sur tout un aérodrome en recourant uniquement à des mesures actives de lutte est une tâche gigantesque. La modification de l'habitat peut aussi restreindre les zones d'un aéroport attractantes pour les oiseaux, de sorte que les mesures actives pourront se concentrer plus efficacement dans ces zones restreintes.

L'arme universelle de lutte contre le péril aviaire aux aéroports n'existe pas encore et il est peu probable que l'on puisse jamais s'en remettre à une solution unique, magique. Les oiseaux sont très adaptables et s'habituent, à la longue, à n'importe quelle méthode de lutte antiaviaire. Les meilleurs programmes sont ceux qui combinent une gamme de produits et de techniques. Mais outre cela, l'engagement ferme des gestionnaires constitue, en définitive, le facteur déterminant du succès d'un programme de lutte antiaviaire à un aéroport. Cet engagement trouve son pendant sur le terrain dans un personnel compétent et motivé, et dans des stocks suffisants de produits de lutte appropriés et adéquatement maintenus.

DÉMARCHE DE L'ÉTUDE

Cette évaluation des produits et techniques de lutte contre le péril aviaire a commencé par une vaste recherche documentaire qui a porté sur des publications provenant du monde entier, y compris des documents non officiels et inédits. Elle fait aussi une large place à des entrevues avec des spécialistes de la lutte antiaviaire aux aéroports et ailleurs, et à l'expérience personnelle des employés de LGL qui se penchent sur cette question depuis le milieu des années 1960. Aucune base de données bibliographiques précise n'a été interrogée aux fins de la présente recherche. Les documents d'intérêt ont plutôt été recensés à partir des dossiers que LGL tient depuis une trentaine d'années. Ces dossiers comprennent des articles des principales revues spécialisées dans l'ornithologie, le comportement animal et la lutte contre les dégâts causés par la faune, comme le *Journal of Wildlife Management*, le *Wildlife Society Bulletin*, les *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference* et les *Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Management Conference*. Les publications de l'International Bird Strike Committee/Comité européen pour la prévention du risque aviaire et du Comité du péril aviaire du Canada ont été passées en revue. Ont également été recensés des rapports inédits de consultants faisant état de diverses études sur la lutte contre le péril aviaire. Les techniques et les produits de lutte contre le péril aviaire ont débouché sur un très vaste corpus documentaire. Sans prétendre à une énumération exhaustive de ces références, la présente recherche englobe les plus pertinentes. Plus de 300 articles sont cités.

Des spécialistes chevronnés à l'emploi de divers organismes spécialisés dans la lutte contre le péril aviaire ont été contactés. Parmi eux, on compte des employés de plusieurs des grands aéroports canadiens et de certains aéroports américains, des consultants travaillant pour le compte d'aéroports, de décharges et d'autres installations, des fauconniers, des gestionnaires de décharges, et des chercheurs gouvernementaux. Les spécialistes de LGL, dont R.A. Davis, le co-auteur de l'étude, ont assisté à la plupart des réunions récentes des comités canadien, américain et européen du péril aviaire, et ont glané, dans les exposés et les discussions, une information précieuse. De plus, LGL Limited a effectué une recherche auprès de décharges et d'aéroports sur diverses techniques, notamment celles utilisant des fils aériens, des dispositifs pyrotechniques et des pièges. LGL a en outre conçu et mis en oeuvre des programmes de lutte antiaviaire opérationnels à des aéroports et des décharges.

Malgré le recours généralisé à des produits et techniques de lutte contre le péril aviaire, nous avons constaté que les données disponibles ne permettent pas une évaluation quantitative de l'efficacité de la plupart des techniques d'effarouchement. Rares, en effet, sont les études quantitatives qui soient exhaustives, objectives et adéquatement conçues. Par conséquent, les évaluations demeurent souvent subjectives. Cela tient en partie à la difficulté de comparer les produits et les techniques. Une myriade de variables difficilement contrôlables influent sur les performances, et partant, sur l'évaluation comparative des produits. Ceux-ci peuvent être utilisés dans une variété de situations et selon une foule de combinaisons. Des facteurs environnementaux

complexes jouent un rôle déterminant dans l'efficacité des produits - l'existence de zones attirantes à proximité (sites-dortoirs, aires de ravitaillement); le moment de l'année et l'heure du jour, qui influent sur les nombres d'oiseaux et leur comportement; le premier motif qui attire les oiseaux à l'aéroport (nourriture, eau, lieu de nidification, de rassemblement ou de repos). Un produit utilisé seul est souvent inefficace en raison de l'habitude, mais il peut s'avérer une composante efficace d'un programme éclectique. Il est particulièrement important de savoir si l'on a abattu de temps à autre des oiseaux, pour renforcer le produit ou la méthode. Compte tenu de tous ces facteurs, il est difficile de comparer des produits ou des techniques entre eux, voire une même technique ou un même produit mis en oeuvre à des endroits différents.

Il est possible d'évaluer les programmes de lutte contre le péril aviaire en comparant le nombre de collisions avions-oiseaux (ou impacts d'oiseaux) avant et après la mise en oeuvre de certains produits ou techniques. Mais en réalité, un tel indicateur n'est pas fiable. En effet, on peut observer une grande variation du nombre de collisions signalées, sans qu'aucun rapport puisse être établi avec le nombre réel d'impacts. Il est même arrivé que le nombre d'impacts signalés ait augmenté avec la mise en oeuvre d'un programme de lutte antiaviaire reconnu comme efficace, simplement parce qu'on faisait une collecte plus rigoureuse des données sur les impacts. Aussi, en ne tenant compte que des impacts signalés, on passe sous silence les nombreuses autres variables qui contribuent au risque d'impact avec des oiseaux et que tout essai d'efficacité devrait prendre en compte.

Pour aider à la comparaison et à l'évaluation des produits et des techniques, une série de questions ont été posées. Les voici :

1. Sur quel fondement biologique la mesure de lutte se fonde-t-elle? Y a-t-il, biologiquement, une raison pour laquelle la mesure devrait être efficace?
2. Les essais ont-ils duré assez longtemps pour démontrer qu'il n'y a pas de risque d'habituation de la part des oiseaux?
3. La technique a-t-elle éloigné les oiseaux de l'aéroport ou les a-t-elle simplement repoussés vers une autre zone de l'aéroport?
4. L'essai a-t-il été mené dans des circonstances spéciales susceptibles d'expliquer l'efficacité de la mesure? Celle-ci serait-elle moins efficace en l'absence de ces circonstances particulières?
5. La technique serait-elle efficace s'il n'existait pas à proximité un habitat de remplacement pour les oiseaux?
6. Existe-t-il des données objectives sur l'efficacité du produit ou de la technique? Il est important de faire une distinction nette entre les assertions du fabricant et l'efficacité démontrée par des études indépendantes.
7. L'efficacité d'une technique dépend-elle de l'habileté et des connaissances de la personne qui la met en oeuvre?
8. Est-il possible qu'une technique qui se révèle efficace pour solutionner un problème crée une nouvelle menace? Cette question s'applique en particulier aux mesures de modification de l'habitat.
9. L'information disponible permet-elle d'évaluer objectivement le matériel ou la technique?
10. Dans quelles conditions le matériel ou la technique est-il (est-elle) valable? Le plus valable? Non valable?
11. S'agit-il d'une technique prometteuse, mais qu'il y a lieu d'étudier davantage?
12. Comment devrait-on s'y prendre pour mettre à l'essai ce matériel ou cette technique?
13. Pour quelle espèce le matériel ou la technique est-il (elle) conçu(e) ou le plus efficace?
14. A-t-on mené des études à un aéroport?

PRODUITS ET TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LE PÉRIL AVIAIRE

Pour l'essentiel, l'étude reprend les catégories de produits et techniques utilisées dans le Manuel de procédures sur la gestion de la faune de Transports Canada (Transports Canada 1994) et les traite selon le même ordre. Mais on a choisi de traiter les répulsifs visuels (plutôt que les répulsifs chimiques, comme le fait le manuel de Transports Canada) après les dispositifs d'effarouchement auditifs, car nombre des produits appartenant à cette catégorie produisent des stimulus à la fois auditifs et visuels. Les matériels et techniques qui ne figurent pas dans le manuel de Transports Canada sont présentés sous les catégories appropriées ou à la fin de la présente section. On trouvera dans ces pages de brèves descriptions de chaque produit ou technique et de son mode d'emploi. Pour de plus amples renseignements, le lecteur se reportera au manuel de Transports Canada.

MODIFICATION DE L'HABITAT

La modification de l'habitat est une stratégie appliquée par de très nombreux aéroports et bases aériennes dans le monde (U.S. Fish and Wildlife Service 1979, 1984; Transports Canada 1984; Searing et coll. 1996; John Floyd, U.S.D.A., Wildlife Services, comm. pers.). Modifier l'habitat, c'est éliminer et/ou transformer certaines de ses caractéristiques. Mentionnons, par exemple, l'émondage ou la coupe d'arbres et d'arbustes; l'élimination des eaux stagnantes (étangs et mares); la remise en végétation des zones dénudées avec des espèces végétales qui atteignent une hauteur suffisante pour empêcher les oiseaux qui recherchent la sécurité sans abri, comme les goélands et les mouettes, d'y nicher; la culture de plantes peu attirantes pour les oiseaux nuisibles, et le maintien de l'herbe à une hauteur suffisante. D'autres techniques visent les bâtiments de l'aéroport pouvant offrir des lieux de nidification et des dortoirs aux oiseaux, ainsi que l'enlèvement des éléments pouvant servir de perchoirs. Les mesures de modification de l'habitat doivent viser non seulement l'aéroport comme tel mais aussi les zones environnantes. Le manuel de Transports Canada (1994) fait un survol complet de la question. Les produits et techniques conçus pour interdire aux oiseaux l'accès à des facteurs attractifs, comme la pose de filets et de câbles, sont abordés plus loin, dans la section « Méthodes d'exclusion ». Sous le titre « Répulsifs chimiques » sont présentés les produits chimiques qui s'attaquent aux sources d'alimentation des oiseaux, comme les vers de terre. Certaines interventions transforment donc l'habitat des espèces-proies, plutôt que d'agir sur le milieu immédiat des oiseaux. L'efficacité de la politique d'herbe haute sur les aéroports a été l'objet de plusieurs études.

Herbe haute

Description - Aux aéroports, les bandes le long des pistes doivent être couvertes d'un gazon coupé assez court pour assurer aux pilotes une bonne visibilité des feux et des panneaux indicateurs. Mais il n'est pas rare de trouver, sur de nombreux aérodromes, d'autres zones d'herbe courte, loin des pistes et sur les entrepistes. Mais le fait de laisser l'herbe pousser a pour effet de diminuer la présence dans ces zones d'un grand nombre d'espèces, en particulier certaines des plus dangereuses pour la sécurité aérienne (les goélands et les mouettes, p. ex.). Par « haute », on entend généralement une herbe d'au moins 15 à 20 cm; une herbe « basse » désigne généralement une herbe de moins de 10 cm.

Fondement biologique - L'herbe haute semble efficace du fait qu'elle empêche certains oiseaux d'avoir accès à la nourriture que constituent, par exemple, les invertébrés qui vivent dans le sol. De plus, elle obstrue leur visibilité et les met à la merci des prédateurs, créant une zone peu sûre pour les déplacements ou la recherche de nourriture. Mais d'autres espèces d'oiseaux sont bien adaptées à l'herbe haute, tandis que l'herbe très haute peut attirer les rongeurs et les rapaces qui s'en nourrissent (Wright 1968).

Résultats de recherches - Brough et Bridgman (1980) ont comparé la présence de goélands et de mouettes sur des parcelles couvertes d'herbe haute (15 à 20 cm) et d'herbe basse (5 à 10 cm), aménagées sur 13 aérodromes du Royaume-Uni. Ils ont constaté que l'herbe haute était très efficace pour réduire le nombre des oiseaux, en particulier les goélands et les mouettes. À l'aéroport de Copenhague, Dahl (1984) a noté qu'une herbe de « hauteur moyenne » (environ 20 cm) était beaucoup plus efficace pour restreindre la présence de goélands et de mouettes que l'herbe haute ou l'herbe basse. L'auteur n'a cependant pas défini ce qu'il entend par herbe « haute » et « basse », et le document cité ne comporte pas de données détaillées. La « politique d'herbe haute » appliquée par les stations de la RAF accueillant des aéronefs à voilure fixe, laquelle exige que l'herbe soit coupée à une longueur de 18 à 20 cm pendant la plus grande partie de l'année, s'est révélée efficace pour réduire le nombre d'impacts d'oiseaux (Deacon 1996). Hupf et Floyd (1995) ont également constaté l'efficacité d'une politique d'herbe haute dans la réduction des populations d'espèces dangereuses sur les aéroports (bernaches du Canada, étourneaux, mouettes atricilles). Pour ces chercheurs, l'herbe « haute » mesurait plus de 35 cm (14 po), soit de 56 à 61 cm (22 à 24 po) en moyenne. Des cinq espèces qui comptent pour 85 % des impacts d'oiseaux à l'aéroport MacDonald-Cartier d'Ottawa, quatre (le goéland à bec cerclé, le bruant des neiges, l'hirondelle et le pigeon biset) se sont montrées davantage attirées par l'herbe basse (de 5 à 10 cm) que par l'herbe haute (de 15 à 20 cm) (Potter 1996). À l'aéroport international de Vancouver, l'herbe très haute (jusqu'à 75 cm) s'est révélée efficace pour éloigner les oies et les canards; seuls les grands hérons fréquentaient ces zones d'herbe très haute (Dave Ball, Aéroport international de Vancouver, comm. pers.). Dolbeer et Seamans (1997) ont pour leur part étudié la réaction de la bernache du Canada à l'herbe basse (5 à 10 cm) et à l'herbe haute

(16 à 20 cm) lors d'un essai mené dans une enceinte extérieure. Fait intéressant, les bernaches ont manifesté une préférence pour les zones d'herbe haute.

Les goélands et les mouettes, une menace à la sécurité des aéronefs à de nombreux aéroports, passent une grande partie de leur journée à se reposer, à se lisser les plumes et à dormir. Ces oiseaux choisissent à cette fin des terrains plats, sans trop de végétation pouvant les empêcher de détecter l'arrivée de prédateurs. De nombreuses zones de repos, mais pas toutes, comportent des eaux stagnantes. Il est donc possible de diminuer l'attrait de ces zones en asséchant les plans d'eau et en recouvrant de végétation les aires dénudées. Une étude récente réalisée dans la région de Tampa Bay (Patton 1988) a mis en lumière l'importance des zones de repos pour les goélands et les mouettes. Une importante décharge, que fréquentaient jusqu'à 60 000 goélands et mouettes, a été mise hors service. Au cours de l'hiver suivant, les oiseaux se sont dispersés vers cinq des six décharges exploitées dans les environs. À la sixième décharge, le nombre d'oiseaux a diminué au lieu d'augmenter. On a associé cette diminution au fait qu'un habitat propice au repos, situé à proximité de la décharge, avait été détruit (Patton 1988). Ainsi, les oiseaux boudent d'importantes sources de nourriture s'ils ne trouvent pas à proximité une zone de repos convenable. Stout et Schwab (1979) ont également mis au jour un lien direct entre la fréquentation d'une base aérienne par des goélands et des mouettes et leur fréquentation de deux décharges avoisinantes pour se nourrir. Une recherche de grande envergure, étalée sur plusieurs années, a présentement lieu à l'aéroport international O'Hare de Chicago. Elle porte sur la fréquentation par les oiseaux de terrains de grande superficie (20 à 50 acres) couverts d'herbe de différentes hauteurs. Aucun des résultats de cette étude n'a encore été divulgué (R. Sliwinski, U.S.D.A., Wildlife Services, comm. pers.).

Une solution de rechange à la « politique d'herbe haute » a été étudiée. Dekker et Zee (1996) ont éprouvé l'efficacité d'un « régime pauvre en graminées », soit d'une communauté végétale comportant davantage de fleurs sauvages que de graminées, comme en produisent couramment les sols peu fertiles. Au terme d'une expérience d'une durée de cinq ans réalisée à deux aéroports des Pays-Bas, Dekker et Zee ont constaté que les populations d'oiseaux dans les zones pauvres en graminées étaient aussi faibles ou plus faibles que dans les zones à herbe haute. De plus, les espèces qui choisissaient ce type d'habitat étaient relativement petites, présentant donc un risque moindre d'impact causant des dégâts (p. 303). La végétation « pauvre en graminées » semble donc réaliser les mêmes fonctions structurales que l'herbe haute (c.-à-d. empêcher l'accès à la nourriture et la détection de prédateurs en train de s'approcher), tout en attirant moins de petits mammifères et d'invertébrés, parce que cette communauté végétale se contente de peu de nutriments. Il y a donc moins de nourriture pour les oiseaux. La mise en oeuvre de cette méthode suppose une expertise en botanique.

Certaines mesures prises dans le but de modifier l'habitat, comme le labourage et la coupe de l'herbe, peuvent attirer de grands nombres d'oiseaux à court terme, en leur facilitant l'accès à la nourriture (p. ex., les vers de terre et autres invertébrés pour les goélands et les mouettes, les rongeurs pour les chouettes, les goélands et les mouettes). Potter (1996) a suggéré d'attendre le soir ou la nuit pour couper l'herbe, de façon à attirer le moins possible les oiseaux, mais il n'a pas mis à l'essai cette stratégie. Le fauchage de nuit s'est révélé efficace lors d'un essai mené à l'aéroport international de Vancouver (D. Ball, YVRAA, comm. pers.).

Évaluation - L'« herbe haute », ou un type ou l'autre de végétation haute, se sont révélés efficaces pour réduire la fréquentation des aérodromes par plusieurs des espèces d'oiseaux les plus dangereuses pour la sécurité aérienne, sinon toutes (goélands et mouettes, oiseaux aquatiques, pigeons bisets, étourneaux, bruants des neiges). Il est vrai, toutefois, que les habitats d'herbe haute attirent certaines autres espèces indésirables, comme les chouettes et les hiboux.

Recommandation - Une stratégie d'herbe et/ou de végétation haute est à recommander. Il faut toutefois qu'une surveillance soit exercée pour veiller à ne pas créer une menace plus grande en attirant des espèces d'oiseaux adaptés aux habitats d'« herbe haute ». Aussi, le « régime pauvre en graminées » étudié par Dekker et Zee (1996) s'avère prometteur.

Documents recensés - Brough et Bridgman 1980; Dahl 1984; Deacon 1996; Dekker et Zee 1996; Dolbeer et Seamans 1997; Garber 1996; Hupf et Floyd 1995; Patton 1988; Potter 1996; Stout et Schwab 1979; Transports Canada 1984; Wright 1968; U.S. Fish and Wildlife Service 1979, 1984.

DISPOSITIFS D'EFFAROUCHEMENT AUDITIFS

Le classement des produits et techniques ci-après dans la catégorie des dispositifs d'effarouchement auditifs est quelque peu arbitraire. En effet, nombre de ces produits présentent également des stimulus visuels auxquels les oiseaux réagissent, au moins jusqu'à un certain point, autant qu'aux bruits.

Tir de munitions chargées

Un coup de fusil de chasse ou de carabine produit une forte détonation, puis un « sifflement » capables de disperser les oiseaux, sans nécessairement les toucher. (On doit éviter d'utiliser à cette fin une carabine, en raison du danger potentiel pour les personnes se trouvant à des distances de 2 à 3 km, et même plus.) On utilise les tirs d'armes à feu pour éloigner ou tuer les oiseaux dans les piscicultures (Lagler 1939; Davidson 1968; Andersen 1986; NCC 1989), les champs agricoles (Nomsen 1989) et aux aéroports (DeFusco et Nagy 1983; BSCE 1988). Il arrive alors souvent que des oiseaux soient tués. Mais la plupart du temps, le but est de renforcer l'efficacité des dispositifs d'effarouchement non mortels utilisés concurremment, non pas de tuer beaucoup d'oiseaux. D'autres dispositifs pyrotechniques seraient au moins aussi efficaces que ces « faux tirs » de vraies munitions. Ainsi, il n'est pas sûr que l'on devrait recourir à des munitions

chargées pour éloigner les oiseaux des aérodromes, à moins qu'il s'agisse de la seule méthode possible. (Voir aussi « Tir avec munitions réelles » sous Méthodes d'élimination.)

Les fusils de chasse produisent leur détonation maximale à la sortie du canon, soit à une distance de 50 à 100 m des oiseaux, tandis que le bruit des pièces pyrotechniques se produit très près des oiseaux. Ainsi, les munitions chargées sont peu efficaces en tant que dispositifs d'effarouchement.

Les oiseaux s'habituent aux tirs, en particulier les espèces qui ne sont pas chassées. Par exemple, des tirs dirigés vers des cormorans et des hérons, et qui en ont tué quelques-uns, n'ont éloigné que temporairement ces espèces des fermes aquicoles (EIFAC 1988; Coniff 1991). Les tirs d'armes à feu n'ont pas réussi à éloigner les aigrettes des aéroports; la plupart sont revenues peu après avoir été la cible de tirs, même si certaines avaient péri (Burger 1983; Fellows et Paton 1988). Les tirs d'armes à feu ne se sont par révélés plus efficaces pour disperser des oies au repos (Taylor et Kirby 1990).

Les munitions pour un fusil de chasse de calibre 12 coûtent cher (sans compter les coûts afférents au tireur) en comparaison du faible coût que représente l'utilisation de détonateurs (voir ci-après). Mais un fusil de chasse est plus facile à utiliser. Il serait dangereux de tirer des munitions chargées dans une zone de l'aéroport en pleine activité; mais les cartouches de plombs ne peuvent blesser des personnes ou des oiseaux à plus de 60 à 90 m, selon la grosseur des plombs utilisés. Les fusils de chasse ne risquent donc pas de blesser à une aussi grande distance que les carabines.

Dispositifs pyrotechniques

Description - Ce groupe comprend toute une gamme de dispositifs sonores (cartouches détonantes, fusées éclairantes, pétards, fusées, mortiers) lancés au moyen de fusils de chasse, de pistolets de départ et de pistolets lance-fusées. Ils produisent de forts bruits d'explosion, des éclairs (soit une composante de répulsion visuelle), ou les deux. Les dispositifs pyrotechniques sont largement utilisés dans la lutte antiaviaire aux aéroports.

Fondement biologique - La détonation produite par certaines pièces pyrotechniques ressemble à celle d'un fusil de chasse. Nul doute que cette ressemblance renforce l'efficacité de ces dispositifs pour éloigner des oiseaux qui sont chassés. Les dispositifs pyrotechniques produisent également un réflexe de sursaut chez les oiseaux. Mais ceux-ci peuvent s'accoutumer à la longue à ces dispositifs. Des dispositifs d'effarouchement complémentaires, y compris l'abattage occasionnel de quelques individus à l'aide de munitions chargées, sont souvent utilisés pour parer à l'accoutumance aux dispositifs pyrotechniques.

Dispositifs lancés par des fusils de chasse

Les cartouches Scare ou Bird Frite, communément appelées cartouches détonantes, sont habituellement tirées au moyen de fusils de chasse de calibre 12. Un fusil à coup simple ou à pompe, à canon court et sans étranglement est préférable pour des raisons de sécurité. Les cartouches détonantes contiennent un pétard qui est projeté à environ 45 à 90 m (50 à 100 verges) avant d'exploser (Mott 1980; Salmon et Conte 1981; Littauer 1900a). L'explosion se produit donc plus près des oiseaux, ce qui constitue un avantage par rapport aux cartouches ordinaires. Le bruit de l'explosion effraie les oiseaux, ce qui provoque leur envol ou modifie la direction de leur vol.

Les cartouches détonantes se sont révélées efficaces pour éloigner et disperser les oiseaux aux aéroports (Burger 1983; DeFusco et Nagy 1983; BSCE 1988), aux décharges (Southern et Southern 1984; Davis et Davis 1994), dans les vergers (Nelson 1990b) et dans les champs de cultures céréalières (Booth 1983). Les cartouches détonantes ont une portée efficace plus longue que les cartouches de moindre calibre lancées au moyen de pistolets de départ (voir ci-dessous). Elles ont donc l'avantage de nécessiter un personnel moins nombreux pour la couverture d'une zone (Mott 1980). Lorsque des cartouches détonantes sont utilisées pour éloigner des oiseaux piscivores des bassins aquacoles, leur effet est relativement bref : la plupart des oiseaux reviennent au bout d'une période allant de quelques heures à quelques jours (Draulans 1987). Dans quelques rares cas, les oiseaux sont demeurés à distance plus longtemps (jusqu'à quatre semaines) avant de devenir habitués au bruit des cartouches.

On s'est buté, par le passé, à de longs délais d'approvisionnement en ce qui concerne les cartouches détonantes. Si l'on songe à utiliser cette méthode, on doit donc s'assurer d'une réserve adéquate de cartouches détonantes pour parer aux situations d'urgence. Hussain (1990) recommande la prudence dans l'utilisation de cartouches détonantes dans des zones où la végétation est sèche, car elles pourraient causer des incendies. La même précaution vaut pour les aires où est gardé du carburant.

Fusées éclairantes

Les fusées éclairantes sont soit des cartouches de fusils de chasse modifiées, lancées par un pistolet ou un fusil de chasse, soit des dispositifs semblables aux pétards qui se consomment en produisant un éclair vif, lancés par des lanceurs à main ou brûlant au sol. Les fusées éclairantes produisent une traînée de fumée qui peut effrayer les oiseaux (Koski et Richardson 1976). Elles ne sont pas aussi efficaces que les cartouches détonantes. Mais utilisées concurremment avec d'autres moyens d'effarouchement, elles peuvent avoir un effet sur la direction dans laquelle les oiseaux fuiront. Il faut toutefois prendre garde aux risques d'incendie.

Dispositifs lancés par des pistolets

Les dispositifs pyrotechniques peuvent être lancés jusqu'à 25 m d'altitude à partir d'un pistolet lance-fusées de 15 mm ou d'un pistolet de tir à blanc de 6 mm. L'anglais utilise différents termes populaires pour désigner les pétards : noise, Bird, whistle, clow bombs (Mott 1980; Salmon et Conte 1982; Salmon et coll. 1990a,b). Les dispositifs pyrotechniques lancés par des pistolets ont une portée moins longue que les fusées détonantes lancées par des fusils de chasse.

Les petites pièces d'artifice lancées par des pistolets comprennent les « cartouches détonantes », les « cartouches hurlantes ou sifflantes » et les « pétards ». Elles sont largement utilisées pour éloigner les oiseaux des aéroports, des champs en culture et des décharges (p. ex., Miller et Davis 1990 a,b). Parce qu'elles peuvent être tirées dans les airs en direction des oiseaux, leur efficacité est supérieure à celle de tous les autres engins de même type. Mais elles ont généralement une portée plus courte que les cartouches détonantes, et produisent un bruit d'explosion plus faible. Les cartouches « Capa » lancées par un pistolet Ruggieri ont une meilleure portée, d'environ 300 m (Briot et Eudot 1994; Ball 1997). Les « cartouches détonantes » et les « cartouches sifflantes » se sont révélées efficaces pour éloigner des bihoreaux gris et des grands hérons d'une ferme piscicole (Andelt et coll. 1997).

Bien utilisés, les dispositifs pyrotechniques tirés par des pistolets peuvent être très efficaces. Mais s'ils sont mal utilisés, les oiseaux peuvent rapidement s'y habituer : ils sont lancés en pure perte. Les mouettes et les goélands posent un problème de taille aux décharges. À la décharge Tower, à proximité de Denver (Davis et Davis 1994), une utilisation judicieuse de dispositifs pyrotechniques a eu raison de ces espèces. À l'inverse, une mise en oeuvre défailante de ces techniques à la décharge Britannia, près de Toronto, s'est soldée par un échec (Miller et Davis 1990a,b). Les dispositifs pyrotechniques représentent un volet majeur des programmes de lutte antiaviaire en Amérique du Nord.

Les « cartouches hurlantes » se sont révélées d'une absolue efficacité pour éloigner des bernaches du Canada de parcs urbains, même après que la diffusion de cris de détresse se fût avérée futile (Aguilera et coll. 1991). L'utilisation de telles cartouches a même produit des effets à long terme sur la distribution de la bernache. Après cinq jours de tirs de cartouches hurlantes, Aguilera et coll. (1991) ont constaté une diminution de 88 %, dans les cinq jours subséquents, du nombre de bernaches sur un site.

On fabrique des cordons de pétards constitués de plusieurs pétards étanches à l'eau assemblés par une corde de coton (Littauer 1990a). On allume une extrémité du cordon. Le feu se propage lentement le long du cordon en allumant l'un après l'autre les pétards; chaque pétard produit une forte détonation en explosant. L'utilisation de ces cordons a été proposée pour éloigner les oiseaux des décharges, des piscicultures et des zones agricoles (Salmon et Conte 1981; Booth 1983; Defusco et Nagy 1983). Les pétards sont utiles pour effrayer les oiseaux d'une aire restreinte, pour une courte période.

On a réussi, avec des pétards achetés dans des magasins de pièces d'artifice (et normalement utilisés pour des fêtes), fixés à un bout de bois et allumés, à effrayer des milliers de carouges et de quiscales qui avaient envahi une zone résidentielle. Ceux-ci ont été utilisés pendant trois nuits consécutives (Bliese 1959). Mais on a maintenant accès à des techniques plus efficaces et plus sûres.

Fusées-détonateurs et mortiers

Les fusées-détonateurs, ou simplement fusées (p. ex., les fusées de signalisation maritime, les fusées blanches éclairantes et les obus éclairants), habituellement projetées au moyen d'un lance-fusée, ont une course qui produit un sifflement (Hussain 1990). Certaines peuvent exploser (p. ex., les cartouches Jupiter), provoquant à la fois de la lumière et une forte détonation. Les mortiers sont utilisés au même titre que les autres dispositifs pyrotechniques pour effaroucher les oiseaux (Koski et Richardson 1976). Les fusées sont utiles la nuit, mais pas le jour, à moins de produire une forte explosion. Quant aux mortiers, ils peuvent être utiles de jour comme de nuit. Comme le bruit produit par un mortier est beaucoup plus fort que celui d'un détonateur ou d'un fusil de chasse, on peut penser qu'il pourrait agir sur une superficie plus étendue. Des tireurs d'expérience peuvent être nécessaires. Plusieurs accidents reliés à l'utilisation de mortiers ont été signalés et nombre de tireurs ont renoncé à leur utilisation pour des motifs de sécurité.

Évaluation - Les dispositifs pyrotechniques figurent sans contredit parmi les moyens de lutte antiaviaire les plus populaires aux aéroports. Ils sont véritablement efficaces pour effrayer les oiseaux, mais s'ils ne sont pas judicieusement mis en oeuvre, les oiseaux s'habituent rapidement aux bruits d'explosion. Leur efficacité réside dans leur mode d'utilisation. En raison de leur portabilité et de leur polyvalence, les dispositifs tirés au moyen de fusils de chasse ou de pistolets sont les plus efficaces. Certains programmes de lutte antiaviaire qui se sont avérés extrêmement efficaces utilisaient presque exclusivement des dispositifs pyrotechniques. À l'inverse, on a vu certains programmes qui ont mis en oeuvre des quantités beaucoup plus grandes de pièces pyrotechniques se solder par un quasi-échec. Un nombre relativement restreint de pièces pyrotechniques, tirées ou lancées à des moments judicieusement choisis, compte tenu du comportement des oiseaux, peuvent tenir à distance des centaines d'oiseaux. Cette technique nécessite beaucoup de personnel. Une méthode efficace pour éloigner les goélands et les mouettes

d'une décharge consiste à tirer des cartouches pyrotechniques pour empêcher les oiseaux de se poser, plutôt que d'attendre qu'ils se posent pour ensuite les disperser. Il est probable que les méthodes optimales d'utilisation des dispositifs pyrotechniques varient d'une espèce à l'autre : il y a donc lieu de procéder à des expérimentations. Mais, règle générale, les tirs doivent toujours être sélectifs. Ne pas faire de tirs trop fréquents. Une utilisation intempestive de ces dispositifs ne peut qu'accélérer l'habituation des oiseaux. Attendre que les oiseaux se soient suffisamment approchés pour que le dispositif explose très près d'eux. Ne pas gaspiller des pièces en les dirigeant vers des oiseaux qui sont trop loin. Utilisés correctement, les dispositifs pyrotechniques peuvent inculquer aux oiseaux la crainte de zones autrefois attirantes.

Les corps étrangers (FOD, pour foreign object damage) peuvent représenter un danger lorsque les dispositifs pyrotechniques sont utilisés à proximité des pistes en service. Il est important de ramasser les douilles utilisées et les cartouches restantes, pour qu'elles ne puissent être aspirées par les moteurs d'avions (Jarman 1993).

Avantages

1. Les fusées-détonateurs et les mortiers sont potentiellement efficaces sur des zones étendues.
2. Les dispositifs pyrotechniques sont efficaces aussi bien le jour que la nuit.
3. Il est possible de commander la direction et l'intensité des tirs.
4. Ils peuvent être utilisés en complément d'autres dispositifs d'effarouchement.

Inconvénients

1. Les dispositifs pyrotechniques ne peuvent être utilisés lorsqu'il y a risque d'incendie, p. ex., en période de sécheresse ou à proximité de carburant.
2. Les tirs en direction des oiseaux ne sont pas toujours acceptables dans certains lieux publics.
3. Les cartouches lancées par les fusils de chasse et les pistolets ont un rayon d'efficacité relativement restreint.
4. L'emploi de dispositifs pyrotechniques demande beaucoup de personnel.
5. Les oiseaux peuvent s'habituer aux dispositifs pyrotechniques si ceux-ci sont mal utilisés.
6. Il y a des situations où l'utilisation de dispositifs pyrotechniques est difficile ou impossible.
7. Les dispositifs pyrotechniques peuvent être dangereux pour les tireurs ou d'autres préposés, s'ils sont utilisés sans toutes les précautions nécessaires.

Recommandation - Une utilisation sélective et parcimonieuse de dispositifs pyrotechniques, telle qu'exposée ci-dessus, est recommandée. Les cartouches lancées par des fusils de chasse et des pistolets sont les types de dispositifs les plus commodes.

Documents recensés - Andelt et coll. 1997; Aguilera et coll. 1991; Anderson 1986; BSCE 1988; Bartelt 1987; Beck 1968; Bliese 1959; Bomford et O'Brien 1990; Booth 1983; Briot et Eudot 1994; Burger 1983; Coniff 1991; Cummings et coll. 1986; Davidson 1968; DeFusco et Nagy

1983; Davis et Davis 1994; DeHaven 1971; Draulans 1987; EIFAC 1988; Elgy 1972; Faulkner 1963; Feare 1974; Fellows et Paton 1988; Fitzwater 1978; Geist 1975; Green 1973; Grun 1978; Handegard 1988; Keva 1992; Koski et Richardson 1976; Kress 1983; LGL Ltd. 1987; Littauer 1900a,b; Lucid et Slack 1980; Mattingly 1976; Miller et Davis 1900a,b; Mott 1980; NCC 1989; Nelson 1970; Nelson 1990a; Nomsen 1989; Norris et Wilson 1988; Parsons et coll. 1990; Radford 1987; Salon et Conte 1981; Salmon et coll. 1986; Southern et Southern 1984; Taylor et Kirby 1990; USDA 1991; U.S. Dep. Interior 1978.

Canons et détonateurs à gaz

Description - Les canons à gaz, aussi appelés détonateurs à gaz, sont des dispositifs mécaniques qui produisent de fortes détonations dans le but d'effrayer les oiseaux. Les détonations sont provoquées par l'inflammation d'un gaz (acétylène ou propane). Le bruit produit est au moins aussi fort que celui produit par un fusil de chasse de calibre 12 (Feare 1974; Nelson 1990a). Les détonations sont produites à intervalles réglables (Salmon et Conte 1981; Salmon et coll. 1986), et parfois en succession rapide, qui peuvent être commandés au moyen d'une minuterie automatique. Le canon peut être équipé d'une cellule photoélectrique qui le désactive la nuit. Certains canons à gaz peuvent être réglés pour fonctionner à intervalles aléatoires et pour tourner après chaque détonation, de façon que chaque détonation semble venir d'une direction différente de la précédente. Il existe également des télécommandes qui permettent de commander directement et à distance le moment et le nombre de détonations. Les canons télécommandés peuvent également être montés sur support rotatif.

Fondement biologique - La détonation forte et soudaine produite par un canon à gaz peut, au moins dans un premier temps, effrayer et mettre en fuite des oiseaux. La réaction de fuite est probablement due à la ressemblance de la détonation à celle d'un fusil de chasse (du moins pour les espèces qui sont habituées à ce que les chasseurs leur tirent dessus) et à la surprise causée par la détonation. Mais sans autre mesure concurrente pour indiquer aux oiseaux que la détonation représente un danger, ces derniers s'habituent rapidement à ces sons.

Résultats de recherches - Les canons à gaz peuvent être efficaces pour effaroucher les oiseaux si l'intervalle entre les détonations varie et s'ils sont déplacés tous les deux ou trois jours. Il est parfois nécessaire de surélever les canons si le feuillage ou certaines installations empêchent la propagation du bruit de la détonation (U.S. Dep. Inter. 1978; Hussain 1990). Les oiseaux s'habituent au son des détonations, en particulier si aucune autre technique n'est utilisée pour faire en sorte que le canon soit associé à un danger (DeFusco et Nagy 1983; BSCE 1988). Des supports rotatifs, des intervalles de mise à feu réglables et l'utilisation de techniques d'effarouchement complémentaires peuvent retarder l'accoutumance. Les canons à gaz combinés à d'autres techniques d'effarouchement, comme les dispositifs pyrotechniques, ont permis de réduire le nombre de goélands et de mouettes à des décharges (p. ex., Risley et Blokpoel 1984; Miller et Davis 1990a,b).

Pour disperser des goélands et des mouettes à un aéroport, la mise en place d'un canon par longueur de 50 m de piste s'est révélée efficace (DeFusco et Nagy 1983). (Il n'est pas conseillé de placer les canons à gaz près des pistes, en raison du risque que représenterait la collision d'un aéronef avec ces dispositifs alimentés au propane.) Toutefois, les canons se sont aussi révélés inefficaces en tant que moyens de dispersion à long terme à de nombreux aéroports, en raison de l'accoutumance des oiseaux (BSCE 1988). Le point fort des canons est l'effarouchement à court terme. Selon Sugden (1976), les canons figurent parmi les méthodes les plus utiles pour réduire les dégâts causés par les oiseaux aquatiques aux cultures céréalières. Les canons alimentés au gaz propane se sont révélés très efficaces pour effrayer les cormorans sur des chantiers navals (Martin et Martin 1984) et peuvent être utiles pour réduire les dommages causés par les carouges et les quiscales dans les champs de maïs (Dolbeer et coll. 1987). Un canon par zone de 4 à 10 ha s'est révélé suffisant pour disperser des carouges et des quiscales (LGL Ltd. 1987). Des détonations à intervalles de 30 secondes peuvent disperser des carouges, des quiscales et des étourneaux d'un site-dortoir (U.S. Dep. Interior 1978).

Les canons à gaz se sont révélés efficaces sur des superficies pouvant atteindre 4 ha, dans le cas d'espèces non habituées aux armes à feu (Salmon et coll. 1986), de 18 à 24 ha, dans le cas de canards de surface sur des champs de céréales (Stephen 1960, 1961), et 50 ha, dans le cas de morillons sur de petits lacs (Ward 1978). Dans l'étude de Ward (1978), les canons étaient utilisés concurremment avec des épouvantails et des éclairs.

Interviews - Un inconvénient dont se sont souvent plaintes les personnes que nous avons interrogées concernant les canons à gaz est leur courte durée d'efficacité. Les oiseaux s'habituent assez rapidement (parfois en quelques jours) au bruit des canons. Les goélands et les mouettes fréquentant les décharges Nottawasaga et Wasaga Beach en sont venus à ne plus faire cas des détonations. De fait, on a même vu des goélands utiliser les canons comme perchoirs, décoller au « clic » précédant la détonation et revenir se poser tout de suite après (Steen Klint, Environmental Services Department, County of Simcoe, Ontario, comm. pers. 1998). Il n'est pas rare de voir des goélands et des mouettes au sol à 2 ou 3 m des canons. Selon Mark Adam (Services Environnementaux Faucon Inc.), premièrement, ces dispositifs produisent des détonations très fortes, qui peuvent constituer des obstacles pour la lutte antiaviaire dans des zones résidentielles (plaintes concernant le niveau de bruit); deuxièmement, la minuterie automatique peut provoquer l'envol intempestif d'oiseaux dans la trajectoire d'un avion en train de décoller ou d'atterrir. Certaines indications donnent à penser que l'utilisation répétitive des canons peut attirer les goélands et les mouettes sur les décharges (R.A. Davis, LGL Ltd., obs. pers.).

On a aussi noté, à l'aéroport international de Calgary, une accoutumance des oiseaux au bruit des canons. On utilise quand même encore les canons de façon ponctuelle et ils éloignent, de fait, les oiseaux, au moins pour de courtes périodes (Brian Richmond, Calgary Airport Authority, comm. pers. 1998). Les agents de la lutte antiaviaire à cet aéroport ont constaté que de brefs

intervalles entre les détonations gardent les oiseaux sur le qui-vive et qu'ils sont ainsi plus faciles à disperser. Toujours selon Brian Richmond, l'entretien des canons fait constamment problème; de plus, le fait de les déplacer maximise leur efficacité, certes, mais ils ne sont pas faciles à déplacer.

Dave Ball (Aéroport international de Vancouver, comm.pers.) a fait mention de canons disposés sur certains sites problématiques de l'aérodrome (à proximité de mares d'eau servant de lieu de rassemblement aux oiseaux, par exemple). Les tirs sont commandés à distance selon les besoins. Dans ce cas précis, les canons sont utilisés au même titre que des dispositifs pyrotechniques.

Évaluation - Comme dans le cas des dispositifs pyrotechniques, l'efficacité des canons à gaz varie en fonction du mode d'utilisation. Les oiseaux s'habituent rapidement aux canons à gaz qui produisent des détonations à intervalles réguliers et qui ne sont jamais déplacés. Les canons deviennent complètement inefficaces en relativement peu de temps. Pour obtenir les meilleurs résultats, il faut faire varier l'intervalle entre les détonations, le nombre de détonations par séquence, l'orientation du canon et son emplacement. Deux ou trois détonations en succession rapide, avec des intervalles différents entre chaque série de détonations, et la rotation du canon après chaque détonation, constitue une bonne technique. La télécommande du canon par l'agent de lutte antiaviaire est la meilleure façon d'exploiter le canon et d'en modifier les paramètres de fonctionnement. Rien n'empêche que les oiseaux finiront probablement par s'habituer, à moins que d'autres techniques soient utilisées en complément (y compris l'abattage occasionnel d'individus).

Avantages

1. Possibilité de régler l'orientation, le moment et l'intensité des détonations.
2. Mobilité des canons à gaz.
3. Fonctionnent automatiquement et n'ont besoin d'être vérifiés qu'une fois par jour.
4. Efficaces de jour comme de nuit.

Inconvénients

1. Les oiseaux peuvent s'habituer rapidement au bruit des détonations.
2. Nécessité de recourir à d'autres dispositifs d'effarouchement complémentaires.
3. Les canons à gaz anciens ne doivent pas être utilisés dans des zones où il pourrait y avoir risque d'incendie.
4. Comparativement à la superficie d'un aérodrome, leur rayon efficace est relativement restreint.
5. Nécessitent un entretien régulier.

Recommandation - Les canons ne doivent pas constituer le seul ni le principal élément d'un programme de lutte contre le péril aviaire. Ils sont recommandés pour une utilisation ponctuelle, en tant qu'éléments d'un programme intégré de lutte antiaviaire sur un aéroport, concurremment avec d'autres produits et techniques. On ne doit pas faire fonctionner des canons à gaz à proximité de carburant, car le dispositif de mise à feu risquerait d'enflammer les vapeurs de carburant.

Documents recensés - Bomford et O'Brien 1990; Booth 1983; Bradley 1981; BSCE 1988; Conover 1984; DeFusco et Nagy 1983; Devenport 1990; Dolbeer et coll. 1979; Feare 1974; Hussain 1990; LGL Ltd. 1987; Littauer 1990a; Martin et Martin 1984; Miller et Davis 1990a,b; Mott 1978; Naggjar 1974; Nelson 1990a; Payson et Vance 1984; Risley et Blokpoel 1984; Salmon et Conte 1981; Salmon et coll. 1986; Sharp 1978; Stephen 1960, 1961; Stickley et Andrews 1989; Sugden 1976; Truman 1961; U.S. Dep. Interior 1978; Ward 1978.

Agri-SX

Description - Deux produits de lutte antiaviaire vendus par la société Agri-SX du Québec - le « Rotating Hunter » et le « Falcon Imitator » sont présentés ici. Chacun de ces produits conjugue un stimulus visuel (image de faucon ou de chasseur) et auditif (canon au propane) pour effaroucher les oiseaux. Ces appareils sont relativement nouveaux au Canada, même si, apparemment, ils seraient en usage depuis plusieurs décennies en Europe.

Le « Rotating Hunter » est constitué de deux canons au propane et de la silhouette d'une personne tenant un fusil découpée dans une tôle, fixés à un socle rotatif monté sur un trépied. L'ensemble du système atteint une hauteur plus grande que la taille d'une personne. Les deux canons fonctionnent en alternance dans deux directions opposées, la puissance de chaque détonation et le vent faisant pivoter les canons et le « chasseur ». La fréquence des détonations et les périodes de marche/arrêt de chaque canon peuvent être commandées par une minuterie mécanique. Selon Agri-SX, le « Rotating Hunter » peut protéger un terrain dégagé de 20 ha de superficie.

Le stimulus auditif du « Falcon Imitator » est également produit par un canon au propane. L'impulsion produite par le canon au propane propulse un mécanisme poussoir qui fait coulisser un disque de caoutchouc frangé le long d'un poteau de 8 m (monté sur un trépied). Le poussoir retombe rapidement, tandis que le disque descend plus lentement, à la manière d'un parachute. Ce « leurre » est censé imiter un faucon donnant la chasse à un oiseau. Comme pour le « Rotating Hunter », il est possible de commander la fréquence des détonations et les périodes de marche/arrêt. Le « Falcon Imitator » est efficace dans un rayon de 150 m, dit-on. Selon la publicité du fabricant, il ne produit pas d'accoutumance chez les oiseaux.

Fondement biologique - On sait que la forte détonation d'un canon au propane réussit à effaroucher les oiseaux pour de courtes périodes (voir la rubrique ci-dessus sur les canons à gaz), mais les oiseaux s'habituent rapidement au bruit. Les épouvantails, comme la silhouette du chasseur, ont également un effet fuytif. Biologiquement parlant, on peut penser que les oiseaux s'habitueront assez rapidement à ces produits Agri-SX, mais peut-être moins rapidement qu'à un canon à gaz seul, en raison des stimulus visuels figurant le chasseur et le faucon.

Résultats de recherches - Ces produits Agri-SX n'ont encore fait l'objet d'aucune étude indépendante, publiée ou non. Voir cependant la rubrique « canons à gaz » ci-dessus et « Répulsifs visuels - Épouvantails, réflecteurs et banderoles réfléchissantes » plus loin dans la présente section.

Interviews - Les dépliants publicitaires de l'entreprise énumèrent plus de 20 sites où le « Rotating Hunter » et le « Falcon Imitator » ont été utilisés pour disperser les oiseaux. Ces sites comprennent des terrains agricoles, des zones industrielles et des aéroports. Le personnel de plusieurs de ces sites a été contacté.

La gamme des opinions exprimées quant à l'efficacité de ces produits va du « très satisfait » au « pas mieux qu'un canon au propane ». Aucune des personnes interrogées ne voyait ces produits comme la panacée au problème aviaire, les considérant plutôt comme des éléments d'un programme de lutte faisant appel à plusieurs techniques. Aucun des sites contactés n'utilisait les produits Agri-SX seuls mais les combinait à d'autres produits et techniques. Le « Rotating Hunter » ou le « Falcon Imitator » n'ont été soumis à aucun essai approfondi et rigoureux. Il faut donc donner aux observations ci-après valeur d'anecdote.

Un des succès dont se targue le plus la firme Agri-SX dans sa publicité est l'élimination d'un lieu de nidification de goélands sur les terrains de la papetière Daishowa, à Québec. Nous avons parlé à Marcel Barrière, de Daishowa Inc. Une colonie constituée en majorité de goélands à bec cerclé comptait environ 25 000 couples en 1992 ou 1993. En 1993 et 1994, un vaste programme de retrait des oeufs a été mis en oeuvre sous l'égide du Service canadien de la faune. La population de goélands a alors décliné pour atteindre environ 15 000 couples. En 1995, un « chasseur » et deux « faucons » d'Agri-SX ont été mis en place et utilisés concurremment avec des dispositifs pyrotechniques. En 1995, les goélands avaient été éliminés.

Depuis, on utilise chaque année le système Agri-SX sur les terrains de Daishowa et on n'y trouve encore aucun goéland. D'année en année, on réussit à effrayer les oiseaux en faisant une utilisation moins intensive de l'équipement Agri-SX. Il semble que les goélands se soient déplacés vers une colonie « naturelle » déjà établie dans une île éloignée de la zone urbaine de Québec. En même temps que Daishowa appliquait ses mesures de lutte contre les goélands, le conseil municipal de Québec mettait en oeuvre un vaste programme destiné à réduire les sources de nourriture pour les goélands. Ainsi, elle a adopté des règlements qui interdisent au public de nourrir les goélands et qui obligent les citoyens à déposer les ordures ménagères dans des poubelles fermées plutôt que dans des sacs en plastique que peuvent facilement percer les goélands. Le nombre de goélands semble avoir diminué sur tout le territoire de la ville de Québec.

En raison de l'utilisation concurrente d'autres produits (dispositifs pyrotechniques) et méthodes (collecte des oeufs, réglementation des ordures ménagères) de lutte, on ne peut attribuer exclusivement aux produits Agri-SX l'élimination des goélands qui nichaient sur les terrains de Daishowa. Il est également impossible de mesurer la contribution relative des systèmes Agri-SX au résultat global.

Le « Rotating Hunter » et le « Falcon Imitator » ont également été utilisés sur des décharges. Nous nous sommes entretenus avec Steen Klint (Environmental Services Department, County of Simcoe) au sujet de l'efficacité de ces systèmes aux décharges de Nottawasaga et de Wasaga Beach, en Ontario, et avec Larry Conrad, au sujet de ses expériences à la décharge Britannia, de Mississauga, aussi en Ontario. Encore une fois, dans les deux cas, les systèmes étaient conjugués à d'autres produits et techniques (dont des dispositifs pyrotechniques, des câbles aériens, la modification de l'habitat et l'abattage occasionnel d'individus). Klint et Conrad reconnaissent tous deux une plus grande efficacité au « Falcon Imitator » qu'au « Rotating Hunter ». Ni l'un ni l'autre n'estiment pouvoir fonder sur ces seuls produits la lutte antiaviaire à leurs décharges, mais les systèmes Agri-SX ont effectivement effrayé les goélands. On ne sait pas pendant combien de temps ces systèmes ont été en place ni si on a pu étudier l'accoutumance des goélands à ces dispositifs.

Mark Adam, de Services Environnementaux Faucon Inc., une entreprise spécialisée dans la lutte antiaviaire, connaît bien l'utilisation du « Rotating Hunter » et du « Falcon Imitator » sur des décharges et des terrains industriels. Il n'a pas trouvé ces produits plus efficaces que les canons au propane, sans « chasseur » ou « faucon ». Selon M. Adam, on trouve sur le marché des canons au propane dotés de minuteriers électroniques plus évolués et plus fiables que les minuteriers mécaniques anciennes qui équipent les canons d'Agri-SX. Il estime également que le « Falcon Imitator » est peu adapté aux hivers canadiens. La neige, la glace et la pluie verglaçante peuvent empêcher le « faucon » de coulisser le long du poteau de 8 m. Bref, il juge que les canons au propane ordinaires sont aussi efficaces et beaucoup moins coûteux que les produits d'Agri-SX. Il n'en suggère pas moins d'intégrer ces produits à un programme plus large de lutte antiaviaire.

En mars 1998, 12 « Rotating Hunter » et 6 « Falcon Imitator » ont été installés à l'aéroport Jean-Lesage de Québec. Il s'agit de la première mise en oeuvre de produits Agri-SX sur un aéroport canadien d'importance. Des dispositifs pyrotechniques seront également utilisés. Au terme de ce programme, il sera possible de mieux évaluer l'efficacité de ces produits.

Évaluation - Les délibérations concernant les produits Agri-SX se poursuivent et aucune décision ne pourra être rendue avant que des essais rigoureux et indépendants aient été menés. À cet égard, on attend beaucoup de la mise en service de ces produits à l'aéroport Jean-Lesage de Québec. (Malheureusement, aucune étude témoin n'est prévue.) Les produits Agri-SX sont des dispositifs d'effarouchement qui s'apparentent passablement aux canons à gaz. L'accoutumance est peut-être moins rapide que dans le cas des canons à gaz seuls, mais il s'agit quand même d'un problème de taille pour les aéroports, qui ont besoin de mesures qui soient efficaces à long terme. Il est probable que les « Rotating Hunters » et les « Falcon Imitators » imposeront les mêmes limitations que les canons à gaz et que le meilleur parti que l'on pourra prendre sera de les utiliser de la même manière.

Recommandation - Compte tenu du coût élevé de ces produits, de leur ressemblance avec les canons à gaz, moins coûteux, des minuteriers perfectionnés dont sont dotés les canons à gaz, et de l'absence d'expérimentations pouvant fonder une opinion valable, il n'est pas recommandé d'investir lourdement dans ces produits. Tout au plus pourra-t-on envisager de mettre un ou deux appareils à l'essai, mais ils ne doivent pas former la base d'un programme de lutte antiaviaire.

Documents recensés - Seulement la publicité du fabricant.

Bruiteur Phoenix Wailer

Description - Le Phoenix Wailer est un système de production de sons qui se distingue des autres appareils du même genre par la grande variété des sons produits (perceptibles par l'oreille humaine et ultrasoniques) et par la gamme étendue des variations ainsi permises. Ces atouts préviendraient l'accoutumance chez les oiseaux. Plusieurs modèles ont été distribués au Canada : le Phoenix Wailer MkI et MkII, le Phoenix Airport Wailer MKIII, et le Marine Wailer. Les modèles Phoenix Wailer sont conçus pour un usage terrestre; le Marine Wailer est une version étanche à l'eau du même appareil, qui se présente comme un système autonome, maintenu hors de l'eau par une plate-forme tétrapode montée sur des flotteurs. Ces systèmes étaient utilisés pour éloigner les oiseaux en Angleterre, avant d'être importés au Canada. Ils sont maintenant fabriqués et vendus au Canada.

Les systèmes Phoenix Wailer diffusent tous des sons produits électroniquement. Chacun est équipé de deux haut-parleurs basse fréquence fonctionnant dans la gamme de 450 à 4000 Hz et de quatre haut-parleurs haute fréquence, dont la gamme de fréquences va de 3500 à 27 000 Hz. Les sons, leur durée, leur intervalle et les haut-parleurs par lesquels ils sont émis sont programmables. Ces paramètres peuvent en outre être déterminés de façon aléatoire. Le niveau d'intensité sonore est réglable. Il est possible d'équiper le système d'un capteur d'intensité de lumière (aube/crépuscule) ou d'une minuterie déclenchant automatiquement la mise en marche et l'arrêt. Le système Phoenix Wailer MkII peut produire 94 signaux électroniques « irritants » pour les oiseaux, y compris des ultrasons. L'Airport MKIII émet en plus 16 cris d'oiseaux enregistrés (cris de détresse, cris d'alarme et cris de prédateurs). Selon le fabricant, une série de haut-parleurs installés en bord de piste permet de protéger jusqu'à 3000 pieds de piste.

Fondement biologique - Les oiseaux réagissent aux cris de détresse émis par leurs congénères et, à l'occasion, par des oiseaux d'autres espèces, ainsi qu'aux cris de prédateurs (voir plus loin). Les oiseaux peuvent également avoir une réaction d'évitement lorsqu'ils entendent des sons inhabituels et artificiels, comme certains des sons synthétisés diffusés par les systèmes Phoenix Wailer, pourvu qu'ils soient suffisamment forts et soudains. Toutefois, peu d'espèces aviaires perçoivent les ultrasons (d'une fréquence supérieure à 20 000 Hz; voir la rubrique « Ultrasons », ci-après) et ces rares espèces ne semblent pas réagir aux ultrasons émanant du bruiteur. De plus, les oiseaux s'habituent assez rapidement aux sons non signifiants sur le plan biologique, mais plus lentement aux cris de détresse et aux cris de prédateurs.

Résultats de recherches - Depuis que les systèmes Phoenix Wailer ont fait leur entrée sur le marché canadien, plusieurs études ont été publiées sur cet appareil. Un premier sondage téléphonique auprès de sept utilisateurs du Phoenix Wailer (six producteurs agricoles, un exploitant de terrain d'aviation) en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick (Hounsell 1992) et une étude restreinte à l'aéroport de Yarmouth (Nouvelle-Écosse; Hounsell 1994) ont enregistré des commentaires favorables. Mais ces études ne se réclamaient d'aucune démarche scientifique.

Une recherche réalisée à l'aéroport de Moncton, au Nouveau-Brunswick, était de trop courte durée et l'abattage de goélands et de mouettes pendant la période d'essai a miné sa crédibilité (Hounsell 1995). Les seuls essais raisonnablement rigoureux, bien que comportant chacun des limitations, ont été réalisés l'un à l'aéroport international de Calgary (Troughton et Revel 1996) et l'autre à une décharge à proximité d'Ottawa, sur des goélands à bec cerclé (Topping 1994). Les résultats de ces études ont été nettement négatifs. Aux dires de Troughton et Revel (1996:21), les résultats donnent à penser que le Phoenix Wailer peut être efficace à court terme pour éloigner les oiseaux, mais rien ne permet de croire qu'il puisse être efficace à long terme. Ils recommandent de poursuivre les activités normales de lutte antiaviaire dans les zones où les haut-parleurs sont mis en oeuvre. Quant à Topping (1994), il a constaté que le Phoenix Wailer n'a pas empêché la présence de goélands et de mouettes dans les zones où il avait été installé. De fait, le nombre d'oiseaux a augmenté au cours des deux périodes d'essai, et on en a souvent observé dans un rayon de 3 m d'un haut-parleur tonitruant. Blokpoel (tel que cité dans le procès-verbal du Comité sur le péril aviaire du Canada 19 [1993], page 10) a souligné que le Phoenix Wailer s'est révélé inefficace pour éloigner des goélands à bec cerclé d'un lieu de nidification à Hamilton, en Ontario.

Interviews - Sept bruiteurs Phoenix Wailer MKIII sont présentement déployés à l'aéroport international d'Halifax (Shawn Hicks, comm. pers. 1997, 1998). Ces dispositifs font partie d'un programme de lutte antiaviaire qui fait également appel à des canons au propane, à des dispositifs pyrotechniques et, occasionnellement, à la fauconnerie. Pour M. Hicks, les Phoenix Wailers ne régleront pas « comme par magie » le problème des oiseaux à cet aéroport. Il fait également remarquer que ces appareils entraînent des dépenses annuelles d'entretien. Les appareils mis en place à Halifax ont parfois été frappés par la foudre.

Les Phoenix Wailers sont encore utilisés à l'aéroport international de Calgary, mais les agents de gestion de la faune ne s'y fient pas trop (Brian Richmond, Calgary Airport Authority, comm. pers. 1998). Sans parler des problèmes posés par les coyotes et les rongeurs qui mâchouillent les câbles électriques, et des coyotes qui se frottent sur les appareils et les renversent. Les deux systèmes mis en oeuvre à l'aéroport international de Vancouver sont jugés inefficaces par la plupart des employés affectés à la lutte antiaviaire.

Après avoir observé des systèmes Phoenix Wailer MkII et MKIII en exploitation, Mark Adam, de Services Environnementaux Faucon Inc., considère ces appareils inefficaces pour éloigner les oiseaux (comm. pers. 1998). Il a constaté un cas où un système Phoenix Wailer avait réussi à tenir des pigeons à distance d'une installation industrielle, mais pour une journée seulement.

Évaluation - Les sons électroniques produits par les Phoenix Wailers sont non signifiants biologiquement pour les oiseaux et sont donc inefficaces pour la lutte antiaviaire aux aéroports. Les oiseaux peuvent, dans un premier temps, être dispersés par ces sons, c'est-à-dire avoir une réaction d'évitement devant un stimulus inhabituel, ou une réaction de surprise à un bruit fort et soudain. Mais ils s'habituent rapidement. Les travaux de recherche effectués jusqu'à ce jour (voir ci-dessous) ont révélé que les quelques espèces d'oiseaux capables de percevoir les fréquences ultrasoniques n'ont aucune réaction. Donc, le Phoenix Wailer est inefficace aussi aux gammes de fréquences élevées. La diffusion de cris de détresse peut être efficace et c'est dans ce créneau que les systèmes Phoenix Wailer suscitent quelque espoir. (Voir la rubrique portant sur ce sujet ci-dessous). Mais le mode de diffusion de ces vocalisations par les systèmes Phoenix Wailer - brefs sursauts sonores; variation aléatoire de cris, ultrasons, et sons électroniques non signifiants - laisse à désirer. Les systèmes conçus expressément pour lancer des cris de détresse, et qui permettent une commande plus directe de la gamme des sons émis et du moment et de la fréquence de diffusion, sont plus efficaces.

Recommandation - Le Phoenix Wailer n'est pas recommandé pour une utilisation à long terme sur un terrain d'aviation. Il peut être efficace pendant une courte période, dans des zones où des oiseaux problématiques ont tendance à se rassembler (p. ex., autour d'une mare d'eau de ruissellement au printemps). Il s'agit cependant d'une solution coûteuse pour cette application précise.

Documents recensés - Hounsell 1994, 1994, 1995; Topping 1994; Troughton et Revel 1996.

Bird Gard AVA et Bird Gard ABC

Ces dispositifs diffusent des cris de détresse synthétisés (Bird Gard AVA) ou des enregistrements de cris de détresse véritables (Bird Gard ABC) caractéristiques d'une gamme restreinte d'espèces d'oiseaux nuisibles. Voir la rubrique « Cris de détresse » ci-après pour un exposé de cette dernière méthode de lutte antiaviaire.

Av-Alarm

Description - Av-Alarm est un générateur électronique de sons vendu dans le commerce, qui diffuse des sons synthétisés dans la gamme de fréquences de 1500 à 5000 Hz, d'une intensité de 118 dB à un mètre. Pour que le système soit efficace, il faut choisir des sons qui correspondent aux fréquences propres des cris de détresse émis par les espèces visées, ou aux fréquences utilisées par les oiseaux pour communiquer entre eux. Les sons sont diffusés par des haut-parleurs qui couvrent chacun un arc de 120 degrés. Le moment et la fréquence d'émission peuvent être réglés par des minuteries et des cellules photoélectriques. Le dispositif peut être alimenté par une pile 12 V ou par le courant secteur 110/120 V, 50-60 Hz.

Fondement biologique - Comme les sons produits par l'Av-Alarm sont synthétisés, on pourrait penser qu'ils n'ont aucun fondement biologique en tant que répulsifs pour les oiseaux. Mais la soudaineté et/ou le fort volume des sons peuvent surprendre les oiseaux et les mettre en fuite, à l'occasion. Aussi, les oiseaux peuvent, dans un premier temps, avoir une réaction d'évitement face à un son inusité.

Résultats de recherches - L'Av-Alarm a surtout été utilisé par les producteurs agricoles pour chasser les oiseaux de leurs champs de culture. La plupart des commentaires recueillis relativement à son efficacité sont subjectifs. L'Av-Alarm a aussi été mis à l'essai en tant que répulsif d'oiseaux aquatiques dans les zones agricoles et côtières, et aux aéroports.

L'Av-Alarm semble avoir réussi à réduire les populations d'oiseaux de petite taille se nourrissant de diverses cultures (voir Koski et Richardson 1976 et DeFusco et Nagy 1983). Des essais préliminaires menés en marge d'une étude plus récente laissent penser que l'Av-Alarm est efficace pour réduire les dégâts causés dans les vignobles par les étourneaux sansonnets, les moineaux et les tisserins (Jarvis 1985). Bien que la plupart des essais de l'Av-Alarm aient porté sur des oiseaux terrestres dans des zones agricoles, certains rapports laissent croire que l'Av-Alarm peut aussi être utile pour réduire le nombre de goélands, de mouettes et de pluviers aux aéroports (BSCE 1988).

Les systèmes Av-Alarm semblent avoir une certaine efficacité utilisés seuls, mais leur efficacité est décuplée lorsqu'ils sont jumelés à d'autres méthodes d'effarouchement. Par exemple, l'Av-Alarm produisait un certain effet répulsif sur des étourneaux dans une bleuetière, mais on a pu, dans certains cas, associer l'adjonction de fusils de chasse, de canons à gaz ou d'appeaux à une diminution de la déprédation (Nelson 1970). Martin (1980) a mis en oeuvre un système intégré constitué d'un appareil Av-Alarm, d'un canon au propane et d'autres dispositifs actionnés manuellement pour réduire le nombre d'oiseaux fréquentant un étang de retenue d'eaux usées, mais il n'a pas évalué le mérite respectif de chaque méthode. De même, Potvin et coll. (1978) ont constaté que l'utilisation combinée de l'Av-Alarm et d'un canon à gaz était plus efficace pour réduire le nombre d'oiseaux terrestres sur des champs de maïs au Québec que l'une ou l'autre méthode utilisée seule.

Booth (1983) a condamné l'Av-Alarm, le considérant moins efficace que les cris de détresse pour disperser les oiseaux. LGL Ltd. (1987), Bomford et O'Brien (1990) et Devenport (1990) ont fait remarquer que les oiseaux s'habituent aux sons. Thompson et coll. (1979) ont noté pour leur part une légère augmentation de la fréquence cardiaque chez des étourneaux exposés à l'Av-Alarm, comparativement à une augmentation marquée chez les mêmes oiseaux soumis à la diffusion de cris de détresse d'espèces nord-américaines et européennes d'étourneaux.

À notre connaissance, l'efficacité de l'Av-Alarm en tant que répulsif sonore pour des oiseaux aquatiques fréquentant des terrains agricoles a été l'objet d'une seule étude rigoureuse. Ce dispositif a réussi à éloigner des bernaches du Canada de champs agricoles voisins d'une réserve faunique, au Wisconsin (Heinrich et Craven 1990). La démarche expérimentale consistait à intercaler des parcelles témoins (sans dispositif d'effarouchement) parmi des parcelles expérimentales (avec l'Av-Alarm) : on ignore si le dispositif aurait été aussi efficace si les oiseaux n'avaient pu se rabattre sur des zones adjacentes tout aussi convenables mais non dotées de dispositif d'effarouchement.

Wiseley (1974) a étudié l'effet de sons simulés au moyen d'un compresseur à gaz sur la distribution et le comportement d'oies des neiges, sur le versant nord du Yukon. Cette étude donne une indication de la réaction des oies des neiges à des bruits dénués de signification biologique. Aux sons produits par le simulateur, les oies ont brisé leurs formations de vol normales, dévié de leur route, poussé des cris, accéléré ou ralenti leur vol et atterri. Elles se sont tenues hors d'un rayon de 800 m du simulateur, pour se protéger de la forte intensité des sons. On peut donc penser que les sons produits par des bruiteurs de type Av-Alarm, Phoenix Wailer ou Marine Wailer pourraient provoquer des réactions semblables chez les oies des neiges.

Crummet (non datée; 1973) a mené deux expériences qui laissent penser que l'Av-Alarm serait efficace pour éloigner des oiseaux aquatiques d'un plan d'eau. Mais les rapports ne sont pas suffisamment détaillés pour que l'on puisse évaluer le lien entre les nombres d'oiseaux et la distance par rapport au dispositif, avant et pendant l'expérience, ou déterminer dans quelle mesure des facteurs autres que l'Av-Alarm peuvent avoir contribué aux fluctuations observées.

Évaluation - L'Av-Alarm diffuse des sons synthétisés produits électroniquement, semblables à ceux qui sont produits par le Phoenix Wailer, si ce n'est que leur répertoire est beaucoup plus restreint. Compte tenu des limitations des systèmes Phoenix Wailer (voir ci-dessus), l'Av-Alarm serait, selon toute vraisemblance, encore moins efficace. Les sons synthétisés diffusés par ces systèmes ne s'appuient sur aucun fondement biologique et il est peu plausible qu'ils puissent avoir les longues périodes d'efficacité nécessaires aux aéroports. L'Av-Alarm peut avoir une certaine utilité aux aéroports où doivent être appliquées des mesures de dispersion à court terme couvrant des zones restreintes.

Avantages

1. L'Av-Alarm convient à la dispersion d'oiseaux dans des habitats très diversifiés.
2. Il peut être efficace la nuit.
3. Il n'est pas spécifique à une espèce, contrairement à certains autres dispositifs.
4. Il ne requiert pas l'attention soutenue d'un opérateur; mais le fait de le déplacer et de modifier les paramètres des sons peut ralentir l'accoutumance.

Inconvénients

1. Les oiseaux semblent s'habituer rapidement aux sons de l'Av-Alarm utilisé seul.
2. L'utilisation concurrente d'autres techniques peut être nécessaire pour rendre l'Av-Alarm efficace.
3. Le personnel qui travaille à proximité d'un Av-Alarm doit porter des moyens de protection auditive.

Recommandation - Non recommandé en tant que dispositif d'effarouchement à long terme, ou à titre d'élément de base d'un programme intégré de lutte contre le péril aviaire. Le Phoenix Wailer a toutes les chances d'être plus efficace, en raison du répertoire plus étendu des sons disponibles et de la plus grande souplesse d'utilisation. On peut accroître l'efficacité de l'Av-Alarm en le combinant à d'autres techniques, comme des dispositifs pyrotechniques ou des canons à gaz.

Documents recensés - Bomford et O'Brien 1990; Booth 1983; BSCE 1988; Crummet n.d., 1973; DeFusco et Nagy 1983; Devenport 1990; Gunn 1973; Heinrich et Craven 1990; Jarvis 1985; Koski et Richardson 1976; LGL Ltd. 1987; Martin 1980; Nelson 1970; Potvin et coll. 1978; Sharp 1978; Thompson et coll. 1979; Wiseley 1974.

Cris de détresse

Description - Les oiseaux de nombreuses espèces lancent des cris de détresse lorsqu'ils sont capturés, retenus, blessés ou qu'ils sont la cible de quelque autre danger. Ces cris, spécifiques à chaque espèce, signalent le danger et avertissent les autres membres de l'espèce de se disperser. Dans certains cas, les cris de détresse d'une espèce donnée sont reconnus par les membres d'autres espèces, sur lesquels ils ont les mêmes effets (Aubin et Brémond 1989; Aubin 1991). Il existe des systèmes commerciaux qui diffusent des cris de détresse enregistrés. Nombre de ces systèmes sont mobiles; certains peuvent être montés sur des véhicules (Elgy 1972; Currie et Tee 1978). Des modèles fonctionnant à l'énergie solaire et éolienne sont maintenant offerts. Ont également été mis sur le marché, ces dernières années, des enregistrements numériques de grande qualité.

Fondement biologique - Il existe une corrélation très étroite entre les cris de détresse et les réactions de fuite, car cette fuite a une forte valeur de survivance. C'est la signification biologique des cris qui les rend si efficaces. L'accoutumance est plus lente dans le cas des cris de détresse (comparativement aux bruits artificiels, par exemple), en raison de la signification associée à ces cris.

Résultats de recherches - La diffusion d'enregistrements de cris de détresse est couramment utilisée pour disperser les oiseaux sur des aéroports, des zones agricoles et résidentielles et des installations aquacoles, entre autres. Il est important que les cris soient diffusés à l'endroit et au moment les plus opportuns, de façon à produire un effet d'effarouchement optimal. Il est donc souhaitable de disposer d'un véhicule mobile. Pour un effet maximal et une accoutumance minimale, il importe de ne pas abuser de telles diffusions et que celles-ci aient lieu à des moments où les oiseaux risquent d'être le plus réceptifs (cf. Transports Canada 1986). Pour cela, une intervention humaine est nécessaire : on ne peut se contenter d'une minuterie automatique. L'efficacité de cette technique dépend également de la qualité du son diffusé. D'où la nécessité d'utiliser un matériel de grande qualité (Brémond et coll. 1968).

Les enregistrements de cris de détresse sont largement utilisés pour éloigner les goélands et les mouettes des aéroports, et occasionnellement, des décharges et des réservoirs (p. ex., DeFusco et Nagy 1983; Payson et Vance 1984; Transports Canada 1986; BSCE 1988; Howard 1992). De tels enregistrements se sont également révélés efficaces pour la dispersion de grands groupes (jusqu'à 10 000) d'étourneaux sansonnets de sites-dortoirs (Frings et Jumber 1954; Block 1966; Pearson et coll. 1967; Feare 1974; G.F. Searing, LGL Ltd., comm. pers. 1998). Keidar et coll. (1975) ont constaté l'efficacité des cris de détresse pour disperser des groupes d'alouettes des champs et d'alouettes calandres en train de se nourrir de récoltes. Smith (1986) a indiqué avoir dispersé des oiseaux d'aéroports par des diffusions répétées de cris de détresse. Spanier (1980) a réussi à éloigner des bihoreaux gris juvéniles et adultes d'étangs de pisciculture par la diffusion d'enregistrements de leurs cris de détresse. Cette méthode atteint son efficacité maximale lorsqu'elle est mise en oeuvre avant que les oiseaux aient le temps de prendre des habitudes ou d'établir des schémas d'activités dans une zone. Elle doit en outre être appliquée avant ou dès l'arrivée des oiseaux dans une zone, plutôt qu'après, lorsqu'ils sont en train de se nourrir ou qu'ils dorment (Elgy 1972; Searing, comm. pers.).

Les goélands et les mouettes lancent des cris de détresse lorsqu'ils ont été capturés ou qu'ils sentent un danger (Frings et coll.). Lorsqu'ils entendent un cri de détresse, les goélands réagissent différemment des étourneaux. Ils s'approchent de la source sonore et la survolent en décrivant des cercles, comme pour tenter de découvrir la raison à l'origine des cris; puis ils s'éloignent lentement (Hardengerg 1965; Brough 1968; Sout et coll. 1974). Sur un aéroport, ce comportement peut poser un danger si les goélands sont attirés vers une piste en service (Cooke-Smith 1965; Brough 1968), aussi doit-on prendre des précautions pour parer à de telles situations. Les goélands doivent être attirés à l'écart des pistes vers les cris de détresse, puis dispersés plus loin à l'aide de dispositifs pyrotechniques.

La diffusion d'enregistrements de cris de détresse atteint souvent son maximum d'efficacité lorsqu'elle est conjuguée à une autre technique, par exemple le tir de cartouches détonantes (Transports Canada 1986). Brough (1968) a réalisé 405 essais, étalés sur un an, à cinq terrains d'aviation de la Royal Air Force. Les cris enregistrés ont réussi à disperser les goélands (y compris les goélands argentés). Les cris de détresse ont également été utilisés concurremment avec des dispositifs pyrotechniques. Brough a constaté que la combinaison des deux techniques était la méthode la plus efficace, suivie des cris de détresse seuls, puis des dispositifs pyrotechniques seuls. Au cours d'une étude ultérieure, les pompiers des bases de la RAF ont eu recours à ces deux techniques combinées pour disperser les oiseaux (Blokpoel 1976). L'efficacité des cris de détresse combinés aux dispositifs pyrotechniques a été maintes fois confirmée par ailleurs (Brough 1965, 1968; Busnel et Giban 1968; Bridgman 1969; Dahl 1984).

Mott et Timbrook (1988) ont souligné l'efficacité des cris de détresse pour empêcher des bernaches du Canada de se rassembler sur des terrains de camping. L'enregistrement auquel ils ont eu recours ne représentait pas des cris de détresse types, mais le cri d'une bernache seule et ceux d'une volée de bernaches fuyant le danger. La seule diffusion des cris a réduit de 71 % la présence des bernaches au terrain de camping, après cinq jours de diffusion. Lorsque combinée à des bombes antiaviaires, elle a chassé 96 % des bernaches. Toutefois, Aguilera et coll. (1991) ont constaté que dans les parcs, les bernaches du Canada réagissaient aux mêmes cris de détresse en devenant vigilantes et parfois en s'élevant jusqu'à 100 m au-dessus des haut-parleurs, mais qu'elles demeuraient dans la zone. La présence d'un habitat de remplacement à proximité peut conditionner l'efficacité de cette technique.

Une démarche judicieuse pour la diffusion de cris de détresse peut accroître l'efficacité de cette technique et retarder l'habituation. Le fait de diffuser les cris en continu favorise l'habituation (Langowski et coll. 1969; de Jong 1970; Burger 1983). Par exemple, des étourneaux se sont habitués à des cris de détresse diffusés en continu, mais pas à des cris diffusés par intermittence, à des intervalles de 2 à 95 secondes. Le U.S. Department of Interior (1978) a recommandé de diffuser les cris pendant 10 à 15 secondes toutes les minutes à l'arrivée d'étourneaux, de carouges et de quiscales dans une aire de repos. Selon un article de Block

(1966), la diffusion de cris de détresse d'une durée de 10 secondes une fois la minute pendant 50 minutes s'est révélée efficace pour disperser des étourneaux. Pour repousser le moment de l'habituation, il est bon de rediffuser les cris de détresse aussitôt que les oiseaux tentent de revenir après avoir été dispersés (Slater 1980). On empêche de la sorte les oiseaux de « se remettre » de l'effet du stimulus. Mott et Timbrook (1988) ont noté l'absence d'accoutumance à la diffusion de cris de détresse chez des bernaches du Canada. Mais celles-ci reconnaissaient le véhicule équipé des haut-parleurs et fuyaient avant le début des cris. On peut donc s'interroger sur le véritable stimulus qui mettait les oiseaux en fuite. Lors d'un essai d'une durée de cinq ans mené aux Pays-Bas, Hardenberg (1965) a noté peu de signes d'accoutumance des goélands aux cris de détresse émis par des haut-parleurs le long des pistes d'une base des forces armées. Brough (1968) n'a pas constaté d'accoutumance au terme d'un essai d'une durée d'un an à cinq terrains d'aviation du R.-U.

D'autres facteurs peuvent influencer sur l'efficacité des cris de détresse. Il se peut que les espèces qui vivent dans des habitats ouverts (prairies, champs, toundra, milieux marins) utilisent plutôt des repères visuels, tandis que les espèces qui vivent dans des zones boisées se fient davantage aux cris de détresse (Boudreau 1972). Certaines espèces, comme les goélands et les mouettes, réagissent aux cris de détresse après avoir confirmé visuellement qu'il y a un danger. Les oiseaux réagissent habituellement plus fortement lorsqu'ils sont en groupe que lorsqu'ils sont seuls. Et ceux qui se reposent ou qui sont occupés à se lisser les plumes sont plus faciles à disperser que ceux qui sont en train de se nourrir. On dit que certaines espèces d'oiseaux, comme l'huître pie et le pigeon ramier (des espèces européennes) n'émettent pas de cris de détresse (Bridgman 1976). Les cris de détresse ont parfois de grands rayons d'action (Aubin et Brémond 1989).

Interviews - La combinaison cris de détresse/dispositifs pyrotechniques s'est révélée efficace contre les goélands et les mouettes à l'aéroport international de Calgary (Brian Richmond, Calgary Airport Authority, comm. pers., 1998). Les cris de détresse, a-t-on constaté, causent de l'agitation chez les oiseaux, qui sont plus « réceptifs » aux moyens pyrotechniques mis en oeuvre subséquentment. On préfère les enregistrements numériques aux cassettes, parce que le son est plus clair.

Évaluation - Les cris de détresse sont reconnus depuis plus de 30 ans comme une technique efficace pour disperser certaines espèces d'oiseaux, mais pas toutes. Les systèmes de diffusion étant mobiles et facilement adaptables, les cris de détresse peuvent être très utiles aux aéroports. Cette technique peut aussi servir à créer de l'agitation chez les oiseaux, de façon à maximiser l'effet d'autres techniques, comme les dispositifs pyrotechniques.

Cette technique a toutefois des limites. La curiosité manifestée par la plupart des goélands et des mouettes peut, dans un premier temps, faire de ces cris des facteurs attractifs plutôt que répulsifs. Le répertoire d'enregistrements de cris de détresse ne couvre pas toutes les espèces (p. ex., certaines espèces d'oiseaux de rivage; Gunn 1973), et certaines espèces n'émettent pas de cris de détresse.

Il existe des appareils de sonorisation qui « détectent » la présence d'oiseaux (par détecteur de sons et par radar) et qui diffusent donc des cris de détresse seulement lorsque des oiseaux sont perçus dans les parages, plutôt que selon des intervalles prédéterminés. L'habituation est ainsi retardée.

Avantages

1. L'habituation aux cris de détresse peut être relativement lente s'ils sont utilisés avec discrétion et concurremment avec d'autres techniques d'effarouchement.
2. Cette technique peut être utilisée de jour comme de nuit.

Inconvénients

1. De nombreuses espèces d'oiseaux n'émettent pas de cris de détresse.
2. Il reste de nombreuses espèces d'oiseaux dont les cris de détresse n'ont pas encore été enregistrés. Il y aurait lieu de réaliser ces enregistrements afin qu'ils soient faciles à obtenir en temps opportun.
3. La plupart des cris de détresse sont au moins en partie propres à l'espèce. La diffusion du cri de détresse d'une espèce ne dispersera pas nécessairement les oiseaux d'une autre espèce.
4. Les conditions météorologiques peuvent altérer la transmission des sons.
5. La diffusion de cris de détresse risque de ne servir à rien s'il n'y a pas un opérateur sur place pour commander le moment de la diffusion. Il s'agit donc d'une technique exigeante en main-d'oeuvre.

Recommandation - Technique chaudement recommandée. La diffusion de cris de détresse est considérée comme une composante essentielle d'un programme de lutte antiaviaire à un aéroport. Comme pour tout système de lutte antiaviaire, une mise en oeuvre judicieuse par un personnel expressément formé accentuera fortement l'efficacité des cris. Voir à ce sujet l'exposé ci-dessus.

Documents recensé - Aguilera et coll. 1991; Aubin 1991; Aubin et Brémond 1989; Beklova et coll. 1981, 1982; Block 1966; Boudreau 1968, 1972; Brémond 1980; Brémond et Aubin 1989, 1990, 1992; Brémond et coll. 1968; Bridgman 1976; BSCE 1988; Burger 1983; Currie et Tee 1978; DeFusco et Nagy 1983; de Jong 1970; Elgy 1972; Fay 1988; Feare 1974; Fitzwater 1970; Frings et Frings 1967; Frings et Jumber 1954; Frings et coll. 1955, 1958; Gunn 1973; Grun et Mattner 1978; Howard 1992; Inglis et coll. 1982; Keidar et coll. 1975; Kreithen et Quine 1979; Kress 1983; Langowski et coll. 1969; Littauer 1990a; Morgan et Howse 1974; Mott et Timbrook 1988; Naef-Daenzer 1983; Payson et Vance 1984; Pearson et coll. 1967; Rohwer 1976; Salmon et Conte 1981; Schmidt et Johnson 1983; Slater 1980; Smith 1986; Spanier 1980; Transports Canada 1986; U.S. Dep. Interior 1978.

Cris de prédateurs

Description - La plupart des cris de prédateurs peuvent être diffusés par le même matériel que pour la diffusion des cris de détresse. Les prédateurs des oiseaux comprennent d'autres oiseaux (comme les buses ou les faucons), certains mammifères et l'homme (Gunn 1973; Thompson et coll. 1968).

Fondement biologique - La diffusion du cri d'un prédateur avertit de la présence d'un prédateur à proximité; ce cri peut aviver l'attention des oiseaux et dans certains cas les faire fuir. Dans la nature, les prédateurs chassent habituellement en silence : ils évitent de « s'annoncer ». On peut donc penser que la diffusion de cris de prédateurs irait à l'encontre de ce qui se passe dans la nature.

Résultats de recherches - La diffusion des cris de protestation de la crécelle d'Amérique a réussi à éloigner des moineaux domestiques, et ceux-ci ne montraient pas de signes d'habituation au bout de six jours d'exposition à ces sons (Frings et Frings 1967). La diffusion des cris d'un faucon pèlerin s'est révélée efficace pour disperser des goélands et des mouettes à l'aéroport international de Vancouver (Gunn 1973; LGL Ltd. 1987).

Les cris des prédateurs peuvent faire sursauter les oiseaux. Mais ils peuvent aussi, parfois, les attirer. Par exemple, les corneilles, les carouges et les quiscales n'hésitent pas à houspiller ou attaquer les grands-ducs d'Amérique, surtout lorsque des juvéniles commencent tout juste à voler. Cette réaction est aussi observée autour de nids ou de roqueries de goélands et de sternes.

Évaluation - Il est difficile de mesurer l'efficacité des cris des prédateurs pour disperser/éloigner les oiseaux. Le fondement biologique sur lequel s'appuie cette technique n'est pas clair, et même si les études réalisées à ce jour ont été concluantes, il reste qu'elles sont plutôt rares. Il conviendra de poursuivre les recherches sur de nombreux aspects de cette technique et sur les réactions des espèces-proies.

Recommandation - La technique qui consiste à diffuser des cris de prédateurs semble suffisamment prometteuse pour être essayée. Il ne faudrait pas, toutefois, en faire l'élément pivot d'un programme de lutte antiaviaire avant que son efficacité ait été démontrée.

Documents recensés - Frings et Frings 1967; Thompson et coll. 1968; LGL Ltd. 1987.

Sons de forte intensité

Description - Les bangs soniques, les détonations d'explosifs, les avertisseurs sonores et les sirènes antiaériennes sont autant d'exemples de sons ou de générateurs de sons de forte intensité.

Fondement biologique - Des sons de très forte intensité peuvent être source de détresse, de douleur ou d'inconfort, et mettre en fuite les oiseaux qui occupent la zone où les sons sont produits. Ils peuvent aussi avoir un effet secondaire chez les oiseaux éloignés de la source de bruit, causant non pas de l'inconfort mais un tressaillement propre à les effrayer.

Résultats de recherches - Thiessen et coll. (1957) ont réalisé des essais préliminaires faisant appel à une sirène antiaérienne pour disperser des canards qui fréquentaient des étangs. Ils ont constaté que la diffusion répétée de sons intenses faisait fuir certains oiseaux au bout de deux ou trois jours. Leur démarche expérimentale et les niveaux sonores utilisés ne sont pas clairement expliqués. Holthuijzen et coll. (1990) ont signalé qu'un certain nombre de faucons des prairies ont quitté leur nid après avoir été exposés à des détonations d'explosifs. Le niveau sonore des détonations, mesuré à l'entrée de deux aires, s'établissait en moyenne à 136 et 139 dB, respectivement. Mais les faucons sont revenus à leur nid au bout de quelques minutes. Bell (1971) a observé pour sa part une grande variabilité des réactions des oiseaux aux bangs soniques. La plupart des espèces ont réagi en s'envolant, en courant ou en se regroupant.

Un dispositif aussi simple qu'un klaxon de bicyclette inséré dans l'agitateur d'une lessiveuse a produit un bruit « à briser le tympan » qui a dispersé des carouges et des quiscales qui avaient établi leur lieu de repos dans une zone résidentielle (Bliese 1959).

Évaluation - Les sons de forte intensité suscitent des réactions variables chez les oiseaux qui y sont exposés. La plupart de ces sons ne peuvent être facilement reproduits, et leur efficacité n'est pas immédiate en tant que répulsifs pour les oiseaux. Un klaxon attaché à une embarcation ou à un véhicule peut se révéler utile en tant que dispositif d'appoint dans les lagunes et les marais, et sur les petites étendues d'eau. Toutefois, pour que les sons soient d'une intensité assez forte pour éloigner des oiseaux se trouvant à une certaine distance, ils doivent être d'une intensité extrêmement forte près de la source. Comme les sons de forte intensité risquent de provoquer des dommages auditifs et d'autres effets nocifs sur la santé (Fuller et coll. 1950; Frings 1964; Wright 1969; Kryter 1985), la plupart des aéroports s'abstiennent de recourir à cette technique.

Recommandation - Technique non recommandée.

Documents recensés - Bell 1971; Bliese 1959; Davis 1967; Ellis et coll. 1991; Fringes 1964; Fuller et coll. 1950; Holthuijzen et coll. 1990; Kryter 1985; Thiessen et coll. 1957; Wright 1969.

Ultrasons

Description - On définit habituellement comme un ultrason un son dont la fréquence est trop élevée pour être perçu par l'oreille humaine. On établit généralement à 20 000 Hz la limite supérieure de l'ouïe humaine, même si peu d'adultes perçoivent de fait les sons d'une telle fréquence. L'avantage évident des ultrasons en tant que technique d'effarouchement, pour autant qu'ils soient efficaces à cette fin, est qu'ils demeureraient inaudibles pour les êtres humains. Nombreux sont les contextes où les autres types de répulsifs auditifs (p. ex., les canons à gaz) sont gênants pour les humains.

Fondement biologique - Les fournisseurs de générateurs d'ultrasons vantent depuis longtemps les mérites de leurs appareils en tant que répulsifs à oiseaux. Mais la plupart des espèces d'oiseaux n'entendent pas les ultrasons (Fay 1988; Hamerstock 1992). Les ultrasons n'ont donc aucune efficacité pour éloigner les oiseaux.

Résultats de recherches - Même si certains oiseaux peuvent percevoir des sons d'une fréquence allant jusqu'à 20 000 Hz ou légèrement supérieure, ils ne semblent pas dérangés par la diffusion de ces sons, probablement parce qu'ils ne se servent pas d'ultrasons pour communiquer. Woronecki (1988) a constaté que des pigeons ne semblaient aucunement effrayés lorsqu'ils étaient exposés à des ultrasons. Aussi, le fait d'envelopper d'ultrasons un lieu de nidification n'a pas permis de constater une diminution du nombre de pigeons en train de construire leur nid ou de pondre leurs oeufs. Beuter et Weiss (1986) n'ont vu aucun signe montrant que les goélands et les mouettes entendaient les ultrasons ou qu'il y réagissaient. Griffiths (1988) a noté que plusieurs espèces d'oiseaux (p. ex., les mésanges et les geais) demeuraient indifférentes à un dispositif générant à la fois des fréquences audio et ultrasoniques. D'après les gammes de fréquences connues comme étant perceptibles par les espèces susmentionnées, il est peu probable que l'une ou l'autre puisse percevoir des ultrasons.

Des recherches antérieures ont déjà mené à la conclusion que la diffusion d'ultrasons n'était aucunement efficace pour effrayer les oiseaux (p. ex., Koski et Richardson 1976; DeFusco et Nagy 1983; Bomford et O'Brien 1990). De même, Hamerstock (1992), au terme d'une recherche poussée, a constaté que les ultrasons réussissaient à réduire d'au plus 5 % les populations d'oiseaux, si tant est qu'ils eussent quelque effet. Les ultrasons se sont également révélés inefficaces pour éloigner les rongeurs (Lund 1984; Bomford et O'Brien 1990), mais pourraient avoir quelque valeur pour éloigner les chauves-souris, dont un grand nombre perçoivent les fréquences ultrasoniques (Martin 1980; Fay 1988).

Évaluation - Les ultrasons sont inefficaces en tant que technique d'effarouchement des oiseaux.

Recommandation - Technique non recommandée.

Documents recensés - Beuter et Weiss 1986; Bomford et O'Brien 1990; BSCE 1988; DeFusco et Nagy 1983; Erickson et Marsh 1992; Fay 1988; Frings et Frings 1967; Griffiths 1988; Hamershock 1992; Koski et Richardson 1976; Lund 1984; Martin 1980; Truman 1961; Woronecki 1988.

Bruit de moteur d'avion et infrasons

Une étude a été entreprise récemment sur la possibilité d'utiliser (1) la production contrôlée de certaines fréquences sonores discrètes des moteurs d'avions ou d'autres pièces d'avions et (2) des sons basse fréquence (infrasons) pour disperser des oiseaux (Short et coll. 1996). Aucun résultat n'a encore été divulgué. Pour que l'une ou l'autre technique soit efficace, les oiseaux devraient non seulement percevoir les signaux mais aussi les associer à une menace suffisante pour qu'ils réagissent en fuyant. On devrait aussi étudier la question de l'habituation à ces signaux.

RÉPULSIFS VISUELS

Les répulsifs visuels produisent des stimulus visuels inhabituels pour les oiseaux, qui les font sursauter ou qu'ils associent à un danger. Le danger peut être un véritable prédateur, un prédateur artificiel, les effets de l'attaque par un prédateur (un oiseau mort ou une maquette d'oiseau mort), ou tout objet non familier que les oiseaux ont naturellement tendance à éviter. Des sources lumineuses, des épouvantails, des colorants, des rubans réfléchissants, des maquettes de prédateurs ou des cerfs-volants, des ballons, de la fumée et des oiseaux morts ou vivants sont autant de stimulus visuels capables de disperser des oiseaux. Certains produits combinent des stimulus visuels et des stimulus auditifs.

De nombreux oiseaux peuvent distinguer les couleurs dans la gamme de 400 à 700 nm de longueur d'onde (Pearson 1972; Martin 1985), ressemblant en cela aux humains. Certaines espèces, dont le pigeon, le colibri, le canard colvert, le martin-pêcheur d'Amérique, le fou et certains passereaux (Martin 1985; Meyer 1986; Reed 1987; Maier 1992) perçoivent aussi l'ultraviolet (d'une longueur d'onde inférieure à 390 nm), non perçu par l'oeil humain. Les pigeons et certains oiseaux chanteurs se sont également montrés sensibles au plan de polarisation de la lumière (Martin 1985), auquel l'oeil humain est très peu sensible. Comme les oiseaux, semble-t-il, perçoivent la couleur, il y a lieu de tenir compte de ce paramètre lors de la conception et du développement de dispositifs d'effarouchement visuel.

Épouvantails

Description - Les épouvantails comptent parmi les plus anciennes techniques de lutte antiaviaire (Frings et Frings 1967; Hussain 1990). La plupart des épouvantails sont fabriqués à l'effigie du corps humain et utilisent toutes sortes de matériaux peu coûteux, comme des sacs à grains ou de vieux vêtements bourrés de paille. Plus les traits du visage et la forme du corps sont réalistes, plus l'épouvantail sera efficace. Des épouvantails revêtus de couleurs vives sont plus faciles à détecter pour les oiseaux (Littauer 1990a). On trouve aussi des épouvantails sur le marché, comme le Scarey Man. Il s'agit d'un mannequin en plastique de 1,46 m de hauteur, qui, par intermittence, se gonfle et se dégonfle, s'incline et se relève, s'illumine de l'intérieur et émet des hurlements aigus (Stickely et coll. 1995, cités dans Andelt et coll. 1997).

Fondement biologique - Les épouvantails, en imitant un prédateur (une personne), font fuir promptement les oiseaux, qui craignent leurs prédateurs. Plus leur comportement et leur apparence sont réalistes, plus ils sont efficaces. Comme la menace associée aux épouvantails est perçue, plutôt que réelle, l'accoutumance risque de survenir assez rapidement, à moins que d'autres techniques d'effarouchement soient utilisées en renfort.

Résultats de recherches - Règle générale, les dispositifs du genre épouvantail se sont révélés inefficaces lorsque utilisés seuls, ou alors d'une efficacité très fugace, le temps que l'espèce-proie s'habitue au stimulus visuel (Blokpoel 1976; Conover 1979, 1983, 1985b; Boag et Levin 1980; Hothem et De Haven 1982). Les épouvantails sont plus efficaces s'ils sont déplacés tous les deux ou trois jours (DeFusco et Nagy 1983; LGL Ltd. 1987; Hussain 1990). Les épouvantails qui bougent sous l'action du vent et qui sont conjugués à d'autres mesures de lutte antiaviaire (p. ex., intégrés à des canons à gaz) sont plus efficaces que les épouvantails immobiles non appuyés par des techniques concurrentes. Littauer (1990b) a noté que le fait de conduire de temps en temps un véhicule à proximité de l'épouvantail, ou de placer l'épouvantail sur un véhicule immobilisé peut accroître l'efficacité de cette technique. Un mannequin essayé sur des tourterelles des bois gardées dans une volière s'est avéré avoir une plus grande portée efficace qu'une corneille empaillée ou qu'un cerf-volant représentant un prédateur (Nakamura 1997).

Plus récemment, plusieurs types d'épouvantails mécaniques éjectables ont été créés. Nomsen (1989) a constaté l'efficacité d'un épouvantail à effigie humaine s'éjectant d'un canon au propane double au moment de la détonation pour éloigner des carouges et des quiscales qui se ravitaillaient à même un champ de tournesols de 4 à 6 acres de superficie. Les canards et les bernaches se sont révélés beaucoup plus faciles à effrayer que les carouges et les quiscales.

Un autre modèle d'épouvantail consiste en un sac gonflable de forme humaine, monté sur compresseur alimenté par un accumulateur, ou sur un ventilateur électrique. Il se gonfle toute les cinq minutes. Des minuteries peuvent aussi être reliées à une cellule photoélectrique qui permettrait de faire débiter la séquence de gonflage de l'épouvantail à l'aube ou au crépuscule. Une fois gonflé, l'épouvantail se tient debout et émet un cri perçant de sirène avant de se dégonfler (Littauer 1990a; Coniff 1991). Coniff (1991) a noté que ce genre d'épouvantail installé près d'un étang de poissons-chats a effectivement réussi à effrayer des cormorans. Les populations de grands hérons et de bighornes gris fréquentant une ferme aquacole ont tout d'abord diminué, par suite de la mise en place de deux effigies humaines du type « Scarey Man Fall Guy », mais à la faveur d'une habituation rapide, ont commencé à augmenter au bout de quatre nuits (Andelt et coll. 1997).

Littauer (1990b) a décrit un autre épouvantail mécanique comportant une tête de mannequin fixée à une tige d'acier. Un canon au propane projette la tête à environ 30 pouces de hauteur. On ne dispose d'aucune information sur l'efficacité de ce genre d'épouvantail.

Certaines espèces d'oiseaux s'habituent aux épouvantails, mobiles ou non. Naggiar (1974) a noté l'inefficacité d'épouvantails (immobiles) et de tirs d'arme à feu pour éloigner des échassiers d'un étang à pisciculture. Au bout de deux heures, les oiseaux étaient habitués à l'épouvantail.

Cummings et coll. (1986) ont utilisé un canon au propane et un épouvantail propulsé au CO₂ pour éloigner des carouges et des quiscales de champs de tournesols. Ils ont constaté que l'épouvantail mettait en fuite la plupart des oiseaux; moins d'oiseaux revenaient pendant la période d'essai que pendant la période témoin. Les auteurs ont expliqué le retour des oiseaux par deux motifs : l'accoutumance de certains à l'épouvantail et le fait que, pour d'autres, les habitudes de recherche de nourriture étaient si bien ancrées qu'aucun moyen ne pouvait les déloger.

En Alberta, on a mis à l'essai des épouvantails pour empêcher les oiseaux de se poser sur des bassins de résidus contaminés aux hydrocarbures. Ward (1978) a installé un « radeau d'effarouchement » équipé d'un épouvantail orange fluorescent de grande taille, de deux feux continus et d'un canon à gaz. Les radeaux n'ont pas réussi à mettre en fuite tous les oiseaux. Les canards, en particulier les petits fuligules, étaient les plus sensibles, tandis que les foulques d'Amérique et les grèbes se sont révélés les plus coriaces.

Boag et Lewin (1980) ont noté qu'une effigie humaine était efficace pour éloigner des canards de surface et des canards plongeurs de petits étangs naturels. La présence d'une effigie a permis de réduire de 95 % la population de canards sur l'étang. Comme, dans le même intervalle, on a observé une diminution de 20 % seulement du nombre d'oiseaux sur les étangs témoins, on a conclu à l'efficacité de l'effigie.

Boag et Lewin (1980) ont également tenté d'évaluer l'efficacité de 27 effigies disposées autour d'un bassin de résidus miniers de 150 ha. Les dénombrements d'oiseaux sur l'étang ont été comparés aux dénombrements effectués l'année précédente, alors que les effigies n'avaient pas encore été installées. Même si le nombre de carcasses d'oiseaux aquatiques était légèrement supérieur l'année où les effigies ont été posées (104 par rapport à 98), ces dernières ont quand même été jugées efficaces. On croit que la mise en place des effigies a eu lieu une année où les oiseaux aquatiques et les oiseaux de rivage étaient en plus grand nombre dans la région et où, par conséquent, davantage d'efforts ont été déployés pour récupérer les oiseaux morts.

Évaluation - Les épouvantails constituent une technique très adaptable de lutte contre le péril aviaire. Mobiles et peu coûteux à fabriquer, ils peuvent être placés aussi bien sur terre que sur l'eau. On peut renforcer leur efficacité en leur adjoignant d'autres produits de lutte. Mais, ils se sont révélés inefficaces à long terme. Ils sont particulièrement indiqués lorsque l'on cherche à éloigner les oiseaux de façon temporaire ou à protéger une zone bien délimitée.

Recommandation - Technique recommandée pour une protection à court terme et localisée; non fiable pour la protection à long terme contre les oiseaux.

Documents recensés - Andelt et coll. 1997; Boag et Lewin 1980; Coniff 1991; Cummings et coll. 1986; DeFusco et Nagy 1983; Devenport 1990; EIFAC 1988; Frings et Frings 1967; Kevan 1992; LGL Ltd. 1987; Littauer 1990a,b; Nakamura 1997; Naggiar 1974; Nelson 1990b; Nomsen 1989.

Réflecteurs et banderoles réfléchissantes

Description - Une banderole réfléchissante est une bande élastique dont une face est revêtue d'argent métallique et l'autre face, d'une résine synthétique de couleur (habituellement rouge) (Bruggers et coll. 1986). Elle produit des éclairs en réfléchissant la lumière du soleil, ainsi qu'un bourdonnement ou un crépitement lorsqu'elle s'étire ou s'agite sous l'effet du vent. En raison des sons et de la lumière qu'elle émet, on l'utilise pour éloigner les oiseaux des terrains agricoles.

Fondement biologique - Il existe très peu de fondement biologique à l'efficacité des réflecteurs et des banderoles réfléchissantes. Les oiseaux s'écarteraient d'abord de ces produits en raison de leur prudence naturelle à l'égard des objets inconnus. Ils réagiraient également par un tressaillement aux vifs éclairs de lumière et aux bruits soudains. Mais l'absence de fondement biologique risque de favoriser l'accoutumance.

Résultats de recherches - Les premières études touchant ces dispositifs donnaient à penser que l'on pouvait se servir de réflecteurs pour éloigner les oiseaux des champs de récoltes et des aéroports. Ces études ont été résumées par Koski et Richardson (1976). Les études récentes ont été axées sur l'utilisation de banderoles réfléchissantes plutôt que sur de simples objets brillants et voyants. Les banderoles réfléchissantes font du bruit lorsqu'elles battent au vent, et on croit que le stimulus auditif ainsi produit les rend plus efficaces que les autres réflecteurs.

L'efficacité des bannières en Mylar en tant que répulsifs pour goélands a été étudiée par Belant et Ickes (1997). Les bannières ont été mises à l'essai dans une décharge, sur deux aires de nidification et deux aires de repos. Selon Belant et Ickes (1997), les bannières réfléchissantes se sont révélées inefficaces pour éloigner les goélands argentés (et, selon toute vraisemblance, les autres espèces de goélands) des aires de nidification, mais elles ont pu diminuer le nombre de goélands à bec cerclé dans les aires de repos.

Bruggers et coll. (1986) ont utilisé des banderoles réfléchissantes (de 0,025 mm d'épaisseur et 11 mm de largeur) pour éloigner les oiseaux de champs de maïs, de tournesols et de sorgho. Les banderoles se sont avérées efficaces lorsqu'elles étaient suspendues en rangs parallèles au-dessus des récoltes mûrissantes et lorsque le point d'accès aux champs était également protégé. Il se peut que la force du vent ait renforcé l'efficacité des banderoles en accentuant leur bruit. Dolbeer et coll. (1986) ont eu recours à des rubans réfléchissants pour éloigner des oiseaux de champs de cultures. Ils ont accroché les rubans à des poteaux espacés de 3, de 5 et de 7 m. Dans les intervalles de 3 m, les rubans atteignaient une hauteur d'au moins 0,5 à 1,0 m au-dessus du sol. Le système s'est révélé plus efficace lorsque l'intervalle était de 3 m plutôt que de 5 ou 7 m. Les rubans réfléchissants n'ont pas eu raison de toutes les espèces d'oiseaux et ils perdaient toute efficacité lorsqu'ils s'enroulaient et que la face réfléchissante devenait invisible.

Summers et Hillman (1990) ont mis à l'essai un ruban fluorescent rouge (de 20 mm de largeur) pour éloigner des oies des neiges de champs de blé d'hiver, au R.-U. La moitié d'un champ de 20,2 ha constituait la zone témoin et l'autre moitié, la zone expérimentale. Un autre champ témoin (de 7,5 ha), situé dans une autre région, était pourvu d'un canon à gaz et de deux épouvantails. Des longueurs de ruban ont été accrochées à des intervalles de 40 à 60 m transversalement aux rangs de blé, dans le champ expérimental. Le ruban s'est révélé plus efficace que le canon et les épouvantails pour repousser les oies. Celles-ci ont causé des pertes de 1 % de la récolte dans les champs protégés par les rubans, mais de 6 %, dans les champs non munis de rubans. Il semble que les oies aient brouté une lisière de 2 m en bordure des champs où avaient été installés des rubans.

Les rubans réfléchissants se sont révélés inefficaces pour éloigner des oiseaux de terrains de bleuets mûrissants (Tobin et coll. 1988). Le ruban était en place depuis 10 à 12 jours lorsqu'ont été faits les premiers dénombrements d'oiseaux et de fruits. Il se peut que cet intervalle ait suffi pour que les oiseaux s'habituent aux rubans. De plus, seulement 7 à 10 longueurs de ruban avaient été mises en place sur chaque parcelle, ce qui a pu être insuffisant pour effrayer les oiseaux.

Évaluation - Les réflecteurs et banderoles réfléchissantes peuvent être utiles pour effaroucher les oiseaux dans certaines applications agricoles bien précises. Les rubans réfléchissants sont faciles à installer et peuvent tout aussi facilement être déplacés. Il est possible également de placer des réflecteurs autour d'étangs et de bassins. On peut accroître l'efficacité de ces dispositifs en les combinant avec d'autres techniques d'effarouchement (p. ex., des canons à gaz, des épouvantails).

Recommandation - Seule une utilisation restreinte des réflecteurs et des banderoles réfléchissantes est recommandée sur les terrains d'aviation.

Documents recensés - Belant et Ickes 1997; Bruggers et coll. 1986; Dolbeer et coll. 1986; Koski et Richardson 1976; Summers et Hillman 1990; Tobin et coll. 1988.

Prédateurs artificiels

Description - Les prédateurs artificiels imitent un prédateur, habituellement une buse ou un hibou. Ils vont de l'imitation approximative à la reproduction très fidèle du prédateur. Un (piètre) exemple est le hibou en plastique couramment utilisé sur les immeubles pour éloigner les pigeons, les moineaux et les hirondelles.

Fondement biologique - Les maquettes de prédateurs servent à disperser et éloigner les oiseaux parce qu'elles imitent l'apparence et/ou le comportement de prédateurs vivants. L'évitement des prédateurs a une forte valeur de survivance. Aussi l'utilisation de prédateurs artificiels a-t-elle un solide fondement biologique. Mais la maquette doit être réaliste, sans quoi les oiseaux nuisibles s'y habitueront.

Résultats de recherches - Les prédateurs artificiels ou les maquettes de prédateurs ont habituellement été utilisés pour protéger des champs de cultures (Conover 1979, 1983, 1984, 1985b; DeFusco et Nagy 1983; Crocker 1984). Conover (1979, 1983) a constaté que des maquettes de buses fixes et des cerfs-volants en forme de buse éloignaient les oiseaux de postes d'alimentation et de champs de maïs mais qu'ils n'étaient efficaces qu'à court terme. Belant et coll. (1997e) ont pour leur part constaté l'inefficacité d'effigies de grands-ducs d'Amérique et de faucons émerillons peintes à la main pour réduire la « squatterisation » de nichoirs par des étourneaux. En effet, on n'a noté aucune différence significative entre des nichoirs avec et sans effigie, pour ce qui est de la proportion de nichoirs portant des nids, des oeufs ou des oisillons.

Les maquettes de prédateurs peuvent même, à l'occasion, attirer les oiseaux plutôt que les repousser (Conover 1983; LGL Ltd. 1987). Il arrive souvent, par exemple, que les carouges, les quiscales et les corneilles houspillent les hiboux ou les maquettes de hiboux. Conover (1982, 1985b) a cependant constaté qu'un hibou mobile en plastique tenant une corneille en plastique dans ses serres éloignait les corneilles de potagers et de champs de faible superficie. Une version fixe du même dispositif s'est avérée inefficace.

Évaluation - Les prédateurs artificiels étant moins réalistes que les oiseaux vivants, leur efficacité est limitée. Les oiseaux nuisibles finissent par se rendre compte que la maquette n'est qu'une maquette et qu'il n'y a pas de danger. Si une protection à court terme suffit, on peut recourir aux prédateurs artificiels. Ils sont bon marché et faciles à mettre en place. On peut renforcer leur efficacité en les déplaçant souvent.

Recommandation - Technique recommandée seulement dans le cas où une protection à très court terme ou localisée est nécessaire. Non recommandée, en général, pour les terrains d'aviation.

Documents recensés - BSCE 1988; Belant et coll. 1997e; Conover 1979, 1982, 1983, 1984, 1985b; Crocker 1984; DeFusco et Nagy 1983; Frings et Frings 1967; Hothem et DeHaven 1982; Inglis 1980; Koski et Richardson 1976; LGL Ltd. 1987; Naef-Daenzer 1983; Saul 1967; Stout et Schwab 1979.

Cerfs-volants en forme de buse et ballons

Description - Les cerfs-volants en forme de buse sont une autre forme de prédateur artificiel. Ils sont ancrés au sol ou suspendus à des ballons d'hélium ou à des mâts, qui les maintiennent en hauteur.

Fondement biologique - Les cerfs-volants en forme de buse exploitent le principe selon lequel une espèce-proie fuira une zone dans laquelle elle perçoit un danger. En l'absence de menace réelle, les oiseaux auront tôt fait de s'apercevoir qu'ils n'ont pas besoin de fuir : c'est alors que le cerf-volant aura perdu son efficacité.

Résultats de recherches - Des cerfs-volants imitant des buses et d'autres rapaces ont été utilisés pour effrayer des oiseaux dans des champs de maïs et de tournesols (Harris 1980; Conover 1983) et dans des vignobles (Hothem et coll. (1981); Hothem et DeHaven 1982). Habituellement, ces cerfs-volants sont suspendus à des ballons remplis d'hélium ou attachés à des mâts de façon à demeurer en hauteur pendant les périodes sans vent.

Conover (1983) a mené des expériences avec quatre modèles de cerfs-volants imitant des buses (Mauserbussard, Falke, Steinalder et Habitch). Ceux-ci différaient par l'espèce représentée, la taille, l'envergure et la couleur. Chaque cerf-volant était attaché à mi-chemin d'un fil de nylon tressé reliant deux mâts de bambou plantés à 3 m de distance. Les cerfs-volants n'ont pas découragé les oiseaux de ravager des champs de maïs. Parce qu'ils n'étaient pas attachés à des ballons, ils étaient moins mobiles (40 m de portée pour les cerfs-volants reliés à des ballons par rapport à 2 m, pour des cerfs-volants sans ballon) et donc moins efficaces pour effrayer les oiseaux. Une fois en mouvement (on les a suspendus à des ballons), ils sont devenus efficaces (Conover 1984).

Hothem et coll. (1981) ont utilisé quatre cerfs-volants avec ballons pour éloigner des oiseaux de vignobles : un cerf-volant en forme d'aigle d'une envergure de 1,35 m, un cerf-volant en forme d'aigle dont le bord d'attaque des ailes était percé de quatre trous ronds, un cerf-volant à la face inférieure représentant un faucon, et un cerf-volant en tissu en forme d'aigle de 1,65 m d'envergure. Tous les cerfs-volants étaient attachés à des ballons d'hélium (de 1,2 m de diamètre). Les ballons étaient retenus au sol par un fil de nylon d'une force de 23 kg; chaque jour, la longueur du fil étaient réglée entre 8 et 52 m. Un ensemble cerf-volant-ballon a été mis en place pour protéger de 1,0 à 1,1 ha de vignes pendant une période (d'essai) de sept jours, puis enlevé pour une autre période (témoin) de sept jours. Pour réduire le risque d'habituation, les cerfs-volants et la couleur des ballons (cinq couleurs différentes) étaient changés tous les un à deux jours. Les résultats donnent à penser que les dégâts causés par les oiseaux ont diminué pendant les sept jours où les vignes étaient protégées par les cerfs-volants-ballons; mais cette diminution n'était pas significative. Il se peut que la taille de l'échantillon ait été trop restreinte pour permettre un essai significatif.

Hothem et DeHaven (1982) ont mis à l'essai un cerf-volant-buse dans des vignobles. Le cerf-volant avait une envergure de 1,3 m et arborait les couleurs d'un aigle royal immature. Il était suspendu à un ballon bleu rempli d'hélium, d'un diamètre de 1,7 m. Au terme de six périodes de 14 jours (7 jours avec protection suivis de 7 jours sans protection), aucune différence n'a été constatée dans le pourcentage de raisins perdus (2,8 % pendant les périodes avec protection par rapport à 2,9 % pendant les périodes témoins). Toutefois, l'ampleur des dégâts semble avoir augmenté en fonction de la distance du cerf-volant-ballon, donnant à penser que le répulsif ait pu avoir un très petit rayon d'efficacité. Les cerfs-volants subissaient des dommages lorsque les vents dépassaient 8 km/h, mais leur durée de vie atteignait généralement 14 jours.

Des oies des neiges auraient été repoussées d'une grande superficie (5 km de rayon) lorsqu'on a utilisé un cerf volant en losange rempli d'hélium, accroché à une ligne tendue au sol sur laquelle il se déplaçait selon des mouvements irréguliers (DeFusco et Nagy 1983). Apparemment, les oies des neiges ne se sont pas habituées à ce dispositif.

Les vents violents peuvent réduire l'efficacité des cerfs-volants. Harris (1980) a signalé que les cerfs-volants-ballons ne peuvent supporter les vents violents dans les prairies du Manitoba. On ne connaît pas clairement quelle est la vitesse d'accoutumance; certains travailleurs ont fait état d'une habitude lente ou nulle (DeFusco et Nagy 1983), tandis que d'autres ont signalé une perte d'efficacité plus rapide. Inglis (1980) a signalé que des pigeons ramiers s'étaient habitués à un cerf-volant-ballon en 4 heures à peine.

Évaluation - Les ballons et les cerfs-volants peuvent s'avérer de bons dispositifs d'effarouchement sur les terrains d'aviation; ils sont toutefois d'une utilité limitée parce que les animaux s'y habituent. Les cerfs-volants-ballons, d'installation facile, peuvent être déplacés d'un endroit à un autre sans trop de difficulté. Ils pourraient être efficaces près de petits étangs ou de zones temporairement humides qui attirent les oiseaux, par exemple. Les cerfs-volants-ballons présentent toutefois des limites dans la pratique. Il peut être difficile de garder les ballons gonflés. Les vents violents (un problème sur les terrains d'aviation ouverts) et la pluie peuvent les rendre inefficaces. Il faudrait utiliser d'autres dispositifs d'effarouchement (canons, épouvantails) pour rendre les cerfs-volants-ballons plus efficaces.

Recommandation - Les cerfs-volants en forme de buse et les ballons sont recommandés uniquement pour les cas où une protection à court terme et localisée suffit.

Documents recensés - Conover 1983; DeFusco et Nagy 1983; Harris 1980; Hothem et coll. 1981; Hothem et DeHaven 1982; Inglis 1980.

Goélands et mouettes artificiels

Description - Ici, on entend des répliques ou de véritables carcasses de goélands et de mouettes disposées comme si les oiseaux étaient tombés et étaient morts sur place.

Fondement biologique - Les carcasses d'oiseaux, ou des répliques de celles-ci, servent d'avertissement d'un danger, actuel ou récent, dans la zone où elles se trouvent. Souvent, les oiseaux s'approchent de la carcasse pour l'examiner, mais ils quittent habituellement les lieux lorsqu'ils découvrent que l'oiseau est dans une position non naturelle.

Résultats de recherches - On a utilisé des carcasses d'oiseaux pour repousser et épouvanter les oiseaux des zones agricoles (Naef Daenzer 1983) et des aéroports (voir Koski et Richardson 1976, Inglis 1980, et DeFusco et Nagy 1983). Des carcasses artificielles ont également été utiles pour effrayer les oiseaux dans d'autres circonstances. Par exemple, on a pu, au moyen de carcasses naturelles ou artificielles de goélands ou de mouettes disposées bien en évidence, effaroucher les oiseaux de ces espèces et ainsi les éloigner de certains aéroports (Saul 1967; Stout et Schwab 1979; Howard 1992). Dans la plupart des pays, toutefois, ces méthodes n'ont pas été jugées suffisamment efficaces pour être adoptées de manière opérationnelle (BSCE 1988).

Le recours à des carcasses, naturelles ou artificielles, de goélands et de mouettes placées dans des positions non naturelles ou dans des positions d'oiseaux morts ou blessés a démontré une certaine efficacité. Stout et coll (1974) ont utilisé des goélands ou des mouettes artificiels pour éloigner des goélands à ailes grises d'un terrain d'aviation situé à Shemya dans les îles Aléoutiennes, ainsi que des goélands à bec cerclé d'une décharge située près d'une base aérienne à Pasadena, au Texas. Dans ce dernier cas, les goélands devaient être en vol pour voir la carcasse artificielle sur le sol. On a fait jouer un enregistrement de cris de détresse pour que les oiseaux prennent leur envol. Aux Pays Bas, on a pu constater que le recours à des goélands empaillés adoptant des positions d'oiseaux blessés était efficace uniquement si on les déplaçait fréquemment pour éviter que les oiseaux s'habituent à leur présence (Hardenberg 1965). Grâce à des carcasses crucifiées et à des reproductions en polystyrène, on a réussi à éloigner les goélands et les mouettes de certaines aires de repos, aux aéroports d'Auckland et de Wellington, en Nouvelle Zélande. La réussite, ici, était attribuable à la présence d'autres aires de repos. À un troisième aéroport, où les oiseaux ne disposaient pas d'une autre aire de repos, les résultats ont été moins bons (Caithness 1970).

On a eu recours à des goélands et des mouettes artificiels dans le cadre du programme intensif de lutte aux goélands et aux mouettes mené chaque année au site de la colonie importante de goélands à bec cerclé, sur la flèche de la rue Leslie, à Toronto. Les goélands artificiels étaient, en fait, des ailes de goélands attachées à une bouteille en plastique que l'on lançait en l'air pour simuler la chute d'un oiseau blessé. On a également utilisé des faucons, des dispositifs pyrotechniques et des cris de détresse dans le cadre d'un programme qui a permis d'empêcher la

nidification des goélands à bec cerclé dans de grandes parties du secteur en cause (Watermann 1985, 1986, 1987; Watermann et Cunningham 1989). Dans plusieurs programmes de lutte à des aéroports et à des décharges, on tue des goélands et des mouettes qu'on lance ensuite en l'air en même temps que se font entendre les détonations de pièces pyrotechniques; cela accroît, signale t on, l'efficacité des dispositifs pyrotechniques.

Évaluation - Tout comme bon nombre des répulsifs visuels dont nous avons traité jusqu'à maintenant, les carcasses réelles ou artificielles de goélands et de mouettes (ou d'autres espèces) repoussent certains oiseaux, mais leur période d'efficacité est limitée car les oiseaux finissent par s'habituer.

Recommandation - Utilisés seuls, les goélands ou les mouettes artificiels sont recommandés uniquement dans les cas où une protection à court terme et localisée suffit. Toutefois, les carcasses artificielles (ou les oiseaux empaillés) peuvent être un élément efficace d'un programme intégré de protection.

Documents recensés - BSCE 1988; Caithness 1970; DeFusco et Nagy 1983; Hardenberg 1965; Inglis 1980; Koski et Richardson 1976; Naef-Daenzer 1983; Saul 1967; Stout et Schwab 1979; Stout et coll. 1974; Howard 1992; Watermann 1985, 1986, 1987; Watermann et Cunningham 1989.

Fauconnerie

Description - Utilisation de faucons et d'autres rapaces (des buses) entraînés par des fauconniers professionnels pour chasser les oiseaux de certaines aires et parfois même les tuer.

Fondement biologique - La majorité des oiseaux adoptent un comportement d'échappement à la vue de faucons et de buses susceptibles de les attaquer. Les oiseaux fuient la présence des faucons pour leur propre survie.

Résultats de recherches - On a utilisé des rapaces pour effaroucher les oiseaux à un certain nombre d'aéroports, notamment au Canada (Blokpoel 1976; Koski et Richardson 1976; DeFusco et Nagy 1983; Blokpoel 1984; Hild 1984; BSCE 1988; Erickson et coll. 1990). Dans le cadre d'une étude menée à la fin des années 1940, on a utilisé des faucons pèlerins pour chasser des goélands et des mouettes d'un terrain d'aviation en Grande-Bretagne (Wright 1965). La mesure s'est révélée efficace même s'il fallait lancer les faucons au moins une fois par jour, et parfois plus souvent, pour tenir les goélands et les mouettes à l'écart.

D'autres études du recours à la fauconnerie ont été menées sur une gamme variée d'espèces (Seaman 1970; Heighway 1970; Mikx 1970). Heighway (1970) a fait état d'une étude sur les faucons pèlerins à la Royal Naval Air Station sur la côte nord de l'Écosse. Il a fallu à une équipe de huit faucons pèlerins dirigés par deux entraîneurs à plein temps deux ans pour contrôler la population de goélands et de mouettes qui utilisaient l'endroit. On a eu recours à des dispositifs pyrotechniques et à des canons à gaz comme compléments aux efforts des fauconniers. Il fallait, en moyenne, remplacer deux faucons par année. À une base aérienne de Hollande, on a réussi à éloigner les goélands et les mouettes ainsi que d'autres espèces des pistes d'atterrissage grâce à un groupe de quatre vautours. Là encore, on a eu recours à des techniques comme l'emploi de dispositifs pyrotechniques, en plus des rapaces. Il est important de noter que les goélands et les mouettes n'ont démontré aucun signe d'accoutumance aux vautours pendant les deux années de cette étude (Mikx 1970). Par contre, Hahn (1996) dans un rapport sur l'utilisation de faucons sur un terrain d'aviation militaire en Allemagne signale, en conclusion, qu'il ne peut recommander le recours à la fauconnerie comme méthode courante de protection aux terrains d'aviation civile.

La fauconnerie constitue ou a constitué un élément clé des programmes de lutte contre le péril aviaire aux cinq aéroports suivants : Lester B. Pearson International (Toronto), Dorval (Montréal), North Bay, BFC Trenton, et BFC Shearwater (Blokpoel 1980; Mason 1980; Transports Canada 1984; LGL Limited, obs. pers. 1998). Tous ces programmes comportent le recours à des techniques supplémentaires en plus de la fauconnerie, notamment des cartouches détonantes (dispositifs pyrotechniques), des cris de détresse et des mises à mort. De plus, les goélands et les mouettes ont appris à associer la présence du camion patrouilleur au danger et le camion lui-même est devenu cause d'effarouchement (les goélands et les mouettes sont capables de distinguer le camion patrouilleur des autres véhicules [Mason 1980]). En règle générale, les programmes fondés sur la fauconnerie à ces aéroports ont été jugés une réussite (Environmental Assessment Board 1987a,b; Mason 1988). En fait, Mason (1988) croyait que les goélands et les mouettes avaient appris à ne pas voler au dessus de l'aéroport à cause du programme de lutte contre le péril aviaire.

Récemment, on a utilisé des rapaces, de concert avec d'autres méthodes d'effarouchement, dans le but de limiter l'aire de nidification d'une grande colonie de goélands à bec cerclé, à Toronto (Blokpoel et Tessier 1987). On a attaché diverses espèces de rapaces à des perchoirs pendant la majeure partie de l'étude, ne les laissant libres de voler qu'occasionnellement. L'utilisation de ces rapaces, jumelée à d'autres techniques (dispositifs pyrotechniques, goélands et mouettes artificiels, mises à mort et cris de détresse) a permis d'empêcher les goélands et les mouettes de faire leurs nids dans certains secteurs; d'autres espèces, toutefois, comme les bernaches du Canada, n'ont été aucunement affectées (Watermann 1985, 1986, 1987). En 1997 et en 1998, on a utilisé des faucons pour empêcher les oiseaux nicheurs d'avoir accès à une partie étendue de la grande colonie de goélands à bec cerclé d'Eastport (Hamilton, Ontario) (U. Watermann et M. Givlin, Bird Control International, comm. pers. 1998).

Les techniques de fauconnerie ont été appliquées à des décharges contrôlées à Trenton et North Bay (Blokpoel 1980). Une étude quantitative de l'efficacité du programme d'effarouchement des goélands et des mouettes a été menée à la décharge de Quinte (Trenton, Ontario) au printemps de 1983 (Risley 1983; Risley et Blokpoel 1984). L'équipe de lutte contre le péril aviaire s'est rendue à la décharge au moins deux fois par jour et a appliqué diverses techniques d'effarouchement, notamment en lâchant des faucons ou des buses, en tirant des cartouches détonantes, en lançant des carcasses de goélands et de mouettes en l'air et en tirant des munitions chargées. Les méthodes utilisées et le moment de la journée variaient et le niveau d'accoutumance des goélands et des mouettes était faible (Risley 1983). L'étude a permis de conclure que le programme de lutte contre les goélands et les mouettes à la décharge de Quinte a été très efficace. La grande efficacité du programme semblait découler des effets cumulatifs de plusieurs épisodes de lutte contre le péril aviaire (Risley et Blokpoel 1984). Le recours à la fauconnerie fait actuellement partie des programmes de lutte utilisés à la décharge régionale de Halton ainsi qu'à celle de la route 12 de Niagara, à Grimsby en Ontario et à une autre décharge située près de Montréal.

Dans le cadre d'une étude effectuée par Kenward (1978, in Inglis 1980), les vautours n'ont pas réussi à chasser des pigeons ramiers de champs de Brassica. Après des attaques répétées de la part des vautours les pigeons revenaient habituellement s'installer dans les champs et continuaient à s'y nourrir.

Le recours à la fauconnerie de concert avec d'autres techniques d'effarouchement a permis d'éloigner les goélands et les mouettes, qui ont montré peu de signes d'accoutumance. Toutefois, plusieurs travailleurs ont remarqué que la fauconnerie présente diverses lacunes dont on devrait tenir compte avant d'opter pour cette technique (Wright 1965; Blokpoel 1980; Mason 1980; Transports Canada 1984; Environmental Assessment Board 1987a). Auparavant, il était difficile d'obtenir des faucons et des buses, et beaucoup des oiseaux les plus performants (comme les faucons pèlerins, par exemple) appartenaient à des espèces menacées d'extinction. Toutefois, grâce au récent essor des programmes de reproduction en captivité, on peut dorénavant se procurer facilement des rapaces, même des faucons pèlerins. Tout bon programme de lutte contre le péril aviaire exige plusieurs rapaces. Selon Transports Canada (1984), par exemple, le nombre optimal d'individus pour le programme de lutte à l'aéroport international Lester B. Pearson s'établit à 20 rapaces appartenant à 5 espèces différentes. Ainsi, des rapaces de tailles variées peuvent s'attaquer spécifiquement aux diverses espèces problèmes de l'aéroport. Là où les goélands et les mouettes posent le principal risque, quelques individus d'une seule et même espèce de faucons de grande taille suffiraient. Il faut plusieurs individus parce que les faucons ne peuvent être maintenus en vol constamment; ils se fatiguent. Ils ne peuvent voler toute une journée après un repas complet et on ne peut pas les faire voler en période de mue. De plus, ils peuvent se blesser ou se perdre.

Il faut faire appel à des fauconniers sérieux et bien formés pour obtenir de bons résultats. La fauconnerie est art, et l'entraînement, la volerie et les soins exigent beaucoup de dévouement et de grandes compétences (Blokpoel 1980). À cause des longues heures de travail et des risques de maladie et d'absences de la part des fauconniers, il est préférable de faire appel à une équipe de plusieurs personnes. Enfin, les faucons ne peuvent être mis à contribution par mauvais temps, comme dans le brouillard, pendant de fortes pluies ou des vents forts (Wright 1965; Blokpoel 1980; Transports Canada 1984). Ce sont là des conditions qui ont pour effet d'encourager les goélands et les mouettes à utiliser les aires de nutrition et de repos situées à l'intérieur des terres. Un nombre insuffisant de faucons pendant ces périodes pourrait rendre difficile la lutte contre les goélands et les mouettes.

Évaluation - Le recours à la fauconnerie pour la lutte contre le péril aviaire repose sur un fondement biologique solide. Les faucons effarouchent les oiseaux nuisibles de manière adéquate et ceux-ci ne s'y habituent pas parce qu'ils sont réellement menacés. Le fait de laisser un faucon tuer un oiseau nuisible à l'occasion renforce la menace. Le fait que la fauconnerie soit une technique manuelle utilisée de manière sélective en accroît l'efficacité par comparaison à un produit automatique contrôlé par une minuterie.

Il faut disposer de fauconniers expérimentés et de rapaces entraînés; il se peut que ni l'un ni l'autre ne soit disponible à court préavis. Les rapaces ne peuvent être utilisés la nuit ou en période de grands vents ou de fortes pluies.

Recommandation - La fauconnerie est recommandée comme élément très efficace d'un programme de lutte contre le péril aviaire dans les aéroports. Cette méthode peut être utilisée de concert avec d'autres techniques.

Documents recensés - Blokpoel 1976; Blokpoel 1980; Blokpoel 1984; Blokpoel et Tessier 1987; BSCE 1988; DeFusco et Nagy 1983; Environmental Assessment Board 1987a,b; Erickson et coll. 1990; Heighway 1970; Hild 1984; Kenward 1978 in Inglis 1980; Koski et Richardson 1976; Mason 1980; Mason 1988; Mikx 1970; Risley 1983; Risley et Blokpoel 1984; Seaman 1970; Transports Canada 1984; Watermann 1985, 1986, 1987; Wright 1965.

Aéronefs

On a utilisé des aéronefs, à voilure fixe ou tournante (hélicoptères), dans l'intention avouée de chasser ou d'effaroucher les oiseaux d'un lieu, particulièrement en milieu agricole. Il existe, au Canada, des règlements interdisant aux aéronefs de voler à proximité de colonies d'oiseaux marins en raison des perturbations qui peuvent en résulter pour les oiseaux nicheurs. Toutefois, nombre d'oiseaux se sont de toute évidence adaptés au bruit et aux stimulus visuels associés aux aéronefs près des aéroports. Ces oiseaux ne sont alors ni repoussés ni effrayés. Bien que dans beaucoup de situations on puisse clairement effaroucher ou chasser les oiseaux au moyen d'aéronefs, et même près des aéroports si le but visé est de les effaroucher, cette technique ne peut s'appliquer de manière pratique aux aéroports, étant donné que, dans ces cas, l'aéronef de chasse pourrait présenter lui même un risque pour les autres aéronefs. En outre, les collisions entre oiseaux et aéronefs représentent un risque. On a signalé au moins un écrasement d'avion au cours d'un exercice d'effarouchement d'oiseaux; le pilote de l'avion aurait tenté d'éviter une volée d'oiseaux (National Transportation Safety Board des États Unis, dossier no 1612).

Recommandation - Non recommandé.

Modèles réduits d'avions téléguidés

Description - On peut utiliser des modèles réduits d'avions téléguidés pour effaroucher et chasser les oiseaux. Le niveau d'efficacité de l'avion peut être rehaussé si l'on peint la forme d'un rapace sur le fuselage. Des modèles réduits d'avions en forme de faucon sont également utilisés.

Fondement biologique - Des modèles réduits d'avions imitant des faucons et des buses peuvent être utilisés pour effaroucher et chasser les oiseaux de certains endroits précis.

Résultats de recherches - Les modèles réduits d'avions radioguidés offrent des possibilités pour ce qui est d'éloigner les oiseaux des aéroports, des terres agricoles, des installations aquacoles ainsi que des décharges (Saul 1967; Ward 1975a; DeFusco et Nagy 1983; Parsons et coll. 1990). L'utilisation de ces modèles réduits nécessite des opérateurs habiles (Littauer 1990a). C'est pourquoi, notamment, leur utilisation n'est pas très répandue pour effaroucher les oiseaux aux aéroports (BSCE 1988).

On a eu recours à des modèles réduits d'avions pour éloigner des oiseaux piscivores, comme les cormorans et les hérons, d'installations d'aquaculture (Coniff 1991; Parsons et coll. 1990). Pour les grandes fermes piscicoles sur le continent, on a recommandé de faire voler un modèle réduit d'avion pour chaque section de 200 à 300 acres (Littauer 1990a). Les modèles réduits d'avions se sont révélés utiles pour réduire le nombre de goélands et de mouettes dans une décharge du sud est des États Unis (R. Davis, LGL Limited, obs. non publiées). Dans ce cas, un modèle d'avion à large voilure tournait continuellement en rond au dessus du site pendant les heures de clarté. Le programme a été une réussite, mais nécessitait beaucoup de main d'oeuvre.

En Israël, on a eu recours à des modèles réduits d'avions de concert avec des dispositifs sonores pour effaroucher des oiseaux nuisibles (Yashon 1994).

À l'aide d'un avion expérimental épousant la forme d'un faucon, on a réussi à chasser les étourneaux et les pluviers kildir de l'aéroport international de Vancouver, ainsi que les canards et les oies de l'île Westham de Vancouver, en C. B. (Ward 1975a; Solman 1981). La plupart des oiseaux ont affiché un comportement d'évitement similaire au comportement causé par un véritable faucon. Toutefois, un tel avion étant difficile à piloter, il faut faire appel à un technicien expérimenté. Une autre approche efficace consiste à peindre le dessin d'un rapace sur un modèle réduit d'avion conventionnel (Saul 1967).

L'utilisation d'avions radioguidés présente un problème en ce sens qu'il est souvent difficile de contrôler la direction dans laquelle les oiseaux effarouchés se dispersent, ce qui peut entraîner des blessures et des dommages s'il y a collision entre les oiseaux et les modèles réduits (Coniff 1991). Le recours à ce moyen nécessite de bonnes conditions météorologiques ainsi que des aires d'atterrissage et de ravitaillement adéquates. On se préoccupe beaucoup également du risque que la présence de modèles réduits d'avions près de pistes d'atterrissage en service peut présenter pour les avions en vraie grandeur.

Évaluation - L'utilisation de modèles réduits d'avions ne serait efficace que sur des aires plutôt restreintes dont le technicien pilotant le modèle réduit pourrait avoir une vue d'ensemble. Ci-dessous figurent d'autres avantages et d'autres limites de cette méthode.

Avantages

1. Les oiseaux peuvent ne s'habituer que lentement à un modèle réduit d'avion qui les effarouche activement, spécialement si l'appareil épouse la forme d'un faucon.
2. Pour empêcher les oiseaux de retourner à une aire et de s'y poser, on peut faire tourner en rond un modèle réduit d'avion au dessus du site.
3. Il est fort probable que cette technique soit moins ciblée sur certaines espèces que le sont d'autres.

Inconvénients

1. Il faut faire appel à des pilotes habiles.
2. Cette technique nécessite beaucoup de main d'oeuvre.
3. Il faut avoir à proximité un site d'atterrissage et de ravitaillement.
4. Il n'est pas facile de contrôler la direction dans laquelle les oiseaux se dispersent.
5. On ne peut utiliser les modèles réduits d'avions par vents forts, lorsqu'il pleut ou qu'il neige.
6. L'utilisation de cette méthode près des pistes d'atterrissage en service présente certains risques.

Recommandation - Technique recommandée, mais uniquement pour les aires des aéroports qui n'avoisinent pas des pistes d'atterrissage et des voies de circulation en service. Il peut être difficile de mettre en oeuvre cette technique en raison de la rareté des pilotes compétents.

Documents recensés - Coniff 1991; BSCE 1988; DeFusco et Nagy 1983; Inglis 1980; Littauer 1990a; Parsons et coll. 1990; Saul 1967; Solman 1976, 1981; Ward 1975a.

Sources lumineuses

Description - Lors de diverses tentatives dans le but d'effaroucher des oiseaux, on a eu recours à des feux clignotants, tournants et stroboscopiques ainsi qu'à des projecteurs (Krzysik 1987).

Fondement biologique - Le fondement biologique de l'efficacité des sources lumineuses comme élément dissuasif n'a pas été clairement établi. Les feux ne sont pas un élément à long terme de l'environnement auquel les oiseaux ont pu s'adapter naturellement. Il se peut qu'ils constituent, dans certaines situations, un stimulus nouveau qui, par conséquent, provoque une réaction d'évitement. Cela s'avère particulièrement dans le cas des feux clignotants, tournants et stroboscopiques. Dans l'obscurité, les feux peuvent aveugler ou désorienter les individus des espèces nocturnes. Ils peuvent également servir à avertir les oiseaux de l'approche d'un danger, comme un avion, par exemple.

Résultats de recherches - On a utilisé des projecteurs pour dissuader des canards de se poser dans des champs de céréales pour s'y nourrir, et des essais ont démontré que certains migrateurs nocturnes font des manoeuvres d'évitement lorsqu'ils sont éclairés par des faisceaux lumineux (voir Koski et Richardson 1976). Bien que les projecteurs soient des éléments dissuasifs efficaces dans certaines situations, ils attirent parfois les oiseaux, la nuit, spécialement par temps nuageux ou brumeux.

La plupart des renseignements sur l'utilisation de feux stroboscopiques pour effaroucher les oiseaux proviennent de cas où les oiseaux présentaient un risque grave à la sécurité des avions et des terrains d'aviation. Les informations récentes sur l'utilisation de feux stroboscopiques sur des terrains d'aviation font état de résultats inégaux. Lawrence et coll. (1975), après avoir examiné divers types de données non scientifiques, statistiques et expérimentales, ont conclu que les feux stroboscopiques avaient un certain effet dissuasif. Une étude effectuée au R. U. en 1976 a révélé que l'utilisation des feux d'atterrissage des aéronefs pendant le jour entraînait une réduction du nombre de collisions avec des oiseaux. L'utilisation simultanée des feux à éclats anticollision a permis de réduire encore plus le nombre de collisions avec des oiseaux. Les feux stroboscopiques semblaient plus efficaces pour effaroucher les pluviers que les goélands et les mouettes. Toutefois, Zur (1982) n'a pas constaté de réduction importante du nombre de collisions avec des DC 9 équipés de feux stroboscopiques par comparaison à d'autres appareils qui n'en possédaient pas.

Briot (1986) a observé la manière dont des corneilles, des pies bavardes et des geais des chênes rattachés au sol réagissaient à des survols à faible altitude d'aéronefs équipés ou non de feux stroboscopiques blancs de 100 000 candela clignotant à 4 Hz. On a enregistré la distance séparant l'oiseau de l'aéronef au moment où l'oiseau essayait de s'envoler. Aucune différence importante n'a été observée dans la distance à laquelle la réaction apparaissait entre les survols d'aéronefs munis de feux stroboscopiques et les autres. Par contre, on a noté que la distance à laquelle les oiseaux étaient effarouchés augmentait légèrement à mesure qu'augmentait la fréquence de clignotement. Toutefois, la procédure expérimentale utilisée peut avoir influé sur les résultats. Il se peut que les oiseaux rattachés au sol aient été hésitants à s'envoler à mesure que l'aéronef approchait.

Lors d'une étude portant sur les effets des feux stroboscopiques sur des mouettes atricilles et des crécerelles d'Amérique, Bahr et coll. (1992) ont constaté que des feux stroboscopiques à une fréquence de 50 Hz provoquaient des réactions plus rapides dans les battements cardiaques que des fréquences de 5, 9 et de 15 Hz. En revanche, les fréquences faibles semblaient déterminer les augmentations les plus fortes du rythme cardiaque. D'après les résultats d'une étude effectuée par Briot (1986), il semblerait que la distance d'effarouchement s'accroît à mesure qu'augmente la fréquence. Laty (1976) a proposé qu'on ne laisse pas cette fréquence dépasser 100 Hz. Gauthreaux (1988) a utilisé une fréquence de 1,3 à 2 Hz lors d'études en laboratoire menées avec des moineaux migrateurs. D'autres études ont démontré que des fréquences de 8 à 12 Hz provoquent du stress chez les goélands et les mouettes, les pigeons et les étourneaux (Belton 1976; Solman 1976). Belton (1976) a constaté que les goélands et les mouettes mettaient de 30 à 45 minutes de plus avant de s'approcher d'une aire d'alimentation lorsque celle-ci était éclairée par un feu stroboscopique blanc ou magenta à une fréquence de 2 Hz. Les feux stroboscopiques n'ont démontré aucun effet répulsif à des fréquences supérieures à 60 Hz.

Lors d'une étude approfondie menée en laboratoire sur des mouettes atricilles et des crécerelles d'Amérique, Green et coll. (1993) ont examiné les réactions des oiseaux à diverses longueurs d'ondes (couleurs) et à diverses fréquences. Les essais ont clairement démontré que les sujets étaient conscients des stimulus offerts par les feux stroboscopiques et que ceux-ci provoquaient chez eux des réactions physiologiques (augmentation du rythme cardiaque). On n'a toutefois observé aucune réaction d'évitement manifeste. Selon les conclusions des auteurs, bien que les feux stroboscopiques puissent attirer l'attention des oiseaux, ils ne provoquent pas de réactions évidentes d'effroi, à tout le moins en l'absence d'autres stimulus menaçants. Si les oiseaux associaient un feu stroboscopique à une menace, comme l'approche d'un avion, par exemple, ils s'éloigneraient peut-être du danger. On a recommandé que des essais soient effectués quant à la fréquence, à la couleur, à l'intensité et au mouvement des feux.

Selon les résultats de quelques études effectuées au moyen de feux stroboscopiques, de feux de barrière jaunes et les feux rotatifs sur les installations aquacoles (Salmon et coll. 1986; Nomsen 1989; Littauer 1990a) ces feux repoussent effectivement les oiseaux qui s'alimentent la nuit (par exemple, les hérons). Les feux aveuglent probablement les oiseaux; ceux-ci, confus, éprouvent ensuite de la difficulté à attraper le poisson. Dans certains cas, les oiseaux s'habituèrent aux feux et apprenaient même à les éviter en se posant le dos tourné aux sources lumineuses. Andelt et coll. (1997) ont constaté que les feux rotatifs vifs n'éloignaient pas les bécasses, qui se nourrissent la nuit, et les grands hérons d'une écloserie de truites. Les hérons se rendaient dans la zone non éclairée de l'écloserie, mais ils attrapaient tout aussi bien le poisson, que la zone soit éclairée ou non.

Mossler (1979) a mené des expériences à l'aide de feux clignotants à une décharge. On a construit un panneau lumineux équipé de feux d'automobiles clignotants (0,75 Hz) en séquence dans un mouvement allant du centre vers l'extérieur du panneau. On voulait ainsi reproduire un battement d'aile. Une personne portait le panneau lumineux tout en s'avancant vers les goélands et les mouettes et on surveillait les réactions des oiseaux. Le rouge et le bleu provoquaient les réactions les plus vives. Toutefois, l'utilisation du panneau de feux clignotants n'a entraîné aucun changement dans la réaction de fuite des oiseaux comparativement à l'approche par une personne non munie d'un panneau. L'utilisation du même panneau monté sur une automobile a provoqué encore moins de réactions chez les goélands et les mouettes que celle d'une automobile non munie d'un panneau.

Lefebvre et Mott (1983, in Krzysik 1987) ont remarqué que des feux clignotants de couleur jaune, utilisés de concert avec des leurres en forme de hibou, avaient réussi à chasser une volée d'étourneaux. Gauthreaux (1988) a observé que des bruants des prés gardés dans des cages à l'extérieur avec une vue sur l'horizon s'étaient orientés en sens diamétralement opposé à un feu stroboscopique rouge. Toutefois, ils ne montraient aucune réaction à un feu stroboscopique blanc ou à une lumière rouge ou blanche constante.

Les lumières n'ont réussi qu'en partie à tenir les oiseaux éloignés des déversements de pétrole. Grâce à des feux clignotants, on réussissait à effaroucher de 50 à 60 % de tous les oiseaux des sites de déversement de pétrole (U.S. Dept. Interior 1977, in DeFusco et Nagy 1983). Certains essais ont démontré que l'on pouvait effaroucher sauvagines, échassiers, moineaux, goélands et mouettes ainsi que d'autres espèces au moyen de lumières (DeFusco et Nagy 1983). D'autres essais ont toutefois démontré que des lumières n'avaient pas réussi à chasser sauvagines (Boag et Lewin 1980), goélands et mouettes, carouges, quiscales et étourneaux (DeFusco et Nagy 1983).

Au cours des années 1970, Syncrude Canada a effectué des essais avec des feux à l'épreuve des intempéries, utilisés de concert avec des figures humaines, dans le but de chasser la sauvagine en migration de bassins de résidus près de la rivière Athabasca. Des problèmes de fonctionnement et les coûts élevés de ce système ont mené à son abandon à la fin des années 1970 (T. Van Meer, comm. pers.). SUNCOR Inc. a également procédé à des expériences avec des feux clignotants afin d'éloigner la sauvagine en migration de bassins de résidus semblables, mais plus petits. On a ajouté des balises lumineuses à un système de protection existant constitué d'effigies et de canons au propane. D'après l'évaluation subjective effectuée, les feux ne rendaient pas le système plus efficace; on a donc mis un terme à l'utilisation de balises (J. Gulley, comm. pers.).

Évaluation - Les feux clignotants et stroboscopiques pourraient s'avérer utiles pour effaroucher les oiseaux dans les aéroports pendant la nuit et au crépuscule. Une lumière constante, comme un projecteur, n'est pas aussi efficace que des feux clignotants ou rotatifs et pourrait même attirer les oiseaux dans certaines conditions météo.

On pourrait installer des feux clignotants ou stroboscopiques autour de l'aéroport. Ces feux seraient très probablement utiles conjugués à d'autres dispositifs comme des canons, des Phoenix Wailers et des effigies. L'utilisation de feux clignotants pourrait accroître l'efficacité de ces autres techniques pendant la nuit.

Avantages

1. Les feux sont faciles à installer et ils exigent très peu d'entretien.
2. Les feux pourraient s'avérer efficaces pour effaroucher certaines espèces d'oiseaux pendant la nuit.

Inconvénients

1. Les feux peuvent être utilisés à un aéroport uniquement dans des circonstances très particulières. Ils ne doivent aucunement nuire à la vision des équipages d'aéronefs et des contrôleurs de la circulation aérienne et terrestre.
2. Les feux peuvent être inutiles pour certaines espèces pendant les heures diurnes.
3. Les feux peuvent attirer les oiseaux la nuit, par temps brumeux.
4. On n'a pas vérifié l'efficacité de cette méthode sur les grandes nappes d'eau.

Recommandation - Le recours à des systèmes d'éclairage est recommandé uniquement pour des essais et certaines utilisations limitées. À ce jour, il s'agit encore d'une technique de lutte contre le péril aviaire dont l'efficacité n'est pas démontrée; elle ne devrait donc pas servir d'élément central à un programme de lutte contre le péril aviaire aux aéroports.

Documents recensés - Andelt et coll. 1997; Bahr et coll. 1992; Belton 1976; Boag et Lewin 1980; Briot 1986; Gauthreaux 1988; Green et coll. 1993; Koski et Richardson 1976; Laty 1976; Lawrence et coll. 1975; Littauer 1990a; Lefebvre et Mott 1983; Mossler 1979; Nomsen 1989; Salmon et coll. 1986; Solman 1976; Thorpe 1977; Zur 1982.

Colorants

Description - Les documents consultés contiennent de nombreuses observations sur l'utilisation d'objets de couleur comme des épouvantails, des bannières et des ballons pour effaroucher les oiseaux ou les chasser des champs et des fermes ainsi que des installations aquacoles. Peu de recherches, toutefois, ont été faites sur l'utilisation de colorants comme méthode de lutte contre le péril aviaire.

Fondement biologique - Du point de vue biologique, on ne sait pas vraiment pourquoi les oiseaux évitent certaines couleurs. Tout comportement initial d'évitement peut être dû à une réaction à un stimulus nouveau et inusité. Les réactions d'évitement à l'eau colorée peuvent être associées à une expérience antérieure avec une eau ayant mauvais goût et/ou à des aires polluées ou contaminées par du pétrole.

Résultats de recherches - La coloration des pistes n'a eu aucun effet de dissuasion sur les oiseaux (ACBHA 1963), mais on a signalé que la coloration d'un étang d'une couleur jaune verdâtre avait permis d'en éloigner la sauvagine tant qu'il y avait d'autres étangs non colorés dans les environs (Richey 1964). Une fois tous les étangs colorés, l'effet dissuasif a disparu et les canards se posaient sur les étangs colorés.

Lipcius et coll. (1980) ont effectué des essais relativement à la réaction de jeunes canards colverts à l'eau colorée. On a privé les canards de nourriture pendant des périodes de 24 et de 48 heures, puis on les a placés dans un enclos voisin d'un bassin. Une mangeoire avait été placée de l'autre côté du bassin. Les canards colverts ont été mis en présence d'eau claire et d'eau colorée (au moyen de colorants solubles); les couleurs utilisées étaient le rouge, le jaune, l'orangé, le vert, le bleu, l'indigo, le violet et le noir. L'orangé était la couleur qui réussissait le plus souvent et le plus efficacement à retarder l'entrée des canards dans l'eau. Les autres couleurs étaient, en règle générale, moins efficaces et tenaient les canards à l'écart d'une manière moins uniforme. Le noir dissuadait le moins les canards d'entrer dans l'eau ou retardait le moins leur entrée. Les résultats obtenus portent à croire que le noir pourrait même attirer les canards colverts. Lipcius et coll. (1980) ont laissé entendre qu'il pourrait valoir la peine de mener des recherches plus poussées sur ce point, notamment par des essais faisant appel à des colorants orangés et à des objets colorés comme moyen de chasser les oiseaux marins des eaux contaminées par des hydrocarbures.

Évaluation - Les colorants, s'ils étaient efficaces, seraient utiles pour dissuader les oiseaux de se poser dans les mares et dans les étangs situés sur les terrains d'aviation. Les colorants sont d'application facile et ne nécessitent que peu de mesures d'entretien exception faite d'une nouvelle application à l'occasion. Ils n'auraient aucune efficacité pendant la nuit. Les colorants demeurent une approche qui n'a pas encore fait ses preuves pour la lutte contre le péril aviaire. Ils semblent prometteurs, mais n'ont pas encore été mis à l'essai de manière adéquate.

Recommandation - Méthode non recommandée dans les situations où la lutte est essentielle. Acceptable pour des essais uniquement.

Documents recensés - ACBHA 1963; Koski et Richardson 1976; Lipcius et coll. 1980; Maier 1992; Martin 1985; Meyer 1986; Pearson 1972; Reed 1987; Richey 1964; Salter 1979.

Fumée

On a déjà utilisé la fumée pour chasser les oiseaux d'aires de nidification et de repos (voir Koski et Richardson 1976). Il n'est toutefois pas pratique d'utiliser cette méthode pour les aéroports.

RÉPULSIFS CHIMIQUES

Des agents d'aversion chimiques ont déjà été utilisés pour éloigner les oiseaux de certaines aires commerciales et résidentielles (Fitzwater 1988; Woronecki et coll. 1990), de certaines zones agricoles (Clark 1976; Conover 1984; Knittle et coll. 1988), d'aéroports (DeFusco et Nagy 1983; BSCE 1988) et, quoique moins fréquemment, de décharges contrôlées (Caldara 1970; White et Weintraub 1983; Woronecki et coll. 1989). Les oiseaux ne s'habituent pas en général aux répulsifs chimiques.

Répulsifs tactiles

Description - La majorité des répulsifs tactiles sont des substances collantes qui ont pour effet de décourager les oiseaux de se poser à certains endroits comme sur des corniches d'immeubles, des antennes ainsi que des panneaux et des feux des pistes. Une pâte chimique peut être appliquée à l'aide d'un pistolet à calfeutrer, d'un couteau à mastiquer, d'une bombe aérosol ou d'un petit tube. On a également mis récemment à l'essai certains produits naturels à base de végétaux comme répulsifs tactiles (Clark 1997).

Fondement biologique - Les produits collants ne retiennent pas les oiseaux, ceux-ci les évitent plutôt à cause de la sensation désagréable que provoquent ces produits. On connaît mal le fondement biologique de ce comportement. Certains composés végétaux mis à l'essai ont été la cause d'agitation et d'hyperactivité chez les oiseaux. Cette réaction pourrait être reliée à l'absorption des produits chimiques contenus dans les composés végétaux, par contact dermique avec les pattes des oiseaux.

Résultats de recherches - On n'a pu trouver aucune étude faisant état du niveau d'efficacité des répulsifs tactiles faits de produits collants. Clark (1997) a signalé que des étourneaux devenaient agités et hyperactifs après avoir eu les pattes immergées dans une solution à 5 % d'essence de cumin, de romarin et de thym. Les étourneaux évitaient les perchoirs traités avec du R-limonène, du S-limonène, b-limonène, ou du méthiocarbe. Selon ces résultats expérimentaux, il serait possible de mettre au point des répulsifs dermiques d'origine végétale non mortels.

On peut également avoir recours à des moyens mécaniques pour empêcher les oiseaux de se poser à des endroits précis. Par exemple, une série d'objets pointus, de clous, de fils de fer, etc. peuvent empêcher les oiseaux de se poser sur des lampadaires, des rebords de fenêtre ou des poteaux, notamment. Certains produits comme le « Nixalite » sont offerts sur le marché.

Évaluation - Il est difficile de procéder à une évaluation rigoureuse de l'un ou l'autre des divers répulsifs tactiles collants, étant donné qu'il n'existe aucun rapport quantitatif sur leur efficacité. L'application des substances collantes est assez laborieuse et il faut que tous les perchoirs potentiels soient traités; toutefois, ces produits demeurent efficaces pendant un an ou plus, selon le climat. Ils sont inefficaces lorsque la température est inférieure à -9 °C environ. Si l'apparence importe, comme sur certaines surfaces d'immeubles, par exemple, les produits collants ne font pas l'affaire. Les produits naturels fabriqués à partir de végétaux semblent prometteurs, mais n'ont pas encore fait l'objet d'essais en situation réelle.

Recommandation - Les répulsifs chimiques et mécaniques peuvent être utilisés aux aéroports; toutefois, leur efficacité devrait être documentée.

Répulsifs comportementaux

Description - Les agents d'effarouchement et les répulsifs comme l'Avitrol (4-aminopyridine) et le méthiocarbe (méthylcarbamate de 3,5-Diméthyl-4-(méthylthio)phényle) sont des poisons qui, à doses sublétales, peuvent entraîner une désorientation et un comportement erratique. Ils sont habituellement placés dans des appâts. On ne traite en règle générale qu'une partie de l'appât présenté (p. ex., 10 % des grains de maïs) avec le produit chimique de façon à ce qu'un petit nombre des oiseaux à effaroucher soient affectés. Une fois l'appât traité ingéré, on remarque des signes de détresse (DeFusco et Nagy 1983; White et Weintraub 1983; Brooks et Hussain 1990). Les cris de détresse des oiseaux affectés peuvent commencer au bout de 15 minutes et durer jusqu'à 30 minutes après l'ingestion. Les oiseaux affectés, en plus de lancer des cris de détresse, peuvent devenir désorientés et afficher un comportement erratique, souvent en s'agitant sur le sol. Fréquemment, un tel comportement alerte les autres oiseaux et ceux-ci se sauvent à tir d'aile. Si la dose ingérée est trop forte, l'oiseau mourra. Les oiseaux qui ingèrent une surdose de l'agent répulsif sont atteints de tremblements et de convulsions avant de mourir, ce qui peut inciter les autres oiseaux à quitter le secteur.

Fondement biologique - Il existe un fondement biologique bien documenté sur l'efficacité de ces produits chimiques en doses appropriées. En réaction aux cris de détresse et au comportement agité des oiseaux affectés, les autres membres du groupe se disperseront.

Résultats de recherches - Ces agents ont surtout été utilisés sur des étourneaux, des carouges et des quiscales et d'autres passereaux. Toutefois, l'Avitrol s'est aussi montré utile pour éloigner des goélands et des mouettes (Caldara 1970; Wooten et coll. 1973; DeFusco et Nagy 1983; White et Weintraub 1983). L'armée de l'air des États Unis, au terme d'essais sur l'Avitrol à sept de ses bases aériennes, a constaté que ce produit était efficace contre les goélands et les mouettes, les étourneaux, les corneilles, les pigeons et les moineaux domestiques (Seaman 1970). On a également utilisé l'Avitrol avec succès contre des mouettes atricilles à une station aérienne des forces navales de Norfolk, en Virginie, à une aire de repos de corneilles à l'aéroport de Friendship, près de Baltimore au Maryland, puis contre des pigeons à un hangar de l'aéroport international de Montréal (Blokpoel 1976). Enfin, on l'a utilisé avec succès dans des décharges, contre des goélands et des mouettes (Sweeney and McLaren 1987).

L'Avitrol, un produit toxique, peut être difficile à administrer à des doses suffisantes pour être efficace sans toutefois tuer l'oiseau sur le coup. Le décès de l'animal peut être retardé, les oiseaux affectés pouvant alors s'envoler et aller mourir ailleurs, ce qui pourrait causer des problèmes de relations publiques.

L'évitement des appâts constitue un autre problème lié à l'utilisation continue de l'Avitrol comme technique de lutte contre le péril aviaire. Les goélands et les mouettes apprennent rapidement à discerner et à éviter les types d'aliments utilisés comme appâts (habituellement du pain) qui causent des effets désagréables chez leurs congénères. On peut toujours changer de type d'appât, mais leur nombre est quand même limité. En outre, un changement de type d'appât signifie que l'on doit calculer à nouveau la quantité de produit chimique à utiliser.

Évaluation - Pour utiliser des agents d'aversion chimiques, il faut tout d'abord attirer les oiseaux dans un secteur, puis les nourrir avant et après l'installation des appâts. Cela peut créer des situations dangereuses aux aéroports. Par conséquent, une méthode plus directe d'effarouchement devrait avoir de meilleurs résultats.

Lorsque des groupes d'oiseaux, plus particulièrement d'oiseaux en train de se nourrir, ne constituent pas un risque immédiat pour la sécurité aérienne, le recours à un agent d'aversion chimique pourrait être indiqué. Il est particulièrement difficile de forcer des oiseaux qui sont en train de se nourrir à s'éloigner d'une source de nourriture abondante; les agents d'aversion chimiques peuvent alors s'avérer utiles pour rendre la source d'aliments moins attirante. Pour une efficacité optimale, il faudrait alors faire appel à d'autres méthodes d'effarouchement, de concert avec un agent d'aversion. Les appâts utilisés sont plus ou moins efficaces selon les conditions du milieu, le nombre d'oiseaux et le type d'appât préféré. On a déjà documenté des cas d'oiseaux qui avaient développé une aversion conditionnée pour certains agents. L'utilisation d'agents potentiellement dangereux comme l'Avitrol et le méthiocarbe nécessiterait beaucoup de prudence. Dans ces cas, il faut s'attendre à une certaine mortalité.

L'utilisation de ces répulsifs comportementaux ne permet pas de contrôler la direction qu'empruntent les oiseaux dans leur fuite; cela pourrait créer des problèmes aux aéroports.

Recommandation - Les répulsifs chimiques comportementaux comme l'Avitrol et le méthiocarbe sont recommandés à titre de composantes d'un programme de lutte contre le péril aviaire dans certains secteurs des aéroports où les oiseaux ne posent pas un risque direct pour les aéronefs. Il faut toutefois bien se rappeler que ces produits chimiques sont destinés à un usage précis et qu'ils doivent être appliqués avec attention. Il faut posséder un permis à cet égard, et l'agent doit être appliqué par un spécialiste de la lutte antiparasitaire.

Documents recensés - Blokpoel 1976; Brooks et Hussain 1990; BSCE 1988; Caithness 1968; Caldara 1970; Clark 1976; Conover 1984, 1985a, 1989; Crocker et Perry 1990; Cummings et coll. 1992; DeFusco et Nagy 1983; Devenport 1990; Fitzwater 1978, 1988; Green 1973; Knittle et coll. 1988; Rogers 1978; Seaman 1970; Skira et Wapstra 1990; Sweeney et McLaren 1987; Truman 1961; Wakeley et Mitchell 1981; White et Weintraub 1983; Wooten et coll. 1973; Woronecki et coll. 1989, 1990.

Bénomyl et Tersan

Description - Le bénomyl et le Tersan sont des fongicides commerciaux mis au point pour le traitement des infections fongiques du gazon. Ces produits chimiques (et d'autres) permettent également de réduire le nombre de vers de terre. On peut contrôler les populations de vers de terre par des vaporisations en bordure des pistes. Ainsi se trouvent réglés les problèmes associés à la présence d'oiseaux, particulièrement des goélands et des mouettes, qui fréquentent les terrains d'aviation pour s'y nourrir de vers de terre dans les zones d'herbe basse. Le bénomyl est peu toxique pour les oiseaux. Le contrôle des vers de terre n'étant pas un usage enregistré pour le bénomyl, l'obtention des permis requis a posé des difficultés récemment (Demarchi et Searing 1997). Il faudrait voir quelle sera la situation à l'avenir quant à cette restriction avant de planifier l'application de bénomyl ou de Tersan. Le terraclor est également un fongicide d'horticulture, fabriqué pour le traitement des graines et du sol au moment de la plantation, dont on s'est servi pour réduire la densité des populations de vers de terre (Demarchi et Searing 1997).

Fondement biologique - Le bénomyl, le Tersan, et le terraclor permettent de réduire les populations d'oiseaux sur les terrains d'aviation en provoquant une diminution du nombre de vers de terre, source d'alimentation pour les oiseaux. Ils sont particulièrement adaptés à la lutte contre les goélands et les mouettes ainsi que contre les pluviers sur les terrains d'aviation pendant la saison chaude.

Résultats de recherches - L'application de bénomyl à l'aéroport international de Windsor a entraîné une diminution du nombre de vers de terre sur les accotements traités (Tomlin et Spencer 1976). De même, l'application de terraclor a permis de réduire considérablement les populations de vers de terre sur les parcelles de terre traitées à l'aéroport international de Vancouver (Demarchi et Searing 1997). On n'a examiné aucun document sur l'efficacité du Tersan.

Allan et Cordrey (1992) ont mené des essais sur deux lombricides sur un terrain d'aviation au R.-U. -un premier, contenant du gamma HCH et du thiophanate-méthyle, puis un autre, contenant du carbaryl. Les chercheurs ont toutefois recommandé que l'utilisation de ces produits chimiques se limite à des applications occasionnelles, de petite envergure, et que tous les oiseaux se nourrissant d'invertébrés morts ou mourants soient dispersés. On souhaite ainsi réduire l'ingestion de pesticides par les oiseaux et la charge de pesticides dans l'environnement.

Évaluation.-Ces produits de lutte contre les vers de terre semblent effectivement réduire les populations de vers de terre et, par conséquent, éliminer l'attrait que présente pour les oiseaux (surtout des goélands et des mouettes) l'herbe basse qui borde les pistes. L'utilisation de ces produits ne semble pas très répandue aux aéroports; peut être à cause de préoccupations pour l'environnement.

Recommandation - On recommande une utilisation occasionnelle du bénomyl et du Tersan, ainsi que d'autres produits mis à l'essai et approuvés dont l'effet réducteur sur les populations de vers de terre a été démontré, dans les cas où la présence de vers de terre entraîne un péril aviaire majeur près des pistes. Cela ne serait nécessaire qu'à certains aéroports.

Documents recensés - Demarchi et Searing 1997; Larose 1996; Tomlin 1981; Tomlin et Spencer 1976.

Anthranilate de méthyle - ReJeX it

Description - ReJeX-iT est le nom commercial d'un agent d'aversion pour les oiseaux, fabriqué à partir d'un composé végétal naturel, l'anthranilate de méthyle. Le ReJeX-iT est utilisé comme agent d'aversion gustative non toxique parce que les oiseaux en détestent le goût. Le ReJeX-iT, offert sous forme liquide et en poudre, peut être appliqué par épandage, par vaporisation ou par pulvérisation. Il peut être mélangé à l'appât ou à l'eau. Ce produit a également été mis à l'essai sous forme de billes (Cummings et coll. 1998). L'anthranilate de méthyle pourrait être appliqué de manière plus générale que les produits chimiques qui l'ont précédé, étant donné son plus faible niveau de toxicité. L'ortho-aminoacétophénone, un produit chimique non toxique semblable à l'anthranilate de méthyle, semble également offrir des chances d'éloigner ou d'effaroucher les oiseaux à de faibles concentrations (Mason et coll. 1991).

Fondement biologique - L'anthranilate de méthyle est un agent d'aversion gustative connu pour les oiseaux. Nombre d'oiseaux évitent de consommer le raisin Concord à cause du goût de l'anthranilate de méthyle qui s'y trouve naturellement. Bien que l'on sache déjà que le ReJeX-iT est un produit efficace du point de vue biologique, son efficacité comme agent d'aversion dépend dans une large mesure de sa formulation, de la concentration appliquée ainsi que des détails pratiques de son application.

Résultats de recherches - On a mené un certain nombre d'études sur des oiseaux captifs et en liberté. Ce sont notamment des études de laboratoire, ainsi que des études menées à des décharges contrôlées et à des aéroports, concernant les effets répulsifs du produit sur des oiseaux se nourrissant de fruits, de graines et de gazon, ainsi que sur des oiseaux fréquentant des eaux stagnantes. On a notamment étudié des bernaches du Canada, des goélands et des mouettes, des étourneaux ainsi que des pics. Selon les résultats de ces études, le ReJeX-iT peut être efficace pour repousser les oiseaux dans certaines situations, mais les formulations utilisées dans certaines études se sont révélées inefficaces.

Des canards colverts et des bernaches du Canada, lorsqu'on leur offrait du grain traité et du grain non traité, évitaient fortement tant l'antranilate de diméthyle que l'antranilate de méthyle (Cummings et coll. 1992). Lorsqu'on leur offrait uniquement du grain traité, les canards et les bernaches réduisaient leur alimentation; toutefois, les canards colverts et, dans une moindre mesure, les bernaches du Canada, ont graduellement accru leur consommation pendant les 2 à 4 jours de l'expérience. Cummings et coll. (1992) ont supposé que les oiseaux s'accoutumaient au produit chimique; toutefois, ils ne leur ont pas offert une autre source d'aliments. Il se peut que les oiseaux aient consommé plus parce qu'ils avaient plus faim.

Les formulations d'antranilate de méthyle mises à l'essai par Belant et coll. (1995) repoussaient les canards colverts gardés captifs dans des enclos d'essai ainsi que les goélands à bec cerclé et les goélands argentés en liberté loin des bassins d'eau, dans des essais en situation réelle. Toutefois, lors d'un autre essai, Belant et coll. (1996) ont constaté que les concentrations qu'ils utilisaient n'étaient pas efficaces pour éloigner les bernaches du Canada. De même, Cummings et coll. (1995) ont eux aussi constaté que la formulation particulière qu'ils avaient mise à l'essai ne réussissait à réduire qu'en partie l'activité des bernaches en captivité sur les parcelles de gazon traitées, mais laissait entrevoir la possibilité de résultats satisfaisants moyennant un raffinement de la formulation. Belant et coll. (1996) ont démontré qu'il n'y avait pas de phénomène d'évitement appris de la part des bernaches déjà exposées. Des problèmes associés à l'application de ReJeX-iT ont empêché tout essai efficace de la capacité de ce produit à éloigner les oiseaux des étangs situés aux aéroports (Dolbeer et coll. 1993). Les résultats, toutefois, étaient prometteurs; le nombre d'oiseaux recensés aux étangs traités était inférieur après le traitement à ce qu'il avait été avant.

Les essais effectués aux décharges ont eu des résultats positifs et négatifs. Vogt et coll. (1994) ont signalé une diminution du nombre de goélands et de mouettes à chacune des trois décharges au cours des périodes de traitement au ReJeX-iT. Il n'était cependant pas clair dans quelle mesure cette diminution était directement reliée à l'aversion gustative pour le ReJeX-iT. La pulvérisation du ReJeX-iT a aussi contribué à éloigner les goélands et les mouettes, et, à un site, des dispositifs pyrotechniques, des fils et des bannières ont été utilisés avec le ReJeX-iT. Dans un autre cas, une décharge de bonnes dimensions située non loin offrait aux goélands et aux

mouettes une autre source d'aliments. Contrairement à ces constatations, le nombre de goélands et de mouettes n'a pas diminué pendant la période de traitement au ReJeX-iT à une grande décharge située près de Toronto (Davis et coll. 1995). Bien que les goélands et les mouettes refusaient les aliments vaporisés au ReJeX-iT, ils ne s'éloignaient pas de la décharge ou de la face active du site. Ils continuaient à fouiller pour trouver des aliments non vaporisés. Il est devenu évident qu'il n'était pas possible d'appliquer de manière efficace du ReJeX-iT à cette grande décharge simplement parce qu'il y avait trop d'activité dans la zone de déchargement. Il aurait été impossible de traiter continuellement au ReJeX-iT les déchets exposés sans interrompre la circulation des camions et des bulldozers.

L'effet répulsif du ReJeX-iT mêlé à la couche finale synthétique ConCover a été mis à l'essai sur des goélands à bec cerclé et des vachers à tête brune en captivité par Dolbeer et coll. (1993). Les deux espèces ont été repoussées par le mélange ConCover/ReJeX-iT; il a fallu utiliser une plus forte concentration de ReJeX-iT pour éloigner les goélands à bec cerclé.

Évaluation - Le ReJeX-iT présente des possibilités pour le contrôle sélectif des oiseaux aux aéroports. Il s'agit là d'un produit naturel, peu toxique qui s'est déjà montré efficace dans certaines applications. Toutefois, il faudra donner suite à certaines préoccupations relativement aux formulations, aux concentrations, aux fréquences d'application ainsi qu'aux aspects pratiques liés à l'application du produit. Le coût pourrait également avoir une certaine importance; le traitement au ReJeX-iT peut s'avérer coûteux si la superficie à traiter est étendue.

Recommandation - Le ReJeX-iT est recommandé pour des essais sélectifs sur des terrains d'aviation. Il ne faudrait pas s'attendre à ce que le produit donne des résultats immédiats. Il pourrait être nécessaire d'expérimenter tout d'abord avec des formulations, des fréquences d'application, et des concentrations différentes, à petite échelle, avant d'appliquer le produit à grande échelle.

Documents recensés - Avery 1992; Belant et coll. 1995, 1996, 1997; Cummings et coll. 1992, 1995, 1998; Davis et coll. 1995; Dolbeer et coll. 1992, 1993; Mason et coll. 1991; Porter 1995; Sinclair et Campbell 1995; Vogt 1992; Vogt et coll. 1994.

Autres répulsifs gustatifs

On a mis à l'essai plusieurs autres agents de traitement des aliments afin d'en évaluer l'efficacité comme répulsifs pour les oiseaux. Le d-pulégone et le mangone, une forme de d-pulégone, existent à l'état naturel dans certaines plantes. Il a été démontré que le d-pulégone éloigne les carouges et les quiscales, les étourneaux, les colins de Virginie, ainsi que les chiens domestiques des aliments (Mason et coll. 1989; Mason 1990; Mastrota et Mench 1994; Avery et coll. 1996; Mason et Primus 1996; et Wager-Page et Mason 1996 in Belant et coll. 1997b). Belant et coll. (1997b) ont mené des essais dans le but de comparer le caractère répulsif de ces produits chimiques sur des vachers à tête brune en captivité que l'on nourrissait de millet traité. Les chercheurs ont conclu que le mangone était moins efficace que le d-pulégone et qu'il n'aurait probablement aucune efficacité comme agent répulsif pour le traitement des graines. Ils estimaient, cependant, que le d-pulégone devrait faire l'objet d'essais supplémentaires.

Belant et coll. (1997c) ont estimé que l'utilisation de chaux dolomitique hydratée devrait faire l'objet d'essais supplémentaires comme répulsif gustatif, par suite des résultats obtenus aux essais qu'ils avaient effectués sur des vachers et des bernaches du Canada. À leur avis, la chaux pourrait représenter une solution de remplacement à faible coût à l'anthranilate de méthyle. Les résultats d'essais effectués sur de la chaux dolomitique, du charbon actif, du Nutra-lite (un composé à base de silice) et du sable de quartz blanc comme répulsifs gustatifs sur des vachers et des bernaches du Canada ont révélé que la chaux et le charbon étaient prometteurs (Belant et coll. 1997d).

Évaluation - On ne sait pas encore quelles sont les chances d'applicabilité et d'efficacité de ces produits pour la lutte contre le péril aviaire. D'autres essais devront être effectués.

Recommandation - Non recommandé pour le moment.

Documents recensés - Belant et coll. 1997a, b, c, d.

MÉTHODES D'EXCLUSION

On a utilisé une gamme variée de produits et de dispositifs pour édifier des obstacles apparents ou véritables en vue d'empêcher les oiseaux de fréquenter certains secteurs. Si l'on peut effectivement tenir les oiseaux éloignés d'un secteur ou d'un endroit, l'efficacité de la technique est par le fait même démontrée. Les oiseaux n'y viendront pas tant que l'obstacle physique sera en place. Il existe d'autres techniques d'exclusion qui comportent un obstacle apparent, plutôt que réel. Toutefois, nous n'avons trouvé que peu de rapports de recherche traitant de l'efficacité des méthodes « virtuelles » d'exclusion. Les pages qui suivent présentent tout d'abord les considérations générales sur les obstacles physiques, puis les résultats d'études sur les méthodes d'exclusion comportant des « obstacles virtuels ».

Considérations générales sur les obstacles physiques réels

Description - Parmi les obstacles physiques réels on retrouve les produits et les dispositifs destinés à (1) recouvrir ou entourer un secteur (filets et clôtures); et à (2) empêcher les oiseaux de se poser sur certaines surfaces, de s'y reposer ou d'y faire leur nid (Nixalite, Bird-B-Gone, Avi-Away, et fils minces tendus le long des rebords de fenêtres). Les filets d'exclusion d'oiseaux sont faits de polyéthylène, d'autres matières synthétiques ou de coton, et sont offerts dans une vaste gamme de maillages. Le Nixalite et le Bird-B-Gone sont des bandes de courtes broches de métal (Nixalite) ou de plastique (Bird-B-Gone) que l'on place là où se posent les oiseaux, comme sur des rebords de fenêtres ou sur des tuyaux. Avi-Away est constitué d'un câble électrique pouvant être placé le long des endroits utilisés comme perchoirs; l'oiseau qui s'y pose reçoit une faible décharge électrique. On peut aussi tendre des fils d'acier inoxydable le long des perchoirs pour empêcher les oiseaux de s'y poser. On trouvera une description plus détaillée de ces méthodes dans le manuel de Transports Canada intitulé Manuel des procédures sur la gestion de la faune (Transports Canada 1994).

Fondement biologique - Si l'on empêche les oiseaux d'avoir accès à un élément d'un aéroport qui les attire, comme une aire d'alimentation, de repos, de reproduction ou de nidification, cet élément deviendra moins attirant. Il y a fort à parier que les oiseaux quitteront le secteur immédiat et chercheront ailleurs les éléments qui les intéressent.

Résultats de recherches - On a parfois recours à des filets pour empêcher les oiseaux chanteurs de se nourrir de cultures à valeur élevée comme les cerises, les bleuets et les raisins (Grun 1978; Twedt 1980; Biber et Meylan 1984; Cocci 1986). Il arrive également que l'on utilise des filets pour garder les oiseaux éloignés d'installations aéroportuaires, d'immeubles et d'autres endroits (LGL Ltd. 1987; Skira et Wapstra 1990). Enfin, on a couramment recours à des filets pour éloigner les oiseaux piscivores des installations aquacoles sur terre et en mer (EIFAC 1988; Kevan 1992).

Des clôtures faites de broche à poulailler (ou de câble), de plastique (Vexar Fencing), de filets, et de fil électrique ont été utilisées pour tenir les oiseaux éloignés de piscicultures (Mott 1978; Meyer 1981; Ueckermann et coll. 1981). On a aussi utilisé des clôtures pour empêcher les pigeons de se poser sur les rebords d'édifices, et des clôtures électriques ont permis, dans certains cas, d'éloigner les oiseaux et les mammifères, là où des clôtures ordinaires s'étaient montrées inefficaces. (voir Koski et Richardson 1976).

Évaluation - En raison des coûts élevés, il ne serait pas pratique d'utiliser ces produits d'exclusion dans les cas où l'on doit écarter les oiseaux de grandes superficies. Ces dispositifs seraient le plus utiles lorsque le risque est restreint ou pour dissuader les oiseaux de se poser sur des sites précis, comme des sites de nidification. D'autres dispositifs répulsifs, comme les dispositifs pyrotechniques, pourraient ajouter aux efforts de dissuasion comportant l'utilisation de filets (EIFAC 1988).

La construction de clôtures peut être un moyen efficace de repousser les oiseaux des terrains d'aviation si les oiseaux ne peuvent pas voler (à savoir, des adultes en période de mue ou de soins à la couvée, des oisillons, des oies et des canards) et si le secteur visé est plutôt restreint. Les clôtures et les filets pourraient être utiles pour empêcher les oiseaux aquatiques en période de mue ou les jeunes de s'approcher des pistes, ou, de concert avec le piégeage (voir ci dessous), pour enlever du secteur les oiseaux qui ne volent pas. En règle générale, les clôtures ne seraient pas pratiques dans nombre d'aéroports étant donné la longueur des clôtures qu'il faudrait ériger et parce que la plupart des oiseaux pourraient les franchir au vol.

Avantages

1. On peut facilement se procurer ces produits.
2. Les obstacles physiques réels, installés et entretenus de manière appropriée, éliminent de façon permanente la présence des oiseaux dans les aires traitées.

Inconvénients

1. Aucune de ces techniques n'est pratique pour de grandes superficies.

Recommandation - Recommandé pour les problèmes particuliers à certains sites.

Documents recensés - Barlow et Bock 1984; Biber et Meylan 1984; Blokpoel et Tessier 1987; Cocci 1986; Devenport 1990; Dolbeer et coll. 1988; EIFAC 1988; Galbraith 1992; Glahn et coll. 1991; Grun 1978; Kevan 1992; Koski et Richardson 1976; Littauer 1990b; Lucid et Slack 1980; Meyer 1981; Moerbeek et coll. 1987; Mott 1978; NCC 1989; Salmon et Conte 1981; Salmon et coll. 1986; Skira et Wapstra 1990; Spear 1966; Twedt 1980; Ueckermann et coll. 1981; Whittington 1988.

Lignes et câbles aériens

Description - Une grille ou une série de lignes parallèles faites de câbles fins ou de monofilaments, tendus horizontalement au-dessus de l'aire où l'on souhaite éliminer la présence des oiseaux. Les lignes sont disposées à une distance d'environ 1,5 à 12 m les unes des autres, selon les espèces visées et les éléments à traiter. Aux aéroports, par exemple, on peut tendre des lignes au-dessus d'étangs et de mares. Il faut parfois également tendre des lignes ou des câbles sur les côtés de la zone à isoler.

Fondement biologique - On ne comprend pas bien pourquoi les lignes ou les câbles aériens ont un effet répulsif. Les fils ayant un faible espacement, un mètre ou moins, peuvent presque constituer une barrière. Toutefois, des câbles dont l'espacement est de beaucoup supérieur aux dimensions des oiseaux peuvent également avoir un effet répulsif. L'élément de surprise semble important; l'apparition soudaine d'un fil mince et difficile à discerner a pour effet de surprendre l'oiseau.

Résultats de recherches - Dès 1936, on recommandait l'utilisation de lignes et de câbles aériens comme méthode pour éloigner les oiseaux aquatiques des réservoirs et des étangs piscicoles (McAtee et Piper 1936). Au cours des vingt dernières années, on a eu recours à des câbles aériens largement espacés les uns des autres pour réduire le nombre de goélands et de mouettes à des décharges, réservoirs, bassins, aires de pique-nique et plages, tant aux États Unis qu'au Canada. La distance laissée entre les câbles a beaucoup varié, allant de moins de 1 m jusqu'à 25 m. Même les lignes très espacées comparativement à l'envergure des ailes des goélands et des mouettes semblent avoir un effet dissuasif. Ces derniers hésitent à voler entre les câbles. Dans quelques cas, on a systématiquement dénombré les goélands et les mouettes ainsi que d'autres espèces d'oiseaux présents, avec et sans câbles. Ces études ont démontré un effet dissuasif très prononcé chez les goélands et les mouettes (Blokpoel et Tessier 1984; Forsythe et Austin 1984; McLaren et coll. 1984); cette méthode éloignait même les goélands et les mouettes de leurs propres nids (Blokpoel et Tessier 1983; Belant et Ickes 1996). On a couvert de câbles des aires allant jusqu'à 220 acres pour repousser les goélands et les mouettes de décharges (Dolbeer et coll. 1988).

Parmi les autres types de sites où l'on a tendu des lignes et des câbles aériens, on trouve notamment des écloséries (Ostergaard 1981; Salmon et Conte 1981; Barlow et Bock 1984; Salmon et coll. 1986; Moerbeek et coll. 1987), des aéroports (Blokpoel et Tessier 1987), des cultures fruitières (Steinegger et coll. 1991; Knight 1988), et des mangeoires d'arrière cour (Agüero et coll. 1991; Kessler et coll. 1991). Le degré d'efficacité des lignes et des câbles aériens varie beaucoup selon les espèces et les circonstances. Toutefois, cette méthode a eu un effet de dissuasion sur de nombreux oiseaux aquatiques, notamment des goélands et des mouettes, des canards, des oies et des cormorans (Pochop et coll. 1990).

L'espacement entre les fils varie beaucoup selon les espèces visées, leur activité, ainsi que la structure ou la culture à protéger. Pour repousser les goélands et les mouettes d'une éclosérie ou d'une colonie nicheuse, les fils doivent être rapprochés les uns des autres, tandis que pour une décharge, ils peuvent être espacés de 3 à 12 m (McLaren et coll. 1984; Pochop et coll. 1990).

Évaluation - Les principaux inconvénients des lignes et des câbles résident dans leur coût et leur manque de mobilité. Cette méthode offre également plusieurs avantages :

1. Le niveau d'efficacité des lignes aériennes ne dépend pas de l'habileté et de la motivation des personnes affectées à la tâche.
2. Cette méthode ne nécessite pas une attention continuelle.
3. Les goélands et les mouettes, au moins, ne semblent pas s'habituer aux lignes aériennes.
4. Les goélands et les mouettes qui se rendent sous les fils sont extrêmement nerveux et, par conséquent, très vulnérables aux techniques actives d'effarouchement.

Bien que l'on ne puisse installer des lignes et des câbles aériens au-dessus de grandes superficies à un aéroport sans devoir engager des dépenses considérables, le recours à cette méthode offrirait une solution efficace et presque permanente dans les cas de problèmes localisés de péril aviaire.

Recommandation - Technique recommandée pour exclure les oiseaux d'aires ouvertes assez restreintes (jusqu'à quelques hectares).

Documents recensés - Agüero et coll. 1991; Amling 1980; Blokpoel et Tessier 1983, 1984, 1987; Forsythe et Austin 1984; Kessler et coll. 1991; Knight 1988; Koski et Richardson 1976; McAtee et Piper 1936; McLaren et coll. 1984; Ostergaard 1981; Pochop et coll. 1990; Steinegger et coll. 1991.

Mousse

À certaines décharges contrôlées, on a utilisé de la mousse au lieu de terre comme matière de recouvrement quotidien. Bien qu'on ne dispose d'aucune donnée quantitative sur cette technique, on a remarqué que les goélands et les mouettes que l'on retrouvait en grand nombre à une décharge semblaient hésiter à marcher dans la mousse (fabriquée par la Rusmar Foam Technology) qu'on avait répandue sur le site (R. Harris, LGL Ltd., obs. non publiées). L'efficacité de la mousse dépendrait, en outre, des conditions météorologiques; par exemple, le produit serait moins efficace par temps pluvieux ou venteux. Les possibilités d'appliquer cette méthode aux aéroports semblent limitées. On pourrait peut-être y avoir recours pour couvrir de petites superficies qui, pour une raison ou une autre (source de nourriture, étang/mare), exercent un attrait particulier sur les oiseaux.

Sphères Bird Balls^{MD}

La sphère Bird Balls^{MD} est un produit passablement nouveau et assez prometteur utilisé depuis 1993 dans l'ouest américain pour tenir les oiseaux éloignés d'étangs industriels. Pour ce faire, on recouvre la surface de l'étang de sphères de plastique (HDPE) d'un diamètre de 4 po. Les oiseaux pourraient probablement se poser sur l'étang et les sphères seraient repoussées; toutefois, celles-ci soustrairaient la surface du plan d'eau à la vue des oiseaux. Ainsi, ces derniers n'associent pas l'aire en cause à un étang. Ces balles présentent des possibilités supérieures aux filets ou aux membranes flottantes parce qu'elles s'ajustent au niveau changeant de l'eau et à la

charge de la neige, qu'elles contournent facilement les obstacles, qu'elles ne sont affectées que par les vents les plus forts, (>50 mi/h; Mike Taber, Wildlife Control Technology, Inc., comm. pers.), qu'elles sont très faciles à installer (vider des sacs de balles dans l'étang), et qu'elles nécessitent beaucoup moins d'entretien. Les sphères Bird Balls^{MD} sont plus chères à l'achat que les lignes et les filets aériens. À l'heure actuelle, leur coût varie entre 0,85 et 3,00 \$US le pied carré (10 sphères). La Wildlife Control Technology, Inc. en est le seul distributeur en Amérique du Nord.

Nous n'avons trouvé aucune étude objective, de source indépendante, sur l'efficacité des sphères Bird Balls^{MD}. Toutefois, la technique semble simple et fondée sur des prémisses raisonnables.

MÉTHODES D'ÉLIMINATION

À court terme, on peut généralement réussir à éliminer les oiseaux en les empoisonnant, en les piégeant ou en les abattant. Toutefois, pour lutter à long terme contre le péril aviaire il faut cerner les raisons pour lesquelles les oiseaux volent près des aéroports ou sont attirés sur le site. Il existe néanmoins des situations où il faut abattre des oiseaux pour éliminer une menace immédiate à la sécurité des aéronefs. Il peut être particulièrement utile d'abattre des oiseaux pour accroître l'efficacité de méthodes de lutte non létales comme l'utilisation de dispositifs pyrotechniques. Les méthodes létales, toutefois, auraient peu de chances d'entraîner une réduction à long terme du nombre d'animaux nuisibles. Elles pourraient provoquer une diminution des populations locales d'espèces communes à court terme, ou une réduction, dans le secteur immédiat, du nombre d'espèces rares ou peu communes et moins mobiles. Par exemple, il ne suffira pas d'abattre des goélands et des mouettes à un aéroport pour régler les problèmes majeurs liés à leur présence, à moins que l'opération d'abattage ne prenne des proportions sans précédent.

Voir dans le manuel de Transports Canada la description des poisons Perchoirs « Rid-A-Bird », Ornitol (Avitrol), et strychnine utilisés pour la lutte contre le péril aviaire et le texte qui l'accompagne.

Pièges

Description - Le piégeage est l'une des plus anciennes méthodes de contrôle aviaire (Shake 1968). Les oiseaux peuvent être capturés vivants à l'aide de filets japonais, de cages, de filets à projectiles entraîneurs (Hardman 1974; Draulans 1987; Beg 1990), ou de grands pièges dotés d'une entrée en forme d'entonnoir. Des pièges à poteau ont déjà été utilisés pour les installations d'élevage de poisson et de gibier (Randall 1975). Toutefois, il s'agit là de pièges non sélectifs. Ils ne servent en rien à sauver la vie des oiseaux et leur utilisation est interdite dans certains pays.

Fondement biologique - Une fois capturés, les oiseaux sont soit tués, soit relâchés assez loin de l'aéroport pour qu'ils aient peu de chances d'y retourner. On dispose d'attractifs, de leurres et de modèles de pièges pour une grande variété d'espèces.

Résultats de recherches - La mise en place réussie des pièges dépend de nombreux facteurs comme le nombre total d'oiseaux, la disponibilité de nourriture à l'extérieur du piège et le comportement des oiseaux (la prudence à l'égard des pièges, Nelson 1990b). Shake (1968) a constaté que les efforts visant à capturer des carouges à épaulettes près de champs de maïs se sont révélés inefficaces parce que la population d'oiseaux était élevée comparativement au nombre d'individus qui pouvaient être capturés. Toutefois, Mott (1978) a signalé que l'on avait capturé une population restreinte de hérons verts au moyen de filets japonais, à une pisciculture, puis qu'on avait relâché les oiseaux 40 km plus loin. Les oiseaux ne sont pas revenus. Le piégeage s'est révélé efficace pour le contrôle des pigeons sur des toits d'édifices et dans des parcs en milieu urbain (Truman 1961). Il arrive que l'on piège aux aéroports des oiseaux dangereux pour les aéronefs, comme les buses et les hiboux, puis qu'on les relâche dans des zones comportant un habitat approprié, loin de l'aéroport (Hughes 1967; Wernaart et McIlveen 1989). Il est important de relâcher les oiseaux assez loin et dans un habitat adéquat; autrement, beaucoup d'entre eux retourneront dans la région où ils ont été capturés. On capturera un plus grand nombre d'oiseaux si l'on déplace les pièges tous les deux jours. En milieu agricole, il est recommandé de placer les pièges dans le secteur visé avant l'arrivée des oiseaux.

Évaluation - La capture et le déplacement des oiseaux peut nécessiter beaucoup de temps selon l'espèce et la situation. Il peut être coûteux de construire des pièges, particulièrement lorsqu'il en faut beaucoup. La mise en place et l'entretien des pièges complexes peuvent nécessiter beaucoup de main d'oeuvre et de temps. En général, le piégeage, que ce soit en vue de tuer ou de déplacer les oiseaux, est une solution à court terme à un problème immédiat.

Recommandation - Le piégeage peut être utile dans des circonstances spéciales, comme pour des rapaces. Il faut cependant noter que si l'on enlève des rapaces habitués aux activités d'un aéroport, il se peut que d'autres oiseaux complètement étrangers aux aéroports et aux aéronefs viennent les remplacer.

Documents recensés - Beg 1990; Clark 1976; Davidson 1968; Draulans 1987; Fitzwater 1978; Hardman 1974; Hussain 1990; Jarvis 1985; LGL Ltd. 1987; Lucid et Slack 1980; Mott 1978; Nelson 1970, 1990b; Randall 1975; Shake 1968; Truman 1961; Wernaart et McIlveen 1989.

Tir avec munitions réelles

Les goélands et les mouettes constituent un danger pour les aéronefs à de nombreux aéroports et près de ceux-ci. L'utilisation d'armes à feu pour abattre les goélands et les mouettes aux aéroports offre une efficacité limitée à long terme. À court terme, certains individus sont éliminés et d'autres sont effarouchés; toutefois, ces derniers reviennent peu de temps après ou sont remplacés par d'autres oiseaux (Heighway 1970; Blokpoel 1976; Harrison 1986). Cependant, utilisée pour accroître l'efficacité d'autres techniques d'effarouchement comme les cris de détresse, les dispositifs pyrotechniques et les oiseaux artificiels, cette méthode se révèle une technique de contrôle utile (Cooke-Smith 1965; Mason 1980; Harrison 1986). La mise à mort d'oiseaux devrait être l'option retenue dans peu de cas seulement. Il faut habituellement se procurer un permis auprès du Service canadien de la faune. Dans le cadre de nombreux programmes de contrôle aviaire de terrains d'aviation et de décharges, il arrive que l'on abatte des goélands et des mouettes.

À l'aéroport international John F. Kennedy, on a abattu plus de 50 000 goélands et mouettes entre 1991 et 1997 afin de réduire le nombre de collisions avec des aéronefs. Il s'agit là d'un cas unique. En effet, une colonie de plusieurs milliers de mouettes atricilles s'était établie dans la baie Jamaica, à côté de l'aéroport. Les mouettes traversaient régulièrement le terrain d'aviation pour se rendre à leurs aires de nutrition. La meilleure solution aurait été de déplacer la colonie; toutefois, cela n'a pas été fait parce qu'elle se trouvait dans un parc national. Dans ce cas précis, en tirant sur les oiseaux avec des armes à feu, on a réussi à leur faire modifier leur trajectoire de vol de manière à ce qu'ils évitent le terrain d'aviation. Le nombre d'aéronefs ayant frappé des mouettes atricilles a diminué de 61 % en 1991, et de 76 à 89 % au cours de la période comprise entre 1992 et 1997, comparé à une moyenne de 136 collisions entre 1988 et 1990 (Dolbeer et Bucknall 1997). Toutefois, on ne permettrait jamais l'abattage d'un si grand nombre d'oiseaux en temps ordinaire.

Recommandation.- Il est recommandé de procéder à un abattage sélectif dans le cadre des programmes de lutte contre le péril aviaire aux aéroports.

Surfactants et jets d'eau

Des canons ou des systèmes d'arrosage, utilisant de l'eau ou de l'eau additionnée d'agents mouillants (surfactants) sont parfois utilisés pour contrôler les oiseaux nuisibles (Harke 1968; Smith 1970; Lustick 1976; Glahn et coll. 1991). On a utilisé des jets d'eau comme méthode de contrôle létale pour empêcher les oiseaux de s'installer dans des zones urbaines et agricoles. On ajoute parfois des surfactants pour que l'eau pénètre à travers le plumage. Une fois le plumage mouillé, la température du corps de l'oiseau baisse, ce qui, par temps froid, peut provoquer sa mort. Selon Spear (1966), un système d'arrosage est utile pour empêcher les oiseaux de s'approcher de certains cours d'eau.

On a beaucoup utilisé le surfactant PA-14 pour éliminer les dortoirs de carouges, de quiscales et d'étourneaux entre 1974 et 1992. On a calculé que 38,2 millions d'oiseaux avaient été tués par l'application de PA-14 pendant cette période (Dolbeer et coll. 1997). Le PA-14 a permis de résoudre des problèmes locaux, mais Dolbeer et coll. (1997) n'ont découvert aucune indication (au moyen des données du North American Breeding Bird Survey) que les applications de PA-14 auraient provoqué un déclin des populations d'oiseaux nicheurs de ces espèces, dans la région.

Recommandation - L'utilisation de jets d'eau, avec ou sans surfactants, est recommandée comme méthode de contrôle létale ou comme moyen de chasser les oiseaux de dortoirs. Les jets d'eau pourraient aussi être utilisés pour éloigner à court terme des bandes d'oiseaux au repos; il serait, dans ces cas, toutefois plus facile d'utiliser des dispositifs pyrotechniques.

AUTRES PRODUITS ET TECHNIQUES

Les produits et les techniques présentés dans la présente section n'ont pas été abordés dans le manuel de Transports Canada et n'entrent dans aucune des catégories qui précèdent.

Aires de diversion

On peut établir des aires de diversion comme moyen d'attirer et de retenir des oiseaux afin qu'ils n'aillent pas à un autre endroit où leur présence n'est pas souhaitable (Sugden 1976). L'attractif le plus efficace serait la nourriture, bien que l'eau donne aussi de bons résultats. La plupart des aires de diversion en milieu agricole sont établies près d'aires de repos; ainsi, on intercepte les oiseaux, habituellement de la sauvagine, qui autrement iraient se nourrir dans les champs voisins. Les cultures de diversion sont généralement la nourriture préférée des espèces visées. Le principal objectif consiste à tenter de concentrer les activités d'alimentation à l'intérieur de l'aire de diversion plutôt que de voir les oiseaux se disperser dans les champs avoisinants où ils causeraient des dégâts aux cultures. Le recours à des aires de diversion aux aéroports serait fondé sur les mêmes principes.

On a réussi à établir des aires de diversion qui satisfont à des besoins autres qu'aux besoins alimentaires. On a aménagé, pour les oiseaux de rivage, des aires de repos de hautes eaux qui ont effectivement attiré les échassiers auparavant présents sur les terrains d'aviation (Saul 1967; Caithness 1970). Les principaux groupes de candidats pour les aires de diversion sont la sauvagine, les carouges et les quiscales.

Il faut beaucoup de préparation pour attirer les oiseaux à une aire de diversion. Celle-ci doit être suffisamment éloignée du terrain d'aviation et des trajectoires de vol pour qu'on puisse être certain de ne pas créer un nouveau problème en attirant d'avantage d'oiseaux, ce qui pourrait aggraver les risques de collisions avec des aéronefs. Idéalement, l'aire de diversion devrait intercepter les oiseaux bien avant qu'ils ne s'approchent de l'aéroport. Une fois les oiseaux sur place, des stocks suffisants d'attractifs, comme des aliments, doivent être maintenus. Les aires de diversion doivent en outre être à l'abri des autres éléments perturbants. Étant donné que les aires de diversion devraient être éloignées des terrains d'aviation, le terrain retenu ne serait probablement ni détenu ni régi par les autorités aéroportuaires. Cela pourrait poser quelques difficultés.

Recommandation Il existe probablement peu d'aéroports au Canada où il serait justifié et possible d'aménager une aire de diversion. Néanmoins, on devrait étudier les aires de repos des oiseaux ainsi que les trajectoires qu'ils empruntent et l'on devrait envisager l'établissement d'aires de diversion.

Documents recensés Caithness 1970; Fitzwater 1978; Hooper et coll. 1987; Koski et Richardson 1976; Nomsen 1989; Saul 1967; Sugden 1976; Ummels 1983.

Aimants

Deux dispositifs magnétiques mis au point par la Sho-Bond Corporation (Japon) sont actuellement offerts sur le marché comme répulsifs pour les oiseaux. Le « Birdmag » est constitué d'aimants sphériques (1,5 cm de diamètre) attachés à intervalles de 25 cm à un fil tendu sur les rebords où les oiseaux viennent se poser, dormir ou nicher. Le dispositif portant le nom de « Birdpeller » est constitué de quatre aimants hémisphériques attachés à une hélice à intervalles de 6 cm. Aux dires de leur fabricant, ces produits génèrent des champs magnétiques qui désorientent les oiseaux; ainsi, les oiseaux évitent les endroits où se trouvent ces champs magnétiques. De nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs utilisent les champs magnétiques naturels de la Terre comme outils de navigation lors de leurs migrations (Moore 1975; Southern 1974, 1978; Wiltshko et coll. 1981). On sait aussi que les anomalies dans le champ magnétique de la Terre, tout comme les champs magnétiques artificiels, peuvent désorienter les oiseaux (Alerstam 1990; Able 1994). Toutefois, on n'a pas effectué d'essai exhaustif pour vérifier si les champs magnétiques artificiels éloignaient effectivement les oiseaux.

Belant et coll. (1997) ont placé des aimants d'une intensité atteignant 118 gauss dans des pondoires utilisés par des étourneaux sansonnets. Le champ magnétique n'a pas empêché les oiseaux d'utiliser les pondoires. On devra procéder à d'autres essais avant de tirer des conclusions sur la capacité des champs magnétiques artificiels de repousser les oiseaux. À l'heure actuelle, il semble plus probable que les aimants désorientent les oiseaux, sans toutefois les repousser.

Recommandation - Non recommandé.

Documents recensés - Alerstam 1990; Able 1994; Belant et coll. 1997; Moore 1975; Southern 1974, 1978; Wiltschko et coll. 1981.

Micro-ondes

Description - Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques à haute énergie.

Fondement biologique - L'énergie électromagnétique associée aux micro ondes peut être source de stress, d'inconfort et d'un changement de comportement tant chez les oiseaux que chez les mammifères (les humains y compris). Si l'énergie est assez élevée, il peut y avoir hausse de température et des dommages matériels peuvent survenir. On suppose que les oiseaux évitent les endroits où ils seraient affectés par ces phénomènes.

Résultats de recherches - Les humains et les autres mammifères peuvent déceler l'énergie des micro ondes à des densités moyennes inférieures à 1 mW/cm² et à des densités de pointe inférieures à 100 mW/cm² (King et coll. 1971; Frey et Messenger 1973). À des niveaux supérieurs, on constate des effets thermiques. Chez les oiseaux, des effets thermiques peuvent apparaître à aussi peu que 50 mW/cm² (Byman et coll. 1985); on a noté que des effets thermiques pouvaient se produire chez les rats dès qu'on atteignait de 5 à 10 mW/cm² (Stern et coll. 1979). Selon les résultats étudiés par King et coll. (1971), les micro ondes peuvent provoquer de nombreux effets physiologiques chez l'humain, et des niveaux d'intensité inférieurs à la « limite de sécurité » de 10 mW/cm² acceptée en Amérique du Nord peuvent influencer l'activité nerveuse. Cette limite de sécurité pour l'humain a prêté à controverse, notamment à cause de résultats selon lesquels il peut se produire des effets marqués à des niveaux de beaucoup inférieurs à 10 mW/cm² (Steneck et coll. 1980). Certains pays ont adopté des limites de sécurité beaucoup moins élevées (Assenheim et coll. 1979).

Les données recueillies sur les effets des micro ondes sur les oiseaux sont contradictoires; toutefois, il est clair que des niveaux d'intensité suffisamment élevés peuvent avoir des effets évidents. Tanner et ses collaborateurs (de 1965 à 1969) ont démontré que des champs intenses de micro ondes (d'une puissance moyenne de 10 à 50 mW/cm²) peuvent causer des dysfonctionnements musculaires et neurophysiologiques temporaires chez les poulets, les pigeons, les goélands et les mouettes ainsi que chez les perruches ondulées. Au chapitre des réactions, on compte une extension des pattes et des ailes, une démarche mal assurée, et des chutes. Les expériences menées par Tanner et coll. (1969) démontrant qu'on pouvait modifier les habitudes alimentaires de poulets Leghorn en captivité en irradiant un des deux contenants de nourriture à des rayonnements de 40 mW/cm², se sont révélées particulièrement pertinentes. Les poulets choisissaient la source de nourriture non irradiée. Une fois le contenant irradié pendant 12 jours, il a fallu attendre quatre jours avant que les sujets reprennent leurs anciennes habitudes

alimentaires. De plus, ils évitaient immédiatement la zone irradiée dès que l'irradiation recommençait. Ces niveaux d'irradiation étaient, toutefois, beaucoup plus élevés que les niveaux inoffensifs pour les humains.

Quelques études ont signalé que des radars avaient causé des changements de comportement chez les oiseaux en vol (Poor 1946; Drost 1949; Knorr 1954; Hild 1971; Wagner 1972). Toutefois, beaucoup d'autres chercheurs utilisant tant des radars similaires (Eastwood et Rider 1964; Gehring 1967; Houghton et Laird 1967; Bruderer 1971; Able 1974, et beaucoup d'autres) que des radars de poursuite à grande puissance (Williams et coll. 1972; Emlen 1974) n'ont pas remarqué de comportements étranges chez les oiseaux dont ils suivaient la progression, même à courte distance.

Short et coll. (1996) ont fourni une brève description d'une étude en cours de préparation en vue d'étudier la capacité, pour les oiseaux, de détecter des signaux radar modulés ainsi que la possibilité d'utiliser ces signaux radar modulés pour éloigner les oiseaux. Ce radar aurait une puissance inférieure au niveau présentant un danger pour les oiseaux et les humains.

Évaluation - Selon les données recueillies, l'irradiation aux micro ondes ne repousse pas les oiseaux à moins qu'elle se fasse à une intensité suffisamment élevée pour poser un risque éventuel pour les humains et peut-être même pour les oiseaux eux mêmes. L'utilisation des micro ondes n'a pas été adoptée comme technique pratique ou sûre pour repousser les oiseaux (Hunt 1973; BSCE 1988).

Recommandation - Non recommandé.

Documents recensés - Able 1974; Assenheim et coll. 1979; Bruderer 1971; BSCE 1988; Burger 1983; Byman et coll. 1985; Drost 1949; Eastwood et Rider 1964; Emlen 1974; Frey et Messenger 1973; Gehring 1967; Hild 1971; Houghton et Laird 1967; Hunt 1973; King et coll. 1971; Knorr 1954; Koski et Richardson 1976; Poor 1946; Seubert 1965; Steneck et coll. 1980; Stern et coll. 1979; Tanner 1965, 1966; Tanner et coll. 1967, 1969; Wagner 1972; Williams et coll. 1972.

Lasers

Description - Les lasers produisent des champs électromagnétiques à haute énergie.

Fondement biologique - L'énergie électromagnétique associée aux lasers peut être source de stress, d'inconfort et d'un changement de comportement tant chez les oiseaux que chez les mammifères (les humains y compris). Si l'énergie est assez élevée, il peut y avoir hausse de température et des dommages physiques peuvent survenir. On suppose que les oiseaux évitent les endroits où ils seraient affectés par ces phénomènes.

Résultats de recherches - On a suggéré que des lasers pourraient être utilisés comme technique pour repousser les oiseaux (Lustick 1972, 1973; Lawrence et coll. 1975). Bien que, selon les expériences de Lustick, les étourneaux, les canards colverts et les goélands argentés aient été perturbés par le faisceau d'un laser à impulsion ou continu, celui ci devait être dirigé sur des parties sensibles des oiseaux. Si on visait le plumage, les oiseaux ne réagissaient pas même si laser pouvait mettre le feu à leurs plumes.

Seubert (1965) a décrit des expériences dans le cadre desquelles des goélands et des mouettes en cage avaient été exposés à des lasers à impulsion. La lumière pulsée à faible puissance (1 ou 2 joules) causait certains soubresauts, mais aucun cri de détresse ou d'alerte. Des pulsations de lumière de 100 à 200 joules dirigées sur les oiseaux brûlaient des plumes et provoquaient des saignements dans les yeux des oiseaux. Toutefois, les goélands et les mouettes ne réagissaient pas plus à la lumière plus intense qu'à celle de 1 ou 2 joules. On a également essayé un laser continu (niveau d'intensité non indiqué), mais les oiseaux fixaient le faisceau de lumière rouge intense sans apparence d'inconfort.

Plus récemment, Mossler (1980) a procédé à des essais afin de savoir si un laser à l'hélium-néon permettrait de dissuader les goélands et les mouettes fréquentant une décharge de se nourrir d'aliments très attirants. Les oiseaux ont démontré certaines réactions comportementales au rayon laser, mais cela ne les a pas empêchés de se nourrir.

Évaluation - Bien que les lasers puissent, dans certaines situations, permettre d'éloigner les oiseaux, les niveaux de puissance requis pour ce faire présenteraient un risque pour les humains. Par conséquent, les lasers ne constituent pas un moyen pratique pour éloigner les oiseaux des terrains d'aviation.

Recommandation - Non recommandé.

Documents recensés - Burger 1983; Frey et Messenger 1973; Koski et Richardson 1976; Lawrence et coll. 1975; Lustick 1972, 1973; Mossler 1980; Seubert 1965.

SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

Les produits de lutte contre le péril aviaire peuvent être classés selon la manière dont ils éloignent ou effarouchent les oiseaux évitement de ce qui est nouveau, réaction de surprise, imitation de prédateurs, signaux d'avertissement et mise à mort (Rochard 1996). Beaucoup des produits et des techniques les moins productifs se fondent sur la présentation de nouveaux stimulus et/ou de stimulus qui surprennent les oiseaux parce qu'ils se manifestent à eux d'une manière inattendue ou bruyante. Les oiseaux ont tendance à éviter tout stimulus nouveau, comme les sons synthétiques produits par le Phoenix Wailer, parce qu'ils ne savent pas si cela représente ou non une menace. Cela a une valeur évidente pour la survie. (Certains peuvent tout d'abord étudier un nouveau stimulus, au lieu de l'éviter.) Une fois l'effet de nouveauté passé, toutefois (et les oiseaux apprennent rapidement à reconnaître ce qui est une menace et ce qui ne l'est pas), le stimulus n'est plus efficace sur ces oiseaux. De même, les dispositifs qui surprennent (p. ex., les canons à gaz) deviennent inefficaces une fois qu'ils ont été intégrés à l'environnement des oiseaux et qu'ils ne les surprennent plus. Bien qu'il existe un fondement biologique pour ces produits, tout effet de dissuasion ou d'effarouchement est de courte durée.

Le fondement biologique derrière les produits et les techniques de lutte contre le péril aviaire qui imitent des menaces connues pour les oiseaux, comme les épouvantails et les cerfs-volants en forme de buse, semble plus solide et valide à long terme. La période d'efficacité est directement reliée au niveau de réalisme du modèle en termes d'apparence, de comportement et de bruit. Les oiseaux s'habituent rapidement à un hibou acheté dans un magasin de grande surface. Ils s'habituent moins rapidement à un hibou empaillé avec, dans ses serres, une corneille qui bouge et qui crie. Un hibou véritable attaché à un poteau donne encore de meilleurs résultats. Même avec les meilleurs modèles, à moins que la présentation soit renforcée à l'occasion (par une mise à mort, par exemple), les oiseaux finissent par apprendre qu'il n'y a pas de véritable danger. De même, les stimulus qui communiquent à l'oiseau ciblé un « signal d'avertissement » indiquant qu'un prédateur se trouve dans les environs (p. ex., cris de détresse ou d'alerte), ou qu'il y a été récemment (p. ex., carcasse d'oiseau artificielle), donnent de bons résultats. Il n'y a pas vraiment d'accoutumance.

L'abattage d'oiseaux utilisé seul ne sert généralement qu'à des fins immédiates ou à court terme. Utilisé conjointement avec d'autres produits ou d'autres techniques, l'abattage peut constituer une technique d'appoint très efficace.

La lutte contre le péril aviaire aux aéroports comporte certaines exigences précises qui diffèrent des autres situations où le contrôle des populations d'oiseaux s'impose, comme le contrôle en milieu agricole. Il est important de pouvoir fixer le lieu et le moment où s'en iront les oiseaux effarouchés. Par exemple, si les oiseaux envahissent une piste utilisée par des avions, une situation de péril aviaire vient d'être créée plutôt qu'éliminée. Mais avant tout, un programme de

lutte contre le péril aviaire doit être efficace à long terme. Pour une exploitation agricole, il suffit d'éloigner les oiseaux jusqu'à la récolte. Aux aéroports, le péril aviaire peut survenir toute l'année, 24 heures par jour. À cause de cela, l'accoutumance des oiseaux aux produits et aux techniques devient une préoccupation majeure. Les oiseaux s'habituent plus rapidement aux dispositifs de lutte ayant un faible fondement biologique et dont la présentation varie peu.

Nous avons classé les produits et les techniques de lutte passés en revue dans le présent rapport dans les trois catégories suivantes : (1) non recommandé, (2) peu recommandé et (3) fortement recommandé. Cette évaluation est fondée sur les réponses fournies à trois grandes questions. (1) Y a-t-il un motif fondé, sur le plan biologique, pour prévoir que le produit ou la technique donnera les résultats souhaités? (2) Avec quelle rapidité et dans quelle mesure les oiseaux s'habituent-ils au produit ou à la technique? (3) Le coût et les considérations pratiques de mise en oeuvre entrent-ils en ligne de compte?

Non recommandé

Neuf produits et techniques sont **non recommandés**. L'utilisation des sons à haute intensité, des micro-ondes et des lasers n'est pas recommandée parce que les niveaux d'énergie requis sont dangereux pour les humains (ainsi que pour les oiseaux et les autres mammifères). Très peu d'espèces d'oiseaux se sont montrées capables de détecter les ultrasons et celles qui le pouvaient n'ont pas eu de réaction d'évitement. L'effarouchement au moyen d'avions et le recours à la fumée ne sont pas des méthodes recommandées parce qu'elles ne sont pas pratiques sur les terrains d'aviation. Les recherches effectuées sur l'utilisation d'aimants, de sources de lumière, de colorants, de bruits de moteurs d'avions et d'infrasons comme outils de lutte contre le péril aviaire sont insuffisantes; toutefois, les recherches menées à ce jour ne permettent pas de croire que ces produits soient de bons outils de lutte.

Peu recommandé

La plupart des produits et des techniques de lutte contre le péril aviaire examinés ci-dessous tombent dans la catégorie du « pas mal, mais ... ». Ils peuvent repousser ou effaroucher les oiseaux, mais avec une efficacité limitée à cause de l'accoutumance, d'un faible fondement biologique, des possibilités limitées d'application et/ou de problèmes de mise en oeuvre. Ces produits donnent de meilleurs résultats lorsqu'ils font partie d'un programme intégré, et aucun ne devrait être considéré comme élément clé d'un programme de lutte. Dans certains cas, ils peuvent être un outil parmi d'autres pour la lutte contre le péril aviaire.

La catégorie des produits et techniques **peu recommandés** comprend plusieurs éléments répulsifs auditifs, visuels et chimiques. Les oiseaux ont tendance à s'accoutumer assez rapidement aux canons à gaz et, selon ce que nous prévoyons, aux appareils « Falcon Imitator » et « Rotating Hunter » produits par Agri-SX, bien que ces deux derniers produits aient fait l'objet de peu d'essais. Le recours à des canons à gaz télécommandés pourrait prolonger leur période utile de pré accoutumance.

Les cris de détresse ou d'alerte du Phoenix Wailer ont plus de chances d'être efficaces que les ultrasons et les bruits électroniques également diffusés par ces appareils. De même, les bruits synthétiques produits par l'Av-Alarm n'ont aucun fondement biologique autre que les réactions d'évitement dues à la nouveauté et à l'effet de surprise, susceptibles d'accélérer le processus d'accoutumance. Le Bird Gard AVA et le Bird Gard ABC sont des dispositifs de diffusion de cris de détresse qui offrent des répertoires peu étendus de cris de détresse ou d'alerte pour un nombre limité d'espèces.

La majorité des répulsifs visuels sont également sujets à l'accoutumance épouvantails, rubans réfléchissants, prédateurs artificiels, cerfs volants en forme de buse et ballons, et goélands artificiels. Les répulsifs chimiques - tactile, comportementaux, ReJeX-iT, et ceux qui contrôlent la présence des vers de terre (Bénomyl, Tersan, et Terraclor) - peuvent être efficaces, mais uniquement pour certaines applications précises. Quant aux agents de répulsion gustative autres que le ReJeX-iT, leur efficacité n'a pas été démontrée. La mousse, les enregistrements de cris de prédateurs, et les aires de diversion présentent des possibilités de contrôler des populations aviaires; toutefois, ils n'ont pas encore fait l'objet d'un nombre suffisant d'essais. Le piégeage ainsi que les surfactants et les jets d'eau sont adéquats pour des applications limitées.

Le recours à des modèles réduits d'avions téléguidés peut être un bon outil de lutte contre le péril aviaire, mais cela exige beaucoup de main d'oeuvre et, aux aéroports, ces modèles réduits ne peuvent pas être utilisés près des pistes et des voies de circulation en service.

Fortement recommandé

Une méthode de lutte contre le péril aviaire en milieu aéroportuaire doit, avant tout, être conçue en fonction des problèmes particuliers à l'aéroport en cause. Il est important de bien connaître le nombre et les espèces d'oiseaux présents à l'aéroport, et de déterminer quelles espèces constituent le plus grand danger pour les aéronefs et à quel moment. Le programme de lutte contre le péril aviaire devrait donc se concentrer sur les espèces et les périodes les plus cruciales.

Une poignée de produits et de techniques ont été **fortement recommandés**. Ils peuvent être considérés comme les éléments centraux d'un programme efficace de lutte contre le péril aviaire. Ils offrent un contrôle à long terme, avec peu d'accoutumance s'ils sont appliqués correctement; les approches actives exigent de fréquentes interventions de la part d'un personnel compétent et motivé.

Modification de l'habitat

La modification de l'habitat est la meilleure technique passive de lutte à long terme contre le péril aviaire en milieu aéroportuaire. Ainsi, en modifiant l'habitat qui attire les oiseaux à un aéroport, on peut s'attaquer à la source des problèmes posés par les oiseaux. Il faut procéder à une étude complète de l'utilisation des terrains de l'aéroport par les oiseaux, ce qui comprend une analyse du cycle annuel complet de la présence aviaire (à savoir, pendant l'hiver, la nidification et la migration). Cette étude devrait cerner les espèces responsables du péril aviaire ainsi que l'utilisation du terrain d'aviation ainsi que des autres installations de l'aéroport et du voisinage, par les individus de ces espèces. Ensuite, on modifiera l'habitat de manière à éliminer ou à altérer les éléments qui attirent la plupart de espèces posant problème. Il est important de veiller à ce que le nouvel habitat attire uniquement les espèces qui posent un faible risque à la sécurité des aéronefs. Il faut procéder ainsi parce qu'il n'est pas possible de rendre l'habitat inapproprié pour toutes les espèces.

Le deuxième élément de gestion des habitats consiste à installer, là où cela est possible, des obstacles physiques comme des clôtures, des filets, et des lignes et câbles aériens pour tenir les oiseaux éloignés des zones critiques de l'aéroport. On pourrait recouvrir les étangs de Bird Balls. Les obstacles physiques permanents tiennent les oiseaux loin des surfaces traitées, mais ils exigent entretien et surveillance. Les obstacles au perchage comme Nixalite, Bird-B-Gone, Avi-Away et Fine Wires sur des édifices, des panneaux de signalisation, et des appareils d'éclairage des aéroports peuvent également donner de bons résultats.

Lutte active contre le péril aviaire

La modification de l'habitat permet de réduire le nombre d'espèces problématiques attirées à un aéroport. Toutefois, d'autres espèces dangereuses seront inévitablement présentes. Il faudra donc avoir recours à un programme actif de lutte contre le péril aviaire pour éliminer ces espèces. Parmi les techniques qui devraient constituer des éléments clés d'un programme actif de lutte contre le péril aviaire en milieu aéroportuaire, on compte les dispositifs pyrotechniques, la fauconnerie, les cris de détresse et les tirs d'arme à feu. À celles-ci pourraient s'ajouter certaines techniques de la section précédente (peu recommandées). Par exemple, l'utilisation de goélands artificiels (spécimens empaillés) de concert avec des dispositifs pyrotechniques peut renforcer la notion de danger associée aux dispositifs pyrotechniques. L'utilisation de la fauconnerie aux aéroports prête à controverse. Appliquée de manière appropriée, cette technique peut être utile. La fauconnerie n'est pas appropriée pour tous les aéroports.

Conclusion

Une constatation peut être dégagée de nos analyses des nombreuses techniques de lutte contre le péril aviaire, soit : aucune des techniques évaluées ne fonctionne toujours à long terme à moins d'être appliquée de manière appropriée par du personnel adéquatement formé. On ne saurait trop insister sur ce point ! Il n'existe aucune solution unique et magique dans ce domaine. Tous les programmes qui offrent de bons résultats reposent sur un fondement biologique et sont appliqués par du personnel bien formé. Dans les aéroports aux prises avec un problème sérieux de péril aviaire, il faudra tout probablement faire appel à du personnel à plein temps.

Le bon fonctionnement d'un programme de lutte contre le péril aviaire à un aéroport exige des gestionnaires de celui-ci un engagement non équivoque de manière qu'on puisse s'assurer de disposer de suffisamment de fonds et pour que la lutte contre le péril aviaire soit considérée comme une activité hautement prioritaire, pour la sécurité des aéronefs.

ÉTUDES RECOMMANDÉES À L'AVENIR

1. Plusieurs produits de lutte contre le péril aviaire sont relativement nouveaux sur le marché, font l'objet de beaucoup de promotion et sont chers. Les autorités de certains aéroports canadiens ont acheté et installé ces dispositifs, souvent à grands frais. Il faudrait faire subir à ces produits des essais indépendants au lieu de se fier aux déclarations non prouvées de leurs fabricants. Bien que certains de ces produits pourraient servir d'outils efficaces de lutte contre le péril aviaire, ce n'est pas le cas pour tous. Pourtant, les responsables des aéroports prennent connaissance des déclarations des fabricants, mais n'ont aucun résultat d'examen impartial. Les produits dont les campagnes de commercialisation sont les plus actives sont les suivants : le « Falcon Imitator » et le « Rotating Hunter » d'Agri-SX, le Phoenix Wailer, le ReJeX-iT, et les Bird Balls^{MD}.
2. À quelques exceptions près, la modification de l'habitat constitue la base d'un contrôle efficace des oiseaux et de la faune aux aéroports. Nous recommandons plus de recherche sur ces techniques. À notre avis, il y aurait beaucoup à apprendre et à gagner à effectuer de recherches et des essais plus poussés. De plus, il serait utile de diffuser auprès des aéroports l'information sur la gestion des habitats.
3. Enfin, nous recommandons fortement que l'information sur l'efficacité des produits et des techniques de lutte contre le péril aviaire soit transmise aux responsables de l'exploitation des aéroports et au personnel du contrôle de la faune. Transports Canada a toujours un rôle majeur à jouer dans les essais des diverses techniques de lutte contre le péril aviaire ainsi que dans la diffusion de l'information à ce sujet. Le Comité canadien du péril aviaire est un autre véhicule important d'échange d'information sur la lutte contre le péril aviaire.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier les personnes suivantes qui ont bien voulu partager leurs connaissances et les expériences avec nous : Mark Adam (Services Environnementaux Faucon, Montréal), Dave Ball (Aéroport international de Vancouver), Marcel Barrière (Daishowa Inc., Québec), Larry Conrad (Britannia Road Landfill Site, Mississauga, Ontario), John Floyd (U.S.D.A., Wildlife Services, Atlantic City Airport), Shawn Hicks (Aéroport international de Halifax), Steen Klint (Director, Environmental Services Department, County of Simcoe, Ontario), Brian Richmond (Environmental Technologist, Calgary Airport Authority) et R. Sliwinski (U.S.D.A., Wildlife Services, O'Hare International Airport, comm. pers.).

Nous adressons des remerciements particuliers à M. Bruce MacKinnon de Transports Canada qui a lancé ce projet et qui nous accordé un appui indéfectible tout au long de son déroulement.

Chez LGL Limited, Gary Searing et Mike Demarchi nous ont permis de profiter de leur expérience à l'aéroport international de Vancouver. Bill Koski et John Richardson nous ont donné la possibilité de consulter une grande partie des ouvrages pertinents.

BIBLIOGRAPHIE

- Able, K.P. 1974. Wind, track, heading and the flight orientation of migrating songbirds. p. 331-357 in S.A. Gauthreaux, Jr. (ed.), A conference on the biological aspects of the bird/aircraft collision problem. Clemson Univ., SC.
- Able, K.P. 1994. Magnetic orientation and magnetoreception in birds. Prog. in Neurobiology 42: 449-473. [As cited in Belant et al. 1997.]
- ACBHA. 1963. Conseil national de recherches du Canada. Comité associé contre le péril aviaire. Ottawa, Ont. Bulletin 1. 8 p.
- Agüero, D.A., R.J. Johnson and K.M. Eskridge. 1991. Monofilament lines repel House Sparrows from feeding sites. Wildl. Soc. Bull. 19(4):416-422.
- Aguilera, E., R.L. Knight and J.L. Cummings. 1991. An evaluation of 2 hazing methods for urban Canada Geese. Wildl. Soc. Bull. 19(1):32-35.
- Alerstam, T. 1990. Bird migration. Press Syndicate of the University of Cambridge. 420 pp. [Tel que cité dans Belant et coll. 1997.]
- Amling, W. 1980. Exclusion of gulls from reservoirs in Orange County, California. Proc. Vertebr. Pest Conf. 9:29-30.
- Andelt, W.F., T.P. Woolley and S.N. Hopper. 1997. Effectiveness of barriers, pyrotechnics, flashing lights, and Scarey Man® for deterring heron predation on fish. Wildlife Society Bulletin 25(3): 686-694.
- Anderson, J.M. 1986. Merganser predation and its impact on Atlantic Salmon stocks in the Restigouche River system 1982-1985. A report by the Atlantic Salmon Federation, St. Andrews, N.B. 66 p.
- Assenheim, H.M., D.A. Hill, E. Preston et A.B. Cairnie. 1979. Effets biologiques des radiofréquences et des micro-ondes. CNRC, n° 16449. Secrétariat de l'environnement, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ont. 244 p.
- Aubin, T. 1991. Why do distress calls evoke interspecific responses? An experimental study applied to some species of birds. Behav. Processes 23(2):103-111.
- Aubin, T. and Brémond, J.C. 1989. Parameters used for recognition of distress calls in two species: Larus argentatus and Sturnus vulgaris. Bioacoustics 2:22-33.
- Avery, M.L. 1992. Evaluation of methyl anthranilate as a bird repellent in fruit crops. Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference: 130-133.
- Avery, M.L., D.G. Decker, J.S. Humphrey and C.C. Laukert. 1996. Mint plant derivatives as blackbird feeding deterrents. Crop Protection 15:...

- BSCE 1988. "The green booklet"/Some measures used in different countries for reduction of bird strike risk around airports, 3rd ed. Aerodrome Working Group, Bird Strike Committee Europe, Helsinki, Finland. 73 p.
- Bahr, J., R. Erwin, J. Green, J. Buckingham and H. Peel. 1992. A laboratory assessment of bird responses to an experimental strobe light deterrent. Rep. from The Delta Environmental Management Group Ltd., and Southwest Research Institute, for Transport Canada.
- Ball, D. 1997. Ruggieri pistol and CAPA anti bird-strike cartridge. Appendix 32. Minutes of the 26th meeting of Bird Strike Committee Canada, 4 June 1997. 8 pp.
- Barlow, C.G. and K Bock. 1984. Predation of fish in farm dams by cormorants, Phalacrocorax spp. *Austr. Wildl. Res.* 11:559-566.
- Bartelt, G.A. 1987. Effects of disturbance and hunting on the behavior of Canada Goose family groups in eastcentral Wisconsin. *J. Wildl. Manage.* 51:517-522.
- Beck, J.R. 1968. Utility of pyrotechnics in bird control. *Proc. Bird Control Seminar* 4:101-103.
- Beg, M.A. 1990. General principles of vertebrate pest management. p. 5-8 *in* J.E. Brooks, E. Ahmad, I. Hussain, S. Munir and A. Khan (eds.), *A training manual on vertebrate pest management*. Pakistan Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan.
- Belant, J.L. and S.K. Ickes. 1996. Overhead wires reduce roof-nesting by ring-billed gulls and herring gulls. *Proceedings of the 17th Vertebrate Pest Conference*: 108-112.
- Belant, J.L. and S.K. Ickes. 1997. Mylar flags as gull deterrents. *Proceedings of the Great Plains Wildlife Damage Control Conference* 13: ...
- Belant, J.L., S.W. Gabrey, R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1995. Methyl anthranilate formulations repel gulls and mallards from water. *Crop Protection* 14(2): 171-175.
- Belant, J.L., T.W. Seamans, L.A. Tyson and S.K. Ickes. 1996. Repellency of methyl anthranilate to pre-exposed and naive Canada geese. *J. Wildlife Management* 60(4): 923-928.
- Belant, J.L., T.W. Seamans, R.A. Dolbeer and P.P. Woronecki. 1997a. Evaluation of methyl anthranilate as a woodpecker repellent. *International Journal of Pest Management* 42: 59-62.
- Belant, J.L., S.K. Ickes, L.A. Tyson and T.W. Seamans. 1997b. Comparison of d-pulegone and mangone as cowbird feeding repellents. *International Journal of Pest Management* 43:
- Belant, J.L., L.A. Tyson, T.W. Seamans and S.K. Ickes. 1997c. Evaluation of lime as an avian feeding repellent. *J. Wildlife Management* 61(3): 917-924.
- Belant, J.L., S.K. Ickes, L.A. Tyson, and T.W. Seamans. 1997d. Comparison of four particulate substances as wildlife feeding repellents. *Crop Protection* 16:
- Belant, J.L., P.P. Woronecki, R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1997e. Ineffectiveness of five commercial deterrents for nesting starlings. *Wildlife Society Bulletin* 25:

- Belton, P. 1976. Effects of interrupted light on birds. Unpublished manuscript. Simon Fraser University, Burnaby, BC. [Cited in Green et al. 1993; Appendix 3 of BSCC Minutes 21]
- Beklova, M., V.E. Jakobi and J. Pikula. 1981. Ecological and technical aspects of bioacoustic flushing. *Folia Zool. (Brno)* 30(4):353-361.
- Beklova, M., I. Pikula and V.E. Yakobi. 1982. Ecological and technical aspects of bioacoustic scaring away the Black-headed Gulls. *Zool. Zhur.* 61(1):96-101.
- Bell, W.B. 1971. Animal responses to sonic booms. *J. Acoust. Soc. Am.* 48:758-765.
- Belton, P. 1976. Effects of interrupted light on birds. Simon Fraser Univ., Burnaby, B.C.
- Beuter, K.J. and R. Weiss. 1986. Properties of the auditory system in birds and the effectiveness of acoustic scaring signals. *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 18(1):60-73. Copenhagen, May 1986.
- Biber, J.P. and A. Meylan. 1984. [Vine nets and protection from birds.] *Schweizer. Z. Obst Weinbau* 120(19):516-522.
- Bliese, J.C.W. 1959. Four years of battle at "blackbird" roosts: a discussion of methods and results at Ames, Iowa. *Iowa Bird Life* 24:30-33.
- Block, B.C. 1966. Williamsport Pennsylvania tries starling control with distress calls. *Pest Control* 34:24-30.
- Blokpoel, H. 1976. Bird hazards to aircraft. Clarke, Irwin and Company Ltd., Toronto. 236 p.
- Blokpoel, H. 1980. Le problème des goélands en Ontario. Service canadien de la faune, Ottawa, Ontario. Document d'information. 9 p.
- Blokpoel, H. 1984. Contrôle local des goélands en Ontario. Service canadien de la faune, Ottawa, Ontario. Document d'information. 7 p.
- Blokpoel, H. and G.D. Tessier. 1983. Monofilament lines exclude Ring-billed Gulls from traditional nesting areas. p. 15-20 *in Proc. 9th Bird Control Seminar, Bowling Green, OH.*
- Blokpoel, H. and G.D. Tessier. 1984. Overhead wires and monofilament lines exclude Ring-billed Gulls from public places. *Wildl. Soc. Bull.* 12(1):55-58.
- Blokpoel, H. and G.D. Tessier. 1987. Control of Ring-billed Gull colonies at urban and industrial sites in southern Ontario, Canada. p. 8-17 *in Proc. 3rd Eastern Wildl. Damage Control Conf., Gulf Shores, AL, Oct. 1987.* .
- Boag, D.A. and V. Lewin. 1980. Effectiveness of three waterfowl deterrents on natural and polluted ponds. *J. Wildl. Manage.* 44(1):145-154.
- Bomford, M. and P.H. O'Brien. 1990. Sonic deterrents in animal damage control: a review of device tests and effectiveness. *Wildl. Soc. Bull.* 18(4):411-422.

- Booth, T.W. 1983. Bird dispersal techniques. Institute of Agriculture and Natural Resources, Univ. Nebraska, Lincoln, NE. 5 p.
- Boudreau, G.W. 1968. Status of bio-sonics in pest bird control. *Proc. Bird Control Seminar* 4:38-44.
- Boudreau, G.W. 1972. Factors relating to alarm stimuli in bird control. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 5:121-123.
- Bradley, T.W. 1981. Gull-scaring trials for landfill sites. *Surveyor* 155(4572):6-7.
- Brémond, J.C. 1980. Prospects for making acoustic super-stimuli. p. 105-114 *in* E.N. Wright, I.R. Inglis and C.J. Feare (eds.), *Bird Problems in Agriculture, the Proceedings of a conference "Understanding Agricultural Problems"*. Royal Holbway College, Univ. London. BCPC Publishers, Croydon, England.
- Brémond, J.C. and T. Aubin. 1989. Choice and description of a method of sound synthesis adapted to the study of bird calls. *Biol. Behav.* 14:229-237.
- Brémond, J.C. and T. Aubin. 1990. Responses to distress calls by Black-headed Gulls, Larus ridibundus: the role of non-degraded features. *Anim. Behav.* 39:503-511.
- Brémond, J.C. and T. Aubin. 1992. The role of amplitude modulation in distress-call recognition by the Black-headed Gull (Larus ridibundus). *Ethol. Ecol. Evol.* 4(2):187-191.
- Brémond, J.C., P.H. Gramet, T. Brough and E.N. Wright. 1968. A comparison of some broadcasting equipment and recorded distress calls for scaring birds. *J. Appl. Ecol.* 5:521-529.
- Bridgman, C.J. 1969. Some practical aspects of bio-acoustic bird control. *Ibis* 111: 444.
- Bridgman, C.J. 1976. Bio-acoustic bird scaring in Britain. *Proc. Pan-Afr. Ornithol. Congr.* 4:383-387.
- Briot, J.L. 1986. Last French experiments concerning bird-strike hazards reduction (1981-1986). *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 18 (Copenhagen):202-208.
- Briot, J.L. and A. Eudot. 1994. Long range scaring birds cartridge. *Proceedings and Working Papers of Bird Strike Committee Europe Meeting* 22: 409.
- Brooks, J.E. and I. Hussain. 1990. Chemicals for bird control. p. 193-195 *in* J.E. Brooks, E. Ahmad, I. Hussain, S. Munir and A. Khan (eds.), *A training manual on vertebrate pest management*. Pakistan Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan.
- Brough, T. 1965. Field trials with the acoustical scaring apparatus in Britain. Pp. 279-286 *in* R.G. Busnel et J. Giban (éd.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes*. Inst. nat. rech. agron., Paris. 346 p.
- Brough, T. 1968. Recent developments in bird scaring on airfields. Pp. 29-38 *in* R.K. Murton and E.N. Wright (eds.). *The problems of birds as pests*. Symposia of the Institute of Biology, No. 17. Academic Press, London.

- Brough, T. and G.J. Bridgman. 1980. An evaluation of long grass as a bird deterrent on British airfields. *J. Applied Ecology* 17: 243-253.
- Bruderer, B. 1971. Radarbeobachtungen über den Frühlingszug in Schweizerischen Mittelland. *Ornithol. Beob.* 68:89-158.
- Bruggers, R.L., J.E. Brooks, R.A. Dolbeer, P.P. Woronecki, R.K. Pandit, T. Tarimo and M. Hoque. 1986. Responses of pest birds to reflecting tape in agriculture. *Wildl. Soc. Bull.* 14:161-170.
- Burger, J. 1983. Bird control of airports. *Environ. Conserv.* 10(2):115-124.
- Busnel, R.G. and J. Giban. 1968. Prospective considerations concerning bio-acoustics in relation to bird-scaring techniques. Pp. 17-28 *in* R.K. Murton and E.N. Wright (eds.). *The problems of birds as pests. Symposia of the Institute of Biology, No. 17.* Academic Press, London.
- Byman, D., F.E. Wasserman, B.A. Schlinger, S.P. Battista and T.H. Kunz. 1985. Thermoregulation of Budgerigars exposed to microwaves (2.45 GHz, CW) during flight. *Physiol. Zool.* 58(1):91-104.
- Caithness, T.A. 1968. Poisoning gulls with alpha-chloralose near a New Zealand airfield. *J. Wildl. Manage.* 32(2):279-286.
- Caithness, T.A. 1970. Research on bird hazards to aircraft in New Zealand. p. 93-99 *in* Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircr., Kingston, Ont., Sept. 1969. Nat. Res. Council, Ottawa, Ont. 542 p.
- Caldara, J.D. 1970. The birds as a menace to flight safety. p. 115-119 *in* Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft, Kingston, Ont., Sept. 1969. Nat. Res. Council. Can., Ottawa, Ont...
- Clark, D.O. 1976. An overview of depredating bird damage control in California. *Proc. Bird Control Seminar* 7:21-27.
- Clark, L. 1997. Dermal contact repellents for starlings: foot exposure to natural plant products. *J. Wildlife Management* 61: 1352-1358.
- Cocci, R. 1986. [Dommages causés par les corneilles mantelées aux récoltes de melon.]. *Informatore Agrario* 42(22):71-75. En italien.
- Coniff, R. 1991. Why catfish farmers want to throttle the crow of the sea. *Smithsonian* 22:44-55.
- Conover, M.R. 1979. Response of birds to raptor models. *Proc. Bird Control Seminar* 8:16-24.
- Conover, M.R. 1982. Modernizing the scarecrow to protect crops from birds. *Front. Plant Sci.* 35(1):7-8.
- Conover, M.R. 1983. Pole-bound hawk-kites failed to protect maturing cornfields from blackbird damage. *Proc. Bird Control Seminar* 9:85-90.
- Conover, M.R. 1984. Comparative effectiveness of Avitrol, exploders and hawk-kites in reducing blackbird damage to corn. *J. Wildl. Manage.* 48(1):109-116.

- Conover, M.R. 1985a. Alleviating nuisance Canada Goose problems through methiocarb-induced aversive conditioning *J. Wildl. Manage.* 49:631-636.
- Conover, M.R. 1985b. Protecting vegetables from crows using an animated crow-killing owl model. *J. Wildl. Manage.* 49:643-645.
- Conover, M.R. 1989. Can goose damage to grain fields be prevented through methiocarb-induced aversive conditioning? *Wildl. Soc. Bull.* 17(2):172-174.
- Cooke-Smith, R.A.W. 1965. Method of clearing birds from United Kingdom civil aerodromes. Pp. 131-137 *In*: R.G. Busnel et J. Giban (éd.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes.* Inst. nat. rech. agron., Paris. 346 p.
- Crocker, D.R. and S.M. Perry. 1990. Plant chemistry and bird repellents. *Ibis* 132(2):300-308.
- Crocker, J. 1984. How to build a better scarecrow. *New Sci.* 101(1403):10-11.
- Crummett, J.G. 1973. A study of bird repelling techniques for use during oil spills. Rep. for Amer. Petr. Institute, Wash., DC 120p.
- Crummett, J.G. no date. Bird dispersal techniques for use in oil spills. Rep. for Amer. Petr. Institute, Wash., DC 40p.
- Cummings, J.L., C.E. Knittle and J.L. Guarino. 1986. Evaluating a pop-up scarecrow coupled with a propane exploder for reducing blackbird damage to ripening sunflower. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 12:286-291.
- Cummings, J.L., D.L. Otis and J.E. Davis. 1992. Dimethyl and methyl anthranilate and methiocarb deter feeding in captive Canada Geese and Mallards. *J. Wildl. Manage.* 56(2):349-355.
- Cummings, J.L., P.A. Pochop, J.E. Davis, Jr. and H.W. Krupa. 1995. Evaluation of ReJeX-iT AG-36 as a Canada goose grazing repellent. *J. Wildlife Management* 59: 47-50.
- Cummings, J.L., L. Clark, P. A. Pochop and J.E. Davis. 1998. Laboratory evaluation of a methyl anthranilate bead formulation on mallard feeding behavior. *J. Wildlife Management* 62: 581-584.
- Currie, F.A. and L.A. Tee. 1978. Starling roost dispersal. U.K. Forestry Comm. Res. Info. Notes 35. 2 p.
- Dahl, H. 1984. The bird strike situation and its ecological background in the Copenhagen Airport, Kastrup. Pp. 287-290 *in* Proceedings, Conference and training workshop on wildlife hazards to aircraft. 22-25 May 1984, Charleston, South Carolina. Report DOT/FAA/AAS/84-1, Office of Airport Standards, Federal Aviation Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.
- Davidson, P.E. 1968. The Oystercatcher--a pest of shellfisheries. p. 141-155 *in* R.K. Murton and E.N. Wright (eds.), *The Problems of Birds as Pests.* (Symp. Inst. Biol; 17) Academic Press, London.
- Davis, P. 1967. Ravens' response to sonic boom. *Brit. Birds* 60:370-371.

- Davis, R.A. and T.J. Davis. 1994. Studies of the numbers and behavior of gulls, and the effectiveness of a gull control program at Tower Landfill, near Denver, Colorado. Report by LGL Ltd., King City, Ontario for BFI of Colorado, Inc., Commerce City, Colorado. 157 p.
- Davis, R.A., T.J. Davis and R.E. Harris. 1995. Evaluation of the taste aversive, ReJeX-iT, for controlling numbers of gulls at the Keele Valley Landfill, a major regional landfill. Report by LGL Ltd., King City, Ontario for Keele Valley Landfill, Metropolitan Toronto Department of Public Works, Maple, Ontario. 7 p.
- de Jong, A.P. 1970. Their airspace or ours/A survey of progress in bird strike prevention. *Shell Aviat. News* 390:2-7.
- Deacon, N. 1996. Airfield bird control – applying the principles. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 319-325.
- DeFusco, R.P. and J.G. Nagy. 1983. Frightening devices for airfield bird control. *Bird Damage Res. Rep.* 274. U.S. Fish Wildl. Serv., Denver Wildl. Res. Center, Colorado State Univ., Fort Collins, CO. 78 p.
- DeHaven, R.W. 1971. Blackbirds and the California rice crop. *Rice J.* 74(8):1-4.
- Dekker, A. and F.F. van der Zee. 1996. Birds and grassland on airports. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 291-305.
- Demarchi M.W. and G.F. Searing. 1997. Experimental control of earthworms with Terraclor® at Vancouver International Airport. Report by LGL Ltd., Sidney, BC for Vancouver International Airport, Richmond, BC. 14 pp.
- Devenport, E.C. 1990. Wild bird control. County program addresses health and nuisance problems. *J. Environ. Health* 53(1):25-27.
- Dolbeer, R.A. and J.L. Bucknall. 1997. Shooting gulls to reduce strikes with aircraft at John F. Kennedy International Airport, 1991-1997 (draft report). Appendix 10. Minutes of the 27th meeting of Bird Strike Committee Canada, 25 November 1997. 7 pp.
- Dolbeer, R.A. and T.W. Seamans. 1997. Do Canada geese prefer tall or short grass? Appendix 11. Minutes of the 27th meeting of Bird Strike Committee Canada, 25 November 1997. 10 pp.
- Dolbeer, R.A., A.R. Stickley Jr. and P.P. Woronecki. 1979. Starling, *Sturnus vulgaris*, damage to sprouting wheat in Tennessee and Kentucky, U.S.A. *Protection Ecol.* 1(3):159-169.
- Dolbeer, R.A., P.P. Woronecki and R.L. Bruggers. 1986. Reflecting tapes repel blackbirds from millet, sunflowers, and sweet corn. *Wildl. Soc. Bull.* 14:418-425.
- Dolbeer, R.A., P.P. Woronecki, E.C. Cleary and E.B. Butler. 1988. Site evaluation of gull exclusion device at Fresh Kill Landfill, Staten Island, New York. *Bird Damage Res. Rep.*, vol. 411. Denver Wildl. Res. Cent., Ohio Field Station, Sandusky, OH. 10 p.
- Dolbeer, R.A., L. Clark, P.P. Woronecki and T.W. Seamans. 1992. Pen tests of methyl anthranilate as a bird repellent in water. *Proc. East. Wildl. Damage Contr. Conf.* 5:112-116.

- Dolbeer, R.A., J.L. Belant and L Clark. 1993. Methyl anthranilate formulations to repel birds from water at airports and food at landfills. Proceedings of the Great Plains Wildlife Damage Control Conference 11: 42-53.
- Dolbeer, R.A., D.F. Mott and J.L. Belant. 1997. Blackbirds and starlings killed at winter roosts from PA-14 applications, 1974-1992: implications for regional population management. Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Management Conference 7: 77-86.
- Draulans, D. 1987. The effectiveness of attempts to reduce predation by fish-eating birds: a review. Biol. Conserv. 41:219-232.
- Drost, R. 1949. Zugvögel perzipieren Ultrakurzwellen. Vogelwarte 1949(2):57-59.
- Eastwood, E. and G.C. Rider. 1964. The influence of radio waves upon birds. British birds 57:445-458.
- EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission). 1988. Report of the EIFAC Working Party on prevention and control of bird predation in aquaculture and fisheries operations. EIFAC Tech. Pap. 51. 79 p.
- Elgy, D. 1972. Starling roost dispersal in forests. Q. J. Forestry 66(3): 224-229.
- Ellis, D.H., C.H. Ellis and D.P. Mindell. 1991. Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms. Environ. Poll. 74:53-83.
- Emlen, S.T. 1974. Problems in identifying bird species by radar signature analyses: intra-specific variability. p. 509-524 in S.A. Gauthreaux, Jr. (ed.) A conference on the biological aspects of the bird/aircraft collision problem. Clemson Univ., SC.
- Environmental Assessment Board. 1987a. Application of Quinte Sanitation Services Ltd. for continuation of use of its existing landfill operation in Hastings County. Report by the Ontario Environmental Assessment Board: EP-87-03, Toronto. 79 p.
- Environmental Assessment Board. 1987b. Application by City of North Bay for expansion of an existing landfill site. Report by Ontario Environmental Assessment Board: EP-87-04, Toronto. 40 p.
- Erickson, W.A. and R.E. Marsh. 1992. High frequency sound devices lack efficacy in repelling birds. Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference: 103-104.
- Erickson, W.A., R.E. Marsh and T.P. Salmon. 1990. A review of falconry as a bird-hazing technique. Proc. Vertebr. Pest Conf. 14:314-316.
- Faulkner, C.E. 1963. Bird control at Boston's Logan Airport. Pest Control 31:26-30.
- Fay, R.R. 1988. Hearing in vertebrates: a psychophysics databook. Hill-Fay Associates, Winetka, IL. 621 p.
- Feare, C.J. 1974. Ecological studies of the Rook (Corvus frugilegus L.) in north-east Scotland: damage and its control. J. Appl. Ecol. 11:899-914.

- Fellows, D.P. and P.W.C. Paton. 1988. Behavioral response of Cattle Egrets to population control measures in Hawaii. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:315-318.
- Fitzwater, W.D. 1978. Getting physical with birds. p. 31-44 *in* F.J. Baur and W.B. Jackson (eds.), *Bird Control in Food Plants - its a Flying Shame!* The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Fitzwater, W.D. 1988. Solutions to urban bird problems. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:254-259.
- Forsythe, D.M. and T.W. Austin. 1984. Effectiveness of an overhead wire barrier system in reducing gull use at the BFI Jedburg sanitary landfill, Berkeley and Dorchester Counties South Carolina. p. 253-263 *in* *Proc. Wildl. Hazards to Aircr. Conf. & Train. Workshop*, Charleston, SC, May 1984. DOT/FAA/AAS/84-1. Fed. Aviat. Admin., Washington, DC. 379 p.
- Frey, A.H. and R. Messenger, Jr. 1973. Human perception of illumination with pulsed ultrahigh-frequency electromagnetic energy. *Sci.* 181:356-358.
- Frings, H. 1964. Sound in vertebrate pest control. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 2:50-56.
- Frings, H. and M. Frings. 1967. Behavioral manipulation (visual, mechanical, and acoustical). Pages 387-454 *in* W.W. Kilgor and R.L. Doutt (eds), *Pest Control: biological, physical and selected chemical methods*. Academic Press, New York, NY.
- Frings, H. and J. Jumber. 1954. Preliminary studies on the use of a specific sound to repel starlings (*Sturnus vulgaris*) from objectionable roosts. *Science* 119:318-319.
- Frings, H., M. Frings, B. Cox and L. Peissner. 1955. Recorded calls of Herring Gulls (*Larus argentatus*) as repellents and attractants. *Science* 121:340-341.
- Frings, H., M. Frings, J. Jumber, R. Busnel, J. Giban and P. Gramet. 1958. Reactions of American and French species of *Corvus* and *Larus* to recorded communication signals tested reciprocally. *Ecology* 39(1):126-131.
- Fuller, J.L., C. Easler and M.E. Smith. 1950. Inheritance of audiogenic seizure susceptibility in the mouse. *Genetics* 35:622-632.
- Galbraith, C. 1992. Mussel farms: Their management alongside Eider ducks. *Scottish Natural Heritage*, Edinburgh, Scotland. 22 p.
- Garber, S.D. 1996. Vegetation management successfully reduces on-airport bird attractants at John F. Kennedy International Airport. Appendix 9. Minutes of the 24th Meeting of Bird Strike Committee Canada, 10-11 April 1996. 28 pp.
- Gauthreaux, S.A., Jr. 1988. The behavioral responses of migrating birds to aircraft strobe lights: attraction or repulsion? *Dep. Biol. Sciences, Clemson Univ., Clemson, SC.*
- Gehring, W. 1967. Radarbeobachtungen über den Vogelzug am Col de Bretolet in den Walliser Alpen. *Ornithol. Beob.* 64:133-145.

- Geist, V. 1975. Harassment of large mammals and birds. Rep. from Univ. Calgary, Alb., for the Berger Commission. 62 p.
- Glahn, J.F., A.R. Stickley Jr., J.F. Heisterberg and D.F. Mott. 1991. Impact of roost control on local urban and agricultural blackbird problems. *Wildl. Soc. Bull.* 19(4):511-522.
- Green, J., J. Bahr, R. Erwin, J. Buckingham and H Peel. 1993. Reduction of bird hazards to aircraft: research and development of strobe light technology as a bird deterrent. Report by The Delta Environmental Management Group Ltd, Vancouver and The Southwest Research Institute, San Antonio, Texas for Transportation Development Centre, Transport Canada, Montreal. 90 p. + appendices.
- Green, V.E., Jr. 1973. Birds injurious to the world rice crop. Species damage and control. 1.- Part 2, western hemisphere. *Riso* 22(1):59-68.
- Griffiths, R.E. 1988. Efficacy testing of an ultrasonic bird repeller. *Am. Soc. Test. Materials ASTM Spec. Tech. Publ.* 974:56-63.
- Grun, G. 1978. Verfahren zur Abwehr von Staren im Kirsch- und Weinbau. [Gestion de dispositifs d'effarouchement des étourneaux dans des cerisaies et des vignobles]. *Nachricht. Pflanzenschutz DDR* 32(8):165-168. En allemand.
- Grun, G. and E. Mattner. 1978. [Moyens permettant d'éloigner les oiseaux de cerisaies]. *Gartenbau* 25(2):54-56. En allemand.
- Gunn, W.W.H. 1973. Experimental research on the use of sound to disperse Dunlin sandpipers at Vancouver International Airport. Rep. from LGL Ltd., Edmonton, Alb. for Assoc. Comm. on Bird Hazards to Aircraft, Nat. Res. Council, Ottawa, Ont. 8 p.
- Hahn, E. 1996. Falconry and bird control of a military airfield and a waste disposal site. *Proc. BSCE* 23, May 1996.
- Hamershock, D.M. 1992. Ultrasonics as a method of bird control. Report No. WL-TR-92-3033. Flight Dynamics Directorate, Wright Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio. 49 p.
- Handegard, L.L. 1988. Using aircraft for controlling blackbird/sunflower depredations. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:293-294.
- Hardenberg, J.D.F. 1965. Clearance of birds on airfields. Pp. 121-126 *in* R.G. Busnel et J. Giban (éd.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes*. Inst. nat. rech. agron., Paris. 346 p.
- Hardman, J.A. 1974. Bird damage to sugar beet. *Ann. Appl. Biol.* 76: 337-341.
- Harke, D. 1968. Wetting agents and their role in blackbird damage control. *Proc. Bird Control Seminar* 4:104-108.
- Harris, H.A.G. 1980. The blackbird problem in southern Manitoba. p. 45-47 *in* Technical and scientific papers presented at 1980 Manitoba Agronomists' Annual Conference, Winnipeg, Manitoba. Manitoba Univ.

- Harrison, M.J. 1986. Municipality of Anchorage sanitary landfill bird hazard analysis and mitigation. Report by Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C. 24 p.
- Heighway, D.G. 1970. Falconry in the Royal Navy. P. 187-194 *in* M.S. Kuhring (ed.). Proc. World Conf. on Bird Hazards. Nat. Research Council Canada, Ottawa. 542 p.
- Heinrich, J.W. and S.R. Craven. 1990. Evaluation of three damage abatement techniques for Canada Geese. *Wildl. Soc. Bull.* 18(4):405-410.
- Hild, J. 1971. Beeinflussung des Kranichzuges durch elektromagnetische Strahlung? *Wetter und Leben* 23:45-52.
- Hild, J. 1984. Falconry as a bird deterrent on airports. *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 17 (Rome):229-230.
- Holthuijzen, A.M.A., W.G. Eastland, A.R. Ansell, M.N. Kochert, R.D. Williams and L.S. Young. 1990. Effects of blasting on behavior and productivity of nesting Prairie Falcons. *Wildl. Soc. Bull.* 18(3):270-281.
- Hooper, T.D., K. Vermeer and I. Szabo. 1987. Oil pollution of birds: an annotated bibliography. *Can. Wildl. Serv. Tech. Rep. Ser.* 34. 180 p. Pacific and Yukon Region, British Columbia.
- Hothem, R.L. and R.W. DeHaven. 1982. Raptor-mimicking kites for reducing bird damage to wine grapes. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 10:171-178.
- Hothem, R.L., R.W. Dehaven and T.J. McAuley. 1981. Effectiveness of a raptor-kite balloon device for reducing damage to ripening wine grapes. Rep. from Denver Wildl. Res. Center, Bird Damage Rep. No. 190. 15 p.
- Houghton, E.W. and A.G. Laird. 1967. A preliminary investigation into the use of radar as a deterrent of bird strikes on aircraft. RRE Memo. 2353. Royal Radar Establ., Malvern, Worcs., UK. 9 p.
- Hounsell, R.G. 1992. An effectiveness evaluation of the Phoenix Wailer. [Sondage téléphonique auprès d'utilisateurs du Phoenix Wailer en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick.] Appendix 12. Minutes of the 18th Meeting of Bird Strike Committee Canada, 17-18 May 1993, Toronto. 9 p.
- Hounsell, R.G. 1994. The Phoenix Wailer as a bird deterrent at airports. Results of tests conducted at Yarmouth Airport in 1993. Appendix 20, Minutes of the 21st Meeting of Bird Strike Committee Canada, 29-30 November 1994, Ottawa.
- Hounsell, R.G. 1995. Results of bird inventories and Phoenix Wailer testing at Moncton Airport during June, July and August, 1994. Appendix 17. Minutes of the 22nd Meeting of Bird Strike Committee Canada, 16-17 May 1995, Calgary, Alberta.
- Howard, J. 1992. Birds of a feather flock at the Miramar landfill. *World Wastes* 35(5):32.

- Hughes, W.M. 1967. Birds trapped on Vancouver International Airport banded and released January 1964--May 15, 1967. Nat. Res. Council. Can. Assoc. Comm. Bird Hazards to Aircr. Field Note 47.
- Hunt, F.R. 1973. The practical aspects of microwave radiation on birds. Nat. Res. Council. Can. Assoc. Comm. Bird Hazards to Aircr. Field Note 64. 9 p.
- Hupf, T.H. and J.K. Floyd. 1995. Federal Aviation Administration Technical Center 1995 managed grass and shrub mowing plan. [Presentation at Bird Strike Committee USA meeting, August 1995].
- Hussain, I. 1990. Trapping, netting and scaring techniques for bird control. p. 187-191 in J.E. Brooks, E. Ahmad, I. Hussain, S. Munir and A. Khan (eds.), A training manual on vertebrate pest management. Pakistan Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan.
- Inglis, I.R. 1980. Visual bird scarers: an ethological approach. p. 121-143 in E.N. Wright, I.R. Inglis and C.J. Feare (eds.), Bird problems in agriculture. BCPC Publ., London, U.K.
- Inglis, I.R., M.R. Fletcher, C.J. Feare, P.W. Greig-Smith and S. Land. 1982. The incidence of distress calling among British birds. *Ibis* 124(3):351-355.
- Jarman, P. 1993. A manual of airfield bird control. Published by Birdcheck, Bedford, UK. 147 p.
- Jarvis, M.J.F. 1985. Problem birds in vineyards. *Deciduous Fruit Grower* 35(4):132-136.
- Keidar, H., S. Moran and J. Wolf. 1975. Playback of distress calls as a means of preventing losses to agriculture by birds. I. Playback experiment with larks (1970-1974). Rep. for Israeli Ministry of Agriculture. 24 p.
- Kenward, R.E. 1978. The influence of human and Goshawk (*Accipiter gentilis*) activity on Wood Pigeons (*Columba palumbus*) at Brassica feeding sites. *Ann. Appl. Biol.* 89:277-286.
- Kessler, K.K., Johnson, R.J. and Eskridge, K.M. 1991. Lines to selectively repel House Sparrows from backyard feeders. *Proc. Great Plains Wildl Damage Conf.* 10:79-80.
- Kevan, S.D. 1992. A review of methods to reduce bird predation on land-based fish farms. Rep. for Can. Wildl. Ser., Nepean, Ont. from Aquaculture Extension Centre, Univ. Guelph, Guelph, Ont. 23 p.
- King, N.W., D.R. Justesen and R.L. Clarke. 1971. Behavioral sensitivity to microwave irradiation. *Science* 172:398-401.
- Knight, J.E. 1988. Preventing bird depredations using monofilament line. *Coop. Ext. Guide*, vol. L-206. New Mexico State Univ., Las Cruces, NM. 2 p.
- Knittle, C.E., J.L. Cummings, G.M. Linz and J.F. Besser. 1988. An evaluation of modified 4-aminopyridine baits for protecting sunflower from blackbird damage. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:248-253.
- Knorr, O.A. 1954. The effect of radar on birds. *Wilson Bull.* 66:264.

- Koski, W.R. and W.J. Richardson. 1976. Review of waterbird deterrent and dispersal systems for oil spills. Rep. from LGL Ltd. Toronto, Ont. for Petrol. Assoc. Conserv. Can. Environ., PACE Rep. No. 76-6, Ottawa. 122 p.
- Koski, W.R., S.D. Kevan and W.J. Richardson. 1993. Bird dispersal and deterrent techniques for oil spills in the Beaufort Sea. Environmental Studies Research Funds Report No. 126. Calgary. 122 pp.
- Kreithen, M.L. and D.B. Quine. 1979. Infrasonic detection by the homing pigeon: a behavioral audiogram. *J. Comp. Physiol. A* 129(1):1-4.
- Kress, S.W. 1983. The use of decoys, sound recordings, and gull control for re-establishing a tern colony in Maine. *Colonial Waterbirds* 6:185-196.
- Kryter, K.D. 1985. *The effects of noise on man*, 2nd ed. Academic Press, Orlando, FL. 688 p.
- Krzysik, A.J. 1987. A review of bird pests and their management. U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory. Tech. Rep. REMR-EM-1. 114 p.
- Lagler, K.F. 1939. The control of fish predators at hatcheries and rearing stations. *J. Wildl. Manage.* 3(3):169-179.
- Langowski, D.J., H.M. Wight and J.N. Jacobson. 1969. Responses of instrumentally conditioned starlings to aversive acoustic stimuli. *J. Wildl. Manage.* 33(3):669-677.
- Larose, M. 1996. Earthworm control at 8 Wing Trenton, Ontario, Canada. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 307-310.
- Laty, M. 1976. Startling of birds by light: experimental measures, current research. *Proc. Bird Strike Comm. Europe* 11 (London).
- Lawrence, J.H., Jr., A.B. Bauer, C.A. Childers, M.J. Coker, R.K. Eng, R. Kerker, G.E. Mas, J.M. Naish, J.G. Potter, G.F. Rhodes, J.C. Thomsen, F.P. Wang and J.L. Warnix. 1975. Bird strike alleviation techniques/Vol. 1--Technical discussion. AFFDL-TR-75-2, vol. 1. Rep. from McDonnell Douglas Corp., Long Beach, CA, for U.S. Air Force Flight Dynamics Lab., Wright-Patterson AFB, OH. 241 p.
- Lefebvre, P.W. and D.F. Mott. 1983. Bird hazards at airports: management of nesting, roosting, perching and feeding birds. Rep. from Denver Wildl. Res. Cent. U.S. Fish Wildl. Serv., Denver, CO, for Fed. Aviat. Admin.
- LGL Limited. 1987. Handbook of wildlife control devices and chemicals. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont. for Transport Canada, Ottawa, Ont. 102 p.
- Lipcius, R.N., C.A. Coyne, B.A. Fairbanks, D.H. Hammond, P.J. Mohan, D.J. Nixon, J.J. Staskiewicz and F.H. Heppner. 1980. Avoidance response of Mallards to colored and black water. *J. Wildl. Manage.* 44(2):511-518.
- Littauer, G. 1990a. Avian predators. Frightening techniques for reducing bird damage at aquaculture facilities. Southern Regional Aquaculture Center, Publ. No. 401. 4 p.

- Littauer, G.A. 1990b. Control of bird predation at aquaculture facilities. Strategies and cost estimates. Southern Regional Aquaculture Center, Publ. No. 402. 4 p.
- Lucid, V.J. and R.S. Slack. 1980. Handbook on bird management and control. Rep. from Terrestrial Environmental Specialists, Inc., N.Y. for U.S. Air Force, Tyndall AFB, FL. Nat. Tech. Inform. Serv. Rep. No. AD-A089-009, Springfield, VA. 185 p.
- Lund, M. 1984. Ultrasound disputed. *Pest Control* 52(12):16.
- Lustick, S.I. 1972. Physical techniques for controlling birds to reduce aircraft strike hazards (effects of laser light on bird behavior and physiology). Air Force Weapons Laboratory, Kirtland Air Force Base. New Mexico. Tech. Rep. No. AFWL-TR-72-159. 46 p.
- Lustick, S.I. 1973. The effect of intense light on bird behavior and physiology. *Proc. Bird Control Seminar* 6:171-186.
- Lustick, S.I. 1976. Wetting as a means of bird control. *Proc. Bird Control Seminar* 7:41-47.
- Maier, E.J. 1992. Spectral sensitivities including the ultraviolet of the passeriform bird Leiothrix lutea. *J. Comp. Physiol. A* 170:709-714.
- Martin, G.R. 1985. Eye. p. 311-373 *in*: A.S. King and J. McLelland (eds.) *Form and function in birds*, Volume 3. Academic Press, Toronto, Ont.
- Martin, L.R. 1980. The birds are going, the birds are going. *Poll. Engin.* 1980:39-41.
- Martin, L.R. and P.C. Martin. 1984. Research indicates propane cannons can move birds. *Pest Control* 52(10):52.
- Mason, J.E. 1980. Airport bird control: a contractor's experiences. Paper 7 *in* *Proc. 1st Meeting North Am. Birdstrike Prevention Workshop*, September 1980, Ottawa. 5 p.
- Mason, J.E. 1988. Sanitary landfill assessment. Report by J.E. Red Mason Co., for Transport Canada, Lester B. Pearson International Airport, Mississauga. 13 p. + map.
- Mason, J.R. 1990. Evaluation of d-pulegone as an avian repellent. *J. Wildlife Management* 54: 130-135. [Cité dans Belant et coll. 1997.]
- Mason, J.R. and T. Primus. 1996. Response of European starlings to menthone derivatives: evidence for stereochemical differences in repellency. *Crop Protection* 15: 723-726. [Cité dans Belant et coll. 1997.]
- Mason, J.R., G. Preti and R.A. Dolbeer. 1989. Naturally occurring odiferous animal repellent. U.S. Patent Office Application Number 351841. 7 pp. [Cité dans Belant et coll. 1997.]
- Mason, J.R., L. Clark and P.S. Shah. 1991. Ortho-aminoacetophenone repellency to birds: similarities to methyl anthranilate. *J. Wildl. Manage.* 55(2):234-340.
- Mastrota, F.N. and J.A. Mench. 1995. Evaluation of taste repellents with northern bobwhites for deterring ingestion of granular pesticides. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14: 631-638. [Cité dans Belant et coll. 1997.]

- Mattingly, A. 1976. Reducing the bird-strike hazard. *Airport Forum* 4:13-28.
- McAtee, W.L. and S.E. Piper. 1936. Excluding birds from reservoirs and fishponds. U.S. Dept. Agric. Leaflet, vol. 120. 6 p.
- McLaren, M.A., R.E. Harris and W.J. Richardson. 1984. Effectiveness of an overhead wire barrier in deterring gulls from feeding at a sanitary landfill. p. 241-251 *in* Proc. Wildl. Haz. to Aircraft Conf. and Training Workshop. Charleston, SC. 379 p.
- Meyer, D.B. 1986. The avian eye. p. 38-48 *in* P.D. Sturkie (ed.) *Avian Physiology*. Springer Verlag, New York.
- Meyer, J. 1981. Room for birds and fish. RSPB's survey of heron damage. *Fish Farmer* 4:23-26.
- Mikx, F.H.M. 1970. Goshawks at Leeuwarden Airbase. P. 203-205 *in* M.S. Kuhring (ed.). Proc. World Conf. on Bird Hazards. Nat. Research Council Canada, Ottawa. 542 p.
- Miller, G.W. and R.A. Davis. 1990a. Independent monitoring of the 1990 gull control program at Britannia sanitary landfill site. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont., for Regional Municipality of Peel, Mississauga, Ont. 16 p.
- Miller, G.W. and R.A. Davis. 1990b. Monitoring of a gull control program at Britannia Sanitary Landfill Site: autumn 1989. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont., for Regional Municipality of Peel, Mississauga, Ont. 26 p.
- Moerbeek, D.J., W.H. van Dobbin, E.R. Osieck, G.C. Boere and C.M. Bungenberg de Jong. 1987. Cormorant damage prevention at a fish farm in the Netherlands. *Biol. Conserv.* 39(1):23-38.
- Moore, F.R. 1975. Influence of solar and geomagnetic stimuli on the migratory orientation of herring gull chicks. *Auk* 92: 655-664. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Morgan, P.A. and P.E. Howse. 1974. Conditioning of Jackdaws (*Corvus monedula*) to normal and modified distress calls. *Anim. Behav.* 22:688-694.
- Mossler, K. 1979. Laser and symbolic light on birds in order to prevent bird/aircraft collisions. Thesis work at The Royal Institute of Technology, Institute of Physics II. Stockholm, Sweden. 39 p.
- Mossler, K. 1980. Laser and symbolic light on birds in order to prevent bird/aircraft collisions. Proc. Bird Strike Commit. Europe 14(The Hague). WP17. 58 p.
- Mott, D.F. 1978. Control of wading bird predation at fish-rearing facilities. p. 131-132 *in* A. Sprunt IV, J.C. Ogden and S. Winckler (eds.), *Wading Birds*. National Audubon Society, New York, NY.
- Mott, D.F. 1980. Dispersing blackbirds and Starlings from objectionable roost sites. Proc. Vertebr. Pest Conf. 9:38-42.
- Mott, D.F. and S.K. Timbrook. 1988. Alleviating nuisance Canada Geese problems with acoustical stimuli. Proc. Vertebr. Pest Conf. 13:301-305.

- Naef-Daenzer, L. 1983. Scaring of Carrion Crows (Corvus corone corone) by species-specific distress calls and suspended bodies of dead crows. Proc. Bird Control Seminar 9:91-95.
- Naggiar, M. 1974. Man vs. birds. Florida Wildl. 27:2-5.
- Nakamura, K. 1997. Estimation of effective area of bird scarers. J. Wildlife Management 61: 925-934.
- NCC (Nature Conservancy Council). 1989. Fishfarming and the safeguard of the natural marine environment of Scotland. Nature Conservancy Council, Edinburgh, Scotland. 136 p.
- Nelson, J.W. 1970. Bird control in cultivated blueberries. Proc. Bird Control Seminar 5:98-100.
- Nelson, P. 1990a. Serious pests need serious treatment. Orchardist of New Zealand 63(10):25-27.
- Nelson, P. 1990b. Birds - trap, deter or destroy them. Orchardist of New Zealand 63(11):31-33.
- Nomsen, D.E. 1989. Preventing waterfowl crop damage. *in* C. Knittle and R.D. Parker (eds), Waterfowl, Ripening Grain Damage and Control Methods. U.S. Fish Wildl. Serv., Washington, DC.
- Norriss, D.W. and H.J. Wilson. 1988. Disturbance and flock size changes in Greenland White-fronted Geese wintering in Ireland. Wildfowl 39:63-70.
- Ostergaard, D.E. 1981. Use of monofilament fishing line as a gull control. Prog. Fish Cult. 43:134.
- Parsons, J.L., E.H.J. Hiscock and P.W. Hicklin. 1990. Reduction of losses of cultured mussels to sea ducks. ERDA Rep. No. 17. N.S. Dep. Fish., Industrial Dev. Div., Halifax, N.S. 69 p.
- Patton, S.R. 1988. Abundance of gulls at Tampa Bay landfills. Wilson Bulletin 100: 431-442.
- Payson, R.P. and J.D. Vance. 1984. A bird strike handbook for base-level managers. M.S. thesis, AFIT/GLM/LSM/84S-52. Air Force Inst. Technol., Wright-Patterson AFB, OH. 208 p. NTIS AD-A147 928.
- Pearson, E.W., P.R. Skon and G.W. Corner. 1967. Dispersal of urban roosts with records of Starling distress calls. J. Wildl. Manage. 31(3):502-506.
- Pearson, R. 1972. The avian brain. Academic Press, London.
- Pochop, P.A., R.J. Johnson, D.A. Agüero and K.M. Eskridge. 1990. The status of lines in bird damage control--a review. Proc. Vertebr. Pest Conf. 14:317-324.
- Poor, H.H. 1946. Birds and radar. Auk 63(1):63.
- Porter, R.E. 1995. An evaluation of three food flavouring compounds as bird repellents. Abstract. Symposium: Repellents in wildlife management. 8-10 August 1995, Denver, Colorado.

- Potter, C. 1996. Birds and bird control at two Ontario airports (Ottawa and North Bay Airport). Appendix 9. Minutes of the 25th Meeting of Bird Strike Committee Canada, 6-7 November 1996. 16 pp.
- Potvin, N., J.-M. Bergeron et J. Genest. 1978. Comparaison de méthodes de répression d'oiseaux s'attaquant au maïs fourrager. *Journal canadien de zoologie*. 56:40-47.
- Radford, A.P. 1987. Reaction of Blackcap to sudden noise. *Brit. Birds* 80(5):249.
- Randall, R. 1975. Deathtraps for birds. *Defenders Wildl.* 50:35-38.
- Reed, J.R. 1987. Scotopic and photopic spectral sensitivities of boobies. *Ethology* 76:33-55.
- Richey, R.A. 1964. Frequency of waterfowl use on dye-colored ponds. Unpubl. manuscript. Univ. Alaska. 16 p.
- Risley, C.J. 1983. Bird observations and bird control measures at a sanitary landfill site near C.F.B. Trenton, Ontario. Report for Canadian Wildlife Service and Transport Canada, Ottawa. 46 p.
- Risley, C. and H. Blokpoel. 1984. Evaluation of effectiveness of bird-scaring operations at a sanitary landfill site near CFB Trenton, Ontario, Canada. p. 265-273 *in Proc. Wildl. Hazards to Aircr. Conf. & Train. Workshop, Charleston, SC, May 1984. DOT/FAA/AAS/84-1. Fed. Aviat. Admin., Washington, DC.* 379 p.
- Rochard, B. 1996. Airfield bird control – setting the standards. *International Bird Strike Committee Proceedings and Papers* 23: 311-318.
- Rogers, J.G., Jr. 1978. Some characteristics of conditioned aversion in Red-winged Blackbirds. *Auk* 95(2):362-369.
- Rohwer, S., S.D. Fretwell and C.R. Tuckfield. 1976. Distress screams as a measure of kinship in birds. *Am. Midl. Nat.* 96(2):418-430.
- Salmon, T.P. and F.S. Conte. 1981. Control of bird damage at aquaculture facilities. *U.S. Fish Wildl. Serv., Wildl. Manage. Leaflet* 475. 11 p.
- Salmon, T.P., F.S. Conte and W.P. Gorenzel. 1986. Bird damage at aquaculture facilities. *Inst. Agric. Nat. Resour., Univ. Nebraska, Lincoln, NE.* 9 p.
- Salter, R.E. 1979. Dyes and coloured objects: an evaluation of their use in deterring birds from entering oil-infested leads and polynyas in the Beaufort Sea. Rep. from LGL Ltd., Edmonton, Alb., for Canadian Marine Drilling Ltd., Calgary, Alb. 51 p.
- Saul, E.K. 1967. Birds and aircraft: a problem at Auckland's new international airport. *J. Roy. Aeronaut. Soc.* 71(677):366-376.
- Schmidt, R.H. and R.J. Johnson. 1983. Bird dispersal recordings: an overview. p. 43-65 *in D.E. Kaukeinen (ed.), Vertebrate Pest Control and Management Materials: Fourth Symposium. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.*

- Seaman, E.A. 1970. U.S. Air Force problems in bird/aircraft strikes. Pp. 87-90 *in* M.S. Kuhring (ed.). Proc. World Conf. on Bird Hazards. Nat. Research Council Canada, Ottawa. 542 p.
- Seubert, J.L. 1965. Biological studies of the problems of bird hazard to aircraft. U.S. Dep. Inter., Bur. of Sport Fish. and Wildl., Div. of Wildl. Res., Washington, DC. 27 p.
- Shake, B. 1968. Orchard bird control with decoy traps. Proc. Bird Control Seminar 4:115-118.
- Sharp, P.L. 1978. Preliminary tests of bird-scare devices on the Beaufort Sea coast. Rep. from LGL Ltd., Edmonton, Alb., for Canadian Marine Drilling Ltd., Calgary, Alb. 54 p.
- Short, J.J., M.E. Kelley and J. McKeeman. 1996. Recent research into reducing birdstrike hazards. International Bird Strike Committee Proceedings and Papers 23: 381-407.
- Sinclair, R.G. and K.N. Campbell. 1995. Cage trials on the repellency of methyl anthranilate to four species of pest birds in Australia. Abstract. Symposium: Repellents in wildlife management. 8-10 August 1995, Denver, Colorado.
- Skira, I.J. and J.E. Wapstra. 1990. Control of Silver Gulls in Tasmania. *Corella* 14(4):124-129.
- Slater, P.J.B. 1980. Bird behaviour and scaring by sounds. p. 115-120 *in* E.N. Wright, I.R. Inglis and C.J. Feare (eds.), *Bird Problems in Agriculture, the Proceedings of a conference "Understanding Agricultural Problems"*. Royal Holbway College, Univ. London. BCPC Publishers, Croydon, England.
- Smith, M. 1986. From a strike to a kill. *New Sci.* 110 (1510):44-47.
- Smith, R.N. 1970. The use of detergent spraying in bird control. Proc. Bird Control Seminar 5:138-140.
- Solman, V.E.F. 1976. Aircraft and birds. Proc. Bird Control Seminar 7:83-88.
- Solman, V.E.F. 1981. Birds and aviation. *Environ. Conserv.* 8:45-52.
- Southern, W.E. 1974. The effects of superimposed magnetic fields on gull orientation. *Wilson Bulletin* 86: 256-271. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Southern, W.E. 1978. Orientation responses of ring-billed gull chicks: a re-evaluation. Pp. 311-317 *in* K. Schmidt-Koenig and W.T. Keeton (eds.) *Animal migration, navigation, and homing*. Springer-Verlag, New York. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Southern, W.E. and L.K. Southern. 1984. Successful control of gulls and other birds at a sanitary landfill. p. 231-240 *in* Proc. Wildl. Haz. to Aircraft Conf. and Training Workshop. Charleston, SC. 379 p.
- Spanier, E. 1980. The use of distress calls to repel Night Herons (*Nycticorax nycticorax*) from fish ponds. *J. Appl. Ecol.* 17(2):287-294.
- Spear, P.J. 1966. Bird control methods and devices--comments of the National Pest Control Association. Proc. Bird Control Sem. 3:134-143.

- Steinegger, D.H., D.A. Agüero, R.J. Johnson and K.M. Eskridge. 1991. Monofilament lines fail to protect grapes from bird damage. *HortScience* 26(7):924.
- Steneck, N.H., H.J. Cook, A.J. Vander and G.L. Kane. 1980. The origins of U.S. safety standards for microwave radiation. *Science* 208:1230-1237.
- Stephen, W.J.D. 1960. Cooperative waterfowl depredation investigation 1960. Can. Wildl. Serv. Rep. 14-60. Edmonton, Alb. 14 p.
- Stephen, W.J.D. 1961. Experimental use of acetylene exploders to control duck damage. *Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.* 26:98-111.
- Stern, S., L. Margolin, B. Weiss, S. Lu and S.M. Michaelson. 1979. Microwaves: effect on thermoregulatory behavior in rats. *Science* 206:1198-1201.
- Stickley, A.R. and K.J. Andrews. 1989. Survey of Mississippi catfish farmers on means, effort, and costs to repel fish-eating birds from ponds. p. 105-108 *in* Proc. 4th Eastern Wildlife Damage Control Conf., Madison, WI.
- Stickley, A.R., D.F. Mott and J.O. King. 1995. Short-term effects of an inflatable effigy on cormorants at catfish farms. *Wildlife Society Bulletin* 23: 73-77. [Cité dans Andelt et coll. 1997.]
- Stout, J.F. and E.R. Schwab. 1979. Behavioral control of seagulls at Langley Air Force Base. *Proceedings of the 8th Bird Control Seminar*: 96-100. Bowling Green University, Bowling Green, Ohio.
- Stout, J.F., J.L. Hayward, Jr. and W.H. Gillett. 1974. Aggregations of gulls (*Laridae*) on aérodromes and behavioral techniques for dispersal. Pp. 125-148 *in* S.A. Gauthreaux, Jr. (ed.). *Proc. conf. biological aspects of the bird/aircraft collision problem*. Clemson University, South Carolina. 535 p.
- Sugden, L.G. 1976. Waterfowl damage to Canadian grain: current problem and research needs. *Can. Wildl. Serv. Occas. Pap.* 24. 24 p.
- Summers, R.W. and G. Hillman. 1990. Scaring Brent Geese (*Branta bernicla*) from fields of winter wheat with tape. *Crop Protection* 9(6):459-462.
- Sweeney, J. and M.A. McLaren. 1987. Bird control management plan: Anchorage Regional Landfill. Report by Solid Waste Services Dept., Anchorage and LGL Ltd., King City, Ontario for Municipality of Anchorage. 38 p.
- Tanner, J.A. 1965. The effects of microwave radiation on birds. Some observations and experiments. *Nat. Res. Counc. Can. Assoc. Comm. on Bird Hazards to Aircraft*. Ottawa, Ont. Field Note 31.
- Tanner, J.A. 1966. Effect of microwave radiation on birds. *Nature* 210:636.
- Tanner, J.A., C. Romero-Sierra and S.J. Davie. 1967. Non-thermal effects of microwave radiation on birds. *Nature* 216:1139.

- Tanner, J.A., S.J. Davie, C. Romero-Sierra and F. Villa. 1969. Microwaves - A potential solution to the bird hazard problem in aviation. Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft. Kingston, Ont. 2-5 Sept. 1969. p.215-221.
- Taylor, J.P. and R.E. Kirby. 1990. Experimental dispersal of wintering Snow and Ross Geese. Wildl. Soc. Bull. 18(3):312-319.
- Thiessen, G.J., E.A.G. Shaw, R.D. Harris, J.B. Gollop and H.R. Webster. 1957. Acoustic irritation threshold of Peking ducks and other domestic and wild fowl. J. Acoust. Soc. Am. 29:1301-1306.
- Thompson, R.D., C.V. Grant, E.W. Pearson and G.W. Corner. 1968. Differential heart rate response of starlings to sound stimuli of biological origin. J. Wildl. Manage. 32(4):888-893.
- Thompson, R.D., B.E. Johns and C.V. Grant. 1979. Cardiac and operant behavior response of Starlings (*Sturnus vulgaris*) to distress and alarm sounds. Proc. Bird Control Seminar 8:119-124.
- Thorpe, J. 1977. The use of lights in reducing bird strikes. Proc. 3rd World Conf. on Bird Hazards to Aircraft, Paris, France.
- Tobin, M.E., P.P. Woronecki, R.A. Dolbeer and R.L. Bruggers. 1988. Reflecting tape fails to protect ripening blueberries from bird damage. Wildl. Soc. Bull. 16(3):300-303.
- Tomlin, A.D. 1981. Effects on soil fauna of the fungicide, Benomyl, used to control earthworm populations around an airport. Protection Ecology 2: 325-330.
- Tomlin, A.D. and E.Y. Spencer. 1976. Control of earthworm populations at Windsor International Airport through the application of the fungicide Benomyl. Field Note No. 70. National Research Council Canada, London. 15 p.
- Topping, J.M. 1994. Evaluating the effectiveness of the Phoenix-Wailer MK II in deterring ring-bill [sic] gull in a simulated airport environment. Report prepared for the Canadian Wildlife Service, Contract No. KR405-4-0097, 31 October 1994. [Appendix 19, Minutes of the 21st Meeting of Bird Strike Committee Canada, 29-30 November 1994, Ottawa.]
- Transport Canada. 1984. Bird control, background information, Lester B. Pearson International Airport. Unpublished report WP TAOG 13-1, Toronto. 37 p.
- Transports Canada. 1986. Manuel sur la mise en fuite des oiseaux par diffusion de cris de détresse enregistrés. AK-75-09-151; TP-7601F. Airport Facil. Branch, Transport Can., Ottawa, Ont. 18 p.
- Transports Canada. 1994. Manuel de procédures sur la gestion de la faune. TP11500F. Service de l'environnement et de soutien, Sécurité et services techniques, Groupe des aéroports, Transports Canada.
- Troughton, H.D. and R.D. Revel. 1996. Phoenix Wailer evaluation at the Calgary International Airport. Unpublished report prepared for the Calgary Airport Authority. 42 pp.
- Truman, L.C. 1961. Birds and other vertebrates. Pest Control 29(9):29-35.

- Twedt, D.J. 1980. Control netting as a hazard to birds. *Environ. Conserv.* 7(3):217-221.
- Ummels, J. 1983. [Birds as victims of an oil slick on the Maas River in December 1981]. *Vogeljaar* 31(1):3-6 (in Dutch).
- U.S. Dep. Interior. 1977. Methods for dispersing birds. p. 48-58 *in* Part IX in Oil and Hazardous Substances Pollution Plan, U.S. Dep. Inter., Washington, DC.
- U.S. Dep. Interior. 1978. Controlling: blackbird/starling roosts by dispersal. U.S. Fish Wildl. Serv., U.S. Dep. Inter., Washington, DC. 4 p.
- Ueckermann, V.E., H. Spittler and F.G. Bonn. 1981. Technische Abnahmen zur Abwehrdes Graureihers (*Ardea cinerea*) von Fischteichen und Fischzuchtanlagen [Technical measures to protect fish ponds and fish farms against the heron (*Ardea cinerea*)] *Z. Jagdwiss.* 27:271-282.
- USDA (United States Department of Agriculture). 1991. Animal damage control program highlights, 1991. Publ. 1501. 9 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1979. Recommendations to alleviate bird hazards at the Greater Buffalo International Airport, New York. Report, Newton Corner, MA. 18 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1984. Recommendations to alleviate bird hazards at Niagara Falls International Airport, Niagara Falls, New York. Report, Newton Corner, MA. 20 p.
- Vogt, P.F. 1992. ReJeX-iT brand bird aversion agents. Proceedings 15th Vertebrate Pest Conference: 134-136.
- Vogt, P.F., T. Nachtman and L. Clark. 1994. ReJeX-iT bird aversion agents. The control of birds at landfills. *Bird Strike Committee Europe* 22: 11 p.
- Wager-Page, S.A. and J.R. Mason. 1996. Exposure to volatile d-pulegone alters feeding behavior in European starlings. *J. Wildlife Management* 60: 917-922. [Cited in Belant et al. 1997.]
- Wagner, G. 1972. Untersuchungen über das Orientierungsverhalten von Brieftauben unter RADAR-Bestrahlung. *Rev. Suisse de Zool.* 79:229-244.
- Wakeley, J.S. and R.C. Mitchell. 1981. Blackbird damage to ripening field corn in Pennsylvania. *Wildl. Soc. Bull.* 9(1):52-55.
- Ward, J.G. 1975a. Use of a falcon-shaped model aircraft to disperse birds. Rep. from LGL Ltd., for The Assoc. Comm. on Bird Hazards to Aircr., Nat. Res. Council, Ottawa. 9 p.
- Ward, J.G. 1978. Tests of the Syncrude bird deterrent device for use on a tailings pond. Rep. from LGL Ltd. Edmonton, Alb., for Syncrude Canada Ltd., Edmonton, Alb. 115 p.
- Watermann, U. 1985. Ring-billed gull control programme at Tommy Thompson Park, 1985. Report by U.W. Enterprises for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 24 p.

- Watermann, U. 1986. Ring-billed gull control programme at Tommy Thompson Park, 1986. Report by U.W. Enterprises for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 26 p.
- Watermann, U. 1987. Ring-billed gull control programme at Tommy Thompson Park, 1987. Report by U.W. Enterprises for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 22 p.
- Watermann, U. and G. Cunningham. 1990. Ring-billed gull control programme, Tommy Thompson Park, 1990. Report by Bird Control International, Milton, Ontario for Metropolitan Toronto and Region Conservation Authority, Downsview, Ontario. 26 p.
- Wernaart, M. and W.D. McIlveen. 1989. Results of the banding and relocation program for raptors trapped at Pearson International Airport Toronto 1984 to 1988. *Ont. Bird Banding* 20/21:62-64.
- White, T.M. and R. Weintraub. 1983. A technique for reduction and control of Herring Gulls at a sanitary landfill. *Waste Age* 1983:66-67.
- Whittington, B. 1988. Hartland Avenue sanitary landfill gull abatement program/Report of effects on gull populations. Rep. for Capital Regional District, Victoria, B.C. 20 p.
- Williams, T.C., J.M. Williams, J.M. Teal and J.W. Kanwisher. 1972. Tracking radar studies of bird migration. *In: Animal orientation and Navigation*, NASA SP-262, Washington, DC. p. 115-128.
- Wiltschko, R., D. Nohr and W. Wiltschko. 1981. Pigeons with deficient sun compass use the magnetic compass. *Science* 21: 343-345. [As cited in Belant et al. 1997.]
- Wiseley, A.N. 1974. Disturbance to Snow Geese and other large waterfowl species by gas-compressor sound simulation, Komakuk, Yukon Territory, August-September 1973. *Arctic Gas Biol. Rep. Ser. 27*(Chapt 3). 36 p.
- Wooten, R.C., Jr., G.E. Meyer and R.J. Sobieralski. 1973. Gulls and USAF aircraft hazards. AFWL-TR-73-32. U.S. Air Force Weapons Lab., Kirtland AFB, NM. 31 p. NTIS AD-759 824.
- Woronecki, P.P. 1988. Effects of ultrasonic, visual, and sonic devices on pigeon numbers in a vacant building. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13:266-272.
- Woronecki, P.P., R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1989. Field trials of alpha-chloralose and DRC-1339 for reducing numbers of Herring Gulls. *Proc. Great Plains Wildl. Damage Control Workshop* 9:148-153.
- Woronecki, P.P., R.A. Dolbeer and T.W. Seamans. 1990. Use of alpha-chloralose to remove waterfowl from nuisance and damage situations. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 14:343-349.
- Wright, E.N. 1965. A review of bird scaring methods used on British airfields. Pp. 113-119 *in* R.G. Busnel et J. Giban (éd.). *Le problème des oiseaux sur les aérodromes*. Inst. nat. rech. agron., Paris. 346 p.

- Wright, E.N. 1968. Modifications of the habitat as a means of bird control. Pp. 97-105 *in* R.K. Murton and E.N. Wright (eds.). The problems of birds as pests. Symposia of the Institute of Biology, No. 17. Academic Press, London.
- Wright, E.N. 1969. Bird dispersal techniques and their use in Britain. p. 207-214 *in* Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft. Kingston, Ont. 2-5 Sep. 1969.
- Yashon, J. 1994. Bird strike deterrence and threat management at Ben Gurion International Airport, Israel. Bird Strike Committee Europe Proceedings and Working Papers 22: 317-320. Vienna, September 1994.
- Zur, B.J. 1982. Bird strike study. Air Transport World.