

Interactions entre l'avifaune sauvage et les élevages de volailles : quel risque épidémiologique vis à vis de l'Influenza aviaire ?

Lubac S.¹, Musseau R.², Caparros O.³, Artois M.⁴, Bicout D.J.⁵

¹ Institut technique de l'aviculture, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon Cedex 07

² Biosphère Environnement, 52 quai de l'Estuaire, 17120 Mortagne sur Gironde

³ Société d'Etude et de Recherche sur les Oiseaux et leur Ecosystème, 30 rue de Bourdeau, 69330 Jonage

⁴ UMR Environnement et Prédiction de la Santé des Populations (EPSP) – TIMC, VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon, 1 avenue Bourgelat, 69280 Marcy l'Etoile

⁵ UMR EPSP - TIMC, Laboratoire TIMC, Université Fourier, Domaine de la Merci, 38700 La Tronche

Avec la collaboration de la Chambre d'agriculture de l'Ain, de la Chambre régionale des Pays-de-la-Loire, du Comité interprofessionnel du foie gras, de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage, de la Fédération départementale des chasseurs de l'Ain.

Correspondance : lubac@itavi.asso.fr

Résumé

L'épizootie d'Influenza aviaire hautement pathogène qui s'est propagée aux territoires d'Europe occidentale en 2006 a engendré des questionnements quant aux risques de contacts entre l'avifaune sauvage et les volailles qui ont accès à un parcours extérieur. Dans ce cadre, l'avifaune susceptible de fréquenter les parcours de volailles ainsi que leurs abords a été caractérisée sur les territoires de la Dombes, de la Bresse, des Pays de Loire et des Landes à partir de protocoles d'observation standards. Un suivi spécifique des mouvements du canard colvert, espèce réservoir des Influenzas, a été mis en place. A l'issue de cette étude, certains facteurs d'augmentation ou de diminution du risque d'exposition des volailles au virus ont été mis en évidence. Par ailleurs, le canard colvert ne semble pas entrer en contact avec les volailles. La question se pose alors du rôle des oiseaux fréquentant à la fois les étangs et les élevages, pouvant être un intermédiaire entre le canard colvert et les volailles.

Mots clés : volailles, influenza, risque, oiseau, canard, étang, contamination, dispersion

Abstract: Poultry and wild birds interactions: what epidemiological risk Avian Influenza?

The outbreak of highly pathogenic avian Influenza that has spread to the territories of Western Europe in 2006 generated questions about the risks of contact between wild birds and poultry that have access to an outdoor trail. Within this framework, the birds likely to attend the courses of poultry as well as their surroundings were characterized on the territories of the Dombes, Bresse, the Pays de la Loire and the Landes with standard observation protocols. Specific monitoring of the movements of Mallard, species the AI tank, has been implemented. At the end of this study, certain factors increasing or decreasing the risk of exposure of poultry to the virus have been highlighted. Furthermore, the mallard duck does not appear to come into contact with poultry. The question arose on the role of birds frequenting both ponds and farms, which can be an intermediary between mallard ducks and poultry.

Keywords: poultry, influenza risk, bird, duck pond, contamination, dispersal

Introduction

En 2006, la Dombes a été la scène d'une épizootie mineure d'Influenza aviaire hautement pathogène H5N1 qui avait majoritairement touché des Anatidés mais aussi un élevage de dindes (Hars et al., 2008; Doctrinal et al., 2009). Cet épisode avait soulevé la question des contacts entre avifaune sauvage et volailles domestiques et le risque d'exposition des volailles élevées en plein air à des virus d'Influenza aviaire (Simon et al., 2006).

L'objet de notre dossier était d'apprécier et de décrire le risque que représente l'avifaune dans la diffusion et la transmission du virus H5N1 HP aux élevages de volailles. Le risque important de transmission du virus par les activités humaines n'était pas abordé dans le dossier présent, celui-ci pouvant être géré avant tout par un respect rigoureux des mesures de biosécurité (arrêté du 5 février 2007).

La première étape de notre étude a été de caractériser les oiseaux sauvages qui rentrent en contact avec les parcours de volailles et de mieux identifier les paramètres biologiques des oiseaux pouvant interagir avec la diffusion et la transmission du virus.

La deuxième étape a été ciblée sur une analyse approfondie des facteurs de risques, à savoir :

- l'intérêt de l'utilisation de procédés comme les effaroucheurs sonores en production avicole pour diminuer la présence d'oiseaux sur les parcours,
- l'impact de la matrice paysagère environnant l'élevage de volailles sur la présence des oiseaux sauvages,
- les stratégies de déplacement et d'occupation de l'espace par les canards colverts, réservoirs réputés du virus H5N1 HP, afin de compléter les informations de fréquentation ou non des parcours et d'apporter des éléments sur la dispersion possible du virus sur la zone ciblée de la Dombes.

En parallèle, l'interprétation des résultats précédents a été renforcée en s'appuyant sur les outils de la modélisation mathématique. L'UMR CNRS 5525 TIMC-IMAG/VetAgro Sup Lyon a déjà travaillé à l'élaboration d'un premier modèle épidémiologique des virus Influenza dont le H5N1 HP (Doctrinal et al., 2006). Ce modèle s'appuie sur deux points majeurs à étayer à l'échelle d'un territoire ciblé, qui sera la Dombes, région dite « aux mille étangs ». Une fois le virus arrivé dans le territoire étudié :

- Comment le virus peut se diffuser au sein de la Dombes par les oiseaux ?
- Comment le virus peut être transmis aux volailles ?

La mise en application de ces modèles permettra de transcrire les connaissances acquises afin d'apporter des éléments d'anticipation sur l'apparition et l'évolution du virus sur les plans spatial et temporel parmi la faune sauvage, puis sur les risques présents pour les élevages de volailles

1. Matériel et méthodes

Etant donné le nombre important de mesures réalisées dans ce projet, seules les études les plus importantes sont sélectionnées et présentées de manière synthétique.

1.1 Interactions avifaune sauvage et parcours de volailles

1.1.1 Données ornithologiques

La description des espèces présentes sur les parcours de volailles a été réalisée par observations ornithologiques sur quatre territoires sensibles, sur un total de 24 sites, chacun comptant un ou plusieurs élevages de volailles avec parcours associé.

Ain zone Dombes
10 sites pour 19 parcours pour volailles Label Rouge en bâtiment fixe Suivis de janvier à décembre 2008 avec 2 à 4 suivis par site (à chaque saison) 66 lots de poulets et 7 lots de pintades suivis
Ain zone Bresse
4 sites pour 17 parcours de poulets AOC de Bresse en cabane Premier suivi en février 2008, deuxième suivi en novembre décembre 2008 41 lots de poulets
Loire Atlantique
5 sites pour 12 parcours de volailles Label Rouge en bâtiment fixe Premier suivi du 10 au 25 avril, deuxième suivi du 9 au 13 novembre 2008 20 lots de poulets et 4 lots de pintades
Landes
5 sites pour 5 parcours en canards prêts à gaver et 3 parcours en poulets Label rouge en cabane Premier suivi du 6 au 9 mars, deuxième suivi du 13 au 18 octobre 2008 9 lots de canards prêts à gaver et 5 lots de poulets

Tableau 1 : Descriptif des élevages et périodes de suivis

Les conditions météorologiques de 2008 ne présentaient pas d'évènement climatique exceptionnel.

Les relevés d'oiseaux ont été réalisés par des ornithologues, en cheminant sur et autour du parcours à une vitesse moyenne de 2 kilomètres par heure et en période diurne : quatre relevés par journée de prospection, vers 8h, 12h, 14h, et 18h. Les observations ont été répétées au cours d'une deuxième journée, suivant le même circuit d'observation.

Chaque relevé consistait à identifier et compter les contacts d'oiseaux sauvages avec le parcours de volailles (oiseaux vus et/ou entendus, posés ou en vol, présents sur le parcours *stricto sensu* ainsi que ceux perchés sur le bâtiment, ou fréquentant la périphérie du parcours sur une bande de 5 m de large s'il y avait un corridor écologique entre l'intérieur et l'extérieur du parcours de type haies). Leur position précise sur le parcours a été relevée.

Pour évaluer la présence éventuelle sur les parcours d'autres oiseaux sauvages de grande taille, qui n'auraient pas été relevés par les observations, une enquête a été réalisée auprès des agriculteurs de l'Ain, à l'aide d'un module de reconnaissance des oiseaux.

1.1.2 Modélisation du risque de contact et du risque de transmission du virus

En parallèle, il a été mis en place un modèle mathématique pour évaluer le risque, ou probabilité, de contact entre oiseaux sauvages et volailles : contact direct (volailles et oiseaux sauvages simultanément localisés au même endroit) et indirect (volailles entrant en contact avec des éléments souillés potentiellement contaminés par les fèces des oiseaux sauvages). Pour ce faire, nous avons considéré que chaque site d'élevage peut être subdivisé en trois compartiments : intérieur du bâtiment, la partie du parcours formée par la zone frontale de 20 m devant le bâtiment, et le reste du parcours, chaque compartiment pouvant être renseigné sur les volailles et les oiseaux sauvages présents.

Soient f_n la probabilité de présence des volailles dans le compartiment « n » et $p_{e,n}$ la probabilité de présence des oiseaux sauvages d'espèces « e » dans le compartiment « n », le risque de contact dans chaque compartiment « n » entre les volailles et les oiseaux sauvages s'obtient en sommant les deux contributions,

$$R_{e,n} = \underbrace{f_n a_e p_{e,n}}_{\text{direct contacts}} + \left[1 - \underbrace{f_n a_e p_{e,n}}_{\text{direct contacts}} \right] \times \underbrace{f_n \left[\sum_{m=1}^3 C_{nm} p_{e,m} \right]}_{\text{indirect contacts}} q_e$$

où a_e représente l'affinité de contact entre les volailles et les oiseaux sauvages « e » qui entrent en contact direct, q_e ($0 \leq q_e \leq 1$) est l'indice de biomasse des oiseaux sauvages « e » pour les fèces, C_{nm} la matrice des probabilités de connexion entre les compartiments « n » et « m » pour les contacts indirects, tel que, $C_{nn} = 1$ et $C_{nm} \leq 1$ pour $n \neq m$. Le risque total de contact entre les volailles et les oiseaux sauvages « e » est alors donné par

$$R_e = \sum_{n=1}^3 R_{e,n}$$

Les calculs ont été faits en utilisant la liste des espèces précédemment établie, avec $a_e = 0.5$, $C_{nn} = 1$ et $C_{nm} = 0$ pour $n \neq m$. f_n a été évaluée à partir de la bibliographie et à dire d'expert. L'indice q_e qui dépend du régime alimentaire, comportement et de l'espèce d'oiseau a été modélisé à partir des données d'experts. Nous avons calculé $p_{e,n}$ pour chaque oiseau « e » dans chaque compartiment « n » et chaque saison, en moyennant le nombre de contacts (obtenus de l'inventaire ornithologique) sur les quatre observations de la journée, ramenées à la surface réelle des parcours enquêtés puis ramenées à une surface normalisée.

Ensuite, pour la transmission du virus depuis des oiseaux sauvages aux volailles, le risque de transmission par contact a simplement été donné par $R_e \times \text{prev}_e$, où prev_e est la prévalence d'infection aux virus Influenza des oiseaux e , avec $0 \leq \text{prev}_e \leq 1$, résultant de quatre catégories de prévalence croissante selon les données issues de la bibliographie (Artois et al, 2009).

1.1.3 Stratégies de réduction du contact entre oiseaux et parcours

En vue de réduire les risques de contacts entre oiseaux et volailles, il a été expérimenté l'intérêt de l'effarouchement sonore, par émissions de cris d'attaque d'oiseaux prédateurs, de cris de détresse et autres bruits synthétiques. Suite à l'utilisation en pré-tests non concluants de deux effaroucheurs disponibles sur le marché, il a été mis au point un prototype dédié à notre étude avec la société Natur'Ethique. Les essais n'ont pu être réalisés sur les parcours de volailles étant donné la relative faible présence d'oiseaux. Il a été retenu de travailler sur des exploitations agricoles avec élevage de volailles, en dehors des parcours, sur des toits de hangars agricoles envahis de pigeons biset domestiques (espèce repérée dans l'étude précédente). Un essai a été réalisé au lycée agricole des Sardières (Ain) au cours de neuf journées, avec l'effaroucheur positionné à 9 m du toit. Trois plages d'observation d'une heure ont été effectuées par jour de suivi, le matin en fonction de l'heure du lever du soleil, alternant une demi-heure avec effaroucheur puis une demi-heure sans effaroucheur. Sur une zone délimitée du toit, le nombre de pigeons présents a été compté toutes les deux minutes au cours de chaque plage d'observation.

Ensuite, si l'objectif est d'effaroucher les oiseaux sauvages, l'utilisation d'un tel appareil ne doit pas générer de comportement de peur, de stress chez les volailles qui fréquentent le parcours équipé. L'effaroucheur a été placé sur des parcours à 70 m de distance des trappes du bâtiment, avec le cône de sortie du son orienté vers le fond du parcours, volume sonore maximal de 120 dB en sortie de cône, ce qui permet d'estimer un volume perçu par les volailles aux trappes de 77 dB. Il a été filmé au cours de quatre heures successives, puis comptabilisé par visionnage le nombre de retours de poulets au bâtiment, au travers d'une ligne de 10 mètres de long, située à 1,5 mètre des trappes, parallèle aux

trappes. L'ensemble des événements et bruits extérieurs survenant en plus des cris de l'effaroucheur ont été notés. Les essais ont été menés sur les lycées agricoles de Cibeins (environnement bruyant – 3 jours de suivi) et des Sardières (environnement calme – 5 jours de suivi) (Ain), sur des poulets Label âgés de 9 à 11 semaines.

1.1.4 Impact du paysage environnant sur la présence d'oiseaux sauvages

Entre deux relevés ornithologiques présentés précédemment sur parcours, un travail d'observation était réalisé sur la périphérie sur un rayon de 350 à 500 mètres autour du parcours, pour chaque unité écologique du paysage. Le nombre de contacts recueillis pour chaque espèce a nécessité au préalable une correction pour pouvoir comparer les unités écologiques entre elles (variation des conditions de détection des oiseaux d'un type d'unité écologique à l'autre). Il a ensuite été effectué une classification ascendante hiérarchique, permettant de classer les espèces. Puis, pour chaque groupe constitué, il a été évalué l'attractivité relative « k », sur une unité écologique donnée « i » (dont le parcours de volailles), dans un site « s », à partir de sa densité de contacts « P », égale à son nombre de contacts « Nc » divisée par la surface de l'UE « A ». Puis l'attractivité relative moyenne $k_{g,i}$ d'un groupe pour un milieu donné a été calculée en faisant la moyenne des $k_{g,s,i}$ sur tous les sites.

1.1.5 Déplacements des canards colvert en zone sensible

De la mi-novembre 2009 à la mi-février 2010, le travail a consisté en l'étude des déplacements et des différentes zones exploitées par les Canards colverts sur la période hivernale sur la Dombes.

20 Canards colverts ont été capturés sur un étang de la Dombes, bagués et équipés d'un émetteur radio (émetteurs Biotrack de type TW3 de 10g).

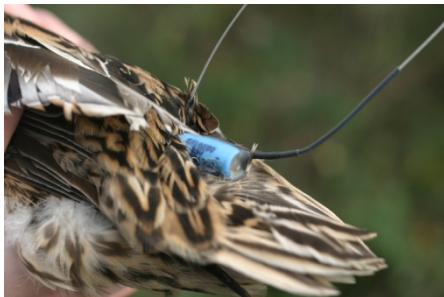


Figure 1 : Emetteur radio sur colvert (Crédit : Raphaël Musseau, BioSphère Environnement)

Le suivi a été effectué à l'aide de récepteurs radios, à raison de 3 journées et de 3 nuits par semaine, permettant d'enregistrer leur position de nuit et de jour 3 fois par semaine.

Le travail a été poursuivi sur des Canards colverts de lâcher. La Fédération de chasse de l'Ain a installé sur un de leurs étangs de réserve 18 Canards colverts issus d'élevage, volants, âgés de 2 ans, équipés d'un émetteur radio. Des contraintes ne nous ont pas permis de travailler avec des canetons de 6 semaines lâchés en août. Les canards ont été gardés en cage d'acclimatation avec agrainage pendant 10 jours. Les canards ont été lâchés le 1^{er} juin et suivis pendant 5 semaines, avec 13 sessions de radiotracking de nuit et 13 de jour.

Pour ces deux études, les données obtenues ont été traitées avec le logiciel Range 8 (société Anatrack). Les surfaces des domaines vitaux ont été calculées selon le modèle du Minimum Convex Polygon (MCP) puis les zones de fréquentation forte ont été évaluées selon le principe des « core areas ». Les distances parcourues entre zones de remise et zones de gagnage ont été calculées pour chaque individu à partir des positions diurnes et nocturnes obtenues de manière consécutive dans le temps.

2. Résultats

2.1 - Risque de contact d'oiseaux sauvages sur les parcours de volailles

2.1.1 Description des oiseaux présents sur les parcours

75 espèces ont été contactées sur l'ensemble des parcours de volailles. Elles appartiennent à 8 ordres différents : les Passériformes (54 espèces), les Columbiformes (4 espèces), les Falconiformes (7 espèces), les Piciformes (3 espèces), les Ciconiformes (2 espèces), les Galliformes (2 espèces), les Charadriiformes (2 espèces), et les Ansériformes (1 espèce).

Toutes régions confondues, le nombre d'espèces a peu varié d'une saison à l'autre, 51 au printemps, 43 en été, 52 en automne et 51 en hiver. D'un suivi à l'autre, le nombre d'espèces a varié de 5 à 26 espèces. Ces espèces peuvent avoir des mœurs individuelles ou grégaires, avec 12 espèces dont l'effectif maximum moyenné sur les saisons est supérieur à 10 individus (avec des bandes observées en hiver de *Passer domesticus* (Moineau domestique), de *Fringilla coelebs* (Pinson des arbres) ou de *Sturnus vulgaris* (Etourneau sansonnet) de plus de 150 individus). A l'opposé, 32 espèces ne présentent à la fois qu'un ou deux individus sur les parcours.

La fréquence de présence est aussi variable, avec certaines espèces vues plus sur plus de 80 % des suivis effectués comme au printemps pour *Motacilla alba* (Bergeronnette grise), *Sturnus vulgaris* (Etourneau sansonnet), *Turdus merula* (Merle noir) ; au printemps et en hiver pour *Fringilla coelebs* (Pinson des arbres), *Parus major* (Mésange charbonnière) ; et en hiver pour *Erithacus rubecula* (Rouge Gorge familier).

Les densités de contacts d'oiseaux (toutes espèces confondues) sur parcours indiquent des effets saison et heure de la journée importants, en lien avec le cycle biologique des oiseaux (période d'activité diurne, cycle annuel avec les phases migratoires et de reproduction).

Saison	Densité /ha
Hiver (n=21)	21,7 ± 4,0a
Printemps (n=15)	14,9 ± 2,3a
Été (n=15)	8,9 ± 5,8b
Automne (n=21)	21,2 ± 4,8a

Tableau 2 : Densités totales de contact d'oiseaux observées sur les parcours /ha en fonction des saisons. Une lettre différente indique une différence significative avec $p < 0,001$

Période de la journée	Densité totale /ha
1e passage	51,7 ± 10,4 a
2e passage	36,6 ± 4,3 b
3e passage	26,2 ± 3,0 c
4e passage	25,7 ± 3,8 c

Tableau 3 : Densités totales de contacts d'oiseaux / ha en fonction de l'heure de la journée (n=72 suivis). Une lettre différente indique une différence significative avec $p < 0,001$

L'enquête effectuée auprès des agriculteurs de l'Ain a permis de compléter la liste précédente par 24 espèces citées comme vues sur les parcours de la Dombes par les agriculteurs.

Le Canard colvert, objet de toutes nos attentions en tant que réservoir connu de virus H5N1 HP, a connu une pression d'enquête forte auprès d'agriculteurs très marqués par la crise vécue en 2006-2007, et a été cité par un tiers des agriculteurs. Aucune observation de canard colvert n'a été réalisée par les ornithologues, sauf un individu en vol au-dessus d'un parcours dans les Landes.

2.1.2 Application du modèle de risque contact et transmission à la zone Dombes

Nous vous présentons ci-dessous les résultats issus des données de la Dombes, à partir de la liste des 59 espèces observées par l'ornithologue sur les parcours.

La probabilité maximale R_e de contact en hiver est de 0,022 pour *Passer domesticus* (Moineau domestique), de 0,0288 au printemps et de 0,042 en été pour *Columba livia domesticus* (Pigeon biset domestique), et de 0,0485 en automne pour *Fringilla montifringilla* (Pinson du nord). La Figure 2 montre clairement une variation saisonnière dans le risque maximal de contacts pour une espèce donnée augmentant au fil des saisons, avec un risque maximum en automne. De la même façon, les profils des cortèges avifaunistiques varient d'une saison à l'autre : 66 % des espèces 59 espèces étudiées, 71%, 100 % et 56 % ont respectivement une probabilité de contacts avec la volaille $\geq 10^{-3}$ en hiver, printemps, été et automne.

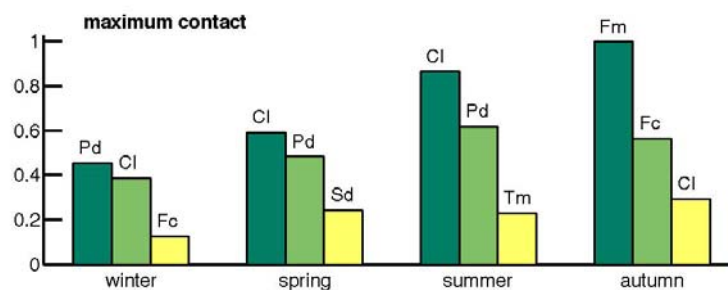


Figure 2 : Podium des probabilités de contact maximales entre oiseaux sauvages et volailles en fonction de saison, rapportées au contact maximal évalué en automne pour Fm. Avec Cl *Columba livia domesticus* (Pigeon biset), Fc *Fringilla coelebs* (Pinson des arbres), Fm *Fringilla montifringilla* (Pinson du Nord), Pd *Passer domesticus* (Moineau domestique), Tm *Turdus merula* (Merle noir), Sd *Streptopelia decaocto* (Tourterelle turque)

La Figure 3 présente les risques de transmission par contact $R_e \times \text{prev}_e$ maximum, avec un risque maximal variable selon les saisons, correspondant à une seule espèce *Columba livia domesticus* (Pigeon biset). Cette espèce présente le risque de transmission par contact le plus élevé avec les volailles, quelle que soit la saison.

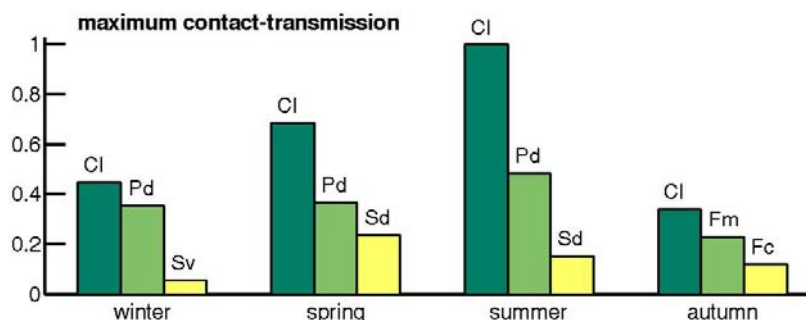


Figure 3 : Podium des probabilités de contact-transmission maximales entre oiseaux sauvages et volailles en fonction de saison, rapportées à la probabilité maximale évaluée en été pour Cl. Avec Cl *Columba livia domesticus* (Pigeon biset), Fc *Fringilla coelebs* (Pinson des arbres), Fm *Fringilla montifringilla* (Pinson du Nord), Pd *Passer domesticus* (Moineau domestique), Sd *Streptopelia decaocto* (Tourterelle turque), Sv *Sturnus vulgaris* (Etourneau sansonnet)

La comparaison des Figures 2 et 3 et plus globalement des R_e et $R_e \times \text{prev}_e$, obtenus pour chaque espèce, indique que les oiseaux qui présentent les probabilités de contact les plus élevées avec les volailles ne sont pas systématiquement celles qui présentent le plus de risque de transmission par contact.

Quelles que soient les saisons, les espèces qui apparaissent les plus à risque sont anthropophiles ; elles viennent chercher sur les fermes la présence de bâtiments agricoles et d'habitations, leurs gîtes de reproduction, et exploitent les ressources alimentaires présentes. Ces espèces peuvent trouver par ailleurs dans les haies ou arbustes environnants ou sur les parcours un espace de quiétude indispensable à divers besoins vitaux.

Parmi les espèces fréquentant les zones humides, la présence de *Ardea cinerea* (Héron cendré) est notable. Cette espèce est présente à la fois les parcours et les zones humides, où il pourrait être en contact avec des canards sauvages infectés. Sa probabilité de contact est de 0,0002 en hiver (26^e rang dans la liste des probabilités décroissantes par espèce), de 0,0002 au printemps (33^e rang), de 0,00008 en été (41^e rang) et de 0,00007 en automne (32^e rang). Le risque de contact transmission le place en 14^e rang en hiver, 17^e rang au printemps, 32^e rang en été, et 17^e rang en automne.

Il a aussi été relevé la présence de *Sturnus vulgaris* (Etourneau sansonnet), *Emberiza schoeniclus* (Bruant des roseaux), *Hirundo rustica* (Hirondelle rustique), *Delichon urbicae* (Hirondelle de fenêtre), *Parus caeruleus* (Mésange bleue) et *Aegithalos caudatus* (Mésange à longue queue), espèces pouvant aussi fréquenter des zones humides (roselières ou marais), mais de façon moins régulière et influencée par l'environnement naturel local.

A la vue des résultats et de l'absence d'espèces « réservoir » sur les parcours, s'il se produit un lien entre le réservoir sauvage d'influenza (anatidés) et les volailles sur parcours, il semble qu'il ne pourrait être assuré que par des espèces « relais », fréquentant les deux milieux.

2.2 Les parcours de volailles dans leur environnement

2.2.1 Stratégies de réduction du contact entre oiseaux et parcours : impact sur les pigeons

Le prototype d'effaroucheur sonore testé avait un volume sonore maximal de 120 dB en sortie de cône, soit un volume estimé de 100 dB sur la zone étudiée fréquentée par les pigeons. Les cris étaient aléatoires (36 modalités différentes avec cris de détresse et cris d'attaque de rapace) d'une durée de 30 secondes et un intervalle entre cris aléatoire de 3 à 30 minutes.

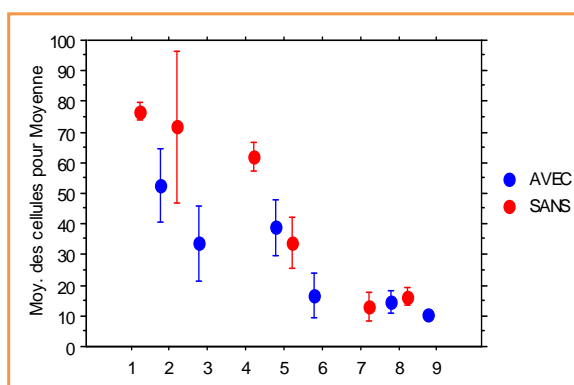


Figure 4 : Moyenne du nombre de pigeons en fonction des différentes périodes de la journée avec et sans l'effaroucheur prototype (± ES)

Pour les neuf matinées d'utilisation de l'effaroucheur, toutes plages d'observations confondues, le nombre de pigeons présents sur le toit était en moyenne 40% inférieur avec effaroucheur par rapport à la situation témoin sans effaroucheur. Les fluctuations sont toutefois très larges, allant de réduction de -91% à une augmentation de +820%. Les observations indiquent un impact intéressant en début de matinée, lorsque les pigeons sont en grandes bandes et en mouvement, tout au contraire, en fin de

matinée, aux heures chaudes de l'été, le nombre de pigeons est réduit sur la zone d'observation, ces derniers sont de plus couchés et inactifs, aucun effet n'est alors visible. Enfin, en moyenne, l'effet des cris de l'effaroucheur semble diminuer au-delà des quatre minutes qui suivent le cri.

Pour comparaison, le même essai a été réalisé avec un effaroucheur commercialisé avec un volume sonore estimé entre 80 et 90 dB au niveau des pigeons, avec enchaînement de trois cris de détresse de pigeons et étourneaux puis un cri d'attaque de rapaces, avec un intervalle entre cris constant de cinq minutes. Aucun impact n'a été relevé.

Ces résultats sont confirmés par la bibliographie existante (Andrieu et al., 2006 ; Aubin, 1990 ; Busnel et al., 1960 ; Clergeau, 1997 ; Conover et al., 1981 ; Carrier, 2000 ; Fraser et al., 1998) qui précise que pour une efficacité optimale d'un effarouchement, il est nécessaire :

- avant tout et de façon primordiale de limiter la présence de sources alimentaires, d'abreuvement et de nidification,
- puis, de cibler une espèce spécifique et d'agir en fonction,
- et de combiner les stratégies, de les varier avec une utilisation ponctuelle, le risque d'accoutumance étant reconnu et pouvant être rapide ;
- par ailleurs, un effarouchement est plus aisé sur des grandes bandes d'oiseaux que sur quelques individus, et aux périodes de forte mobilité des oiseaux (matinée) qu'en période de repos.

L'effarouchement sonore nécessite ainsi de préciser quelle espèce il faut perturber pour limiter ses venues sur le parcours, avec un volume sonore en sortie puissant (minimum de 100 à 120 dB), en prenant en compte les contraintes du voisinage des volailles et riverains. Il aurait pu être intéressant de poursuivre ces essais avec un prototype où le choix des cris, l'intensité sonore et la fréquence seraient réglables. La variabilité des résultats obtenus au cours de l'essai soulève aussi des questions de reproductibilité en élevage.

2.2.2 -Impact sur les volailles

Le test sur les volailles en situation d'élevage en période diurne n'a relevé aucun mouvement de panique. L'analyse du nombre de retours des poulets au bâtiment a indiqué un léger impact (augmentation du nombre de franchissements de ligne) mais comparable à celui du passage d'automobiles et de camions. Ceci a été validé dans un élevage à environnement bruyant (en bord d'une nationale passante) et dans un environnement calme (au milieu des champs). Il a d'ailleurs pu être vu une possible accoutumance des volailles à l'effaroucheur, lors d'un essai avec un cri identique émis à intervalles réguliers. Ces essais ont permis d'établir des préconisations d'utilisation de l'appareil pour ne pas engendrer d'impacts sur les volailles, à savoir sa position à 70 m des trappes minimum, cône tourné vers le fond du parcours. Le cri utilisé doit être testé au préalable sur les poulets, et le volume sonore validé auprès du voisinage. Pour une bonne accoutumance des volailles, un cri à intervalles réguliers est intéressant mais contradictoire aux préconisations pour effaroucher la faune sauvage.

2.2.3 Impact du paysage environnant sur la présence d'oiseaux sauvages

L'analyse effectuée de façon approfondie sur la Dombes a permis de mettre en évidence cinq groupes d'oiseaux en fonction du type d'unités écologiques fréquentées.

Le Tableau 3 indique les attractivités des groupes d'oiseaux pour chaque type de milieu. A noter que si les oiseaux agricoles présentent une attractivité pour les parcours de volailles et pour les étangs, il s'agit d'espèces différentes, par conséquent, il n'y a pas de lien entre ces deux milieux. Seuls les oiseaux passerelles ont une attractivité à la fois pour les étangs et pour les parcours de volailles

Unité écologique	Oiseaux d'eau	Oiseaux passerelles	Oiseaux agricoles	Oiseaux forestiers	Oiseaux opportunistes
Cultures Blé Orge	0	0,352	0,525	0,074	0,048
Chaume	0	0,089	0,175	0,092	0,223
Etang	0,996	0,265	(0,172)	0	0
Forêt	0	0,034	0,035	0,552	0,169
Haie	0	0,037	0	0,224	0,189
Habitat rural	0,002	0,264	0	0,024	0,198
Habitat urbain	0	0,248	0	0	0,223
Labour	0	0	0	0	0,054
Marais Roselières	0,007	0,003	0	0,083	0
Prairies	0	0,279	0,313	0,024	0,136
Parcours Volailles	0	0,062	0,027	0,071	0,146
Rivière et ripisylve	0,2	0	(0,274)	0,173	0,101

Tableau 4 : Moyenne des attractivités relatives par unité écologique pour chaque groupe d'oiseaux identifié en Dombes

Les différentes voies de contacts entre oiseaux sont présentées en Figure 5.

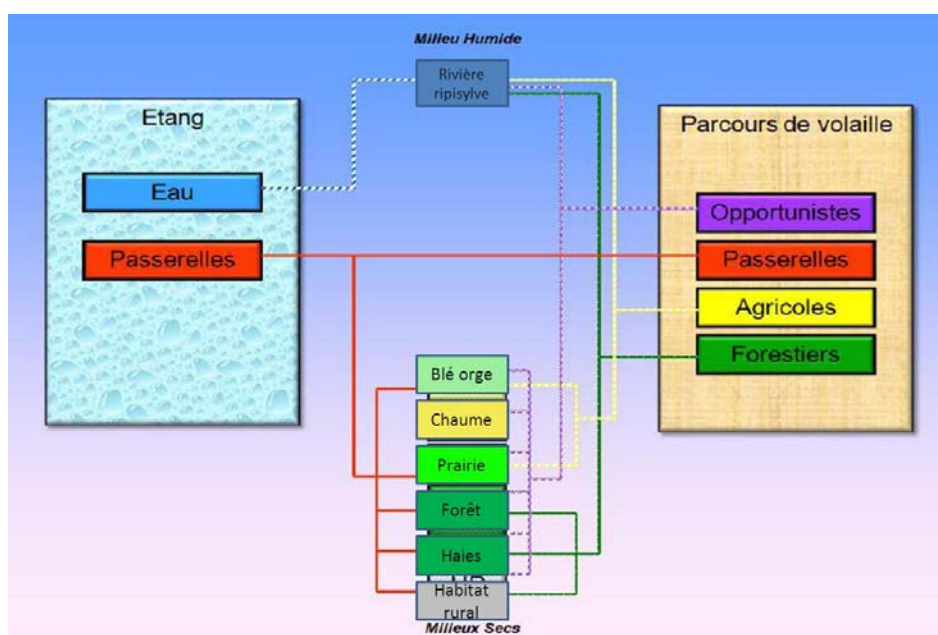


Figure 5 : Voies de contacts possibles entre oiseaux d'eau et le parcours de volailles en Dombes

Les oiseaux d'eau ne rentrent pas en contact direct avec les parcours de volailles. Le risque de transmission direct de virus par cette voie semble ainsi très réduit, voire absent. Cependant, la transmission peut se faire :

- via les oiseaux passerelles qui pourraient se contaminer sur les étangs puis fréquenter ensuite les parcours,

- via les rivières et ripisylves, fréquentées par les oiseaux d'eau à certaines périodes de l'année, milieu qui peut aussi être fréquenté par d'autres oiseaux,
- de façon très indirecte, via d'autres des unités écologiques fréquentées par des oiseaux passerelles

2.2.4 Mouvements des Canards colverts au sein de la Dombes : déplacements hivernaux

17 des 20 Canards colverts sauvages équipés ont été retrouvés régulièrement sur la zone visitée, de jour comme de nuit avec 654 positions enregistrées au cours des 11 semaines de suivi. Les canards se sont déplacés jusqu'à un rayon de 18 km autour du lieu de capture, se dispersant sur une bonne partie du quart sud-ouest de la Dombes. Au cours des 11 semaines de suivi, leur distribution maximale a couvert ainsi 20 000 ha, dont 1,4 % de 'core areas' (aires à forte fréquentation). La taille du domaine vital individuel a été calculée de 475 ha le jour et de 1 350 ha la nuit.

Souvent, les canards utilisaient des étangs différents entre jour et nuit, avec une tendance à être plus grégaires le jour et dispersés la nuit pour la recherche de nourriture. Pour les canards dont la position a pu être contrôlée, le jour puis la nuit qui suivait, les trajets entre remise et gagnage étaient en moyenne de 530 m (± 64). Nous noterons toutefois de fortes variabilités pour certains, avec d'un extrême un déplacement de 27 km sur 36 heures, et de l'autre, un canard se déplaçant de moins d'1 mètre d'une journée à l'autre. Le plus fréquemment, les étangs utilisés étaient voisins de la zone de remise, ou les oiseaux ne changeaient pas d'étang mais seulement de position sur les étangs. 55 % des déplacements étaient de moins de 100 m (Figure 6).

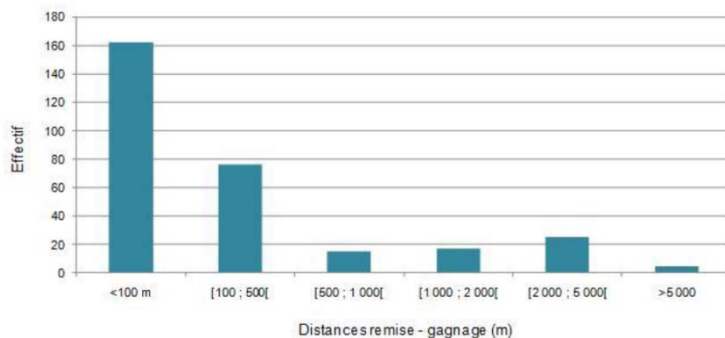


Figure 6 : Distribution des distances remise - gagnage

Tous les enregistrements ont été réalisés sur une nappe d'eau : majoritairement sur une vingtaine de petits ou grands étangs, ou sur trois mares privées et ponctuellement, sur la nappe fluviale du Rhône et une fois sur un fossé humide.

Trois canards se sont rapprochés d'installations humaines (étang sur terrain de golf, mares proches de fermes avec volailles). Mais, aucune observation n'a été réalisée sur des parcours de volailles. La comparaison des distances minimales entre position des canards et des élevages de volailles et entre localisation des étangs et des élevages n'a révélé aucun lien d'attractivité des canards par rapport aux fermes.

Concernant la répartition des canards sur les étangs, aucun impact de la pression de chasse (comparaison étangs chassés et non chassés) n'a été mis en évidence. Un effet nourrissage des poissons de l'étang a été testé comme significatif pour expliquer la présence de canards. Enfin, un effet température maximale journalière a été repéré avec deux types de stratégies bien connues des Dombistes en période de froid : pour ces 17 colverts suivis, les distances entre remise à gagnage étaient très faibles lors des températures négatives et augmentaient avec des températures positives (différences significatives). Effectivement d'une manière générale, quand les températures baissent, les canards ont tendance à réduire leurs dépenses énergétiques et donc leurs déplacements, leur présence sur l'étang permettant d'entretenir une petite parcelle d'eau libre (Legagneux et al., 2009 ; Tamisier et Dehorter, 1999). Toutefois, *a contrario*, deux individus sur les 17 suivis ont effectué

ponctuellement d'importants déplacements entre le centre de la Dombes et la nappe fluviale du Rhône pendant certaines vagues de froid avec des trajets de 18 à 27 km.

2.2.5 Canards de lâcher

Pour les 18 Canards colvert issus d'élevage pour les lâchers, la surface individuelle de domaine vital a été en moyenne de 15 ha (englobant les déplacements de jour et de nuit). Au cours des 5 semaines de suivi, peu de déplacements ont été observés. L'un d'eux n'a pas été ré-observé à partir de la 3^e semaine de lâcher.

En moyenne, les trajets entre zone de remise et zone de gagnage de 175 m, variant de 0 à 2300 m. Globalement sur les 5 semaines de suivi, 77 % des observations des canards ont été réalisées sur l'étang de lâcher et seul étang agrainé de la zone (pendant uniquement les 10 premiers jours après le lâcher). 11 % ont été réalisés sur l'étang voisin. Les 12 autres % des observations ont été réalisées ponctuellement sur six autres étangs. Ces autres étangs ont été découverts progressivement par quelques individus, avec un nouvel étang visité chaque semaine.

Tous les contacts ont été enregistrés sur des étangs ou leurs berges, dans tous les cas à moins de 2 mètres de la nappe d'eau. Cette étude nous donne des éléments, mais il est à rappeler que le lâcher des canards se fait généralement plus tard à partir de la mi-juillet avec un pic à la mi-août.

Les études de déplacement des canards avaient avant tout pour objet d'apporter des éléments spécifiques à la Dombes pour compléter les modèles épidémiologiques, elles n'avaient pas pour objet de faire une étude exhaustive du comportement des Canards colverts, qui aurait nécessité des moyens plus importants.

Ces travaux confirment que les Canards colverts ne sont pas attirés par les fermes d'élevages de volailles. Toutefois, ils nous précisent des éléments quant à la dispersion possible du virus au sein de l'environnement de la Dombes, avec des distances en hiver souvent de 500 m mais pouvant atteindre ponctuellement 27 km. Pour leur part, l'impact des canards d'élevage au cours du premier mois de lâcher semble quasi inexistant, avant la période d'ouverture de chasse non étudiée.

Enfin, d'un point de vue épidémiologique, les étangs attractifs pour les Canards colverts peuvent être une source de contamination de l'eau et du sol des abords. Seul le facteur de l'agrainage des étangs (pour la pisciculture ou pour les canards) semble avoir un impact. D'autres facteurs peuvent intervenir et nécessiteraient des études supplémentaires.

Le modèle de diffusion du virus au sein de la Dombes aux niveaux spatial et temporel a par ailleurs été complété par la modélisation de la fréquentation des canards sur les étangs de la Dombes et par la modélisation des états des étangs dans le temps (en eau, en assec, en pêche) impactant directement la présence de Canards colverts ou non. Ces modèles ne sont pas présentés ici.

Conclusion

Le programme d'actions mené a permis de recenser les espèces relevées sur parcours et d'évaluer les risques de contacts directs et indirects avec les volailles pour la problématique Influenza aviaire. Ce sujet intéresse directement les élevages avec parcours situés dans les zones définies comme sensibles vis à vis de ce risque (arrêté du 5 février 2007). En zones dites 'à risque prioritaire et complémentaire', ce sont (d'après recoupement avec les données Scees 2008) 1 430 exploitations avicoles concernées, pour 6 418 bâtiments de volailles de chair, pondeuses et canards prêts à gaver avec parcours. Ce travail a une portée générale, car l'étude des interactions entre oiseaux sauvages et volailles va au-delà du cadre de l'Influenza Aviaire et intéresse aussi d'autres maladies (maladie de Newcastle, salmonelloses et parasitoses), qui peuvent être portées et transmises par des oiseaux sauvages.

Si le Canard colvert peut être un facteur de dispersion du virus au sein d'une même zone écologique, le risque de contamination directe entre Canards colvert et parcours de volailles semble très réduit. Si une contamination devait arriver résultant uniquement des oiseaux sauvages, il semble plus probable qu'elle résulte d'oiseaux 'passerelles' fréquentant à la fois étangs contaminés et parcours de volailles. Un intermédiaire serait nécessaire. Le statut de portage de ces oiseaux est cependant très peu connu, soit par leur taille et comportement qui ne permet pas de retrouver facilement les individus de ces espèces morts (et donc non analysés), soit par leur faible portage de virus Influenza Aviaire.

Par ailleurs, l'ensemble de ce dossier devrait nous permettre de mettre en exergue des facteurs d'augmentation ou de diminution du risque d'exposition des volailles domestiques au virus H5N1 HP.

Dans ce cadre, les mesures de biosécurité fixées dans l'arrêté du 5 février 2007 pour limiter l'entrée des oiseaux semblent les plus pertinentes. Les travaux ici présentés n'avaient pas pour objet de porter un regard sur les périodes proposées pour l'application de ces mesures. La mise en place d'un effaroucheur ne semble pas pouvoir répondre facilement à la réduction des contacts entre oiseaux et volailles et avec une reproductibilité limitée en élevage de volailles, à proximité d'habitats humains, étant donné nos premières études. Toutefois, d'autres paramètres pourraient être approfondis : réduction de la taille de parcours à la zone de 20 m devant les trappes, réduction des horaires de sortie des volailles aux heures où les oiseaux sont les moins mobiles (essentiellement pas avant 11h).

Enfin, pour améliorer la gestion du risque sanitaire lié à l'Influenza aviaire, il paraît, qu'en plus de la gestion des élevages qui présentent un risque de contact avec l'avifaune sauvage, il faut prendre en compte le risque présenté par les étangs attractifs pour les canards, quand ces étangs sont à proximité des fermes. Ceci confirme aussi le besoin de surveillance du niveau de contamination des étangs en période d'épizootie.

Remerciements

Avec le concours du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - projet Cas DAR 7074 et du PEP Volailles – Région Rhône-Alpes

Références bibliographiques

- Andrieu A.J., Brémond J.C., 2006. Ornithofuga : effarouchement acoustique des oiseaux. Ed. INRA
- Arrêté du 5 février 2007 relatif aux niveaux du risque épizootique en raison de l'infection de la faune sauvage par un virus de l'influenza aviaire à caractère hautement pathogène et au dispositif de surveillance et de prévention chez les oiseaux détenus en captivité, Journal Officiel du 6 février 2007, 31 : 2188
- Aubin T., 1990. Synthetic bird calls and their application to scaring methods. *Ibis* 132, 290-299
- Busnel R.G., Giban J., 1960. La protection acoustique des cultures et autres moyens d'effarouchement des oiseaux. Colloque INRA, 26-27 novembre 1958, Ed. INRA
- Clergeau P., 1997. Oiseaux à risques en ville et en campagne. Ed. Inra
- Conover M. R., Perito J. J., 1981. Response of starlings to distress calls and predator models holding conspecific prey. *Zeitschrift Tierpsychologie* 57, 163–172.
- Carrier A., 2000. mesures de lutte contre les oiseaux dans les cultures de petits fruits. <http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/Documents/oiseaux.pdf>
- Doctrinal D., Ruelle S., Hars J., Artois M., Bicout, D. J. 2009. Spatial and temporal analysis of the highly pathogenic avian influenza H5N1 outbreak in the Dombes area, France, in 2006. *Wildfowl* 2, 202 - 214.
- Doctrinal D., Artois M., Sabatier P., Bicout D.J., 2006. Modélisation du risque d'exposition de la volaille aux virus influenza aviaire d'origine sauvage. *Epidémiologie et santé animale* 50, 71-81.

Fraser H.W., Fisher K.H., Frensh I., 1998. Lutte contre les oiseaux dans les vignes et les plantations de fruits tendres <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/98-036.htm>

Hars J., Ruelle S., Benmergui M., Fouque C., Fournier J. Y., Legouge A., Cherbonnel M., Baroux D., Dupuy C., Jestin V., 2008. The epidemiology of the Highly Pathogenic H5N1 avian influenza in the mute swan (*Cygnus olor*) and other Anatidae in the Dombes region (France), 2006. *J. Wildlife Diseases* 44, 811–823.

Legagneux P., Blaize C., Latraube F., Gautier J. et Bretagnolle V., 2009 - Variation in home-range size and movements of wintering dabbling ducks. *Journal of Ornithology* 150, 183-193.

Simon A., Doctrinal D., Bicout D.J., 2006. Risque de contact entre oiseaux sauvages et domestiques dans la région de la Dombes, France, *Epidémiologie et Santé Animale* 50, 27 - 39.

Tamisier A., Dehorter O., 1999. Camargue, canards et foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver. Nîmes, Centre Ornithologique du Gard.

Pour en savoir plus

Artois M., Bicout D., Doctrinal D., Fouchier R., Gavier Widen D., Globig A., Hagemeijer W., Mundkur T., Munster V., Olsen B., 2009. Outbreaks of highly pathogenic avian influenza in Europe: the risks associated with wild birds, *Revue Sciences et Techniques OIE*, 28 (1), pp 69-92.

Bicout J.D., Artois M., Musseau R., Caparros O., Lubac S., 2011. Quels oiseaux sauvages à risque pour les contacts entre avifaune sauvage et volailles domestiques ? 9^e Journées de la Recherche Avicole, Tours, 29 et 30 mars 2011.

Bicout J.D., Artois M., Musseau R., Caparros O., Lubac S., 2012. Wild Birds potentially at a risk of contact with transmission of avian influenza viruses to farmed poultries, 3rd Mediterranean Poultry Summit of WPSA and 6th International Poultry Conference, Alexandria, 26-29 mars 2012, Egypt, 10 p.