

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'INFORMATION SOCIALE INFUENCE L'ÉVALUATION ET LE CHOIX DE PARCELLE DE
NOURRITURE DES DIAMANTS MANDARINS (*TAENIOPYGIA GUTTATA*)

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN BIOLOGIE

PAR
SIMONE TOMMASINA

JANVIER 2014

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je souhaiterais tout d'abord remercier mon directeur, Luc-Alain Giraldeau, pour sa patience, son soutien et ses précieux conseils qui m'ont énormément aidé au cours de ces deux années de maîtrise. Je remercie beaucoup Carolyn Hall pour tous les commentaires sur mon manuscrit, pour son aide lors de l'interprétation de mes données et tout le temps qu'elle a employé à m'aider. En suite, un gros merci à tous les membres du labo : Mohammad Afshar, Marie-Pierre Bonin, Sophie Godde et Mewen Le Hô; sans vous les heures passées au bureau auraient été vraiment moins plaisantes, merci pour le feedback continu que vous m'avez donné, pour votre soutien tout le long de mon projet ainsi que pour les belles journées/soirées passées ensemble. Je remercie également Denis Réale qui, parfois malgré lui, m'a beaucoup aidé pendant ces 2 années et surtout lors des analyses statistiques. Enfin un « grazie » spécial à François Dumont qui m'a permis de découvrir les traditions, la culture, la beauté du Québec et sans lequel je ne serais même pas arrivé à Montréal.

Last but not least, I'd like to thank Heikki Hirvonen which allowed me to come to Finland and stay at the University of Helsinki writing my paper. Thanks to him, Jussi Koskinen and Christina Grüber for all the good comments, useful discussions and new perspectives on my work as for the opportunity of visiting Finland.

Sono consapevole di non aver ringraziato tantissime persone che mi hanno accompagnato durante questa magnifica esperienza. Anche non vi ho menzionati ciò non vuol dire che mi sia dimenticato di voi. A voi tutti che avete fatto parte della mia vita, anche solo per un momento fugace, voglio dirvi: grazie di tutto cuore.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	V
RÉSUMÉ	VI
INTRODUCTION.....	1
Quand utiliser un type d'information plutôt qu'un autre?	2
Information sociale incorrecte et risque de cascades d'information	5
Le diamant mandarin (<i>Taeniopygia guttata</i>).....	8
Les repasses vidéos	10
Objectifs de recherche	12
NOTE SUR LE CHAPITRE	13
CHAPITRE I	
ZEBRA FINCHES AVOID INFORMATIONAL CASCADES BY DYNAMIC INTEGRATION OF PERSONAL AND SOCIAL FORAGING INFORMATION	14
1.1 Introduction	15
1.2 Material and methods	17
1.2.1 Experimental subjects.....	17
1.2.2 Recording and editing video sequences	17
1.2.3 Apparatus.....	18
1.2.4 Procedure.....	20
1.2.4.1 Training trials	20
1.2.4.2 Experimental trials	21
1.2.5 Statistical analysis.....	21
1.3 Results	23

1.3.1 Short partition: lower sampling cost	23
1.2.3 Long partition: higher sampling cost	24
1.4 Discussion	27
1.4.1 Social information is used only when personal information is costly	28
1.4.2 Initial patch choice is not a reliable indicator of social information use	28
1.4.3 Patch departure decision is affected by both position and type of social information	29
1.4.4 Overall sampling effort is influenced by unreliable personal past experience	30
1.4.5 Conclusion and future perspectives	31
CONCLUSION	32
BIBLIOGRAPHIE	36

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	View of the experimental chamber with long and short partitions between the two feeders	19
1.2a	Time spent searching in the first feeder visited before switching as a function of SI type when the first feeder visited corresponds and does not correspond with SI position in the short partition condition.	26
1.2b	Time spent searching in the first feeder visited before switching as a function of SI type when the first feeder visited corresponds and does not correspond with SI position in the long partition condition.	26

RÉSUMÉ

Dans un contexte d'approvisionnement, les animaux acquièrent des informations afin d'évaluer l'environnement. Cette information peut être obtenue personnellement ou en observant le comportement d'autres individus (i.e. information sociale). L'information sociale est généralement avantageuse mais en certaines occasions peut être en conflit avec l'information personnelle et les animaux doivent choisir à quelle source d'information se rallier. Il peut arriver que des animaux, après avoir observé les décisions des congénères, décident d'outrepasser l'information acquise par appréciation personnelle afin de se conformer à l'information sociale. Il s'agit alors d'une cascade d'information, mécanisme qui peut à l'occasion amener les animaux à prendre des décisions erronées. Une cascade d'information a plus de chances de se former lorsque l'information personnelle est ambiguë ou l'échantillonnage coûteux, car les individus seront enclins à utiliser l'information sociale. On a testé si le coût d'acquisition ainsi que l'ambiguïté de l'information personnelle influencent l'utilisation d'information sociale par des diamants mandarins (*Taenopygia guttata*). Dans une première expérience, les individus avaient la possibilité d'échantillonner 2 mangeoires après avoir observé des vidéos de congénères en train de manger ou simplement se perchant à 1 des 2 alternatives. Par la suite, on a ajouté une longue partition entre les mangeoires qui forçait les individus à faire un détour et augmentait le coût de l'échantillonnage personnel. L'information sociale n'influencait pas le choix initial de la mangeoire et l'effort de recherche global. Par contre, l'information sociale affectait le temps passé à la première mangeoire visitée avant de la quitter, mais seulement avec la partition longue. Lorsque l'information sociale était à la même parcelle échantillonnée, les individus cherchaient plus longtemps s'ils avaient observé des congénères en train de manger et quittaient plus tôt lorsque les congénères se perchaient sans manger. Quand l'information sociale était diffusée à la mangeoire opposée à celle échantillonnée, les individus cherchaient moins longtemps s'ils avaient observé des congénères en train de manger et restaient plus longtemps si les congénères s'y perchaient sans manger. Nos résultats démontrent que l'information sociale est utilisée lorsque l'échantillonnage personnel ne permet pas de trouver de la nourriture et l'acquisition d'information personnelle est coûteuse. L'effet de l'information sociale est par contre temporaire et les individus outrepassent cette information quand leur échantillonnage démontre son imprécision, leur permettant de réduire les coûts d'utilisation de l'information sociale erronée ainsi que les chances de rester engagé dans une cascade d'information.

INTRODUCTION

Les animaux doivent régulièrement acquérir de l'information concernant l'environnement dans lequel ils vivent afin d'ajuster leurs comportements et maximiser leur aptitude (Galef & Giraldeau 2001, Danchin et al. 2004). Pendant les activités d'approvisionnement, les animaux peuvent utiliser différentes stratégies pour déterminer la qualité de la nourriture et la productivité de la parcelle qu'ils sont en train d'échantillonner. Lorsque les individus possèdent des informations qui peuvent être incomplètes, la répartition de l'effort d'exploitation des différentes parcelles est faite sur la base d'une estimation la plus précise possible, faite en combinant différents types d'informations (Stephens 1989). Les individus solitaires ont généralement accès à deux types d'information : le premier est acquis de façon personnelle en échantillonnant les parcelles et est généré par le résultat des interactions de l'individu avec l'environnement (Valone 1991). Le deuxième est appelé « information a priori » et consiste en l'ensemble des informations sur la parcelle emmagasinées dans la mémoire des individus (Valone 1991). Les animaux grégaires (ainsi que certains animaux solitaires, par exemple le tamias rayé *Tamias striatus*) ont accès aussi à un troisième type d'information, obtenu en surveillant les interactions des autres membres du groupe avec l'environnement et transmis par leur comportement et leurs décisions. Cette information, appelée « information sociale fournie par inadvertance » (Danchin et al. 2004), peut fournir aux animaux une base supplémentaire pour ajuster leurs stratégies d'approvisionnement. Il existe deux types d'information sociale fournie par inadvertance : les « indices sociaux » sont générés par chacune des décisions des animaux du groupe et fournissent une information discrète sur la présence/absence de la nourriture et sur sa localisation (ex. attraction locale, Veen 1977). Le deuxième type d'information sociale fournie par inadvertance est appelé « information publique » (Valone 1989) et est dérivé de l'observation des performances d'autres individus exploitant une ressource (Danchin et al. 2004). L'information publique diffère des indices sociaux puisqu'elle fournit des informations quantitatives sur la qualité de la nourriture et sur la productivité de la parcelle exploitée (Valone 1989, Danchin et al. 2004).

Les individus tirent bénéfice de l'information sociale fournie par inadvertance puisqu'elle permet de réduire les coûts associés à l'acquisition d'information par interaction avec l'environnement, ainsi que d'estimer plus rapidement et précisément les paramètres environnementaux (Clark & Mangel 1984, 1986, Valone 1989, Giraldeau et al. 1994, Giraldeau 1997, Danchin et al. 2001, Galef & Giraldeau 2001, Doligez et al. 2003). Par conséquent on peut supposer qu'un individu ayant accès à cette information, comparé à un animal solitaire, pourrait évaluer la qualité des différentes alternatives avec plus de précision et effectuer des meilleurs choix (Clark & Mangel 1986).

Quand utiliser un type d'information plutôt qu'un autre?

L'utilisation d'information sociale fournie par inadvertance (ci-après appelée « information sociale ») est généralement considérée un bénéfice pour les animaux; toutefois il a été remarqué que certaines espèces n'utilisent pas ce type d'information. Ces observations ont récemment poussé les chercheurs en écologie comportementale à investiguer les circonstances et les conditions écologiques dans lesquelles les animaux sont enclins à utiliser l'information sociale plutôt que l'information personnelle (voir Laland 2004 et Kendal et al. 2005 pour une revue).

Dans certaines occasions l'acquisition simultanée d'information personnelle et d'information sociale pourrait être impossible. Par exemple, à cause de limitations sensorielles ou cognitives, il est possible que les animaux soient incapables d'acquérir ou de traiter les deux informations en même temps et par conséquent doivent décider quelle information utiliser. Lorsque l'acquisition simultanée d'information personnelle et sociale est impossible, les animaux préfèrent utiliser leur appréciation personnelle. Ceci a été démontré chez les étourneaux sansonnets (*Sturnus vulgaris*) dans un contexte d'approvisionnement (Templeton & Giraldeau 1995). Lorsqu'en échantillonnant des mangeoires les conditions expérimentales empêchaient le contact visuel avec les autres

membres du groupe, les individus se ralliaient seulement à leur information personnelle et ne tenaient pas compte de l'information sociale. Au contraire, lorsque l'acquisition des deux types d'informations était compatible, les animaux profitaient de l'information sociale comme base supplémentaire sur laquelle fonder leurs décisions (Templeton & Giraldeau 1995).

L'usage d'information sociale dépend aussi directement des coûts associés à l'acquisition et à l'utilisation de l'information personnelle. Quand acquérir de l'information personnellement est risqué ou coûteux en termes d'énergie ou de temps, les animaux préfèrent plutôt utiliser l'information sociale (Boulinier & Danchin 1997, Valone & Templeton 2002, Dall *et al.* 2005). Des études sur deux espèces d'épinoches (*Pungitus pungitius* - épinoche à neuf épines et *Gasterosteus aculeatus* - épinoche à trois épines) ont mis en évidence que dans un contexte d'approvisionnement la première espèce utilise l'information sociale, contrairement à la deuxième, laquelle base ses décisions exclusivement sur l'information acquise par appréciation personnelle (Coolen *et al.* 2003, 2005). Les chercheurs expliquent cette différence, remarquée dans deux espèces phylogénétiquement rapprochées, en observant que les épinoches à neuf épines sont soumises à un risque de prédation plus élevé alors que les épinoches à trois épines, possédant un corps plus robuste et trois épines dorsales plus épaisses, sont moins vulnérables aux prédateurs. En étant plus à risque, le coût de l'apprentissage individuel pour les épinoches à neuf épines est plus élevé que pour les épinoches à trois épines, ce qui procure un avantage à prêter plus attention aux comportements des autres individus. Chez les guppies (*Poecilia reticulata*), il a été mis en évidence que des individus précédemment entraînés à discerner la qualité de deux mangeoires ignorent toute information sociale générée par des congénères engagés dans des activités d'approvisionnement, même si les deux sources d'information fournissent des informations conflictuelles. Toutefois, quand le coût d'utilisation de l'information personnelle est trop élevé, comme lorsqu'il entraîne une perte de contact visuel avec le reste du groupe, les individus suivent l'information sociale plutôt que leur information personnelle (Kendal *et al.* 2004). Ces expériences confirment les analyses théoriques employées dans l'exploration des

avantages de l'apprentissage social, lesquelles concluent que les animaux devraient se rallier plus à l'information sociale quand les coûts de l'apprentissage individuel augmentent (Boyd & Richerson 1985, 1988, Laland 2004).

La qualité de l'information personnelle peut également influencer son utilisation. En 1996, Templeton et Giraldeau ont démontré chez les étourneaux (*S. vulgaris*) que lorsque des individus pouvaient avoir accès à une information personnelle précise et fiable, ils ignoraient alors les décisions prises par les autres et se ralliaient uniquement à l'information acquise par appréciation personnelle. Au contraire, quand cette information devenait ambiguë, les animaux utilisaient plus l'information sociale. Également Van Bergen, Coolen et Laland en 2004 ont obtenu le même résultat chez les épinoches à neuf épines (*P. pungitius*). Dans cette expérience ils ont expérimentalement modifié l'information sociale concernant la richesse de deux mangeoires: les animaux pouvaient décider de suivre leur information personnelle ou l'information sociale fournie par inadvertance par leurs congénères. Lorsque l'information personnelle était précise, c'est-à-dire que les animaux pouvaient discriminer précisément par eux-mêmes la différence de qualité entre les deux mangeoires, leur usage d'information sociale diminuait et ce même si les deux sources d'informations étaient contradictoires. Par contre, lorsque la discrimination se faisait plus difficile, les épinoches employaient en majeure partie l'information sociale pour faire leurs choix. Donc, lorsque les animaux peuvent acquérir de l'information personnelle précise et fiable les individus devraient ignorer l'information sociale et se fier seulement à leur propre expérience, ce qui éviterait d'éventuelles erreurs liées à l'utilisation d'information sociale imprécise (Templeton & Giraldeau 1996, Laland 2004).

Enfin, le type d'information sociale disponible ainsi que son « pouvoir de persuasion » influencent son utilisation. Par exemple, l'information publique générée de l'observation des performances des autres animaux est une source d'information plus précise que les indices sociaux, générés de l'observation des décisions seulement (Giraldeau *et al.* 2002). Lorsque les deux types d'information sont disponibles en même temps, l'usage d'information pu-

blique devrait donc être préféré aux indices sociaux (Doligez *et al.* 2003). Une étude sur les épinoches à neuf épines (*P. pungitus*) démontre cette préférence expérimentalement en montrant que les poissons préfèrent visiter la mangeoire associée avec la majorité des démonstrateurs lorsque les deux mangeoires ne fournissent aucune information publique concernant la qualité de la mangeoire. Par contre, lorsque les deux mangeoires contiennent de la nourriture et donc le comportement des poissons fournit de l'information publique, les individus choisissent la mangeoire associée au groupe qui démontrait la plus haute vitesse d'approvisionnement, indépendamment de leur nombre (Coolen *et al.* 2005). De plus, Rieucau et Giraldeau (2009a) ont démontré que des capucins damiers (*Lonchura punctulata*) ayant une information personnelle très fiable, peuvent l'outrepasser pour se conformer aux choix d'un groupe lorsque ce dernier fournit une information sociale suffisamment persuasive. Dans cette expérience les individus focaux devaient choisir parmi deux mangeoires, l'une des deux portant une tache verte que les animaux avaient appris à associer avec la mangeoire de meilleure qualité. L'information sociale, sous forme de démonstrateurs projetés sur un écran derrière une des deux mangeoires, était balancée en montrant un nombre variable d'animaux engagés dans des activités d'approvisionnement, ou se perchant à la mangeoire sans manger. Lorsque le nombre d'oiseaux projetés derrière la mangeoire sans la tache verte (donc reconnue comme de pire qualité) augmentait, une majorité d'individus décidait de se conformer à la décision du groupe, en rejetant leur information personnelle même si elle était très précise. Par contre, ceci n'advenait pas lorsque les démonstrateurs sur l'écran se perchaient sur la mangeoire sans manger, ce qui a confirmé que l'information publique générée par des animaux engagés dans des activités d'approvisionnement est plus persuasive que les indices sociaux générées simplement par la présence d'animaux dans une parcelle.

Information sociale incorrecte et risque de cascades d'information

Si d'un côté l'usage de l'information sociale fournie par inadvertance représente un avantage, dans certaines situations elle peut ne procurer aucun bénéfice voire même occasion-

ner des coûts (Giraldeau *et al.* 2002). Quand les conditions environnementales changent très rapidement, la diffusion d'information sociale peut être en retard par rapport aux changements environnementaux et entraîner la transmission d'informations caduques (Feldman *et al.* 1996, Giraldeau & Rieucau 2011). Ces prédictions théoriques ont été vérifiées par Laland et Williams (1998) chez les guppies (*P. reticulata*). Les chercheurs ont démontré qu'une information sociale erronée concernant le choix de la meilleure route pour arriver à une mangeoire pouvait être transmise et maintenue, promouvant la formation de traditions sous-optimales.

L'usage combiné d'informations personnelle et sociale peut générer un phénomène appelé «cascade d'information» (Bikhchandani *et al.* 1992). Ceci se vérifie dans des conditions où un individu, en observant une séquence de décisions prises par d'autres animaux, incorpore cette information sociale à sa propre appréciation personnelle afin de décider de son comportement. Lorsque l'information personnelle est ambiguë, il arrive que la somme de l'information sociale ait plus de poids dans la décision que l'information personnelle, ce qui entraîne le début d'une cascade d'information (Bikhchandani *et al.* 1992). Un individu adopte alors une option même si son information personnelle va à l'encontre de ce choix. Les animaux engagés dans une cascade peuvent à l'occasion suivre une information sociale incorrecte menant à la diffusion de choix inappropriés au sein du groupe entraînant des coûts plus ou moins élevés. La théorie de la cascade d'information a été proposée comme explication pour des phénomènes comme les alarmes et les fuites collectives, le choix des perchoirs nocturnes parmi les oiseaux coloniaux et le copiage des choix du partenaire sexuel (Giraldeau *et al.* 2002). De plus, chez les humains, le phénomène est proposé comme explication de phénomènes tels le crash des marchés financiers ou les fuites de panique dans les foules (Giraldeau *et al.* 2002).

Pour expliquer ce phénomène imaginons un individu qui, face au choix de manger dans la mangeoire A ou dans la mangeoire B, décide après échantillonnage que la mangeoire B est de meilleure qualité. Le deuxième individu, confronté avec les mêmes options, décide lui

aussi sur les bases de son propre échantillonnage que la mangeoire B est de meilleure qualité et, ayant observé le même choix chez l'animal précédent, il est maintenant plus certain que cette mangeoire est la meilleure option. Supposons maintenant qu'un troisième individu, par appréciation personnelle, au contraire de ses prédecesseurs trouve que la mangeoire A est meilleure que la mangeoire B. Si cet individu tient compte du choix de ses deux prédecesseurs et accorde à cette information sociale le même poids que son information personnelle (i.e. son propre indice acquis en échantillonnant les mangeoires), alors l'information sociale générée par ses deux prédecesseurs pèsera plus lourd dans son choix que son information personnelle. Dans ce cas, ce troisième individu sera enclin à ignorer son information personnelle et à suivre le choix des deux autres (Bikhchandani *et al.* 1992, Giraldeau *et al.* 2002). Quand cette situation se vérifie, une cascade d'information débute et tous les animaux suivants suivront l'information sociale en ignorant complètement leur propre expérience.

Dès qu'une cascade se forme, il n'y a plus aucune accumulation d'information et les individus ne vont plus utiliser leur information personnelle car la décision optimale n'en dépendra plus (Anderson & Holt 1997). Les cascades d'information sont sensibles aux premières séquences décisionnelles. Dépendamment de l'ambigüité des indices il peut arriver que les cascades génèrent des réponses incorrectes. Si le deuxième individu de la séquence, par appréciation personnelle, avait trouvé qu'il était mieux de s'approvisionner à la mangeoire A alors que le premier avait décidé d'exploiter la mangeoire B, il se serait retrouvé dans une condition où la décision de manger dans la mangeoire A ou la mangeoire B sont équiprobables. Si cet individu, faisant face à un choix ambiguë, avait décidé de prendre la même décision que son congénère (et donc rejeter son information personnelle), il aurait été dans la même situation que le troisième individu décrit dans le premier exemple, sauf que la cascade qui en serait dérivée aurait été probablement incorrecte.

Les cascades d'information sont très fragiles à l'arrivée de toute nouvelle information. Lorsqu'une cascade d'information se forme, l'apparition d'un individu mieux informé ou « surconfiant » qui décide de ne pas se conformer au groupe et de suivre plutôt son information

personnelle, peut briser la cascade (Bikhchandani *et al.* 1992, Noth & Weber 2003). De plus, des cascades d'information basées sur des décisions erronées ne peuvent pas persister très longtemps, car l'accès aux indices sur lesquels les autres animaux ont basé leurs décisions permettra d'avoir un feedback sur le comportement adopté, d'évaluer la précision de l'information sociale et un mauvais choix pourra ainsi être reconnu sans ambiguïté (Bikhchandani *et al.* 1992). Les animaux devraient donc baser leur comportement sur ces indices plutôt que sur les actions des autres car cela permettrait d'éviter de copier aveuglément des décisions qui peuvent être erronées (Giraldeau *et al.* 2002). Cependant, si l'accès aux indices est impossible ou l'acquisition d'information personnelle coûteuse, la décision optimale serait de suivre les actions des prédecesseurs au lieu de s'engager dans des investigations coûteuses de l'environnement (Giraldeau *et al.* 2002, Coolen *et al.* 2005), même si le risque de rester engagé dans une cascade d'information est plus élevé (Anderson & Holt 1997).

Le diamant mandarin (*Taeniopygia guttata*)

Le diamant mandarin (*T. guttata*, Vieillot 1817) est un petit oiseau mesurant de 8 à 12 cm pour une masse moyenne d'environ 13 g et est l'estrildidé (ordre des Passériformes) le plus commun du centre de l'Australie. Cette espèce habite les steppes ouvertes de l'Australie et est présente partout sauf sur les côtes du nord et du sud de l'île. Le diamant mandarin est adapté aux perturbations humaines et se présente même dans les villes ; de plus, en étant une espèce spécialiste granivore, elle tire profit des champs, des cultures et des espaces ouverts par la déforestation. Les sexes présentent un léger dimorphisme concernant les couleurs du plumage et du bec ; de plus, les mâles possèdent un chant particulier. Par contre il n'y a pas de différence de taille entre les sexes. Cette espèce se reproduit à la suite d'importantes périodes de pluie, à n'importe quel moment de l'année ; ceci est une adaptation aux climats secs présents dans l'Australie du centre et permet à cette espèce d'avoir une large aire de répartition. Cette espèce est très sociale et forme des groupes à longueur d'année. À cause de la proximité entre les individus l'agression est commune et se vérifie

souvent pendant le choix des sites de nidification et des partenaires ; il n'y a cependant aucune forme de dominance stable (Zann 1996).

Le diamant mandarin est un sujet approprié pour une étude sur le comportement d'approvisionnement social. En effet, il a été démontré que son succès reproducteur est directement corrélé avec son efficacité dans un contexte alimentaire. En 1993, Lemon a mesuré l'aptitude de 4 groupes de diamants mandarins soumis à différentes conditions d'approvisionnement. En changeant la proportion de graines de millet et d'écales (la partie externe non comestible qui enveloppe la graine) dans les mangeoires offertes aux oiseaux, le chercheur a observé que le temps passé à chercher de la nourriture était inversement corrélé avec le succès des animaux. Le groupe expérimental ayant la mangeoire contenant une proportion d'écales plus élevée était celui qui démontrait un intervalle de temps majeur entre les couvées, tout en diminuant la taille moyenne de la couvée, la survie des juvéniles et la survie des adultes. Conséquemment, pour cette espèce il est très important de maximiser le nombre de graines mangés par unité de temps et de diminuer l'énergie employée pour trouver de la nourriture. Il est donc raisonnable de s'attendre que le diamant mandarin emploie des stratégies d'approvisionnement efficaces, lui permettant d'évaluer précisément la profitabilité des différentes parcelles tout en minimisant les coûts.

À cause de la facilité à maintenir et faire reproduire cette espèce en captivité, le diamant mandarin est largement employé en laboratoire dans différentes expériences portant sur le comportement et sur les systèmes neuronaux des animaux. Ces expériences incluent des études sur les performances de chant (ex. Böhner 1990, Airey & DeVoogd 2000), l'apprentissage (ex. Boogert *et al.* 2008), le choix du partenaire (ex. Dubois 2007), les systèmes visuels des oiseaux (Bowmaker *et al.* 1997) et l'approvisionnement social (jeu producteur-chapardeur, Giraldeau *et al.* 1990, Beauchamp 2001, Dubois & Giraldeau 2005, Mathot & Giraldeau 2008). Toutefois, à cause de l'interdiction d'exportation de toute espèce avienne Australienne, les oiseaux utilisés dans nos expériences sont une variété de diamant mandarin domestique, élevée en captivité depuis des générations.

Les repasses vidéos

Dans le domaine du comportement animal la technique des repasses vidéo a été employée avec succès chez plusieurs espèces dans différents contextes parmi lesquels les comportements de parades nuptiales (ex. *Cervus elaphus*, Reby *et al.* 2005), la sélection des partenaires sexuels (ex. *Maevia inclemens*, Clark & Uetz 1993, *T. guttata* Adret 1997, *Poecilia latipinna*, Witte & Klink 2005), les interactions agonistiques (ex. *G. aculeatus*, McKinnon & McPhail 1996) de la reconnaissance des congénères (ex. *Melopsittacus undulatus*, Mottley & Heyes 2003) et de l'approvisionnement social (ex. *L. punctulata*, Rieucau & Giraldeau 2009a). Avec le développement de la technologie digitale cette technique offre aux chercheurs plusieurs bénéfices, et est en train de se diffuser de plus en plus dans les recherches portant sur le comportement animal. Le bénéfice le plus important est de pouvoir contrôler précisément les stimuli présentés aux animaux testés ainsi que s'assurer que tous les sujets expérimentaux reçoivent exactement le même traitement. L'accès à de l'instrumentation de haute qualité (caméras vidéo, logiciels de retouche et montage, appareillage de diffusion de vidéo) permet de capturer, modifier et réorganiser précisément les séquences vidéo afin d'obtenir les stimuli souhaités (D'Eath 1998, Rosenthal 2000).

Toutefois, il existe certaines limites à l'application des repasses vidéo (Fleishmann *et al.* 1997, D'Eath 1998, Fleishman & Endler 2000, Oliveira *et al.* 2000). Une des principales critiques à cette technique est que l'appareillage utilisé pour la diffusion des images (téléviseurs et écrans d'ordinateur) est spécifiquement développé pour stimuler le système visuel humain, qui est quelques fois très différent de celui de certaines espèces animales et, tout particulièrement des oiseaux (Adret 1997, D'Eath 1998).

Les oiseaux diurnes possèdent une perception des couleurs très développée (Cuthill *et al.* 2000). Les cônes présents dans l'œil sont les structures dédiées à la vision des couleurs ; contrairement aux êtres humains qui en possèdent de trois types, les oiseaux en possèdent quatre, sensibles aux ondes courtes, moyennes/longues, aux ultraviolets et une classe de cônes doubles (Chen & Goldsmith 1986). Les oiseaux diurnes ont donc une vision allant des ultraviolets jusqu'aux infrarouges, de 320 à 700 nm (Vorobyev *et al.* 1998). Toute sorte

d'écran n'est pas en mesure de diffuser des courtes longueurs d'onde comme les ultraviolets et, conséquemment, il est presque impossible de présenter des stimuli totalement similaires à la réalité. Toutefois, la littérature nous offre plusieurs exemples de recherches conduites sur des diamants mandarins avec la technique des repasses vidéo et l'utilisation de séquences vidéo a été efficace même dans des études portant sur le choix du partenaire sexuel, où les couleurs des individus présentés sont particulièrement importants (ex. Brazas & Shimizu 2002, Campbell & Hauber 2009, Druillon & Dubois 2008, Galoch & Bishof 2006, Ikebuchi & Okanoya 1999, Swaddle *et al.* 2006).

Les écrans de télévision et d'ordinateur sont réglés pour l'œil humain et présentent une fréquence de fusion du vacillement comprise entre 60 et 100 Hz. Ceci permet l'impression d'une image réaliste du mouvement sur la rétine humaine ; par contre les oiseaux ont un seuil plus haut qui se situe entre 100 et 140 Hz (Maddock *et al.* 2001). Si une image peut sembler stable pour l'œil humain, les oiseaux pourront quand même percevoir un fort vacillement. L'emploi d'écrans à cristaux liquides (LCD) est donc recommandé afin de limiter l'effet du vacillement (D'Eath 1998).

Jusqu'à présent la technologie tridimensionnelle n'est pas encore assez précise pour permettre la projection d'imager 3D lors des expériences ; conséquemment les images vidéo pourront seulement être bidimensionnelles et aucune indication de profondeur n'est possible pour l'instant (Cuthill *et al.* 2000).

Malgré ces limitations, la technique des repasses vidéos reste un outil puissant qui peut donner des résultats satisfaisants. Rieuau & Giraldeau (2009b) ont utilisé avec succès cette technique dans un contexte d'approvisionnement social chez une autre espèce d'estrildidé, le capucin damier (*L. punctulata*). Dans cette étude les deux chercheurs ont validé la méthode des repasses vidéo en démontrant que les stimuli générés par des individus projetés sur des écrans LCD déclenchaient une réponse similaire à celle déclenchée par des animaux réels. De plus, Rieuau & Giraldeau (2009a) ont appliqué cette technique lors d'une étude sur l'influence de l'information sociale sur les choix de parcelle toujours parmi les capucins damiers, espèce de la même famille des diamants mandarins qui possède un système visuel similaire (D'Eath 1998).

Objectifs de recherche

La présente étude explore comment des diamants mandarins soumis à l'influence d'information sociale erronée utilisent cette dernière dans leur évaluation et leur choix de parcelle, dépendamment du coût d'acquisition de l'information personnelle. Notre but est aussi de déterminer la fragilité d'une cascade d'information lorsque les individus ont la possibilité d'évaluer la précision de l'information sociale.

Les individus utilisés dans cette étude ont été entraînés à reconnaître et exploiter la plus profitable de deux mangeoires, l'une contenant une mixture de graines de millet et de leurs écailles et l'autre contenant que des écailles, sans aucune graine. Par conséquent, après cet entraînement les individus s'attendaient à ce qu'une seule mangeoire contienne de la nourriture, mais ne pouvaient pas prévoir sa position avant d'y accéder.

Pendant les tests expérimentaux, les individus auront la possibilité d'échantillonner deux mangeoires ne contenant à leur insu que des écailles, après avoir été en présence d'une vidéo montrant 5 congénères à une mangeoire et une vidéo montrant une mangeoire sans aucun oiseau à l'autre. Le comportement des congénères sera varié de sorte qu'ils seront soit tous en train de manger, soit simplement perchés sur la mangeoire sans manger.

Dans une première expérience, les mangeoires seront rapprochées et les individus pourront passer de l'une à l'autre facilement. Le but de cette expérience sera de tester comment l'information sociale influence le choix de la mangeoire et le temps passé à chercher de la nourriture dans la première mangeoire visitée avant de la quitter lorsque le coût d'acquisition d'information personnelle est faible.

Dans la deuxième expérience, la même méthodologie sera appliquée mais on introduira une partition entre les mangeoires qui forcera les individus à faire un détour. Cette partition augmentera le coût de passer d'une parcelle à l'autre et donc le coût d'acquisition de l'information personnelle.

NOTE SUR LE CHAPITRE

Ce mémoire est présenté sous forme d'article scientifique qui sera soumis pour publication. Les auteurs sont Simone Tommasina et Luc-Alain Giraldeau.

CHAPITRE I

ZEBRA FINCHES AVOID INFORMATIONAL CASCADES BY DYNAMIC INTEGRATION OF PERSONAL AND SOCIAL FORAGING INFORMATION

During foraging activities animals acquire information about their surrounding environment that can be used to improve their decisions. This information can be obtained through personal sampling or by observing the behavior of others (social information). Social information is generally advantageous but in some cases it can be misleading and influence animals into making erroneous decisions. We tested whether incorrect social information provided by videos of either feeding or non-feeding conspecifics at one of two alternative food patches affected the patch choice and patch departure decisions of zebra finches (*Taenioptygia guttata*) tested individually. In addition, we explored the effect of personal patch sampling costs on social information use by changing the length of the partition between the feeders. Neither initial patch choice nor overall sampling effort was affected by social information. However, social information did influence the persistence of sampling in the initial patch visited, but only when personal information was costly to acquire. When the birds' initial patch choice coincided with the position of the social information, they sampled longer when having seen feeding conspecifics but left sooner when these were non-feeding. When the birds' initial patch choice did not coincide with the position of the social information, however, the opposite was true: they sampled for longer when non-feeding conspecifics had been seen and left sooner when conspecifics had been feeding. Zebra finches, therefore, used social information dynamically: it served as a "plan B" when personal information was costly to acquire, but eventually disregarded it when personal sampling revealed its inaccuracy. This dynamic interplay between personal and social information value reduces the risk of being engaged in erroneous informational cascades even when personal sample information is ambiguous.

1.1 Introduction

During foraging activities, animals acquire information about the options available to them. Solitary animals obtain personal information from their foraging activities, called “patch-sample information” and integrate this with information derived from their past experience, called “pre-harvest information” (Valone 1991). Group foragers have access to another source of information, called “social information”, which is acquired by observing the foraging decisions of other animals (Danchin *et al.* 2004). Animals benefit from using social information when it reduces the costs associated with the acquisition of personal information by sampling and allows the estimation of environmental quality more rapidly and precisely than personal information alone (Clark & Mangel 1986, Valone 1989, Giraldeau *et al.* 1994, Giraldeau 1997, Danchin *et al.* 2001).

The conditions under which animals use personal or social information have been widely studied (see Laland 2004 and Kendal *et al.* 2005 for a review) and appear to depend mainly on three factors. First, the degree to which animals rely on social information depends on the ease with which personal and social information can be simultaneously acquired (Templeton & Giraldeau 1995). Second, the use of social information is affected by the costs associated with the acquisition or the use of personal information. When acquiring personal information is risky, energetically costly or time consuming, animals will take advantage of social information (Boyd & Richerson 1985). Similarly, when the cost of using personal information is high, for example when using pre-harvest information requires a loss of visual contact with the rest of the group, relying on social information might be optimal (Kendal *et al.* 2004). Finally, the ambiguity of personal information might influence its use. When sampling provides individuals with clear unambiguous information, they should ignore social information. On the other hand, when personal information is unclear or ambiguous, individuals should prefer to use social information (Templeton & Giraldeau 1996, Laland 2004).

Although generally considered advantageous, in some occasions social information provides no benefit and can even be costly (Giraldeau *et al.* 2002). For example, personal and social information may contradict each other and, in this case, animals must decide which information to follow. This can generate a phenomenon known as “informational cascade”

where the weight of social information is such that it completely outweighs the value of personal information. In such situations the individual “blindly copies” the decisions of others and completely disregards its personal information (Bikhchandani *et al.* 1992). Informational cascades often result in the adoption of correct responses but, depending on the ambiguity of the personal information, they sometimes generate incorrect responses (Bikhchandani *et al.* 1998, Laland & Williams 1998, Giraldeau *et al.* 2002, Noth & Weber 2003). Evidence for informational cascades in non-human animals has been argued to be found in observations on mate choice copying, the accumulation of individuals on the same night roost and flock alarm flights (Giraldeau *et al.* 2002, Giraldeau & Rieucau 2011). Informational cascades are more likely to start when personal information is ambiguous (Hirshleifer 1995, Bikhchandani *et al.* 1998) but a study on captive nutmeg mannikins (*Lonchura punctulata*) showed that individuals provided with sufficiently convincing social information can be induced to disregard even clear, unambiguous and reliable personal information about patch quality (Rieucau & Giraldeau 2009a). The researchers argue that when personal information is unambiguous, it is unlikely that a long lasting informational cascade would occur, because individuals sampling the feeders could easily evaluate the inaccuracy of social information and adjust their behavior. On the other hand, when personal information is ambiguous, individuals should rely more on social information and a long lasting erroneous informational cascades would be more likely to occur.

We tested whether captive zebra finches (*Taeniopygia guttata*) having access to ambiguous personal information could be misled into engaging in a long lasting erroneous informational cascade. The test subjects were trained to detect by sampling the difference in richness of two concurrent feeders, and then were tested under ambiguous personal information conditions. During the experimental trials, individuals were provided with social information in the form of video playbacks showing conspecifics at one of the two feeders. In order to control for a possible effect of local enhancement, where an individual is simply attracted by the presence of other animals (Baird *et al.* 1991), we varied the type of social information provided by showing birds that were either all feeding or either all perching at the feeder without feeding. If birds use social information, we predict that they would be

more likely to choose and persist sampling in the feeder that was attended by companions over the one in which no bird had been seen. Furthermore, we predict that focal birds will persist longer sampling in the feeder where they had seen feeding companions, compared to non-feeding companions. We also predict that the relative weight of social information should be greater when the cost of personal sampling is high (Boyd & Richerson 1985). We tested this by changing the length of a partition between the feeders: some birds foraged with a short partition that allowed quick shuttling from one feeder to the other while others were forced to go around a longer partition to sample.

1.2 Material and methods

1.2.1 Experimental subjects

In this study, 30 adult male zebra finches (*T. guttata*) were randomly chosen from a colony of 55 males. Twenty individuals were used as focal birds in the experiments and ten for the making of the video sequences (see below). Birds used for video sequences were not used in the experimental trials. All birds were identified with an orange numbered leg band and were housed individually in cages of 38 X 53 X 30 cm equipped with two perches, and single feeder, water bottle, and cuttlebone as well as ad libitum oyster shells. Animals were located in the Université du Québec à Montréal animal facilities, maintained on a 12-12 h light-dark cycle and their diet consisted of millet seeds, vegetables and a hard-boiled egg mixture. Ad libitum water was always available, except during the individual trials.

1.2.2 Recording and editing video sequences

To produce the video playback sequences, 5 birds were chosen at random from the 10 available birds and placed in a 23 X 19 X 18 cm box containing a feeder (10 X 5 X 21 cm) filled with white millet seeds. The bottom and three sides of the box were made of opaque corrugated plastic; the remaining side was made of clear Plexiglas, to allow videorecording, and wire mesh covered the top. The birds' behavior was filmed through a peephole in a

black curtain with a Canon HDR-SR12 camera fixed to a tripod. The shape of the feeder was such that individuals had to feed side-by-side on the same plane, facing the video camera, so that each subject was of the same size during the playback. The camera was positioned level with the feeder, so that the contents of the feeder were not visible during playbacks.

Video sequences were recorded in NTSC HD format (1920 X 1080 pixels, 29.97 fps). Birds were food-deprived for 14 h (overnight + 2h) and for 90 min between recording sessions. The identity of individuals forming each group was chosen randomly before each recording session and each bird was videotaped 4 times per day for 5 consecutive days. After the last session of the day, animals were provided with ad libitum millet seeds for 1 h, after which the food was removed and the lights turned off.

The video sequences used in the experiment were edited using Adobe Première Elements 9 software to produce a 3 min clip of 5 birds either all feeding or all non-feeding, followed by a 12 min clip of a feeder with no birds. The clips used during training, (see below) showed a fixed image of the feeder with no birds for 15 minutes. To limit the effect of pseudoreplication (McGregor 2000), we created 5 distinct video clips of each feeding and non-feeding birds and played them randomly to the focal birds.

1.2.3 Apparatus

The experimental apparatus (figure 1.1) consisted of a 122 X 50 X 61 cm corrugated plastic chamber. The bird's home cage was placed at one end and separated from the apparatus by an opaque panel that could be lifted remotely by the experimenter (ST). The door to the cage could also be lifted remotely, so that the experimenter could control the ability of the bird to see and to enter the apparatus independently. One LCD TFT screen (Samsung Sync Master 2253 BW 22", maximal resolution 1680 X 1050, refresh rate 60 Hz), placed at the opposite end of the chamber facing the entrance, was used for video playbacks. Two identical feeders of 10 X 5 X 21 cm were placed on the floor just in front of the screen and associated to the site the birds in the playback were perching at or feeding from. An opaque longitudinal partition (either short - 10cm, or long - 50 cm) was present in the center of the

apparatus between the feeders so that a bird at one feeder could not see the other feeder. Playbacks always occurred simultaneously at each feeder.

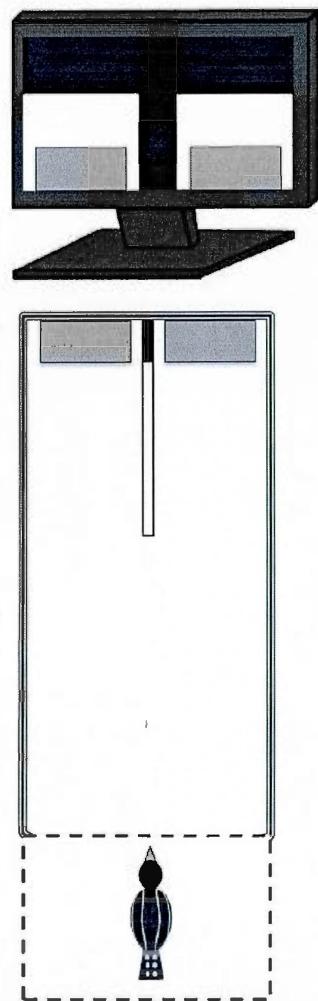


Figure 1.1: Front view of the video playback screen and top view of the experimental chamber with long (in white) and short partition (in black) between the two feeders (gray rectangles). During the training trials the screen shows a still image of two feeders without any attending bird. During the experimental trials the screen shows a still image of a feeder without any attending bird on one side of the partition, and a video of 5 conspecifics feeding or perching at the feeder without feeding at the other.

1.2.4 Procedure

All birds went through a series of training trials before being tested. The purpose of these trials was to accustom the subjects to the experimental environment, allowing them to locate the seeds by spontaneously switching between the feeders as well as providing the information that the location of the seed-containing feeder could not be predicted from its position in the previous session. All procedures were carried out on sets of 5 birds but the subjects were placed in the apparatus individually, except on day 1 of training (see below). Sessions started 2h after the lights came on, ended 1h before the lights turned off and took place from March to June 2012. Ten individuals were trained and tested with a short partition between feeders and another 10 with a long partition.

1.2.4.1 Training trials

On day 1, the 5 birds were placed in the experimental apparatus together for 9 h, with two feeders filled with a deep layer of millet seeds under a thin layer of millet husks, four perches and two water bottles. Beginning at the end of day 1, the birds were food-deprived in their home cages for 14 h (overnight + 2 h) and for 90 min between each training trial. Each bird performed 6 training trials per day for a mean of 29.26 ± 7.2 days of training with the short partition and 56 ± 29.3 days with the long partition. During training, one feeder contained 8 g of millet seeds mixed with 16 g of husks (1:16 volume ratio) while the other contained only 18 g of husks. The position of the feeder containing seeds was chosen randomly before trials 1, 3 and 5 and reversed for trial 2, 4 and 6. To find the seed-containing feeder the bird had to sample, and feeding from it was slow (0.076 ± 0.03 seeds/s, n= 10).

Before each training trial, the experimenter placed the subject in its home cage in front of the entrance panel of the apparatus. The experimenter then retreated from the room, started the video playback showing a still image of the feeder without any birds at each side of the partition, and lifted the panel so that the apparatus, its feeders and the video playbacks were visible from the bird's home cage. After 3 min, the cage door was opened remotely using a string and pulley system and the bird was allowed into the apparatus. A tim-

er was started once the bird started searching in one of the two feeders by moving its bill through the husks. If the bird happened to go to the husk-only feeder first, it was allowed to stay there for up to 5 min. Then, if it had not sampled the other feeder, the experimenter entered the room, gently coaxed it towards the seed-containing feeder and left the room again. Once the bird went to the seed-containing feeder, it could feed there for 5 min before being gently enticed back into its home cage by the experimenter. Training trials were repeated until the individual could locate the feeder containing seeds by spontaneously switching from one feeder to the other. A bird was deemed trained when, in 5/6 trials where it sampled the empty feeder first, it spontaneously switched away from it within 150 s. When an individual met this criterion, experimental trials and data collection started.

1.2.4.2 Experimental trials

The procedure for experimental trials was the same as for training trials, except for two differences. First, the videos played before the birds were allowed into the apparatus provided social information (SI) and showed 5 conspecifics (either feeding or non-feeding) at one feeder and a still image of a feeder without any birds at the other. There were two social information types: 1) feeding birds (hereafter referred as *FB*), in which 5 birds were feeding at the feeder and 2) non-feeding birds (hereafter referred as *NFB*), in which 5 birds were simply perching at the feeder without feeding. After 3 min the playback ceased and the screens displayed a fixed image of the feeders without any bird, as in training trials. Second, during an experimental trial neither feeder contained seeds and both were filled with 18 g of husks. Birds experienced each SI type twice in random order, providing four experimental trials per individual. Between each experimental trial, the birds took part in four training trials, following the procedure explained above, to reinforce the expectation of a seed-containing feeder before being tested again with two empty feeders.

1.2.5 Statistical analysis

Generalized linear mixed models (GLMM) were used to assess how SI affected: the first feeder chosen, the latency to switch to the other feeder and the cumulative search effort

invested in each feeder. To control for pseudoreplication due to multiple observations of the same bird, individual identity was included in all models as a random effect. All statistical analyses were done using R, version 2.15.0 (R Development Core Team 2012).

To evaluate the preference for the first feeder visited (i.e. the first feeder where the animal searched through the husks with its bill), we used a logistic regression with binomial distribution of errors using the function glmer from package lme4, in which the binary response of the position of the first feeder visited by the focal bird (0 = left, 1 = right) was modeled as a function of the position (0 = left, 1 = right) and the type of SI (0 = FB, 1 = NFB), and the interaction between position and type of SI. We could thus assess the effect of SI on patch choice by seeing whether the first choice was on the same side as the SI, and the effect of SI type by looking at the interaction between SI position and SI type, even though we make no prediction for SI type alone. In addition, to control for the possibility that the birds might be biased towards the feeder where they were last successful, the position of the seed-containing feeder in the previous training trial (0 = left, 1 = right) was included in the model, although we do not predict it will have a significant effect on the birds' first choice.

To assess the influence of SI on the latency to switch to the other feeder, the time spent searching in the first feeder visited before switching was modeled as a function of the SI type (0 = FB, 1 = NFB), whether the first feeder visited matched the position of the SI (0 = no, 1 = yes), whether it matched the position of the seed-containing feeder in the previous training trial (0 = no, 1 = yes) and the interaction between the SI type and whether the first feeder visited matched the position of SI. As in the previous analysis, we evaluated the effect of SI type using this interaction, to take into account whether or not the bird was currently at the feeder where it had observed the SI type, and made no predictions about the effect of SI type alone. In this analysis we used a negative binomial distribution and, to control for over-dispersion, we estimated p-values using penalized quasi-likelihood (Bolker et al. 2008). Observations in which a focal bird never switched were excluded ($n = 4$ with the short partition, $n = 5$ with the long partition).

Finally, we examined the cumulative search effort invested in each feeder by modeling the proportion of time spent searching for food in the feeder on the right (chosen arbitrarily) as a function of SI position (0 = left, 1 = right), SI type (0 = FB, 1 = NFB), the position of the seed-containing feeder in the previous training trial (0 = left, 1 = right), and the interaction between SI type and position. Since package lme4 does not provide a p-value for analysis with a Gaussian distribution, in this analysis we calculated the 95% Bayesian confidence intervals (i.e. 95% CI) for estimated fixed-effect coefficients in the model with Markov chain Monte Carlo methods using the mcmc.samp function from package lme4. Intervals that did not include zero were considered as being significantly different from random search.

1.3 Results

The birds were submitted to 1216 training trials lasting some 160 h, with an average of 60.8 training trials per bird. During the experimental trials the birds were observed for a total of 6 h 40 min during which they spent a total of 3 h 18 min searching for food, with an average of 144 s/trial (48% of time) in the short partition condition and 153 s/trial (51% of time) in the long partition condition. Birds in the short partition condition required less training to reach the criterion than those in the long partition (respectively 456 and 760 training trials), and during experimental trials they spent less time exploiting the first feeder visited before switching (GLMM: $\beta = -0.60 \pm 0.3$, $t = -2.36$, $p = 0.03$) and switched between feeders significantly more (GLMM: $\beta = 0.90 \pm 0.3$, $z = 3.02$, $p = 0.003$).

1.3.1 Short partition: lower sampling cost

Neither SI type (i.e. FB or NFB; $\beta = -1.09 \pm 1.02$, $z = -1.08$, $p = 0.28$) nor SI position ($\beta = -0.60 \pm 1.00$, $z = -0.60$, $p = 0.55$) affected the feeder that the bird first chose to visit, nor was there an interaction between SI type and SI position ($\beta = -0.06 \pm 1.54$, $z = -0.04$, $p = 0.97$). First choice was not affected by the position of the seed-containing feeder in the previous training trial ($\beta = -0.24 \pm 0.87$, $z = -0.27$, $p = 0.78$).

The time spent searching in the first feeder visited before switching (figure 1.2 a) was unaffected by SI type ($\beta = 0.39 \pm 0.52$, $t = 0.74$, $p = 0.47$) irrespective of whether the feeder currently searched matched SI position ($\beta = 0.50 \pm 0.58$, $t = 0.86$, $p = 0.40$) and there was no interaction between SI type and whether the feeder currently searched matched SI position ($\beta = -0.92 \pm 0.82$, $t = -1.12$, $p = 0.27$). Time spent searching in the first feeder visited before switching was not affected by whether the feeder currently searched matched the position of the seed-containing feeder in the previous training trial ($\beta = 0.20 \pm 0.43$, $t = 0.46$, $p = 0.65$).

Over the course of the whole trial, SI had no effect on the proportion of time a bird spent searching at each feeder (SI type: $\beta = 9.77 \pm 6.61$, $t = 1.48$, 95% CI = -4.40-24.72; SI behind the feeder on the right: $\beta = 0.57 \pm 6.80$, $t = 0.08$, 95% CI = -14.30-15.45; interaction between SI position and type: $\beta = -5.77 \pm 9.48$, $t = -0.61$, 95% CI = -26.41-15.16). However, birds spent significantly more time searching for food at the feeder that had also contained seeds during the previous training trial ($\beta = 18.78 \pm 5.41$, $t = 3.47$, 95% CI = 7.41-29.85, which does not include zero).

1.3.2 Long partition: higher sampling cost

Neither SI type ($\beta = -1.59 \pm 1.09$, $z = -1.46$, $p = 0.14$) nor SI position ($\beta = -0.39 \pm 1.00$, $z = -0.40$, $p = 0.69$) affected the choice of the first feeder, and the interaction between SI type and position was also not significant ($\beta = 0.08 \pm 1.44$, $z = 0.05$, $p = 0.96$). However, birds were more likely to visit first the feeder that contained seeds in the previous training trial ($\beta = 1.77 \pm 0.80$, $z = 2.21$, $p = 0.03$).

In contrast to the results with the short partition, when birds had to fly around a long partition to sample, the amount of time that they spent searching in the first feeder before leaving it was affected by SI type (FB: $\beta = 1.06 \pm 0.31$, $t = 3.44$, $p = 0.003$) and SI position ($\beta = 0.98 \pm 0.33$, $t = 2.99$, $p = 0.007$). When the first feeder visited matched the position of the SI, focal birds searched longer before switching, and when the first feeder visited was opposite to SI, they switched sooner. Finally, the interaction between SI type and whether the position of SI matched the individual's first choice was highly statistically significant ($\beta = -1.93 \pm$

0.46, $t = -4.17$, $p = 0.0004$). When the first patch visited coincided with the position of the SI, the time spent searching before switching was longer if individuals had seen FB and shorter if they had seen NFB. When the position of the SI did not coincide with the patch chosen, individuals switched sooner if they had seen FB, and switched later if they had seen NFB (figure 1.2 b). The time spent searching in the first feeder visited before leaving it was not affected by whether or not the first patch chosen had contained seeds in the previous training trial ($\beta = 0.25 \pm 0.26$, $t = 0.97$, $p = 0.34$).

The proportion of time spent searching for seeds in each feeder was not affected by either the SI type ($\beta = -0.75 \pm 8.95$, $t = -0.08$, 95% CI = -21.44-19.21) or SI position ($\beta = 0.53 \pm 8.83$, $t = 0.06$, 95% CI = -19.90-20.41), and there was no significant effect of the interaction between SI type and position ($\beta = -0.85 \pm 12.50$, $t = -0.07$, 95% CI = -28.99-27.88). However, as in the short partition condition, individuals spent significantly more time searching for seeds in the feeder that had contained seeds during the previous training trial ($\beta = 15.23 \pm 6.51$, $t = 2.34$, 95% CI = 0.24-29.42, which does not include zero).

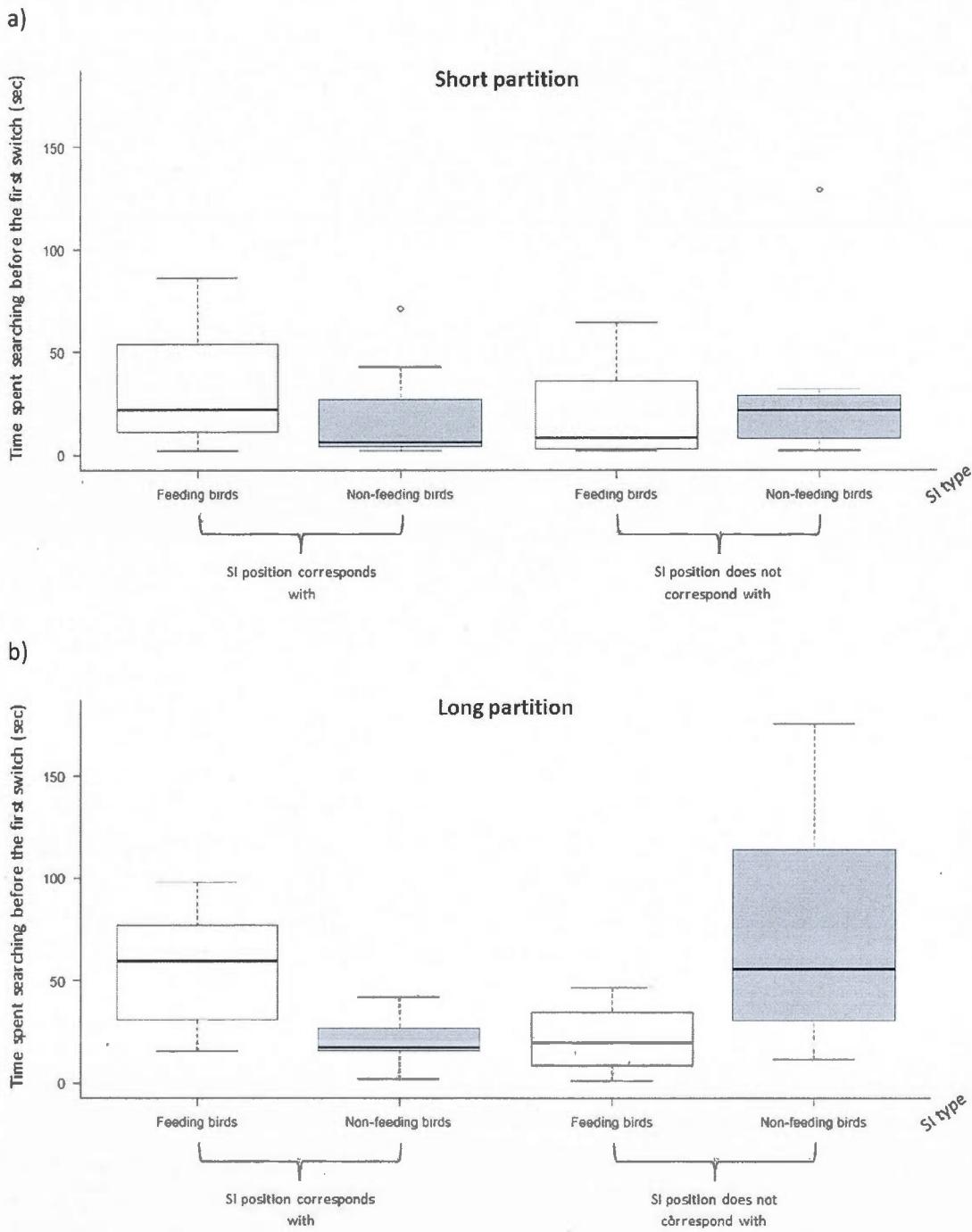


Figure 1.2: Time spent searching in the first feeder visited before switching as a function of SI type (feeding or non-feeding birds) when the first feeder visited corresponds and does not correspond with SI position, in short (a; N=10) and a long partition (b; N=10) conditions. In the whisker plots, the thick line represents the median, the bottom and top of the box show the first and third quartiles, respectively, the whiskers represent 1.5 times the interquartile range of the data and the empty dots represent the outliers.

1.4 Discussion

In our study, when the cost of personally sampling patches was low, social information did not influence the birds' foraging decisions. The location of the food in the last training trial did not affect the first choice of feeder or the latency to switch, but did affect the overall sampling effort in the two feeders, suggesting that when sampling failed to produce any reliable personal information about the location of food, the birds' patch preference was increasingly influenced by the memory of the position of the last seed-containing feeder. Even when the cost of sampling was high, social information still did not influence the initial patch choice, in contrast to the results of an earlier study on a closely related species (Rieucau & Giraldeau 2009a). Instead, when the cost of sampling was high, the birds' initial patch choice was affected by the memory of the position of the last seed-containing feeder, even though in our experiment this position had no predictive value. However, when the cost of sampling was high, social information affected the sampling persistence in the first patch visited, and had a complex effect depending on both its type and position. When the birds were at the patch where they had seen birds in the video, they stayed longer when the birds had been feeding, but switched sooner when the birds had not been feeding. When the birds had seen birds in the video at the opposite patch, the effect of social information type was reversed: they persisted longer when the birds in the video at the other patch had not been feeding and switched sooner if the birds in the video at the other patch had been feeding. As was true with low sampling costs, when sampling failed to produce any reliable personal information about the location of food, the birds' overall patch preference was influenced by the memory of the position of the last seed-containing feeder experienced. The behavior performed by our test subjects allowed them to limit the costs of using incorrect social information by personally adjusting their behavior to the current environmental conditions and avoiding the possibility of being engaged in an incorrect informational cascade.

1.4.1 Social information is used only when personal information is costly

Animals tested under low sampling costs did not rely on social information. In fact, previous studies on foraging behavior in fish (Laland & Williams 1998, Coolen *et al.* 2003), birds (Templeton & Giraldeau 1996) and mammals (Galef & Whiskin 1998) also show that animals rely on social information only when the acquisition of personal information is costly in terms of energy, time or predation risk. Our birds were capable of being influenced by social information; however, the effect was limited to the high sampling cost condition. Our experiment, therefore, adds to the growing body of evidence that animals capable of using social information, only do so when personal information is costly to acquire.

1.4.2 Initial patch choice is not a reliable indicator of social information use

Even though we document an effect of social information in the high sampling cost condition, the effect we observe is unusual and complex. Several studies documenting an effect of social information do so by showing that it influences initial patch choice (Lachlan *et al.* 1997, Kendal *et al.* 2004, Rieucau & Giraldeau 2009a). Our results are unusual in that the birds' initial patch choice relied more on the position of the last seed-containing patch experienced rather than the position of social information. It is important to point out that during the previous training trials patch position was determined randomly, and so could not provide any information as to the position of the seed-containing patch in the next trial. Why the birds in our study preferred to base their choice on unreliable personal information instead of on social information remains a puzzle.

One potential explanation could be that the birds depicted in our videos were not perceived as real conspecifics. This is unlikely, however, given that the position and behavior of conspecifics in the videos affected the birds' initial persistence at a patch. Another explanation may be that our partition did not increase the costs of sampling sufficiently to affect the birds' first patch choice. For instance, in Rieucau & Giraldeau's (2009a) experiment the birds were not allowed to sample and could thus visit only one of the two feeders, a procedure that may have imposed a near infinite sampling cost. Although possible, if this were really

the case then perhaps using only the first patch choice as a test for social information use should be limited only to designs where the sampling costs are very large. Whatever mechanism the animals use to choose the first patch to visit, our results demonstrate that future investigations of social information use should not be limited simply to first patch choice.

1.4.3 Patch departure decision is affected by both position and type of social information

Our results show that zebra finches perceive feeding and non-feeding conspecifics differently, and that both the position of social information and its type influenced the birds' persistence at sampling an empty patch. Our results are partially consistent with those reported by Smith *et al.* for red crossbills (*Loxia curvirostra*) foraging with other birds in a two-patch environment. The crossbills delayed switching away from an empty patch when they had seen conspecifics feeding there but departed sooner from a good patch if they saw conspecifics leaving it and starting to feed from the other patch (Smith *et al.* 1999).

The response of our subjects to feeding and non-feeding conspecifics can have two different interpretations: first, social information could have been perceived as an indicator of food presence at the patch, and the social information provided by feeding birds was more persuasive than that provided by non-feeding birds. Alternatively, feeding birds may have been taken as an indication of food presence while non-feeding birds were taken as indicating absence of food. When the first patch visited was at the same place as the birds in the videos, birds that had observed feeding birds delayed their departure as if the feeding birds had increased their confidence that food must be present, despite a run of negative sampling. However, birds that had seen non-feeding birds at their current patch departed sooner, as if having seen non-feeding birds added to the animal's confidence in its own negative sampling information. Furthermore, since the birds had been trained to expect one empty patch and one full one, when they chose to visit first the patch opposite to the one where they had seen birds in the videos, having seen feeding birds at the other patch could have increased their confidence that the lack of success at the current patch indicated it was empty. Similarly, if the video at the other patch had shown non-feeding birds, then they

persisted longer without success in the current patch, as if the social information had indicated that the other patch was the empty one.

In order to discriminate which of these two interpretations can better explain the behavior of our subjects, it would be necessary to design a similar experiment including trials where the video screens show no birds behind either feeders, and compare them with the trials where the screens show non-feeding birds. If the first interpretation is true, and non-feeding birds are perceived as a signal of food presence at a patch, focal individuals should stay longer searching in the first feeder visited when its position coincides with that of non-feeding conspecifics, compared to when social information is absent. Alternatively, if non-feeding birds are perceived as a signal of food absence at the patch where they are projected, then focal birds should switch sooner to the other feeder when non-feeding conspecifics were projected at the patch currently searched, and should switch later when they were projected behind the opposite feeder.

1.4.4 Overall sampling effort is influenced by unreliable personal past experience

If we consider the cumulative search effort invested in each feeder position, social information had no effect and zebra finches spent more time searching for food at the feeder whose position matched that of the seed-containing feeder in the previous training trial, in both the short and long partition groups.

Given that the feeders contained no food during an experimental trial, sampling never provided information that food was present at the sampled location. It also allowed the birds to realize that any social information that seemed to indicate the presence of food was incorrect. Zebra finches therefore remained influenced by social information only briefly, until their current sampling convinced them that no food was available at the position indicated by social information. As a result, the animals' behavior was increasingly influenced by their memory of the position of the last seed-containing patch, even though this strategy was no more rewarding than using social information. This foraging strategy could perhaps be a hard-wired fallback rule used when all else fails and could be relevant to the natural

circumstances in which the animals feed in the wild. It would be useful in situations where a food patch in which individuals previously found seeds could be poor and extremely depleted, but seldom completely empty. It is possible that our domesticated zebra finches retained this strategy and kept searching for food in the feeder where they were previously successful, despite their lack of success.

1.4.5 Conclusion and future perspectives

Social information is often depicted as a backup, a “plan B”, to be used when personal sampling is too costly or unreliable. In the current study we show that the decision to rely on personal information or to follow social information can be a dynamic process and individuals can switch flexibly from one to the other depending on the perceived reliability of the two. Researchers often assume that using social information is adaptive and reduces the costs associated with the acquisition or the use of personal information. However, social information can be incorrect and generate sub-optimal behaviors or lead to incorrect informational cascades causing fitness-related costs (Giraldeau et al. 2002, Giraldeau & Rieucau 2011). Thus, animals have to constantly evaluate the accuracy of both personal information and social information in order to decide which one to use and thereby maximize their success. The fact that our test subjects did not use social information for selecting the first feeder to visit and disregarded social information when sampling provided evidence of its inaccuracy allowed them to avoid following incorrect social information and ending up in an incorrect informational cascade. Our results confirm that social information is employed as a “plan B” but suggest that when animals obtain personal information indicating that the social information is inaccurate they may then adopt a “plan C” disregarding it as well, thus limiting the costs of using incorrect social information and adjusting their behavior to the current environmental conditions. Future studies should integrate the potential for animals to evaluate the accuracy of social information in a dynamic way, and determine how animals modify their behavior in order to enhance their individual success when faced with unreliable social information.

CONCLUSION

Cette étude confirme les prédictions théoriques (Boyd & Richerson 1985, 1988, Laland 2004) et les résultats expérimentaux (ex. Coolen *et al.* 2003, 2005, Kendal *et al.* 2004) selon lesquels les animaux se rallient à l'information sociale lorsque les coûts associés à l'acquisition de l'information personnelle augmentent. De plus, notre étude confirme aussi que l'information sociale est utilisée principalement comme « plan B », lorsque le comportement fondé sur l'information personnelle ne permet pas à l'individu d'avoir du succès (Laland 2004). Les animaux dans notre expérience n'ont employé l'information sociale que dans leur décision de quitter la parcelle lorsque l'échantillonnage personnel était coûteux, et ceci seulement pour un temps limité. En effet, l'échantillonnage personnel permettait aux individus d'acquérir des indices sur l'absence de graines dans la mangeoire échantillonnée et, en même temps, d'évaluer la précision de l'information sociale, laquelle était éventuellement ignorée. À notre connaissance, c'est la première fois qu'un tel usage dynamique d'information a été observé; ceci pourrait être un important mécanisme adaptatif permettant aux animaux de réduire les coûts associés à l'usage d'information sociale erronée, ainsi que de rester engagés dans des cascades d'information.

L'entraînement auquel nos sujets ont été soumis faisait en sorte qu'ils n'avaient aucune information à priori permettant de prévoir la position de la mangeoire contenant des graines. Dans cette situation on avait prévu que, lors du choix initial de la mangeoire, les animaux auraient porté attention à l'information sociale, ce qui n'a pas été le cas. En ne se ralliant pas à l'information sociale quand c'était la seule information disponible, nos sujets ont évité de copier les décisions erronées des congénères et de rester engagés dans une cascade d'information. Il est possible que le coût d'échantillonnage généré par notre dispositif était trop faible, même avec une partition longue. En effet, l'entraînement permettait aux individus de pratiquer les compétences nécessaires pour chercher les graines ainsi que pour passer d'une mangeoire à l'autre et ceci pourrait avoir réduit les bénéfices de porter attention à l'information sociale. Des études futures devraient tester si des diamants man-

darins qui n'ont pas été entrainés à passer d'une mangeoire à l'autre utilisent ou pas l'information sociale. Dans ces conditions, les coûts d'un mauvais choix seraient très élevés et les individus devraient alors porter attention au comportement des congénères.

Le comportement de nos sujets testés avec la partition longue lors du choix initial de la mangeoire est très différent de celui du capucin damier (*L. punctulata*, Rieucau & Giraldeau 2009a), espèce phylogénétiquement proche du diamant mandarin. Par contre, la réponse comportementale de nos oiseaux est similaire à celle des merles noirs (*Turdus merula*) choisissant entre une parcelle riche et une pauvre (Smith *et al.* 2001). Dans cette expérience, les oiseaux choisissaient de retourner à la parcelle qui dans le dernier essai contenait de la nourriture. Les auteurs suggèrent qu'en nature un individu rassasié quittant une parcelle avant qu'elle soit complètement vide pourrait ensuite y retourner et reprendre son activité d'approvisionnement. Dans notre expérience, les mangeoires contenaient une quantité de graines supérieure à celle requise par un diamant mandarin adulte (Zann 1996) et pendant un essai expérimental les individus n'étaient pas en mesure de les vider complètement. C'est donc plausible que les oiseaux retournent à la mangeoire où ils avaient précédemment eu du succès afin de reprendre leur activité d'alimentation, même si la position de la nourriture dans le dernier essai ne permettait pas de prévoir sa position à l'essai d'après. D'un autre côté, il est possible que la décision de retourner à la dernière parcelle où les individus ont trouvé des graines soit un effet dû à un manque de puissance statistique, à cause de la taille réduite de notre échantillon. Il serait nécessaire de répéter l'expérience en augmentant la taille de l'échantillon et déterminer si le résultat observé peut être répliqué.

L'usage d'information sociale observé dans la décision de quitter la première mangeoire choisie suggère que même si les sujets n'ont pas employé ce type d'information lors du premier choix, ils en ont quand-même conservé la mémoire. Lorsqu'un individu fait son choix initial, son échantillonnage personnel lui fournit de l'information concernant la présence/absence de nourriture. Dans le cas où le comportement performé par l'individu ne lui permet pas d'avoir de succès (i.e. il ne trouve pas de graines), il utilise alors l'information sociale (Laland 2004), ce qui a été le cas.

En 2009, Rieucau et Giraldeau ont montré expérimentalement que des capucins damiers (*L. punctulata*) pouvaient s'engager dans les premiers événements d'une cascade d'information en ignorant une information personnelle fiable afin de copier les décisions des congénères. Cependant, une cascade d'information se formerait plus rapidement lorsque les individus auraient accès à une information sociale ambiguë (Bikhchandani *et al.* 1992) ou encore n'auraient pas la possibilité d'acquérir de l'information personnelle. Le mélange de graines de millet et écales employé dans cette étude créait une condition où l'acquisition d'information personnelle était lente et ambiguë. Cependant, cette condition n'a pas été suffisante pour la formation d'une cascade d'information. Les résultats de notre étude confirment donc que l'accès aux mangeoires et la possibilité d'acquérir de l'information personnelle diminuent les chances de formation d'une cascade d'information basée sur une information incorrecte, car les individus ont été en mesure d'évaluer personnellement la précision de l'information sociale et d'ajuster leur comportement.

Giraldeau *et al.* (2002) ont proposé que la propension à utiliser l'information sociale dépend des coûts à rester engagé dans une cascade d'information erronée. La prochaine étape serait donc de refaire l'expérience décrite dans cette étude en présentant aux oiseaux deux mangeoires contenant un mélange de graines et écales (pas seulement une) et de varier la différence de qualité entre les deux. En ayant accès à la nourriture n'importe quelle mangeoire est choisie, les coûts d'un mauvais choix diminueraient et les chances de formation d'une cascade d'information augmenteraient. Dans ce cas on prévoit que, lorsque la différence entre les deux mangeoires diminue, les individus seraient plus enclins à se conformer au groupe, même à une information sociale incorrecte.

Jusqu'à présent, l'information sociale a souvent été considérée comme une source d'information profitable, utilisée au cas où l'apprentissage personnel est couteux ou ambiguë. Malgré plusieurs travaux théoriques (ex. Giraldeau *et al.* 2002, Giraldeau & Rieucau 2011, Dubois *et al.* 2012) peu d'études empiriques explorent les conséquences de l'usage d'information sociale incorrecte. À l'avenir, les expériences sur l'usage d'information devraient explorer les conditions dans lesquelles les animaux sont enclins à suivre une infor-

mation sociale incorrecte ainsi que déterminer comment les animaux influencés par ce type d'information évaluent sa précision et modifient leur comportement afin d'augmenter leur succès et limiter les coûts associés à son utilisation. De plus, il sera important de tenir compte du fait que l'information sociale peut avoir un effet tardif et les expériences devraient durer assez longtemps pour déterminer si les sujets n'emploient pas l'information sociale ou s'ils en ont retenu la mémoire pour l'utiliser plus tard.

BIBLIOGRAPHIE

- Adret, P. 1997. "Discrimination of video images by zebra finches (*Taeniopygia guttata*): direct evidence from song performance", *Journal of Comparative Psychology*, vol. 111, p. 115-125.
- Airey, D. C. et T. J. DeVoogd. 2000. "Greater song complexity is associated with augmented song system anatomy", *Neuroreport*, vol. 11, p. 1749-1754.
- Anderson, L. R. et C. A. Holt. 1997. "Information cascades in the laboratory", *The American Economic Review*, vol. 87, p. 847-862.
- Baird, T. A., C. H. Ryer et B. L. Olla. 1991. "Social enhancement of foraging on an ephemeral food source in juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*", *Environmental Biology of Fishes*, vol. 31, p. 307-311.
- Bauchamp, G. 2001. "Consistency and flexibility in the scrounging behaviour of zebra finches", *Canadian Journal of Zoology*, vol. 79, p. 540-544.
- Bikhchandani, S., D. Hirshleifer et I. Welch. 1992. "A theory of fads, fashion, custom and cultural change as informational cascades", *Journal of Political Economy*, vol. 100, p. 992-1026.
- Bikhchandani, S., D. Hirshleifer et I. Welch. 1998. "Learning from the behavior of others: conformity, fads and informational cascades", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, p. 151-170.
- Böhner, J. 1990. "Early acquisition of song in the zebra finch, *Taeniopygia guttata*", *Animal Behaviour*, vol. 39, p. 369-374.
- Bolker, B. M., M. E. Brooks, C. J. Clark, S. W. Geange, J. R. Poulsen, M. H. H. Stevens et J. -S. S. White. 2008. "Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution", *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 24, p. 127-135.
- Boogert, N. J., L. -A. Giraldeau et L. Lefebvre. 2008. "Song complexity correlates with learning ability in zebra finch males", *Animal Behaviour*, vol. 76, p. 1735-1741.
- Boulinier, T. et Danchin, E. 1997. "The use of conspecific reproductive success for breeding patch selection in terrestrial migratory species", *Evolutionary Ecology*, vol. 11, p. 505-517.

- Boyd, R. et P. J. Richerson. 1985. "The origin and evolution of cultures", Oxford, Oxford University Press.
- Boyd, R. et P. J. Richerson. 1988. "The evolution of reciprocity in sizable groups", *Journal of Theoretical Biology*, vol. 132, p. 337-356.
- Bowmaker, J. K., L. A. Heath, S. E. Wilkie et D. M. Hunt. 1997, "Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptor in the retinas of birds", *Vision Research*, vol. 37, p. 2183-2194.
- Brazas, M. L. et B. Shimizu. 2002. "Significance of visual cues in choice behavior in the female zebra finch (*Taeniopygia guttata castanotis*)", *Animal Cognition*, vol. 5, p. 91-95.
- Campbell, D. L. M. et M. E. Hauber. 2009. "The disassociation of visual and acoustic conspecific cues decreases discrimination by female zebra finches (*Taeniopygia guttata*)", *Journal of comparative Psychology*, vol 123, p. 310-315.
- Chen, D. M. et T. H. Goldsmith. 1986. "Four spectral classes of cone in the retinas of birds", *Journal of Comparative Physiology A- neuroethology Sensory Neutral and Behavioral Physiology*, vol. 159, p. 473-479.
- Clark, C. W. et M. Mangel. 1984. "Foraging and flocking strategies: information in uncertain environments", *American Naturalist*, vol. 123, p. 626-641.
- Clark, C. W. et M. Mangel. 1986. "The evolutionary advantages of group foraging", *Theoretical Population Biology*, vol. 30, p. 45-75.
- Clark, D. L. et G. W. Uetz. 1993. "Signal efficacy and the evolution of male dimorphism in the jumping spider *Maevia inclemens*", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 90, p. 11954-11957.
- Coolen, I., Y. van Bergen , R. Day et K. N. Laland. 2003. "Species difference in adaptive use of public information in sticklebacks", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 270, p. 2413-2419.
- Coolen, I., A. J. W. Ward, P. J. B. Hart et K. N. Laland. 2005. "Foraging nine-spined sticklebacks prefer to rely on public information over simpler social cues", *Behavioral Ecology*, vol. 16, p. 865-870.
- Cuthill, I. C., N. S. Hart, J. C. Partridge, A. T. D. Bennet, S. Hunt et S. C. Church. 2000. "Avian colour vision and avian video playback experiments". *Acta Ethologica*, vol. 3, p. 29-37.
- D'Eath, R. 1998. "Can video images imitate real stimuli in animal behaviour experiments?", *Biological Reviews*, vol. 73, p. 267-292.

- Dall, S. R. X., L. -A. Giraldeau, O. Ollson, J. M. McNamara et D. W. Stephens. 2005. "Information and its use by animals in evolutionary ecology", *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 20, p. 187-193.
- Danchin, E., D. Heg et B. Doligez. 2001. "Public information and breeding habitat selection". In *Dispersal*, sous la dir. de J. Clobert, E. Danchin, A. A. Dhondt, J. Nichols, p. 243-258, Oxford : Oxford University Press éditeur.
- Danchin, E., L. -A. Giraldeau, T. J. Valone et R. H. Wagner. 2004. "Public information: from nosy neighbors to cultural evolution", *Science*, vol. 305, p. 487-491.
- Doligez, B., C. Cadet , E. Danchin et T. Boulinier. 2003. "When to use public information for breeding habitat selection? The role of environmental predictability and density dependence", *Animal Behaviour*, vol. 66, p. 973-988.
- Drullion, D. et F. Dubois. 2008. "Mate-choice copying by female zebra finches, *Taeniopygia guttata*: what happens when model females provide inconsistent information?", *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 63, p. 269-276.
- Dubois, F. 2007. "Mate choice copying in monogamous species: should females use public information to choose extrapair mates?", *Animal Behaviour*, vol. 74, p. 1785-1793.
- Dubois, F. et L. -A. Giraldeau .2005. "Fighting for resources: the economics of defense and appropriation", *Ecology*, vol. 86, p. 3-11.
- Dinois, F., D. Drullion et K. Witte. 2012. "Social information use may lead to maladaptive decisions: a game theoretic model", *Behavioral Ecology*, vol. 23, p. 225-231.
- Feldman, M. W., Aoki, K. et Kumm, J. 1996. "Individual versus social learning: evolutionary analysis in a fluctuating environment", *Anthropological Sciences*, vol. 104, p. 209-231.
- Fleishman, L. J., W. J. McClintock, R. B. D'Eath, D. H. Brainard et J. A. Endler. 1997. "Colour perception and the use of video playback experiments in animal behaviour", *Animal Behaviour*, vol. 56, p. 1035-1040.
- Fleishman, L. J. et J. A. Endler. 2000. "Some comments on visual perception and the use of video playback in animal behavior studies", *Acta Ethologica*, vol. 3, p. 15-27.
- Galef, B. G. Jr. et E. E. Whiskin. 1998. "Limits on social influence on food choices of Norway rats", *Animal Behaviour*, vol. 56, p.1015-1020.
- Galef, B. G. Jr. et L. -A. Giraldeau. 2001. "Social influences on foraging in vertebrates: causal mechanisms and adaptative functions", *Animal Behaviour*, vol. 61, p. 3-15.

- Galoch, Z. et H. -J. Bischof. 2006. "Zebra finches actively choose between live images of conspecifics", *Ornithological Science*, vol. 5, p. 57-64.
- Giraldeau, L. -A. 1997. "The ecology of information use". In Behavioural ecology an evolutionary approach, 4^{ème} édition sous la dir. de J. R. Krebs et N. B. Davies, p. 42-68. London: Blackwell éditeur.
- Giraldeau, L. -A., J. A. Hogan et M. J. Clinchy. 1990. "The payoffs to producing and scrounging: what happens when patches are divisible?", *Ethology*, vol. 85, p. 132-146.
- Giraldeau, L. -A., T. Caraco et T. J. Valone. 1994. "Social foraging: individual learning and cultural transmission of innovations", *Behavioral Ecology* vol. 5, p. 35-43.
- Giraldeau, L. -A., T. J. Valone et J. J. Templeton. 2002. "Potential disadvantages of using socially acquired information", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 357, p. 1559-1566.
- Giraldeau, L. -A. et G. Rieucau. 2011. "Exploring the costs and benefits of social information use: an appraisal of current experimental evidence", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 366, p. 949-957.
- Hirshleifer, D. 1995. "The blind leading the blind: social influence, fads, and informational cascades". In The New Economics of Human Behaviour, édition sous la dir. de K. Ierulli et M. Tommasi, p. 188-215. Cambridge University Press.
- Ikebuchi, M. et K. Okanoya. 1999. "Male zebra finches and bengalese finches emit directed songs to the video images of conspecific females projected onto a TFT display", *Zoological Science*, vol. 16, p. 63-70.
- Kendal, R. L., I. Coolen et K. N. Laland. 2004. "The role of conformity in foraging when personal and social information conflict", *Behavioral Ecology*, vol. 15, p. 269-277.
- Kendal, R. L., I. Coolen, Y. van Bergen et K. Laland. 2005. "Trade-offs in the adaptive use of social and asocial learning", *Advances in the Study of Behavior*, vol. 35, p. 333-379.
- Lachlan, R. F., L. Crooks et K. N. Laland. 1998. "Who follows whom? Shoaling preferences and social learning of foraging information in guppies", *Animal Behaviour*, vol. 56, p. 181-190.
- Laland, K. N. 2004. "Social learning strategies", *Learning and Behavior*, vol. 32, p. 4-14.
- Laland, K. N. et K. Williams. 1998. "Social transmission of maladaptive information in the guppy", *Behavioral Ecology*, vol. 9, p. 493-499.

- Lemon, W. C. 1993. "The energetics of lifetime reproductive success in the zebra finch *Taeniopygia guttata*", *Physiological Zoology*, vol. 66, p. 946-963.
- Maddocks, S. A., A. R. Goldsmith et I. C. Cuthill. 2001. "The influence of flicker rate on plasma corticosterone levels of European starlings, *Sturnus vulgaris*", *General and Comparative Endocrinology*, vol. 124, p. 315-320.
- McGregor, P. K. 2000. "Playback experiments: design and analysis". *Acta Ethologica*, vol. 3, p. 3-8.
- Mathot, K. J. et L. -A. Giraldeau. 2008. "Increasing vulnerability to predation increases preference for the scrounger foraging tactic", *Behavioral Ecology*, vol. 19, p. 131-138.
- Mottley, K. et C. Heyesé 2003. "Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) copy virtual demonstrators in a two-action test", *Journal of Comparative Psychology*, vol. 117, p. 363-370.
- McKinnon, J. S. et J. D. McPhail. 1996. "Male aggression and colour in divergent populations of the threespine stickleback: experiments with animations", *Canadian Journal of Zoology*, vol. 74, p. 1727-1733.
- Noth, M. et M. Weber. 2003. "Information aggregation with random ordering: cascades and overconfidence", *The Economic Journal*, vol. 113, p. 166-189.
- Olivieria, R. F., G. G. Rosenthal, I. Schlupp, P. K. McGregor, I. C. Cuthill, J. A. Endler, L. J. Fleishman, J. Zeil, E. Barata, F. Burford, D. Gonçalves, M. Haley, S. Jakobsson, M. D. Jenions, K. E. Korner, L. Lindstrom, T. Peake, A. Pilastro, D. S. Pope, S. G. B. Roberts, C. Rowe, J. Smith et J. R. Waas. 2000. "Considerations on the use of video playbacks as visual stimuli: the Lisbon workshop consensus", *Acta Ethologica*, vol. 3, p. 61-65.
- Reby, D., K. McComb, B. Cargnelutti, C. Darwin, W. T. Fitch et T. Clutton-Brock. 2005. "Red deer stags use formants as assessment cues during intrasexual agonistic interactions", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 272, p. 941-947.
- Rieucau, G. et L. -A. Giraldeau. 2009a. "Persuasive companions can be wrong: the use of misleading social information in nutmeg mannikins", *Behavioral Ecology*, vol. 20, p. 1217-1222.
- Rieucau, G. et L. -A. Giraldeau. 2009b. "Video playback and social foraging: simulated companions produce the group size effect in nutmeg mannikins", *Animal Behaviour*, vol. 78, p. 961-966.
- Rosenthal, G. G. 2000. "Design considerations and techniques for constructing video stimuli", *Acta Ethologica*, vol. 3, p. 49-54.

- Smith, J. W., C. W. Benkman et K. Coffey. 1999. "The use and misuse of public information by foraging red crossbills", *Behavioral Ecology*, vol. 10, p. 54-62.
- Smith, R. D., G. D. Ruxton et W. Cresswell. 2001. "Patch choice decisions of wild blackbirds: the role of preharvest public information", *Animal Behaviour*, vol. 61, p. 1113-1124.
- Stephens, D. W. 1989. "Variance and the value of information", *American Naturalist*, vol. 134, p. 128-140.
- Swaddle, P., L. McBride et S. Malhotra. 2006. "Female zebra finches prefer unfamiliar males but not when watching noninteractive video", *Animal Behaviour*, vol. 72, p. 161-167.
- Templeton, J. J. et L. -A. Giraldeau. 1995. "Patch assessment in foraging flocks of European starlings: evidence for the use of public information", *Behavioral Ecology*, vol. 6, p. 65-72.
- Templeton, J. J. et L. -A. Giraldeau. 1996. "Vicarious sampling : the use of personal and public information by starlings foraging in a simple patchy environment", *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 38, p. 105-114.
- Valone, T. J. 1989. "Group foraging, public information and patch estimation", *Oikos*, vol. 56, p. 357-363.
- Valone, T. J. 1991. "Bayesian and prescient assessment: foraging with pre-harvest information", *Animal Behaviour*, vol. 41, p. 569-577.
- Valone, T. J., J. J. Templeton. 2002. "Public information for the assessment of quality: a widespread social phenomenon", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 357, p. 1549-1557.
- Van Bergen, Y., I. Coolen et K. N. Laland. 2004. "Nine-spined sticklebacks exploit the most reliable source when public and private information conflict", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 271, p. 957-962.
- Veen, J. 1977. "Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern", *Behaviour (supplement)*, vol. 20, p. 1-193.
- Vorobyev, M., D. Osorio, A.T.D. Bennett, N. J. Marshall et I. C. Cuthill. 1998. "Tetrachromacy, oil droplets and bird plumage colours", *Journal of Comparative Physiology A- neuroethology Sensory Neutral and Behavioral Physiology*, vol. 183, p. 621-633.
- Witte, K. et K. B. Klink. 2005. "No pre-existing bias in sailfin molly females, *Poecilia latipinna*, for a sword in males", *Behaviour*, vol. 142, p. 283-303.

Zann, R. A. 1996. "The zebra finch: a synthesis of field and laboratory studies", Oxford, Oxford University Press éditeur.