

BIOL 3363
ORNITHOLOGIE

NOTES DE COURS

par Stéphan Reeb

**Département de biologie
Université de Moncton
Moncton, N.-B., Canada**

**Première édition partielle : 1991
Première édition complète : 2018
Dernière révision : 2021**

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1	La littérature en ornithologie	1
Chapitre 2	Identification des oiseaux sur le terrain	3
Chapitre 3	Liste des espèces d'oiseaux à identifier dans le cours	8
Chapitre 4	Les noms anglais et français des oiseaux du Canada	9
Chapitre 5	Méthodes d'étude en ornithologie	25
Chapitre 6	Évolution et classification	31
Chapitre 7	Plumes et mue	36
Chapitre 8	Le vol	45
Chapitre 9	Cris et chant	52
Chapitre 10	Territorialité	60
Chapitre 11	Nids, œufs, incubation, soins aux jeunes	65
Chapitre 12	Parasitisme des nids	77
Chapitre 13	Accouplement	80
Chapitre 14	Migration et orientation	86
Chapitre 15	Rythmes et activités saisonnières.	96
Chapitre 16	La vie en groupe.	100
Chapitre 17	Comportement et intelligence.	108
Chapitre 18	Anatomie interne	116
Chapitre 19	Nourriture et digestion	125
Chapitre 20	Vision	130
Chapitre 21	Odeur	138
Chapitre 22	Ouïe	143
Chapitre 23	Thermorégulation	148
Chapitre 24	Écologie des populations et conservation	150
Chapitre 25	Oiseaux et humains	158
Chapitre 26	Détails sur certaines familles d'oiseaux.	163

CHAPITRE 1

La littérature en ornithologie

Les oiseaux sont des animaux qui fascinent non seulement les ornithologues professionnels mais aussi le grand public. Cela vient probablement du fait que les oiseaux sont habituellement :

- diurnes, tout comme nous;
- colorés, relativement gros, et donc faciles à voir;
- souvent bruyants (incluant de beaux chants), donc faciles à trouver;
- pas particulièrement dangereux;
- abondants et diversifiés;
- souvent gardables en captivité.

Comparez cela avec les :

- mammifères, qui sont habituellement nocturnes, relativement rares, et souvent dangereux;
- poissons, qui sont durs à voir en nature;
- insectes, qui sont durs à voir, parfois dangereux, ou le sujet de phobies.

Par conséquent la littérature en ornithologie est abondante, aussi bien au niveau professionnel (articles scientifiques) qu'au niveau de la vulgarisation scientifique pour le grand public.

Manuels présents à la Bibliothèque Champlain :

- 1) Gill, F.B. 2007. Ornithology, 3e édition. W.H. Freeman, New York. QL 673 G515 à la bibliothèque Champlain.
- 2) Lovette, I.J., et Fitzpatrick, J.W. (eds.). 2016. Cornell Lab of Ornithology's Handbook of Bird Biology, 3e édition. John Wiley & sons, West Sussex. QL 673 C67.
- 3) Pettingill, O.S. 1985. Ornithology in Laboratory and Field, 5e édition. Academic Press, Orlando. QL 677.5 P488.
- 4) Scott, G. 2010. Essential Ornithology. Oxford University Press, Oxford. QL 673 S275.
- 5) Welty, J.C, et Baptista, L. 1988. The Life of Birds, 4e édition. Saunders College Publ., New York. QL 673 W38.

Brochures à la Bibliothèque Champlain :

Visitez la section des fascicules et brochures à la bibliothèque Champlain pour une série de documents sur diverses espèces. Cette série s'appelle "*Birds of North America*" et elle est éditée par A. Poole et F. Gill. La cote est BRO QL 1. Vous pouvez aussi consulter les versions mises à jour en ligne : <https://birdsoftheworld.org/bow/home> .

Encyclopédies et atlas à la Bibliothèque Champlain :

- 1) Erskine, A.J. 1992. Atlas of breeding birds of the Maritime provinces. Nimbus Publ./Nova Scotia Museum, Halifax. QL 685 M37 à la Bibliothèque Champlain.
- 2) Godfrey, W.E. 1986. Les oiseaux du Canada, édition révisée. Musées Nationaux du Canada, Ottawa. QL 685 G63.
- 3) Gauthier, J. et Aubry, Y (sous la direction de). 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association Québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service Canadien de la Faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal. QL 685.5 Q4 O57 dans la section Référence.
- 4) Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. & Christie, D.A. eds. 1992-2011. Handbook of the Birds of the World. Vols. 1-16. Lynx Edicions, Barcelona. QL 672.2 H236 dans la section Référence.

Reuves scientifiques spécialisées en ornithologie :

Ornithology (anciennement: The Auk)	Bird Study
Ornithological Applications (anciennement: The Condor)	Journal of Avian Biology
The Wilson Journal of Ornithology (anciennement: The Wilson Bulletin)	Ibis

Plusieurs revues spécialisées en zoologie, écologie, comportement animal, aménagement de la faune, ou physiologie publient également des articles scientifiques sur les oiseaux.

Sites web et magazines:

QuébecOiseaux <https://www.quebecoiseaux.org/fr/>
 Birds of the World <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
 Audubon Magazine <http://www.audubon.org/menu/audubon-magazine>
 Living Bird Magazine <https://www.allaboutbirds.org/living-bird-latest-issue/>
 BirdWatching <https://www.birdwatchingdaily.com/the-magazine/subscriptions-and-digital-editions/>

Guides d'identification :

Il existe beaucoup de guides d'identification des oiseaux, sous forme de livres aussi bien que sous forme d'applications pour téléphone cellulaire. Voici certains avantages à rechercher quand on magasine pour un tel guide:

- Si c'est un livre : préférable d'être assez petit pour rentrer dans une poche de jeans.
- Noms des espèces fournis dans plusieurs langues : anglais, français, et latins.
- Aire de distribution de chaque espèce est fournie, idéalement sur la page même de l'espèce.
- Différences entre mâles, femelles, et juvéniles sont illustrées.

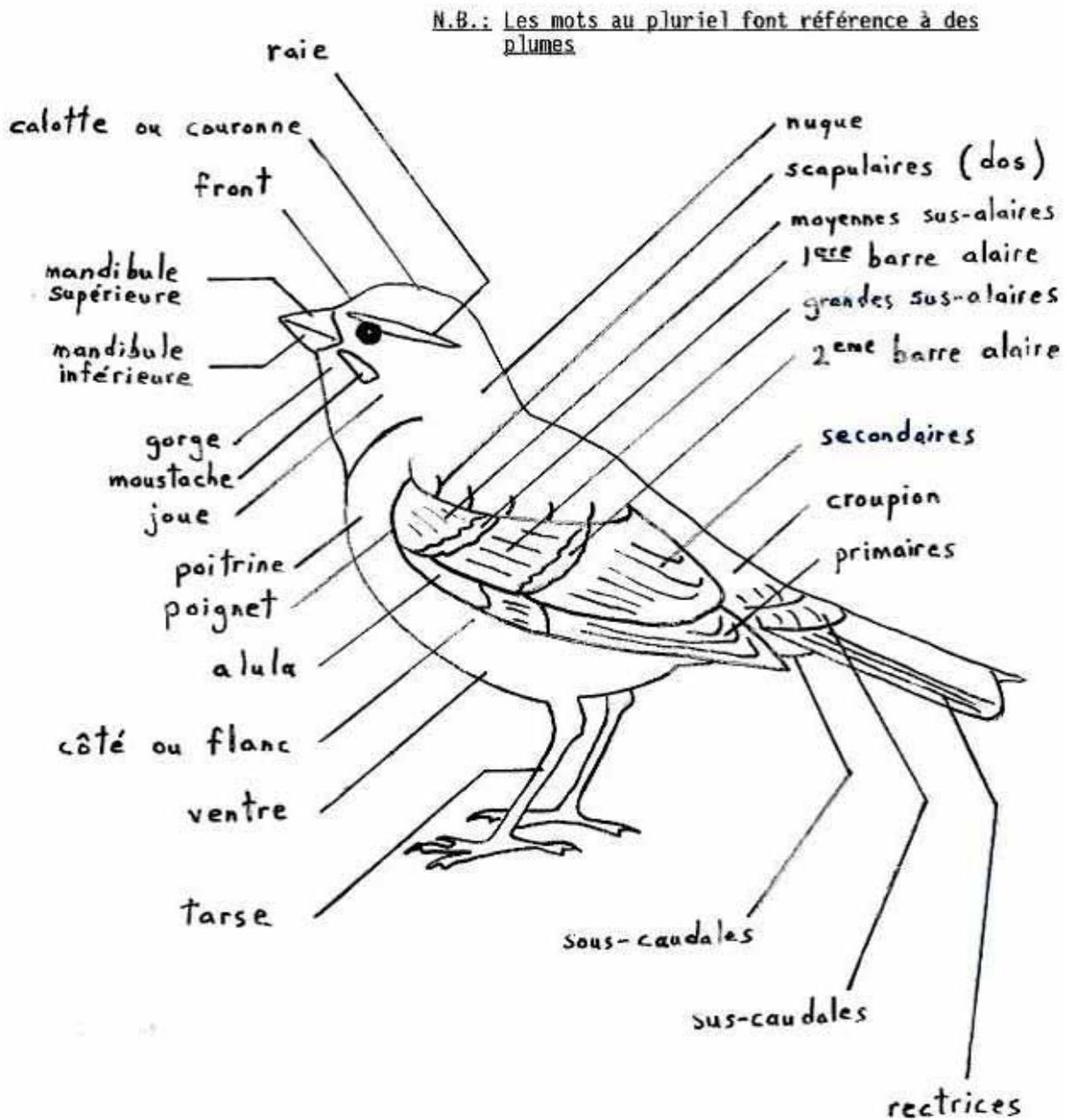
Pour un exemple, voir à la bibliothèque Champlain: Paquin J., 2004, Guide d'identification des oiseaux du Québec et des Maritimes, Éditions Michel Quintin, Waterloo QC. QL 685.5 Q8 P35.

CHAPITRE 2

Identification des oiseaux sur le terrain

Pour identifier un oiseau sur le terrain, il faut prêter attention à :

- Sa silhouette :
- la forme de son bec (conique? effilé? aplati?);
 - la forme de sa queue (fourchue? carrée? en éventail?);
 - la longueur des pattes;
 - la forme et la longueur des ailes.
- Ses couleurs :
- Il faut pouvoir dire où sur le corps les couleurs sont (voir page suivante).
- Attention : rappelez-vous que souvent les mâles, les femelles, et les juvéniles n'ont pas les mêmes couleurs. C'est habituellement les mâles qu'on remarque le plus, car ce sont eux qui sont plus colorés.
- Son comportement :
- queue qui hoche, ou qui pointe vers le haut, ou qui s'ouvre parfois?
 - vol ondulant ou en ligne droite?
 - au sol : marche ou sautille?
 - perché très droit à la verticale ou plus à l'horizontale?
 - canard qui plonge sous l'eau ou qui reste à la surface?
 - suspendu la tête en bas parfois?
 - bruits particuliers produits par les ailes?
- Son chant :
- Les vrais experts apprennent par cœur le chant caractéristique des différentes espèces. Ils peuvent ainsi identifier l'oiseau sans même le voir (mais seulement pendant la période de reproduction, car il est rare que les oiseaux chantent en dehors de cette période). Les cris peuvent aussi être propres à chaque espèce. Mais attention aux espèces qui imitent le chant ou les cris des autres, comme les moqueurs, le geai bleu, l'étourneau, et certains troglodytes et pie-grièches.
- Son habitat :
- Exemple : nous avons 5 différents moucherolles dans l'Est canadien, et ils se ressemblent beaucoup. Si vous en voyez un dans un buisson d'aulnes, les chances sont qu'il s'agit d'un moucherolle des aulnes!



Quand on voit un oiseau sur le terrain, il ne faut pas tout de suite sauter sur le guide d'identification. Il faut observer l'oiseau longtemps et mémoriser ses caractéristiques (forme du bec et des pattes et de la queue, couleurs aux différentes parties du corps, comportement) et ensuite regarder dans le guide.

Jumelles :

Les jumelles sont habituellement désignées par une combinaison de 2 chiffres, comme « 7 x 35 ».

Le premier chiffre représente le facteur de grossissement (= puissance de rapprochement). Dans l'exemple ci-haut, la jumelle vous permet de voir l'oiseau comme s'il était 7 fois plus gros.

Le deuxième chiffre représente le diamètre de l'objectif (la lentille du côté où la lumière entre) en millimètres. Dans l'exemple ci-haut, chacun des deux objectifs mesure 35 mm de diamètre.

La luminosité relative d'une jumelle est une mesure de la quantité de lumière que la jumelle laisse entrer dans votre œil. En général, on veut une grande luminosité relative parce que cela rend l'image plus claire.

La luminosité relative est égale à : $(\text{diamètre de l'objectif} / \text{facteur de grossissement})^2$

Q Entre une jumelle 7 x 35 et une jumelle 10 x 40, laquelle vous donnera l'image la plus lumineuse?

La grandeur du champ de vision d'une jumelle est exprimée en degrés d'angle, ou en pieds à 1000 verges. Toute autre chose étant égale, on veut un grand champ de vision pour plus facilement trouver l'oiseau dans le ciel, et plus facilement observer ses interactions avec d'autres individus.

Caractéristique des jumelles	Avantage	Désavantage
Grande puissance de rapprochement (grossissement).	Vue de plus près.	Champ de vision moins grand. Luminosité moindre. Mouvements des mains amplifiés. Poids plus grand. Prix plus élevé.
Grand diamètre de l'objectif.	Bonne luminosité.	Poids plus grand.
Grand champ de vision.	Scène plus grande.	Prix plus élevé.
Couche anti-reflet.	Bonne luminosité.	Prix plus élevé.

Télescope (= lunette d'approche) :

Un télescope est plus gros et plus lourd qu'une paire de jumelles, mais il permet un grossissement supérieur à celui des jumelles (45×, par exemple). Il est donc surtout utilisé pour l'observation d'oiseaux qui se voient de très loin dans des habitats ouverts, comme les oiseaux de rivage, la sauvagine (les canards), et les oiseaux des champs.

À cause de son poids et de sa grande puissance de rapprochement (grossissement) qui amplifie les mouvements, un télescope se doit d'être stabilisé sur trépied, aussi portable et solide que possible, et allongeable jusqu'à la hauteur de vos yeux.

Un télescope peut être sous forme de zoom, c'est-à-dire avoir une puissance de rapprochement variable et ajustable. C'est utile : on commence avec un faible grossissement, ce qui nous donne un champ de vision plus grand, nous permettant de trouver l'oiseau plus facilement; puis on centre l'oiseau sur l'image et on passe à un plus gros grossissement, pour mieux voir l'oiseau et l'identifier.

Comment prendre des notes sur le terrain :

Votre cahier de notes doit être suffisamment rigide pour y écrire même quand il repose par terre ou sur vos genoux.

Dimensions approximatives: 15 x 20 cm. Plus petit si vous voulez le rentrer dans une poche.

Le papier doit être blanc, ligné, épais. Du papier à l'épreuve de l'eau s'avère souvent utile.

Utilisez un crayon de plomb. L'encre à l'épreuve de l'eau est aussi acceptable, mais n'oubliez pas qu'elle doit d'abord sécher avant de devenir imperméable. Donc, on ne peut pas s'en servir pendant qu'il pleut.

Numérotez toutes les pages.

De nos jours, la prise de notes peut aussi se faire sur téléphone cellulaire. Chargez-le bien!

Inscrivez toujours:

- la date et l'heure de vos observations;
- l'endroit;
- la météo (température, % couvert nuageux, vent, précipitation);
- vos observations (espèces observées, nombre d'oiseaux, comportement);
- toute anecdote intéressante, idée, impressions générales.

Ne faites pas confiance à votre mémoire! Écrivez vos notes le plus tôt possible!

Questions :

- 1) Vous allez observer des oiseaux de proie qui volent en migration dans le grand ciel bleu. Laquelle des jumelles suivantes est préférable, et pourquoi : une paire de 7 x 35, ou une paire de 10 x 50?

- 2) Vous allez observer des hiboux au crépuscule. Laquelle des jumelles suivantes est préférable, et pourquoi : une paire de 7 x 35, ou une paire de 7 x 50?

- 3) Vous allez observer des canards au Parc de la sauvagine de Sackville. Énumérez tout ce que vous emportez dans l'auto avec vous pour la journée.

- 4) Lors de votre visite à Sackville, vous identifiez une sarcelle à ailes vertes. Imaginez ici ce que vous allez écrire dans votre cahier de notes :

- 5) Quelle couleur se trouve où chez une paruline à flancs marrons?

- 6) Identifiez où se trouve la cheville de l'oiseau sur l'image du début du présent chapitre.

- 7) Vrai ou faux? Si faux, dites pourquoi.
 - a) Les rectrices sont des plumes de l'aile.
 - b) Un oiseau qui dort se met souvent le bec sous les plumes scapulaires, donc sous l'aile.
 - c) Les plumes les plus distales sur l'aile (= loin de la base de l'aile) sont les secondaires.
 - d) Vous voyez la silhouette d'un oiseau de proie qui plane au-dessus d'un marais. N'ayant pas vu ses couleurs, vous ne serez pas capable de l'identifier.

CHAPITRE 3

Liste des espèces d'oiseaux à identifier dans le cours (mâles seulement)

Huart à collier (= plongeon huard)	Marmette (= guillemot) de Troïl	Jaseur des cèdres
Grèbe à bec bigarré	Marmette (= guillemot) de Brünnich	(=d'Amérique)
Fulmar boréal	Guillemot à miroir (= noir)	Pie-grièche grise (= boréale)
Puffin fuligineux	Macareux moine (= arctique)	Etourneau sansonnet
Pétrel (= océanite) cul-blanc	Pigeon biset	Viréo aux yeux rouges
Fou de bassan	Tourterelle triste	Paruline à collier
Cormoran à aigrettes	Coulicou à bec noir	Paruline jaune
Butor d'Amérique	Grand-duc d'Amérique	Paruline du Canada
Grand héron	Harfang des neiges	Paruline flamboyante
Bernache du Canada	Hibou des marais	Paruline masquée
Canard branchu (= canard huppé)	Engoulevent d'Amérique	Paruline à croupion jaune
Sarcelle à ailes vertes	Martinet ramoneur	Tangara écarlate
Sarcelle à ailes bleues	Colibri à gorge rubis	Cardinal rouge
Canard noir	Martin-pêcheur d'Amérique	Cardinal à poitrine rose
Canard colvert (= malard)	Pic mineur	Bruant familier
Canard pilelet	Pic chevelu	Bruant chanteur
Eider à duvet	Pic flamboyant	Bruant à gorge blanche
Canard (= harelde) kakawi	Grand pic	Bruant des neiges
Grand bec-scie (= grand harle)	Tyran huppé	Junco ardoisé
Balbusard	Tyran tritri	Goglu
Pygargue à tête blanche	Alouette cornue (= hausse-col)	Carouge à épaulettes
Busard St-Martin	Hirondelle bicolore	Quiscale (= mainate) bronzé
Autour des palombes	Hirondelle de rivage (= des sables)	Vacher à tête brune
Buse à queue rousse	Hirondelle des granges (= rustique)	Oriole du Nord (= orangé)
Aigle royal (= aigle doré)	Geai (= mésangeai) du Canada	Dur-bec des pins
Crécerelle d'Amérique	Geai bleu	Roselin pourpré
Faucon pèlerin	Corneille d'Amérique	Roselin familier
Faisan de chasse (= de Colchide)	Grand corbeau	Bec-croisé rouge (= des
Tétras du Canada (= des savanes)	Mésange à tête noire	sapins)
Gélinotte huppée	Sittelle à poitrine rousse	Bec-croisé à ailes blanches
Râle (= marouette) de Caroline	Sittelle à poitrine blanche	(=bifascié)
Foulque d'Amérique	Grimpereau brun	Chardonneret jaune
Pluvier siffleur	Troglodyte des forêts (= mignon)	Gros-bec errant
Pluvier kildir	Roitelet à couronne dorée	Moineau domestique
Pluvier semipalmé (= à collier)	Roitelet à couronne rubis	
Chevalier branlequeue (= grivelé)	Merle-bleu de l'Est (= à poitrine	
Maubèche des champs	rouge)	
Bécassine des marais (= ordinaire)	Grive solitaire	
Bécasse d'Amérique	Merle d'Amérique	
Goéland à bec cerclé	Moqueur chat	
Goéland à manteau noir (= marin)		
Goéland argenté		
Sterne pierregarin (= commune)		

CHAPITRE 4

Les noms anglais et français des oiseaux du Canada

Nom anglais

Noms français

Gaviidae

Red-throated Loon	Plongeon catmarin, Huart à gorge rousse
Pacific Loon	Plongeon du Pacifique, Huart du Pacifique
Common Loon	Plongeon huard, Huart à collier
Yellow-billed Loon	Plongeon à bec blanc, Huart à bec blanc

Podicipedidae

Pied-billed Grebe	Grèbe à bec bigarré
Horned Grebe	Grèbe esclavon, Grèbe cornu
Red-necked Grebe	Grèbe jougris
Eared Grebe	Grèbe à cou noir
Western Grebe	Grèbe élégant

Diomedidae

Black-footed Albatross	Albatros à pieds noirs, Albatros à pattes noires
------------------------	--

Procellariidae

Northern Fulmar	Fulmar boréal
Cory's Shearwater	Puffin cendré
Pink-footed Shearwater	Puffin à pieds roses, Puffin à pattes roses
Greater Shearwater	Puffin majeur
Buller's Shearwater	Puffin de Buller
Sooty Shearwater	Puffin fuligineux
Short-tailed Shearwater	Puffin à bec grêle, Puffin à bec mince
Manx Shearwater	Puffin des Anglais

Hydrobatidae

Wilson's Storm-Petrel	Océanite de Wilson, Pétrel océanite
Fork-tailed Storm-Petrel	Océanite à queue fourchue, Pétrel à queue fourchue
Leach's Storm-Petrel	Océanite cul-blanc, Pétrel cul-blanc

Sulidae

Northern Gannet	Fou de Bassan
-----------------	---------------

Pelecanidae

American White Pelican	Pélican d'Amérique; Pélican blanc d'Amérique
------------------------	--

Phalacrocoracidae

Great (= European) Cormorant	Grand Cormoran
Double-crested Cormorant	Cormoran à aigrettes
Brandt's Cormorant	Cormoran de Brandt
Pelagic Cormorant	Cormoran pélagique

Ardeidae

American Bittern	Butor d'Amérique
Least Bittern	Petit Blongios, Petit Butor
Great Blue Heron	Grand Héron
Great Egret (Common Egret)	Grande Aigrette
Cattle Egret	Héron garde-œil
Green-backed Heron	Héron vert
Black-crowned Night-Heron	Bihoreau gris, Bihoreau à couronne noire

Anatidae

Fulvous Whistling (=Tree) Duck	Dendrocygne fauve
Tundra Swan (Whistling Swan)	Cygne siffleur
Trumpeter Swan	Cygne trompette
Mute Swan	Cygne tuberculé
Greater White-fronted Goose	Oie rieuse
Snow Goose	Oie des neiges, Oie blanche
Ross's Goose	Oie de Ross
Brant	Bernache cravant
Barnacle Goose	Bernache nonnette
Canada Goose	Bernache du Canada
Wood Duck	Canard branchu, Canard huppé
Green-winged Teal	Sarcelle à ailes vertes
American Black Duck	Canard noir
Mallard	Canard colvert, Canard malard
Northern Pintail	Canard pilet
Garganey	Sarcelle d'été
Blue-winged Teal	Sarcelle à ailes bleues
Cinnamon Teal	Sarcelle cannelle
Northern Shoveler	Canard souchet

Gadwall	Canard chipeau
Eurasian Wigeon	Canard siffleur d'Europe, Canard siffleur
American Wigeon (Baldpate)	Canard siffleur d'Amérique, Canard d'Amérique
Canvasback	Morillon à dos blanc, Fuligule à dos blanc
Redhead	Morillon à tête rouge, Fuligule à tête rouge
Ring-necked Duck	Morillon à collier, Fuligule à collier
Greater Scaup	Grand Morillon, Fuligule milouinan
Lesser Scaup	Petit Morillon, Petit Fuligule
Common (= American) Eider	Eider à duvet
King Eider	Eider à tête grise
Steller's Eider	Eider de Steller
Harlequin Duck	Canard arlequin, Arlequin plongeur
Oldsquaw	Canard kakawi, Harelde kakawi
Black Scoter	Macreuse à bec jaune
Surf Scoter	Macreuse à front blanc
White-winged Scoter	Macreuse à ailes blanches
Common (= American) Goldeneye	Garrot à œil d'or, Garrot commun
Barrow's Goldeneye	Garrot de Barrow, Garrot d'Islande
Bufflehead	Petit Garrot
Hooded Merganser	Bec-scie couronné, Harle couronné
Common Merganser	Grand Bec-scie, Grand Harle, Bec-Scie commun
Red-breasted Merganser	Bec-scie à poitrine rousse, Harle huppé
Ruddy Duck	Canard roux, Érismaire rousse

Cathartidae

Turkey Vulture	Urubu à tête rouge
----------------	--------------------

Accipitridae

Osprey	Balbusard, Balbusard pêcheur, Aigle pêcheur
Bald Eagle	Pygargue à tête blanche, Aigle à tête blanche
Northern Harrier (Marsh Hawk)	Busard Saint-Martin, Busard des marais
Sharp-shinned Hawk	Épervier brun
Cooper's Hawk	Épervier de Cooper
Northern Goshawk	Autour des palombes, Autour
Red-shouldered Hawk	Buse à épauettes, Buse à épauettes rousses
Broad-winged Hawk	Petite Buse
Swainson's Hawk	Buse de Swainson

Red-tailed Hawk	Buse à queue rousse
Ferruginous Hawk	Buse rouilleuse
Rough-legged Hawk	Buse pattue
Golden Eagle	Aigle Royal, Aigle doré
American Kestrel	Crécerelle d'Amérique
Merlin	Faucon émerillon
Peregrine Falcon	Faucon Pèlerin
Gyr Falcon	Faucon gerfaut, Gerfaut
Prairie Falcon	Faucon des Prairies

Phasianidae

Gray Partridge (European P., Hungarian P.)	Perdrix grise
Chukar	Perdrix choukar
Ring-necked Pheasant	Faisan de chasse, Faisan de Colchide
Spruce Grouse	Tétras du Canada, Tétras des savanes
Blue Grouse (Dusky G., Sooty G.)	Tétras sombre
Willow Ptarmigan	Lagopède des saules
Rock Ptarmigan	Lagopède des rochers, Lagopède alpin
White-tailed Ptarmigan	Lagopède à queue blanche
Ruffed Grouse	Gélinotte huppée
Sage Grouse (Sage Hen)	Gélinotte des armoises, Tétras des armoises
Greater Prairie-Chicken	Grande Poule-des-prairies, Tétras des prairies
Sharp-tailed Grouse	Gélinotte à queue fine, Tétras à queue fine
Northern Bobwhite	Colin de Virginie
California Quail	Colin de Californie
Mountain Quail	Colin des montagnes

Rallidae

Yellow Rail	Râle jaune
Clapper Rail	Râle gris
King Rail	Râle élégant
Virginia Rail	Râle de Virginie
Sora	Râle de Caroline, Marouette de Caroline
Purple Gallinule	Gallinule violacée, Talève violacée
Common Moorhen	Poule-d'eau, Gallinule poule-d'eau, Gallinule commune
American Coot	Foulque d'Amérique

Gruidae

Sandhill Crane	Grue du Canada
Whooping Crane	Grue blanche d'Amérique, Grue blanche

Charadriidae

Black-bellied Plover	Pluvier argenté, Pluvier à ventre noir
Greater Golden-Plover	Pluvier doré d'Eurasie, Pluvier doré
Lesser Golden-Plover	Pluvier doré d'Amérique, Pluvier bronzé
Snowy Plover	Gravelot à collier interrompu, Pluvier à collier interrompu
Wilson's Plover	Pluvier de Wilson
Common Ringed Plover	Grand Gravelot, Pluvier grand-gravelot
Semipalmated Plover	Pluvier semipalmé, Pluvier à collier
Piping Plover	Pluvier siffleur
Killdeer	Pluvier kildir
Mountain Plover	Pluvier montagnard

Haematopodidae

American Oystercatcher	Huîtrier d'Amérique
American Black Oystercatcher	Huîtrier de Bachman

Recurvirostridae

American Avocet	Avocette d'Amérique
-----------------	---------------------

Scolopacidae

Greater Yellowlegs	Grand Chevalier Grand, Chevalier à pattes jaunes
Lesser Yellowlegs	Petit Chevalier, Petit chevalier à pattes jaunes
Spotted Redshank	Chevalier arlequin
Solitary Sandpiper	Chevalier solitaire
Willet	Chevalier semipalmé
Wandering Tattler	Chevalier errant
Spotted Sandpiper	Chevalier branlequeue, Chevalier grivelé, Maubèche branle-queue
Upland Sandpiper	Maubèche des champs
Whimbrel	Courlis corlieu
Long-billed Curlew	Courlis à long bec
Hudsonian Godwit	Barge hudsonienne
Marbled Godwit	Barge marbrée
Ruddy Turnstone	Tourne-pierre à collier, Tourne-pierre roux
Black Turnstone	Tourne-pierre noir
Surfbird	Bécasseau du ressac

Red Knot	Bécasseau maubèche, Bécasseau à poitrine rousse
Sanderling	Bécasseau sanderling, Sanderling
Semipalmated Sandpiper	Bécasseau semipalmé
Western Sandpiper	Bécasseau d'Alaska
Least Sandpiper	Bécasseau minuscule
White-rumped Sandpiper	Bécasseau à croupion blanc
Baird's Sandpiper	Bécasseau de Baird
Pectoral Sandpiper	Bécasseau à poitrine cendrée
Sharp-tailed Sandpiper	Bécasseau à queue fine, Bécasseau à queue pointue
Purple Sandpiper	Bécasseau violet, Bécasseau maritime
Rock (= Aleutian) Sandpiper	Bécasseau des Aléoutiennes
Dunlin (Red-backed Sandpiper)	Bécasseau variable, Bécasseau à dos roux
Stilt Sandpiper	Bécasseau à échasses
Buff-breasted Sandpiper	Bécasseau roussâtre
Ruff	Bécasseau combattant, Combattant varié
Short-billed Dowitcher	Bécasseau roux, Bécassin roux
Long-billed Dowitcher	Bécasseau à long bec, Bécassin à long bec
Common Snipe (Wilson's Snipe)	Bécassine des marais, Bécassine ordinaire
American Woodcock	Bécasse d'Amérique
Wilson's Phalarope	Phalarope de Wilson
Red-necked (= Northern) Phalarope	Phalarope hyperboréen, Phalarope à bec étroit
Red Phalarope	Phalarope roux, Phalarope à bec large

Laridae

Pomarine Jaeger	Labbe pomarin
Parasitic Jaeger	Labbe parasite
Long-tailed Jaeger	Labbe à longue queue
Great Skua	Grand Labbe
Laughing Gull	Mouette à tête noire Mouette atricille
Franklin's Gull	Mouette de Franklin
Little Gull	Mouette pygmée
Common Black-headed Gull	Mouette rieuse
Bonaparte's Gull	Mouette de Bonaparte
Heermann's Gull	Goéland de Heermann
Mew Gull (Short-billed Gull)	Goéland cendré
Ring-billed Gull	Goéland à bec cerclé

California Gull	Goéland de Californie
Herring Gull	Goélang Argenté
Iceland Gull	Goéland arctique
Lesser Black-backed Gull	Goéland brun
Western Gull	Goéland d'Audubon
Glaucous-winged Gull	Goéland à ailes grises
Glaucous Gull	Goéland bourgmestre
Great Black-backed Gull	Goéland à manteau noir, Goéland marin
Black-legged (= Atlantic) Kittiwake	Mouette tridactyle
Ross's Gull	Mouette rosée
Sabine's Gull	Mouette de Sabine
Ivory Gull	Mouette blanche
Caspian Tern	Sterne caspienne
Roseate Tern	Sterne de Dougall
Common Tern	Sterne pierregarin, Sterne commune
Arctic Tern	Sterne arctique
Forster's Tern	Sterne de Forster
Black Tern	Guifette noire, Sterne noire
Black Skimmer	Bec-en-ciseaux noir

Alcidae

Dovekie	Mergule nain
Common (= Atlantic) Murre	Marmette de Troil, Guillemot marmette, Marmette commune
Thick-billed (= Brünnich's) Murre	Marmette de Brünnich, Guillemot de Brünnich
Razorbill (Razor-billed Auk)	Petit Pingouin, Gode
Black Guillemot	Guillemot à miroir, Guillemot noir
Pigeon Guillemot	Guillemot du Pacifique, Guillemot colombin
Marbled Murrelet	Alque marbrée, Guillemot marbré
Ancient Murrelet	Alque à cou blanc, Guillemot à cou blanc
Cassin's Auklet	Alque de Cassin, Starique de Cassin
Rhinoceros Auklet	Macareux rhinocéros
Tufted Puffin	Macareux huppé
Atlantic (= Common) Puffin	Macareux moine, Macareux arctique
Horned Puffin	Macareux cornu

Columbidae

Rock Dove (Domestic Pigeon)	Pigeon biset
Band-tailed Pigeon	Pigeon à queue barrée
Mourning Dove	Tourterelle triste

Cuculidae

Black-billed Cuckoo	Coulicou à bec noir
Yellow-billed Cuckoo	Coulicou à bec jaune

Tytonidae

Common Barn Owl	Effraie des clochers
-----------------	----------------------

Strigidae

Eastern Screech-Owl	Petit-duc maculé
Western Screech-Owl	Petit-duc des montagnes
Great Horned Owl	Grand-duc d'Amérique, Grand Duc
Snowy Owl	Harfang des neiges
Northern Hawk-Owl	Chouette épervière
Northern Pygmy-Owl	Chouette naine, Chevêche naine
Burrowing Owl	Chouette des terriers, Chevêche des terriers
Spotted Owl	Chouette tachetée
Barred Owl	Chouette rayée
Great Gray Owl	Chouette lapone, Chouette cendrée
Long-eared Owl	Hibou moyen-duc, Hibou à aigrettes longues
Short-eared Owl	Hibou des marais
Boreal Owl (Richardson's Owl)	Nyctale boréale, Nyctale de Tengmalm
Northern Saw-whet Owl	Petite Nyctale

Caprimulgidae

Common Nighthawk	Engoulevent d'Amérique, Engoulevent commun
Common Poorwill	Engoulevent de Nuttall
Whip-poor-will	Engoulevent bois-pourri

Apodidae

Black Swift	Martinet sombre
Chimney Swift	Martinet ramoneur
Vaux's Swift	Martinet de Vaux
White-throated Swift	Martinet à gorge blanche

Trochilidae

Ruby-throated Hummingbird	Colibri à gorge rubis
Black-chinned Hummingbird	Colibri à gorge noire
Anna's Hummingbird	Colibri d'Anna
Calliope Hummingbird	Colibri calliope
Rufous Hummingbird	Colibri roux

Alcedinidae

Belted Kingfisher	Martin-pêcheur d'Amérique, Martin-pêcheur
-------------------	---

Picidae

Lewis's Woodpecker	Pic de Lewis
Red-headed Woodpecker	Pic à tête rouge
Red-bellied Woodpecker	Pic à ventre roux
Yellow-billed Sapsucker	Pic maculé
Red-naped Sapsucker	Pic à nuque rouge
Red-breasted Sapsucker	Pic à poitrine rouge
Williamson's Sapsucker	Pic de Williamson
Downy Woodpecker	Pic mineur
Hairy Woodpecker	Pic chevelu
White-headed Woodpecker	Pic à tête blanche
Three-toed Woodpecker	Pic tridactyle, Pic à dos rayé
Black-backed Woodpecker	Pic à dos noir
Northern Flicker	Pic flamboyant
Pileated Woodpecker	Grand Pic

Tyrannidae

Olive-sided Flycatcher	Moucherolle à côtés olive
Western Wood-Pewee	Pioui de l'Ouest
Eastern Wood-Pewee	Pioui de l'Est
Yellow-bellied Flycatcher	Moucherolle à ventre jaune
Acadian Flycatcher	Moucherolle vert
Alder Flycatcher	Moucherolle des aulnes
Willow Flycatcher	Moucherolle des saules
Least Flycatcher	Moucherolle tchébec
Hammond's Flycatcher	Moucherolle de Hammond
Dusky (= Wright's) Flycatcher	Moucherolle sombre
Western Flycatcher	Moucherolle obscur, Moucherolle côtier

Eastern Phoebe	Moucherolle phébi
Say's Phoebe	Moucherolle à ventre roux
Ash-throated Flycatcher	Tyran à gorge cendrée
Great Crested Flycatcher	Tyran huppé, Moucherolle huppé
Western (= Arkansas) Kingbird	Tyran de l'Ouest
Eastern Kingbird	Tyran tritri

Alaulidae

Eurasian Skylark	Alouette des champs
Horned Lark	Alouette cornue, Alouette hausse-col

Hirundinidae

Purple Martin	Hirondelle noire, Hirondelle pourprée
Tree Swallow	Hirondelle bicolor
Violet-green Swallow	Hirondelle à face blanche
Northern Rough-winged Swallow	Hirondelle à ailes hérissées
Bank Swallow	Hirondelle de rivage, Hirondelle des sables
Cliff Swallow	Hirondelle à front blanc
Barn Swallow	Hirondelle des granges, Hirondelle rustique

Corvidae

Gray Jay (Canada Jay)	Geai du Canada, Mésangeai du Canada, Geai gris
Steller's Jay	Geai de Steller
Blue Jay	Geai bleu
Clark's Nutcracker	Casse-noix d'Amérique
Black-billed Magpie	Pie bavarde
American Crow	Corneille d'Amérique
Northwestern Crow	Corneille d'Alaska
Fish Crow	Corneille de rivage
Common Raven	Grand Corbeau

Paridae

Black-capped Chickadee	Mésange à tête noire
Mountain Chickadee	Mésange minime
Siberian Tit (Gray-headed Chickadee)	Mésange lapone
Boreal Chickadee (Hudsonian, Brown-headed Chickadee)	Mésange à tête brune
Chestnut-backed Chickadee	Mésange à dos marron
Tufted Titmouse	Mésange bicolor

Aegithalidae

Bushtit	Mésange buissonnière
---------	----------------------

Sittidae

Red-breasted Nuthatch	Sittelle à poitrine rousse
White-breasted Nuthatch	Sittelle à poitrine blanche
Pygmy Nuthatch	Petite Sittelle

Certhiidae

Brown Creeper	Grimpereau brun
---------------	-----------------

Troglodytidae

Rock Wren	Troglodyte des rochers
Canyon Wren	Troglodyte des canyons
Carolina Wren	Troglodyte de Caroline
Bewick's Wren	Troglodyte de Bewick
House Wren	Troglodyte familial
Winter Wren	Troglodyte des forêts, Troglodyte mignon
Sedge Wren	Troglodyte à bec court
Marsh Wren	Troglodyte des marais

Cinclidae

American Dipper	Cinacle d'Amérique
-----------------	--------------------

Regulidae

Golden-crowned Kinglet	Roitelet à couronne dorée
Ruby-crowned Kinglet	Roitelet à couronne rubis

Sylviidae

Blue-gray Gnatcatcher	Gobe-moucheron gris-bleu
-----------------------	--------------------------

Turdidae

Northern Wheater	Traquet motteux
Eastern Bluebird	Merle-bleu de l'Est, Merle-bleu à poitrine rouge
Western Bluebird	Merle-bleu de l'Ouest
Mountain Bluebird	Merle-bleu azuré
Townsend's Solitaire	Solitaire de Townsend
Veery	Grive fauve
Gray-cheeked Thrush	Grive à joues grises
Swainson's Thrush (Olive-backed T.)	Grive à dos olive
Hermit Thrush	Grive solitaire
Wood Thrush	Grive des bois

Fielfare
 American Robin
 Varied Thrush

Grive litorne
 Merle d'Amérique
 Grive à collier

Mimidae

Gray Catbird
 Northern Mockingbird
 Sage Thrasher
 Brown Thrasher

Moqueur chat
 Moqueur polyglotte
 Moqueur des armoises
 Moqueur roux

Motacillidae

Yellow Wagtail
 Water Pipit
 Sprague's Pipit

Bergeronnette printanière
 Pipit spioncelle, Pipit commun
 Pipit des prairies, Pipit de Sprague

Bombycillidae

Bohemian Waxwing
 Cedar Waxwing

Jaseur boréal, Jaseur de Bohême
 Jaseur des cèdres, Jaseur d'Amérique

Laniidae

Northern Shrike
 Loggerhead Shrike (Migrant S.)

Pie-grièche grise, Pie-grièche boréale
 Pie-grièche migratrice

Sturnidae

European Starling
 Crested Myna

Étourneau sansonnet
 Martin huppé

Vireonidae

White-eyed Vireo
 Solitary Vireo (Blue-headed V.)
 Yellow-Throated Vireo
 Hutton's Vireo
 Warbling Vireo
 Philadelphia Vireo
 Red-eyed Vireo

Viréo aux yeux blancs
 Viréo à tête bleue
 Viréo à gorge jaune
 Viréo de Hutton
 Viréo mélodieux
 Viréo de Philadelphie
 Viréo aux yeux rouges

Parulidae

Blue-winged Warbler
 Golden-winged Warbler
 Tennessee Warbler
 Orange-crowned Warbler
 Nashville Warbler

Paruline à ailes bleues
 Paruline à ailes dorées
 Paruline obscure, Fauvette obscure
 Paruline verdâtre, Fauvette verdâtre
 Paruline à joues grises, Fauvette à joues grises

Virginia's Warbler	Paruline de Virginia
Northern Parula	Paruline à collier, Fauvette parula
Yellow Warbler	Paruline jaune, Fauvette jaune
Chestnut-sided Warbler	Paruline à flancs marron, Fauvette à flancs marrons
Magnolia Warbler	Paruline à tête cendrée, Fauvette à tête cendrée
Cape May Warbler	Paruline tigrée, Fauvette tigrée
Black-throated Blue Warbler	Paruline bleue à gorge noire, Paruline bleue
Yellow-rumped Warbler (Myrtle W., Audubon's W.)	Paruline à croupion jaune, Fauvette à croupion jaune
Black-throated Gray Warbler	Paruline grise à gorge noire, Paruline grise
Townsend's Warbler	Paruline de Townsend
Black-throated Green Warbler	Paruline verte à gorge noire, Paruline à gorge noire
Blackburnian Warbler	Paruline à gorge orangée, Fauvette à gorge orangée
Pine Warbler	Paruline des pins, Fauvette des pins
Prairie Warbler	Paruline des prés
Palm Warbler	Paruline à couronne rousse, Fauvette à couronne rousse
Bay-breasted Warbler	Paruline à poitrine baie, Fauvette à poitrine baie
Blackpoll Warbler	Paruline rayée, Fauvette rayée
Cerulean Warbler	Paruline azurée
Black-and-white Warbler	Paruline noir et blanc, Fauvette noir et blanc
American Redstart	Paruline flamboyante, Fauvette flamboyante
Prothonotary Warbler	Paruline orangée
Worm-eating Warbler	Paruline vermivore
Ovenbird	Paruline couronnée, Fauvette couronnée
Northern Waterthrush	Paruline des ruisseaux, Fauvette des ruisseaux
Louisiana Waterthrush	Paruline hochequeue
Connecticut Warbler	Paruline à gorge grise
Mourning Warbler	Paruline triste, Fauvette triste
MacGillivray's Warbler	Paruline des buissons
Common Yellowthroat (Maryland Y.)	Paruline masquée, Fauvette masquée
Hooded Warbler	Paruline à capuchon
Wilson's Warbler	Paruline à calotte noire, Fauvette à calotte noire
Canada Warbler	Paruline du Canada, Fauvette du Canada
Yellow-breasted Chat	Paruline polyglotte

Thraupidae

Summer Tanager	Tangara vermillon
Scarlet Tanager	Tangara écarlate
Western Tanager	Tangara à tête rouge

Cardinalidae

Northern Cardinal	Cardinal rouge
Rose-breasted Grosbeak	Cardinal à poitrine rose, Gros-bec à poitrine rose
Black-headed Grosbeak	Cardinal à tête noire
Blue Grosbeak	Passerin bleu, Guicara bleu
Lazuli Bunting	Passerin azuré
Indigo Bunting	Passerin indigo, Bruant indigo
Painted Bunting	Passerin nonpareil
Dickcissel	Dickcissel, Dickcissel d'Amérique

Emberizidae

Rufous-sided Towhee (Eastern T., Red-eyed T., Spotted T.)	Tohi à flancs roux, Tohi aux yeux rouges
Bachman's Sparrow	Bruant des pinèdes
American Tree Sparrow	Bruant hudsonien, Pinson hudsonien
Chipping Sparrow	Bruant familial, Pinson familial
Clay-colored Sparrow	Bruant des plaines
Brewer's Sparrow	Bruant de Brewer
Field Sparrow	Bruant des champs, Pinson des champs
Vesper Sparrow	Bruant vespéral, Pinson vespéral
Lark Sparrow	Bruant à joues marron
Sage Sparrow	Bruant de Bell
Lark Bunting	Bruant noir et blanc
Savannah Sparrow	Bruant des prés, Pinson des prés
Baird's Sparrow	Bruant de Baird
Grasshopper Sparrow	Bruant sauterelle
Henslow's Sparrow	Bruant de Henslow
Le Conte's Sparrow	Bruant de Le Conte
Sharp-tailed Sparrow	Bruant à queue aiguë, Pinson à queue aiguë
Seaside Sparrow	Bruant maritime
Fox Sparrow	Bruant fauve, Pinson fauve
Song Sparrow	Bruant chanteur, Pinson chanteur

Lincoln's Sparrow	Bruant de Lincoln, Pinson de Lincoln
Swamp Sparrow	Bruant des marais, Pinson des marais
White-throated Sparrow	Bruant à gorge blanche, Pinson à gorge blanche
Golden-crowned Sparrow	Bruant à couronne dorée
White-crowned Sparrow	Bruant à couronne blanche, Pinson à couronne blanche
Harris's Sparrow	Bruant à face noire
Dark-eyed Junco	Junco ardoisé
McCown's Longspur	Bruant à collier gris, Bruant de McCown
Lapland Longspur	Bruant lapon
Smith's Longspur	Bruant de Smith
Chestnut-collared Longspur	Bruant à ventre noir
Snow Bunting	Bruant des neiges, Plectrophane des neiges

Icteridae

Bobolink	Goglu, Goglu des prés
Red-winged Blackbird	Carouge à épaulettes
Eastern Meadowlark	Sturnelle des prés
Western Meadowlark	Sturnelle de l'Ouest
Yellow-headed Blackbird	Carouge à tête jaune
Rusty Blackbird	Quiscale rouilleux, Mainate rouilleux
Brewer's Blackbird	Quiscale de Brewer
Boat-tailed Grackle	Quiscale des marais
Common Grackle	Quiscale bronzé, Mainate bronzé
Brown-headed Cowbird	Vacher à tête brune
Orchard Oriole	Oriole des vergers
Northern Oriole	Oriole du Nord, Oriole orangé

Fringillidae

Brambling	Pinson du Nord
Rosy Finch	Roselin brun
Pine Grosbeak	Dur-bec des pins, Gros-bec des pins
Purple Finch	Roselin pourpré
Cassin's Finch	Roselin de Cassin
House Finch	Roselin familial
Red Crossbill	Bec-croisé rouge, Bec-croisé des sapins
White-winged Crossbill	Bec-croisé à ailes blanches, Bec-croisé bifascié
Common Redpoll	Sizerin flammé, Sizerin à tête rouge

Hoary Redpoll

Sizerin blanchâtre

Pine Siskin

Chardonneret des pins, Tarin des pins

Lesser Goldfinch (Arkansas G.,
Green-backed G.)

Chardonneret mineur

American Goldfinch

Chardonneret jaune

Evening Grosbeak

Gros-bec errant

Passeridae

House Sparrow (English Sparrow)

Moineau domestique

CHAPITRE 5

Méthodes d'étude en ornithologie

Capture :

Filet japonais (*mist net*) :

Les 5 lignes horizontales doivent être tendues et espacées de telle sorte que le filet (*mist net*) entre les lignes forme une poche (habituellement 45 cm = 1.5 pi., entre chaque ligne) dans laquelle l'oiseau tombe après avoir frappé le filet.

Installé là où les oiseaux volent régulièrement. On peut mettre de la nourriture tout près dans les jours qui précèdent pour inciter les oiseaux à fréquenter cet endroit.

Le filet est fin et noir, donc dur à voir, et l'installer devant un arrière-plan foncé (forêt dense, par exemple) aide à le rendre encore moins visible.

Fonctionne moins bien par journées de grand vent, car le vent fait bouger le filet et le rend plus visible, et le vent rend le filet tendu, ce qui fait rebondir l'oiseau.

La longueur de maille (grosseur des espaces du filet) se mesure en étirant un des espaces quadrillés le plus possible et en mesurant sa longueur.

La grosseur de l'oiseau à capturer détermine la longueur de maille du filet à utiliser (ex.: longueur de maille de 30-36 mm pour des oiseaux de 5-100 g).

Il ne faut pas laisser un oiseau pris dans le filet pour plus d'une heure, et il faut être patient pour l'extirper des mailles.

Canon à filet: (*cannon net*) :

Pour capturer des oiseaux en groupe au sol.

Un appât est placé au sol pour attirer les oiseaux au bon endroit.

Un large filet est projeté au-dessus du groupe par la détonation de 3-4 canons.

Relativement dangereux (canon!), et donc il convient d'être prudent.

Trappe au nid ou au sol :

Boîte, tissu, ou filet suspendu au-dessus du nid, ou au-dessus d'un appât au sol, et qu'on laisse tomber sur l'oiseau en retirant ce qui le soutient.

Pièges et trappes :

Les oiseaux sont attirés dans une grande cage de laquelle ils ne peuvent pas sortir.

Une entrée en forme d'entonnoir est souvent utilisée.

La cage doit être construite pour qu'il soit facile de capturer l'oiseau s'y trouvant.

Noeuds coulants :

Bouts de ligne de canne à pêche formant un nœud coulant.

Un grand nombre de nœuds ancrés au sol finit par attraper l'oiseau par les pattes.

Ex.: Les cages « balchatri » pour attraper les rapaces. Une proie est placée dans une cage au sol. Des nœuds coulants sont attachés à l'extérieur de la cage. L'oiseau de proie atterrit sur la cage et se fait prendre par les pattes.

Filets à papillons et lumière la nuit :

Requiert une puissante source de lumière pour aveugler l'oiseau.

L'oiseau n'ose pas bouger et se fait prendre par le filet à papillons.

Manipulation :

La meilleure façon de tenir un petit oiseau dans sa main est de le faire reposer sur le dos dans la paume de la main, avec sa tête entre notre index et notre majeur, et le reste de son corps entouré par notre pouce, annulaire et auriculaire. Il est alors relativement facile d'avoir accès aux pattes ou aux ailes de l'oiseau pour le marquer ou pour mesurer ses dimensions anatomiques.

Pesée :**Balances à ressort :**

Balances Pesola, portatives, précises : l'oiseau est pesé dans un sac (il faut soustraire le poids du sac!) suspendu à un ressort connecté à la balance tenue dans la main.

Balance conventionnelle :

L'oiseau est pesé dans un sac sur une balance conventionnelle.

Masse corporelle standard : Poids du corps divisé par la longueur du tarse (voir page 30).

Marquage individuel :

Bagues aux pieds (*leg bands*) :

Une bague de métal avec un numéro, ou des bagues de plastique colorées.

La bague de métal numéroté permet d'identifier un oiseau recapturé, ou trouvé mort.

Les bagues de plastique, en combinaison de couleurs (ex. : deux bagues sur la patte droite et deux sur la patte gauche) permettent de distinguer beaucoup d'individus simplement en les observant avec des jumelles.

Attention : si l'oiseau possède naturellement une couleur sur son corps qui sert de signal pour ses congénères, alors il ne faut pas utiliser cette couleur dans la combinaison de bagues de plastique.

Colliers au cou (*neck collars*) :

Pour les oies. Collier avec un gros numéro placé autour du cou.

Controversés : ils peuvent se charger de glace, ou nuire à l'alimentation.

Disque ou selle au bec (*nasal disc, saddle*) :

Pour les canards. Morceau de plastique ou de cuir coloré attaché au bec à l'aide d'une tige de métal ou d'un fil de nylon qui passe au travers des narines.

Controversés: ils peuvent se prendre dans la végétation.

Rubans à l'aile (*wing streamers*) :

Rubans attachés à l'aile. Très visibles, mais ne doivent pas entraver le vol et doivent être assez longs pour ne pas que l'oiseau les enfouisse sous ses plumes.

Colorants :

Encre appliquée directement sur l'oiseau, ou projetés sur lui avec un fusil à eau (!).

Peuvent aussi être déposés sur les oeufs ou sur le nid, pour que la couleur se transfère au parent incubateur, mais il ne faut pas rendre le nid plus visible aux yeux des prédateurs.

Transport :

Pour transporter un oiseau, l'idéal est une boîte qui restreint un peu les mouvements de l'oiseau, qui est obscure pour tranquilliser l'oiseau, mais avec de petits trous pour permettre la ventilation.

Euthanasie : (lorsque nécessaire)

La méthode employée pour tuer un oiseau doit être rapide et le plus possible sans souffrance. La dislocation cervicale (briser le cou) est idéale, mais demande une certaine habileté. La compression thoracique (serrer l'oiseau dans sa main pour l'étouffer) est pratique pour les petits oiseaux mais prend quelques secondes et donc n'est pas idéale.

Télémetrie :

Pour localiser un oiseau à distance.

Un transmetteur radio est attaché à l'oiseau, soit à l'aide d'un harnais passé autour du cou et des ailes, ou bien avec des substances adhésives. L'oiseau est relâché en nature.

Le transmetteur émet un signal avec une fréquence connue. Avec une antenne directionnelle syntonisée à cette fréquence, on peut savoir dans quelle direction se trouve l'oiseau par rapport à nous. On marche dans cette direction jusqu'à ce que la force du signal nous dise que l'oiseau est tout près, ou jusqu'à ce qu'on voit l'oiseau directement.

Certains transmetteurs peuvent moduler leur signal en fonction de différents paramètres (ex. : fréquence cardiaque de l'animal, température corporelle, luminosité environnante) et nous permettent donc d'obtenir plus ou moins en continu de l'information sur la physiologie de l'animal ou sur les conditions de son environnement.

Pour ne pas entraver le vol, le transmetteur se doit d'être petit et léger (pas plus de 4% du poids total de l'oiseau). Cela entraîne des contraintes quant à sa puissance, sa durée de vie, et son prix.

Les géolocaliseurs sont des émetteurs suffisamment puissants pour que leur signal soit détecté par satellite ou par avion. Cette détection peut se faire en continu et permet de savoir où se trouve l'oiseau sur un système de coordonnées géographiques à tout moment de la journée ou de la nuit. Ces émetteurs sont relativement gros et ne peuvent être installés que sur de gros oiseaux. Pour détecter un signal moins fort, on peut utiliser un réseau de tours réceptrices (ex. : Motus).

On peut aussi placer sur l'oiseau un géolocaliseur à détection de lumière (*light level geolocator*) qui enregistre jour après jour les heures du lever et coucher de soleil, ce qui nous permet de savoir approximativement à quelle latitude et longitude l'oiseau se trouve à chaque jour. Les données sont enregistrées dans le détecteur lui-même. Habituellement il faut recapturer l'oiseau pour pouvoir télécharger les données, mais dans certains cas les données peuvent être téléchargées à distance (genre wifi) ou téléchargées automatiquement à un satellite.

Enregistrements de sons :

Une antenne parabolique connectée à une enregistreuse portable permet d'enregistrer les vocalisations d'oiseaux (cris et chants).

Les antennes paraboliques en plastique transparent sont légères, faciles à orienter (on peut voir l'oiseau au travers du plastique transparent) et pas trop chères. Plus elles sont grandes, mieux elles reproduisent les sons de basses fréquences (mais plus elles se font prendre dans le vent et deviennent alors difficiles à manipuler).

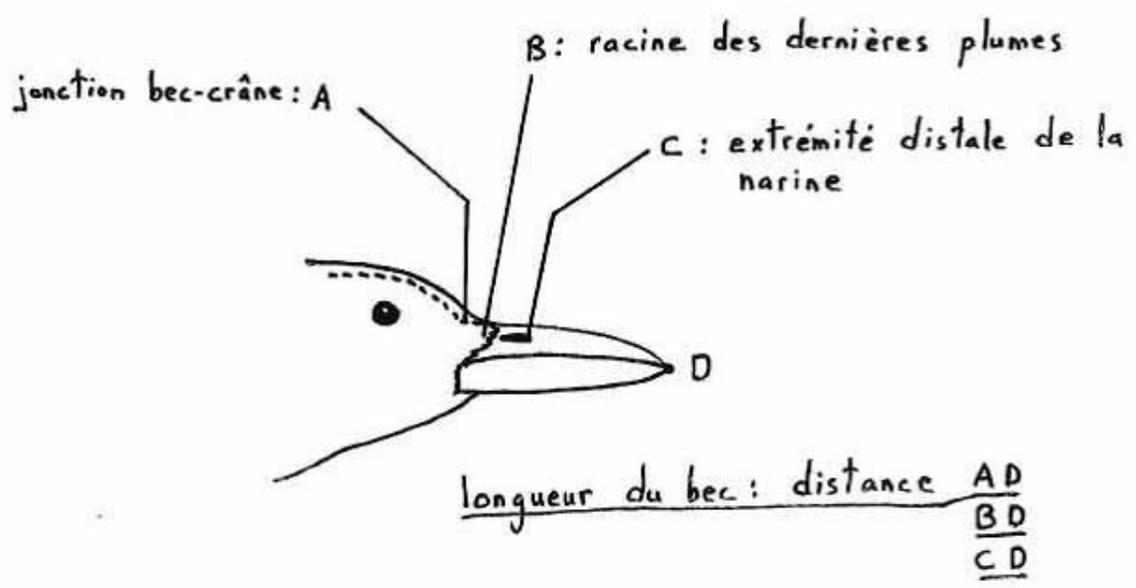
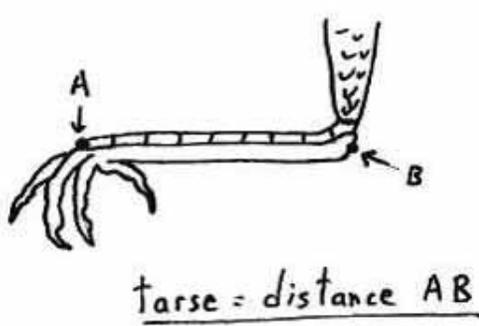
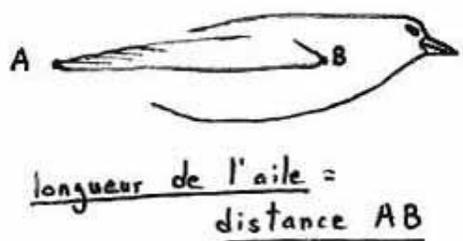
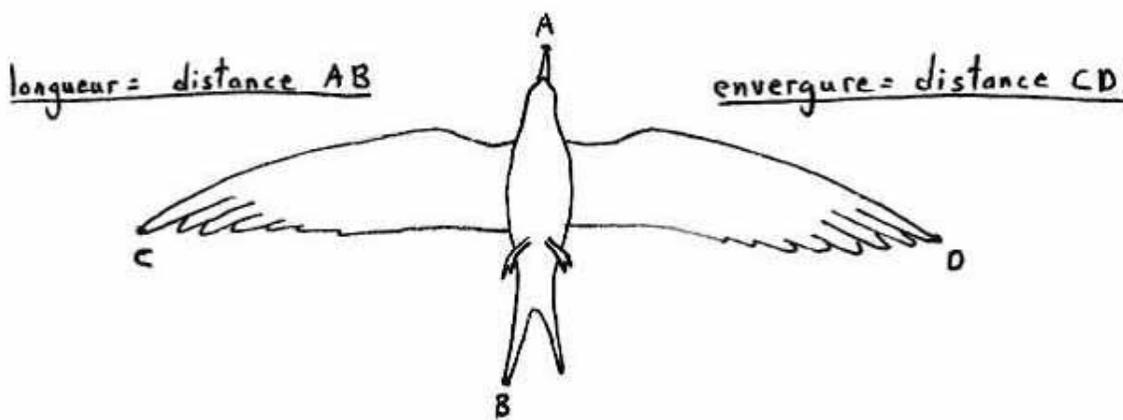
Un microphone est au centre de l'antenne; il devrait être muni d'un écran contre le vent.

Il est utile d'avoir des écouteurs connectés à l'enregistreuse pour vérifier immédiatement la qualité de l'enregistrement.

Mesures anatomiques :

(Voir les dessins de la page suivante)

Longueur:	Mesurée du bout du bec jusqu'au bout de la plus longue plume de la queue, chez un oiseau reposant sur le dos.
Envergure:	Distance entre le bout des deux ailes chez un oiseau reposant sur le dos, les ailes ouvertes mais pas aplaties.
Longueur de l'aile:	On plie l'aile au poignet, on l'aplatie sur une règle, et on mesure la distance du poignet jusqu'au bout de la plus longue primaire.
Longueur de la queue:	À l'aide d'un pied à coulisse, on mesure la longueur de la plus longue rectrice, du bout de la plume jusqu'à l'endroit où elle sort de la peau.
Longueur du tarse:	On plie la patte au niveau de la cheville et, à l'aide d'un pied à coulisse, on mesure la distance entre l'arrière de la cheville et (habituellement) la fin de la dernière écaille complète en bas du tarse.
Longueur du bec:	À l'aide d'un pied à coulisse, on mesure la distance entre le bout du bec et son point de contact avec le crâne (ou la base des dernières plumes, ou la fin des narines, dans lesquels cas il faut le spécifier).
Hauteur du bec :	À l'aide d'un pied à coulisse, on mesure la distance entre le dessous et le dessus du bec à son point de contact avec le crâne (ou la base des dernières plumes, ou la fin des narines, dans lesquels cas il faut le spécifier).



CHAPITRE 6

Évolution et classification

Archaeopteryx lithographica:

- Animal qui a vécu il y a environ 140 millions d'années. Intermédiaire entre oiseaux et reptiles.
- Deux fossiles pas mal complets découverts en 1861 et 1877 en Bavière, Allemagne. Une dizaine d'autres ont été découverts depuis.

Caractéristiques reptiliennes	Caractéristiques aviennes
Crâne petit mais robuste	PLUMES!!!
Dents, pas de bec	Ceinture scapulaire soudée
Queue osseuse	Forme du pubis
Doigts des ailes griffus* et non-fusionnés	Large orbite pour les yeux
Pas de bréchet sur le sternum	4 doigts dont 1 opposable (pour se percher)
Côtes abdominales	

* Quelques espèces d'oiseaux anciens, comme le hoazin, ont encore des doigts des ailes griffus.

Autres fossiles :

En Chine (surtout dans le désert du Gobi), de nombreux autres intermédiaires entre reptiles et oiseaux se font découvrir de nos jours. Comme *Archaeopteryx* ils ont des plumes et aussi des caractéristiques reptiliennes typiques des dinosaures théropodes. Ces fossiles confirment que les premiers oiseaux étaient des dinosaures emplumés. Les dinosaures typiques se sont éteints il y a 65 millions d'années, mais leurs cousins emplumés ont survécu et ont continué d'évoluer jusqu'à nos jours.

Évolution du vol :

Le principe de l'exaptation dit qu'une caractéristique peut avoir évolué à l'origine pour des raisons autres que la raison finale. Ce fut probablement le cas pour les plumes et le vol. Les premières plumes auraient évolué à l'origine pour garder l'animal au chaud (les oiseaux sont les descendants des dinosaures, et les paléontologues s'entendent de plus en plus pour dire que les dinosaures étaient des animaux à sang chaud). De là, des plumes plus longues sur les membres antérieurs auraient permis le vol plané chez des espèces arboréales. De là, des muscles pectoraux plus forts auraient permis le vrai vol.

Un autre exemple d'exaptation serait la capacité de plier le poignet complètement, identifiable par la forme particulière des os du poignet. Cette forme est présente chez les fossiles des dinosaures ancestraux des oiseaux et servait sans doute à aider à la capture de proies; chez les oiseaux, elle a ensuite permis le mouvement particulier des ailes en vol et leur repli près du corps au repos.

Classification :

Les espèces d'oiseaux sont regroupés en familles (dont le nom finit en –idae), lesquelles sont regroupés en ordres (dont le nom finit en –formes), lesquels forment la classe Aves. Le regroupement se fait sur la base d'une origine évolutive commune, souvent reflétée par des ressemblances anatomiques, comportementales, et génétiques.

Exemples de caractéristiques anatomiques pouvant servir à la classification :

- Recouvrement du tarse (entre les orteils et la cheville) :
 - Scutellé : écailles larges se chevauchant comme des bardeaux.
 - Réticulé : petites écailles polygonales agencées comme un casse-tête.
 - Ocréé : peau uniforme sans écailles.
 - Emplumé : recouvert de plumes.

- Narines :
 - Entourées par une excroissance de peau appelée cire (ex. : rapaces).
 - Recouvertes en partie d'une couche charnue appelée opercule (ex. : pigeons)
 - Perforées : le septum nasal est troué et on peut voir au travers du bec par les deux narines (ex. : urubus, grues, râles).
 - Tubulées : s'ouvrent au bout d'un tube osseux (ex. : pétrels, puffins).

- Os :
 - Forme et arrangements des os du crâne.
 - Forme du bréchet.

- Arrangements des orteils :
 - Habituellement au nombre de 4, mais parfois 3, ou 2 (autruche seulement).
 - 3 vers l'avant et 1 vers l'arrière (anisodactylie); ou 2 vers l'avant et 2 vers l'arrière (zygodactylie ou hétérodactylie, dépendamment de quels doigts); ou tous les 4 doigts vers l'avant (pamprodactylie)
 - Syndactylie : fusion partielle de deux des doigts pointant vers l'avant.

De nos jours, grâce aux méthodes de la génomique, les taxonomistes ont tendance à utiliser les ressemblances et différences du génome lui-même (ADN) pour établir les arbres généalogiques des espèces (ou arbres « phylogénétiques », pour utiliser un terme qui ne porte pas à confusion avec les lignées humaines) et leurs liens évolutifs.

Les guides d'identification d'oiseaux présentent les ordres et familles dans un ordre phylogénétique : ils vont des espèces plus anciennes (qui ont vécu sur terre sans trop de changement depuis plus longtemps, comme les grèbes) vers les espèces plus modernes (qui ont divergé des autres familles relativement récemment, comme les chardonnerets). Le tableau à la prochaine page suit un tel ordre.

Principaux ordres et familles des oiseaux d'Amérique du Nord
--

GAVIIFORMES

Gaviidae: plongeurs (huarts)

PODICIPEDIFORMES

Podicipedidae: grèbes

PROCELLARIIFORMES

Procellariidae: diabolins, puffins, fulmars

Diomedidae: albatros

Hydrobatidae: pétrels

PELECANIFORMES

Phaethontidae: paille-en-queue

Sulidae: fous

Pelecanidae: pélicans

Phalacrocoracidae: cormorans

Anhingidae: aningas

Fregatidae: frégates

CICONIIFORMES

Ardeidae: hérons, butors, aigrettes, bihoreaux

Threskiornithidae: ibis

Ciconiidae: jabiru, tantale

PHOENICOPTERIFORMES

Phoenicopteridae: flamant

ANSERIFORMES

Anatidae: oies, canards, cygnes, harles

FALCONIFORMES

Cathartidae: urubus, condor

Accipitridae: buses, aigles, éperviers, autour

Falconidae: faucons, crécerelle

GALLIFORMES

Phasianidae: tétra, gélinotte, faisan, caille, perdrix

GRUIFORMES

Rallidae: râles, foulque, gallinule

Aramidae: courlan

Gruidae: grues

CHARADRIIFORMES

Charadriidae: pluviers

Haematopodidae: huîtres

Recurvirostridae: avocette

Scolopacidae: chevaliers, bécasseaux, bécasses,
phalaropes, courlis, maubèche

Laridae: goélands, mouettes, sternes, labbes

Alcidae: macareux, alques, guillemots, marmettes

COLUMBIFORMES

Columbidae: pigeons, tourterelle, colombes

PSITTACIFORMES

Psittacidae: perroquets

CUCULIFORMES

Cuculidae: coulicous, anis

STRIGIFORMES

Tytonidae: effraie

Strigidae: hibous, chouettes, duc, nyctale, harfang

CAPRIMULGIFORMES

Caprimulgidae: engoulevents

APODIFORMES

Apodidae: martinets

Trochilidae: colibris (oiseaux-mouches)

TROGONIFORMES

Trogonidae: trogons

CORACIIFORMES

Upupidae: huppe

Alcedinidae: martin-pêcheurs

PICIFORMES

Picidae: pics

PASSERIFORMES

Tyrannidae: moucherolles, tyran, pioui

Alaudidae: alouettes

Hirundinidae: hirondelles

Corvidae: corneilles, geais, pie, corbeau

Paridae: mésanges

Sittidae: sittelles

Certhiidae: grimpereau

Troglodytidae: troglodytes

Cinclidae: cincle

Regulidae : roitelets

Turdidae : merles, grives

Sylviidae: gobe-mouchers

Mimidae: moqueurs

Bombycillidae: jaseurs

Laniidae: pie-grièches

Sturnidae: étourneau

Vireonidae: viréos

Parulidae : parulines

Ictéridae : carouge, vacher, oriole, mainate, goglu

Cardinalidae : cardinal, passerins, dickcissel

Thraupidae : tangaras

Emberizidae: bruants, junco, tohi

Fringillidae: roselins, sizerins, chardonnerets

Passeridae: moineau domestique

Le tableau de la page précédente est pour le Canada seulement et n'est pas complet. Pour le monde entier, la **classe des oiseaux (Aves)** est divisée en au moins 24 ordres.

Je dis « au moins 24 ordres » parce que les taxonomistes font souvent des révisions et créent de nouveaux ordres. Voici quelques considérations au sujet de certains de ces ordres.

Les ratites :

Presque tous les oiseaux ont un sternum surdéveloppé, avec la présence d'une grande plaque médiane, le bréchet (*keel*), qui sert de point d'attache pour les gros muscles pectoraux qui doivent abaisser l'aile (pousser sur l'air) en vol. Les ratites sont des oiseaux qui n'ont pas de bréchet (leur sternum est plat comme le nôtre et comme un radeau – le latin *ratis* veut dire « radeau ») parce qu'ils ont perdu la capacité de voler. Les ratites sont :

l'autruche (<i>ostrich</i>)	en Afrique;
l'émeu (<i>emu</i>)	en Australie;
les casoars (<i>cassowary</i>)	en Nouvelle-Guinée;
les kiwis (<i>kiwi</i>)	en Nouvelle-Zélande;
les nandous (<i>rhea</i>)	en Amérique du Sud.

Auparavant les ratites étaient regroupés dans un même ordre, les struthioniformes, mais la classification actuelle place chacun des 5 groupes ci-haut dans leurs propres ordres séparés. Ces espèces sont anciennes : elles ont perdu la capacité de voler il y a très longtemps et n'ont pas beaucoup changé depuis.

Les manchots (ordre des sphéniciformes) :

En anglais on dit « *penguins* », mais en français on devrait dire « manchots », pas « pingouins ». En français le mot « pingouin » ne s'applique qu'à deux espèces de la famille des alcidés, le Petit pingouin (*razorbill*, au large de nos côtes) et le Grand pingouin (*great auk*, maintenant éteint). Les alcidés ne font pas partie des sphéniciformes.

Les manchots sont anciens. Ils ont perdu la capacité de voler et l'ont remplacé par une excellente capacité de nager. Les plumes des manchots sont très denses et protègent très bien contre le froid, que ce soit dans l'air ou dans l'eau. Ils se nourrissent de poissons.

Les 17 espèces de manchots ne se retrouvent que dans l'hémisphère sud.

Les perroquets (ordre des psittaciformes) :

Ce groupe inclut les perroquets (*parrots*), perruches (*parakeets*, *budgies*), cacatoès (*cockatoos*), aras (*macaws*) et loriquets (*lorikeets*). Absents du Canada (ils sont tropicaux), ils sont quand même bien connus du public grâce à leur popularité comme animaux de compagnie. Avec les membres de la famille des corvidés (corneilles, corbeaux, geais), les psittaciformes sont reconnus comme les plus intelligents des oiseaux.

Les passereaux (ordre des passériformes) :

Ce grand ordre comprend plus de 6000 espèces (environ la moitié de toutes les espèces d'oiseaux du monde) réparties entre 50-74 familles (dépendamment des opinions des taxonomistes). Ces oiseaux sont caractérisés par de bonnes adaptations pour se percher dans les arbres (comme par exemple, trois doigts vers l'avant et un doigt vers l'arrière), et donc ils sont aussi connus sous le nom d'oiseaux percheurs.

La majorité des espèces appartiennent au sous-ordre des oscines (= Passeri), caractérisé par un organe vocal (le syrinx) très bien développé, leur permettant de bien chanter. Ces oiseaux sont souvent désignés par le terme général « oiseaux chanteurs » (*songbirds*). Ce terme est parfois utilisé à tort pour désigner tout l'ordre des passereaux.

Les canards et les oies (ordre des ansériformes) :

Toutes ces espèces sont associées à un milieu aquatique, se nourrissant d'invertébrés ou de poissons (les canards) ou uniquement de plantes (les oies).

Le terme « sauvagine », souvent utilisé dans un contexte de chasse, fait habituellement référence à ce groupe d'oiseaux. En anglais on dit aussi « *waterfowl* ».

Les gallinacés (ordre des galliniformes) :

Ce groupe comprend les perdrix, faisans, cailles, gélinottes, dindons, téttras, et lagopèdes. Ce sont habituellement de gros granivores qui passent beaucoup de temps au sol.

Le terme anglais « *gamebirds* » correspond à ce groupe et reflète le fait que ces espèces sont très prisées des chasseurs.

Les rapaces (ordre des falconiformes) :

Ce groupe, aussi appelés « oiseaux de proie », inclut aigles, faucons, buses, autours, balbusards, urubus, vautours, et condors. Ces oiseaux se nourrissent de viande et sont caractérisés par des becs crochus pour dépecer les carcasses animales, et par de grosses griffes acérées appelées « serres » (*talons*).

Dotés d'une excellente vision, la plupart des espèces volent ou planent majestueusement dans le ciel pour repérer leurs proies.

Les oiseaux de rivage (ordre des charadriiformes) :

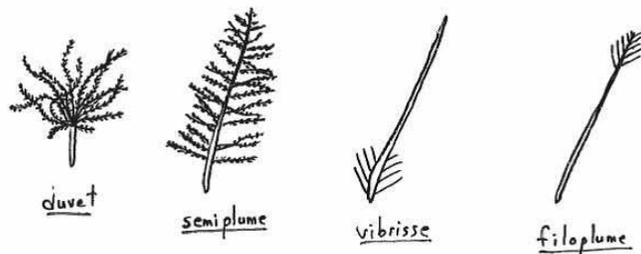
Ce groupe, dit « limicole », comprend bécasseaux, pluviers, goélands, et marmettes. Ils sont spécialisés pour se nourrir sur le bord de l'eau. Certains d'entre eux (famille des alcidés), sont plutôt devenus des oiseaux de mer qui ne viennent sur terre que pour la nidification.

CHAPITRE 7

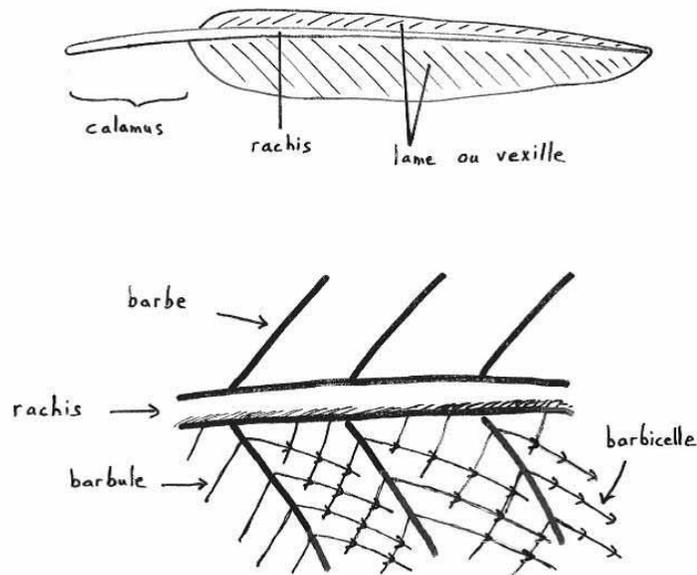
Plumes et mue

A maturité, la plume est une structure morte faite de kératine et de pigments. La kératine est une protéine dure, la même (mais sous une forme un peu différente) qui constitue notre épiderme, nos cheveux, et nos ongles. Elle forme aussi l'épiderme, le bec et les griffes d'un oiseau. Puisque la plume est une structure morte (tout comme nos cheveux, d'ailleurs), couper une plume (par exemple, couper les plumes secondaires ou primaires d'une aile pour empêcher un oiseau de voler et de s'évader, comme on le fait parfois dans les zoos ou les parcs) ne fait pas mal à l'oiseau (tout comme couper nos cheveux ne nous fait pas mal). Mais arracher une plume fait mal (tout comme arracher un cheveu) parce que la racine vient avec, et la racine, elle, est vivante et a des récepteurs de douleur. (La position de chaque racine de plume sur le corps est souvent visible sous forme de petite bosse sur la peau d'un oiseau déplumé.)

Types de plume :



de contour:



- DE CONTOUR:** Ce sont les plumes qui recouvrent le corps et qu'on voit de l'extérieur.
- Celles du corps servent à protéger des chocs, et aussi à emprisonner une couche d'air autour du corps, ce qui garde le corps au chaud (l'air est un bon isolant thermique).
- Celles des ailes et de la queue servent au vol (et aussi, chez quelques espèces, à produire des sons spéciaux lors d'un vol acrobatique). Celles de la queue peuvent aussi servir de support (ex. : pics-bois à la verticale sur un tronc d'arbre).
- Les longues plumes de la queue s'appellent les rectrices.
- Les longues plumes de l'aile s'appellent les rémyges.
- Les rémyges les plus distales (il y en a 9-12, habituellement) sont appelées les primaires.
- Les rémyges les plus proximales sont appelées les secondaires.
- DE DUVET:** Ce sont des plumes qui recouvrent le corps du jeune avant sa première mue. Il y en a aussi sous les plumes de contour des adultes. Leur aspect touffu emprisonne une couche air autour du corps encore mieux que les plumes de contour, donc elles sont de très bons isolants thermiques. Elles sont d'ailleurs parfois récoltées par l'humain pour faire des manteaux d'hiver ou des édredons.
- SEMIPLUMES:** Plumes intermédiaires entre celles de contour et celles de duvet. Rôles similaires à ces dernières.
- FILOPLUMES:** Petites et relativement peu nombreuses. On pense qu'elles agissent comme détecteurs de pression pour renseigner l'oiseau sur l'état de son plumage.
- VIBRISSE:** Plumes en forme de poils, habituellement autour de la base du bec. Protection pour les yeux lors du vol. Possiblement aussi : détection de collisions pour la capture d'insectes en vol.
- DUVET POUDREUX:** Ces plumes poussent sans cesse et ne muent pas. Leur bout s'effrite constamment en une poudre pour protéger de la graisse et pour imperméabiliser. Typiquement présentes chez les hérons, perroquets, pigeons.
- HYPORACHIS :** Aussi appelée « plume secondaire » (en anglais : *afterfeather* ou *aftershaft*). Il s'agit d'une deuxième plume qui pousse parfois à partir du calamus ou du follicule d'une plume plus grosse. Elle ressemble à une semiplume.

Ptérylies :

Les plumes recouvrent tout le corps, mais leurs points d'origine ne sont pas répartis uniformément partout sur le corps. Il y a des endroits sur la peau où pratiquement aucune plume ne pousse. Les endroits où les plumes poussent sont disposés en bandes le long du corps, et ces bandes s'appellent "ptérylies". Les régions sans plume s'appellent « aptéries ». (Ceci est un bon temps pour dire que la racine grecque « pter » veut dire « plume ».) Les aptéries sont quand même cachées et protégées par les longues plumes des ptérylies avoisinantes.

Il n'y a que chez les oiseaux anciens (ex.: autruche) et les manchots (*penguins*) que les plumes poussent partout sur le corps (il n'y a aucune aptérie).

Couleurs :

Couleur pigmentaire: La couleur vient de molécules spéciales, dispersées avec la kératine, qui absorbent certaines longueurs d'onde et reflètent les autres. Les longueurs d'onde reflétées correspondent à la couleur de la plume qu'on voit. Ces molécules spéciales sont appelées des pigments. Parmi ces pigments, il y a :

- les mélanines: noir, brun, roux;
- les carotènes : jaune, rouge, orange;
- les porphyrines: rouge, brun.

Couleur structurale: Les longueurs d'onde correspondant à la couleur de la plume ne sont pas réfléchies par des molécules de pigments, mais plutôt par des structures physiques.

Couleur bleue : Des vacuoles d'air, ou des microgranules de mélanine, dans les plumes font en sorte que seulement les longueurs d'onde courtes (ce qui veut dire, le bleu) sont reflétées. C'est le cas pour tous les oiseaux bleus (il n'existe pas de pigment bleu chez les oiseaux).

La plupart des oiseaux verts mélangent un bleu structural avec un jaune pigmentaire pour donner le vert final de leur plumage.

Iridescence : La kératine et la mélanine alternent en couches, parfois avec des pochettes d'air aussi, ce qui crée des patrons de réfraction de la lumière. Le résultat : des couleurs iridescentes qui changent selon l'angle de notre point de vue (ex. : colibris, étourneaux).

Saletés : Par exemple, l'oie des neiges est toute blanche, sauf pour des plumes orangées autour de son bec. La couleur orangée vient de pigments ferreux qui se sont déposés sur les plumes blanches de l'oiseau à force de fouiller dans la vase pour obtenir de la nourriture.

Rôle des couleurs :

- Camouflage:
- imitation des couleurs du milieu;
 - patrons bigarrés ou zébrés qui brisent la silhouette de l'oiseau;
 - ombre inversée (oiseau foncé sur le dessus et pâle en dessous, ce qui contrebalance le fait que l'ombre tend à rendre le dessous plus foncé).
- Mise en évidence:
- reconnaissance des espèces ou des sexes lors de la parade nuptiale ou de la défense du territoire;
 - reconnaissance de la qualité ou du bon état de santé des individus lors du choix du partenaire sexuel (incluant les longueurs d'onde UV, car les oiseaux peuvent voir les rayons ultra-violets).
- Résistance des plumes : La présence de mélanine est souvent associée à une plus grande quantité de kératine. Les plumes noires sont donc plus solides. On pense que c'est pourquoi plusieurs oiseaux blancs ont le bout des ailes noires (c'est à leur extrémité que les ailes sont le plus susceptibles de frotter contre des objets).

Soin du plumage :

- Glande uropygienne: Glande cutanée au niveau du croupion qui sécrète une huile que l'oiseau répand sur ses plumes avec son bec, pour imperméabiliser le plumage et pour faciliter la flottaison. Cette glande n'est pas fonctionnelle chez tous les oiseaux (ex: autruche, émeu, casoar, nandou, certains engoulevents et martinets) mais pour d'autres elle est très importante.
- Si on enlève chirurgiquement la glande uropygienne d'un canard, celui-ci a beaucoup de difficulté à flotter sur l'eau.
- Lissage des plumes (*preening*): L'oiseau se sert de son bec comme d'un peigne pour enlever les saletés et les parasites, et pour ré-accrocher les barbicelles sur les barbules. Dans le nettoyage mutuel (*allogrooming* ou *allopreeing*), un individu peut lisser les plumes d'un autre.
- Grattage (*scratching*) : L'oiseau se sert des orteils de ses pattes pour déloger des parasites ou des saletés sur son corps, en particulier sur sa tête.
- La plupart des espèces se grattent la tête directement, mais certaines espèces baissent l'aile en premier et font passer la patte par-dessus l'aile pour rejoindre indirectement la tête. Pas de raison particulière.

- Bains - dans l'eau : Rôle de nettoyage assez évident. De 2 à 8 cm de profond est préférable.
- de sable: Fonction incertaine. Contrôle de l'humidité dans le plumage?
- de soleil: Avec les ailes souvent étendues ouvertes, dos ou flanc au soleil. Réchauffe. Déloge les parasites. Formation de vitamine D?
- de vent: Les cormorans s'ouvrent les ailes au vent après avoir plongé. Pour pouvoir plonger plus profondément, les cormorans laissent une certaine quantité d'eau pénétrer entre leurs plumes, réduisant la quantité d'air autour de leurs corps (qui autrement les ferait trop flotter). Mais pour pouvoir voler par la suite, ils doivent assécher au vent ce plumage rempli d'eau.
- de fourmis: Plusieurs espèces de passériformes prennent des fourmis dans leur bec et les frottent contre leur peau ou contre leur plumage, ou laissent des fourmis monter dans leur plumage. Des substances fongicides (anti-moisissures) et bactéricides (anti-bactériennes) ont été identifiées sur certaines fourmis, mais les effets bénéfiques pour l'oiseau n'ont pas encore été démontrés avec certitude. Chatouillage agréable, plutôt?

La mue :

- Post-natale: Peu après la naissance.
- Post-juvénile: Au premier automne.
- Pré-nuptiale: À chaque printemps, mais ce ne sont pas toutes les espèces qui le font. Nécessaire chez les espèces qui ont un plumage nuptial (= pour la saison de reproduction) distinct du reste de l'année. Cette mue peut être complète sur tout le corps ou juste partielle, dépendamment de l'espèce.
- Post-nuptiale: À chaque automne; toujours complète.

Cas spécial : les canards mâles ont leur mue post-nuptiale immédiatement après l'accouplement (donc, en été), et leur pré-nuptiale à l'automne. Ils gardent donc leur plumage nuptial pendant tout l'hiver et le printemps. On donne le nom de plumage d'éclipse à leur plumage non-nuptial (d'été).

La mue procède par vagues, d'avant en arrière, et s'étale donc sur plusieurs semaines.

Les plumes de l'aile muent une ou deux à la fois, permettant à l'oiseau de continuer à être capable de voler. Exceptions: canards, oies, cygnes, huarts, grèbes, grues, râles, plusieurs alcidés, chez qui toutes les plumes de l'aile muent en même temps. Ce sont de gros oiseaux qui auraient de la difficulté à voler s'il leur manquait même une seule rémige, donc ils sont aussi bien de toutes les changer en même temps; mais ils sont alors vulnérables (pendant les 2-4 semaines que dure la mue des rémiges) et ils se doivent donc d'être plus discrets.

Les fonctions de la mue sont :

- 1) Remplacer les plumes usées (l'usure vient du frottement avec l'environnement, et de l'attaque par des bactéries ou des ectoparasites);
- 2) Changer de couleur pour devenir plus attrayant aux yeux du partenaire lors de la saison de reproduction, et redevenir plus camouflé aux yeux des prédateurs le reste de l'année.

Les plumes constituent habituellement 5-10 % du poids total de l'oiseau (le record : 17-20 % chez le pygargue à tête blanche; record en nombre : environ 25,000 plumes de contour sur un cygne). La mue constitue donc une dépense d'énergie considérable.

En moyenne, un oiseau mange 25 % plus pendant la mue, à comparer au reste de l'année.

Les plumes comme outil d'études :

Les constituantes chimiques (minérales) des plumes peuvent être utilisées pour déterminer le degré de pollution de l'habitat, ou la provenance géographique de l'oiseau.

Vous devinez donc qu'il n'y a pas seulement de la kératine et des pigments dans les plumes; il y a aussi un peu d'autres substances, comme des minéraux. Il y a même une espèce, le pitohui bicolore (*Pitohui dichrous*), de Nouvelle-Guinée, dont les plumes contiennent une neurotoxine, le seul exemple connu d'oiseau venimeux.

La forme et la longueur des plumes, notamment celles de l'aile et de la queue, peuvent souvent être utilisées comme critères pour déterminer le sexe et l'âge (juvénile vs adulte) d'un oiseau.

Questions :

- 1) La prochaine fois que vous irez au supermarché, vous pourrez montrer à vos amis un exemple de ptérylie. Devinez-vous comment?
- 2) Quelle est la, ou quelles sont les, structure(s) d'une plume de contour qu'on ne retrouve pas chez une plume de duvet?

- 3) Pourquoi est-ce que les oiseaux s'ébouriffent les plumes quand ils ont froid?
- 4) Vrai ou faux?
- a) Il n'y a pas d'aptéries chez les manchots.
 - b) Les autruches ont de grands cils au-dessus de leurs yeux, et ces cils sont des vibrisses.
 - c) Les rectrices peuvent être divisées en deux catégories : les primaires et les secondaires.
 - d) Toutes les plumes sont changées lors de la mue, mais pas nécessairement toutes en même temps.
- 5) On a découvert que certaines bactéries peuvent se nourrir de kératine. Qu'est-ce qui pourrait aider un oiseau à se défendre contre ces bactéries qui pourraient dégrader son plumage? Imaginez plusieurs possibilités qui vont au-delà du strict minimum exposé dans le présent chapitre.
- 6) Il existe une hypothèse qui tente d'expliquer la raison pour laquelle les oiseaux prennent des bains de fourmis: ces oiseaux veulent se nourrir des fourmis; ils laissent les fourmis monter dans leur plumage, les ramassent avec leur bec, et les frottent contre leurs plumes non pas pour le bon soin des plumes mais plutôt pour se débarrasser de l'acide formique qui recouvre les fourmis et qui peut rendre les oiseaux malades. Imaginez une expérience ou série d'expériences qui vous permettrait de tester l'hypothèse que les oiseaux frottent les fourmis contre leurs plumes dans le but précis d'enlever l'acide formique.

- 7) Après la mue, une fois que toutes les plumes ont repoussé, la bavette noire sur la gorge d'un moineau domestique mâle apparaît souvent grisâtre. Par contre, à mesure que les semaines passent pendant l'hiver, cette bavette grisâtre devient de plus en plus foncée (noire). Comment peut-on expliquer ce changement de couleur? (La même explication s'applique aux étourneaux qui perdent les petits « *spots* » de leur plumage au cours de l'hiver.)
- 8) Considérez une espèce qui pond de 2 à 4 oeufs par couvée. Vous avez des raisons de penser que plus il y a d'oeufs dans la couvée, plus les parents sont stressés énergétiquement (car ils doivent nourrir plus de jeunes une fois les oeufs éclos). Pouvez-vous imaginer une expérience qui amènerait de l'eau à votre moulin (du support pour votre idée) et qui se baserait sur une des choses vues dans ce chapitre?
- 9) Qu'est-ce qui se passe quand on a la chair de poule?
- 10) Au mois d'août, on voit souvent des corneilles avec des têtes et des cous minces. Sont-elles malades?

- 11) Les perruches ondulées sont habituellement vertes. Vous tombez sur un mutant qui est jaune. Quel gène a été affecté par la mutation? Et quel gène serait affecté si le mutant était bleu?
- 12) Un oiseau en train de se lisser le plumage va souvent enfouir son bec, à intervalles réguliers, dans le plumage à la base de sa queue. Avez-vous une idée pourquoi?
- 13) Je vous apprends que certaines plumes se détachent et tombent plus facilement que d'autres. Sur quelle partie du corps, pensez-vous, et pourquoi? (Behavioral Ecology 17 : 1046-1056)
- 14) Définissez :
- | | |
|---------------|----------------------------------|
| a) Vexille | f) Mélanines |
| b) Barbicelle | g) Mue post-nuptiale |
| c) Rectrices | h) Phénomène de l'ombre inversée |
| d) Calamus | i) Vibrisse |
| e) Ptérylie | j) Glande uropygienne |

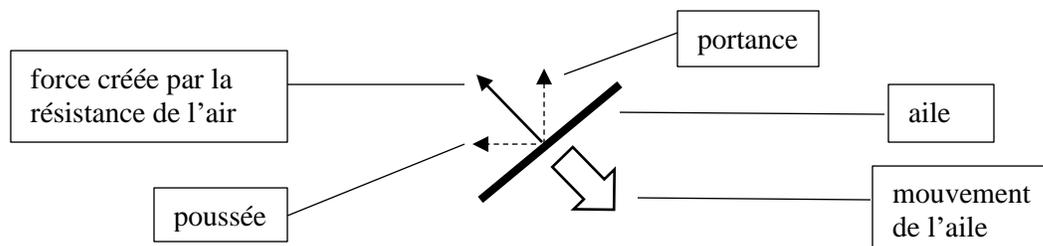
CHAPITRE 8

Le vol

Les rémiges primaires forment un grand panneau qui pousse sur l'air lorsque l'oiseau abaisse son aile. L'angle du panneau et la direction dans laquelle il bouge fait en sorte que la résistance de l'air crée une force avec une composante horizontale vers l'avant et une composante verticale vers le haut.

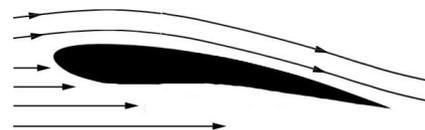
Poussée (*thrust*) : Force qui fait avancer l'oiseau, fournie par le mouvement de l'aile qui pousse sur l'air en partie vers l'arrière.

Portance (*lift*) : Force qui soulève l'oiseau, partiellement (voir prochaine page) fournie par le mouvement de l'aile qui pousse sur l'air en partie vers le bas.



Lorsque l'aile se relève, l'oiseau change son angle d'attaque pour ne pas que l'air exerce une trop grande résistance. Pensez à un canot que vous voulez faire avancer dans l'eau, mais en maintenant la pagaie dans l'eau en tout temps : vous allez pousser sur l'eau avec la pagaie perpendiculaire au mouvement que vous voulez donner au canot, mais pour ramener la pagaie vers l'avant en prévision de la prochaine poussée vous allez la faire glisser dans l'eau dans une orientation parallèle au mouvement du canot plutôt que perpendiculaire. Les oiseaux font un peu la même chose avec leur aile dans l'air.

La poussée vers l'avant fournie par les rémiges primaires crée forcément un courant d'air autour de la partie proximale de l'aile, celle formée par les rémiges secondaires. Cette partie de l'aile présente un profil plus ou moins cambré, dit aérodynamique (*airfoil*). Cette forme force l'air à circuler autour d'elle de façon particulière :



Avec l'air qui circule autour d'elle, cette partie aérodynamique de l'aile génère une portance (force vers le haut) supplémentaire à celle des primaires, et ce de deux façons :

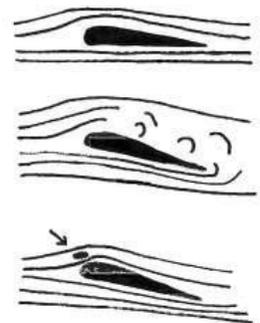
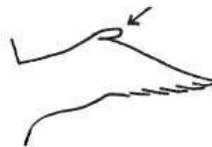
- 1) Si l'angle d'attaque dévie un peu de l'horizontale, vers le haut, la résistance de l'air pousse l'aile vers le haut, de la même façon qu'une main placée dans le vent en dehors d'une voiture en mouvement est poussée vers le haut quand on oriente un peu vers le haut son bord d'attaque. Malheureusement, il y a aussi une force générée vers l'arrière, ce qui ralentit l'oiseau. Pour minimiser cette dernière, il faut que le bord s'attaque soit relevé seulement un peu.
- 2) Le profil aérodynamique fait en sorte que l'air circule plus rapidement le long de la surface supérieure de l'aile que le long de sa surface inférieure. C'est un principe physique (« principe de Bernouilli ») qu'un fluide en mouvement exerce une pression moins grande le long d'une surface lorsque sa vitesse de mouvement est plus grande. C'est donc dire ici que la pression est moins grande sur la surface supérieure que sur la surface inférieure. La différence de pression pousse l'aile vers le haut.

L'air exerce une certaine friction sur la surface de l'aile. De plus, la circulation d'air le long de l'aile crée à l'extrémité de l'aile des vortex, qui sont des patrons de turbulence. Friction et turbulence créent une force vers l'arrière qui ralentit l'oiseau. Cette force s'appelle la trainée.

Trainée (drag) : Force vers l'arrière qui ralentit l'oiseau, causée par la friction de l'air et la présence de vortex de turbulence dans l'air à l'extrémité des ailes et aussi à la bordure postérieure de l'aile.

La présence de fentes à l'extrémité des ailes diminue la formation de vortex dans l'air, ce qui diminue la trainée. Les oiseaux peuvent écarter les primaires les unes des autres pour qu'il y ait un espace entre leurs extrémités, formant les fentes qui diminuent la trainée. Malheureusement, des fentes entre les primaires ne sont bien compatibles avec la formation d'un panneau pour pousser sur l'air. C'est pourquoi la présence de ces fentes est plus évidente chez les oiseaux qui planent (comme les buses ou les urubus), car un vol plané ne requiert pas autant un panneau pour bien pousser sur l'air.

Une fente additionnelle est créée par l'alula, un petit groupe de plumes à l'avant de l'aile et attaché au niveau du poignet, qui est déployé quand l'angle d'attaque de l'aile augmente de beaucoup, pour réduire la turbulence qui survient à ce moment-là.



Proportion longueur / largeur ("aspect ratio") de l'aile :

Une aile longue et étroite ("*aspect ratio*" élevé) fournit relativement beaucoup de portance et peu de traînée. Cela favorise le vol rapide (mais moins manœuvrable).

Une aile large et courte ("*aspect ratio*" bas) permet les accélérations et décélérations rapides, et les virages serrés. Elle est manœuvrable, mais moins bonne pour le vol rapide.

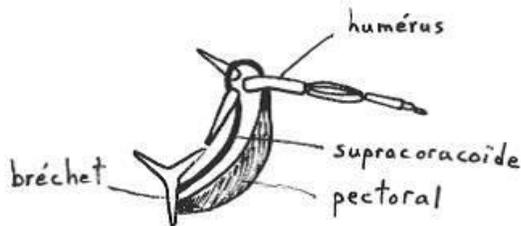
Muscles du vol :

Le muscle pectoral abaisse l'aile. Il est très développé car c'est quand l'aile s'abaisse que le gros du travail du vol est fait (c'est quand l'aile s'abaisse que l'oiseau pousse sur l'air). La masse musculaire d'une poitrine d'oiseau est surtout constituée du muscle pectoral, lequel s'attache d'une part à l'humérus de l'aile, et d'autre part au bréchet (une extension du sternum).

Les cellules (fibres) musculaires rouges (aussi appelées fibres oxydatives) sont riches en myoglobine et en mitochondries. La myoglobine s'accroche temporairement à l'oxygène et sert d'entrepôt d'oxygène. C'est la myoglobine qui donne la couleur rouge aux « fibres rouges ». Ces cellules musculaires sont spécialisées dans le métabolisme aérobie. Elles sont bonnes pour les exercices soutenus, mais pas trop intense (pour que l'apport en oxygène suffise à la tâche). La plupart des oiseaux ont un muscle pectoral fait de fibres rouges.

Les cellules (fibres) musculaires blanches (aussi appelées glycolytiques) sont spécialisées dans le métabolisme anaérobie. Elles contiennent relativement peu de myoglobine, mais beaucoup de glycogène (un genre de réserve de glucose). Le métabolisme anaérobie est plus rapide que l'aérobie (donc bon pour le travail intense et explosif) mais il exploite moins bien l'énergie contenue dans le glucose, et il produit des déchets métaboliques nuisibles (l'acide lactique), ce qui fait qu'il ne peut pas durer longtemps à un haut niveau. Les oiseaux qui ont souvent besoin d'un envol très explosif mais de courte durée, comme les gélinottes (ou les poulets sauvages – le coq bankiva, *red junglefowl* – desquels nos poules domestiques sont issues) ont des muscles pectoraux faits de fibres blanches (et donc la viande d'une poitrine de poulet est pâle).

Le muscle supracoracoïde (aussi appelé "sous-clavier" ou "pectoral moyen") élève l'aile. Il est plus petit.



Vol en formation (en "V") :

Les bernaches canadiennes (*Canada geese*) sont bien connues pour leur vol en formation. Chaque bernache s'arrange pour que le bout de son aile gauche, disons, soit en ligne avec le bout de l'aile droite de l'individu qui la précède. La bernache qui suit profite ainsi de la partie ascendante des vortex créés dans l'air par le bout de l'aile de la bernache précédente.

Le même principe s'applique à d'autres espèces qui volent en V, comme les pélicans et les goélands par exemple.

Une étude a installé un moniteur cardiaque dans le corps de plusieurs pélicans. Cette étude a démontré que le cœur du leader d'un V bat aussi vite que celui d'un pélican qui vole tout seul, mais que les cœurs des pélicans qui le suivent dans le V battent moins vite (par au moins 30%), ce qui indique que le vol en V permet effectivement de sauver de l'énergie ... sauf pour le leader.

Adaptations particulières des oiseaux au vol :

Légèreté :

Plusieurs os sont spongieux, sans moëlle, remplis d'air (connectés aux sacs aériens, qui eux sont connectés aux poumons¹).

Plusieurs os sont fusionnés.

Absence de dents, de grandes mâchoires, de vertèbres de la queue, et de certains doigts.

Gonades atrophiées (par un facteur de plusieurs centaines) en dehors de la saison de reproduction.

Un seul ovaire chez la femelle (le gauche).

Absence de vessie (déchets métaboliques évacués sous forme semi-solide – p.121).

Métabolisme élevé :

Haute température corporelle (42 °C).

Système respiratoire efficace (p. 120).

Digestion rapide, complète.

Circulation rapide, cœur puissant.

¹ Il n'y a pas de doute que la pneumatisation des os allège l'oiseau et donc aide au vol, mais en premier lieu elle a probablement évolué pour des raisons d'avantages respiratoires (voir page 120), tel que suggéré par la présence d'os pneumatiques dans les fossiles des ancêtres évolutifs des oiseaux chez qui le vol n'avait pas encore évolué.

Espèces qui ont perdu la capacité de voler :

L'exemple classique des oiseaux qui ont perdu la capacité de voler sont les ratites, un groupe d'oiseaux « primitifs » (= anciens) qui, répétons-le (page 34) comprend :

l'autruche (<i>ostrich</i>)	en Afrique;
l'émeu (<i>emu</i>)	en Australie;
les casoars (<i>cassowary</i>)	en Nouvelle-Guinée;
les kiwis (<i>kiwi</i>)	en Nouvelle-Zélande;
les nandous (<i>rhea</i>)	en Amérique du Sud.

Il y a plusieurs autres cas d'incapacité de voler. Les manchots (*penguins*) sont assez bien connus.

Q Pourquoi pensez-vous que la sélection naturelle a favorisé la perte de vol chez toutes ces espèces?

Questions :

- 1) Comment se fait-il qu'une poitrine de poulet est blanchâtre alors qu'une cuisse de poulet est brun foncé?
- 2) Vous commandez du canard au restaurant chinois. On vous apporte une belle poitrine de viande blanche. Vous êtes indignés. Pourquoi?
- 3) Beaucoup d'espèces qui ont perdu la capacité de voler se trouvent sur des îles. Pouvez-vous deviner pourquoi?

CHAPITRE 9

Cris et chant

Les cris:

Les cris sont des sons simples émis dans différents contextes, avec différentes fonctions pouvant être regroupées dans au moins 8 grandes catégories:

1) Cris d'alarme: (*alarm calls*)

Pour annoncer la présence d'un danger.

Pour un danger terrestre et stationnaire (ex. : un chat), le cri a tendance à être haché et de basse fréquence.

Pour un danger aérien et dynamique (ex. : oiseau de proie), le cri est continu et de haute fréquence, difficile à localiser.

On fait parfois jouer des enregistrements de cris d'alarme pour chasser les oiseaux indésirables, comme autour des centres d'achat par exemple.

2) Cris de contact: (*contact calls*)

Pour inciter à former un groupe et pour maintenir sa cohésion.

Pour informer un partenaire sexuel de la présence et de la position de l'individu.

3) Cris de sollicitation: (*begging calls*)

Pour solliciter l'attention des parents ou du partenaire sexuel.

Les jeunes utilisent ces cris pour inciter les parents à les nourrir.

Les femelles utilisent parfois ces cris pour inciter leur partenaire à les nourrir pendant la cour nuptiale.

4) Cris d'exclusion:

Pour signaler l'agression et le désir de chasser un intrus.

Jetez une frite à un goéland dans le terrain de stationnement d'un MacDonald's; si un autre goéland approche, votre goéland va émettre un cri d'exclusion.

5) Cris de parade nuptiale: Utilisés par les mâles pendant la cour nuptiale pour impressionner les femelles.

Le roucoulement des pigeons est un exemple typique.

- 6) Cris territoriaux: Pour annoncer l'occupation du territoire (même fonction que le chant).
- 7) Cris de détresse: Donnés par les jeunes séparés de leur(s) parent(s). Ou donnés par un adulte capturé par un prédateur.
- 8) Cris de reconnaissance: Chez les espèces coloniales, ces cris permettent aux parents de reconnaître leurs propres jeunes ou leur partenaire.

Définition du chant :

Le chant est une série de sons répétés dans un ordre relativement précis. Il a souvent une qualité musicale. Différents sons (aussi appelés "notes" ou "syllabes") sont organisés en phrases, lesquelles sont souvent répétées dans le chant.

Oiseaux chanteurs :

Ce ne sont pas toutes les espèces qui chantent. A quelques exceptions près (tourterelle, maubèche des champs), les non-passeriformes ne chantent pas (mais ils ont quand même des cris). La plupart des passeriformes chantent. En anglais, les membres du sous-ordre Passeri (= oscines) sont souvent désignés par le terme « *songbirds* ». Ça correspond à plus de 4500 espèces!

En général, seul le mâle chante. Dans certains cas (ex. : moqueur-chat, oriole du Nord, cardinaux, durbec des pins, roselin familier, certains troglodytes), la femelle chante aussi. Certaines de ces espèces font des duos: le mâle chante une partie du chant, la femelle chante l'autre.

Pourquoi les oiseaux chantent-ils?

- 1) Annoncer la présence d'un territoire et de son propriétaire.

On choisit des territoires, on y capture le mâle, et on y installe des haut-parleurs. Dans certains de ces territoires, on fait jouer un bruit quelconque, et dans les autres on fait jouer des enregistrements du mâle qui occupait le territoire. On mesure le nombre d'intrusions par d'autres mâles, et on observe qu'il y en a beaucoup moins dans les territoires avec les haut-parleurs qui reproduisent le chant du mâle.

- 2) Attirer et impressionner une femelle.

Q

On répète la procédure précédente, tôt au printemps quand les territoires commencent à s'établir, et cette fois-ci on mesure le nombre de visites par des femelles. Quelle prédiction ferait-on?

Où les oiseaux chantent-ils?

- 1) Rarement près du nid, souvent près des limites du territoire.

L'oiseau ne veut pas attirer l'attention des prédateurs à la proximité du nid. Il veut plutôt empêcher les intrusions par des conspécifiques, intrusions qui auraient lieu à la périphérie du territoire.

- 2) Souvent en un endroit élevé et bien dégagé.

Le son porte mieux et plus loin à partir de tels endroits, comme le haut d'un arbre. Quelques espèces chantent même en vol (*flight song*, ex. : goglu).

Quand les oiseaux chantent-ils?

- 1) Au printemps, quand le territoire s'établit, et que la recherche d'une femelle s'effectue.

Une fois les œufs pondus, les oiseaux chantent beaucoup moins.

Il peut y avoir une résurgence à l'automne : ce sont des jeunes qui se pratiquent.

- 2) Surtout le matin, un peu le soir, rarement pendant le jour.

Le matin et le soir sont de moins bons temps pour trouver la nourriture, donc on en profite pour chanter. Le chant matinal confirme aussi que l'oiseau a survécu la nuit.

L'heure à laquelle les oiseaux commencent à chanter le matin est déterminée par l'intensité lumineuse; le seuil d'intensité varie selon les espèces, de telle sorte que les espèces d'oiseaux commencent à chanter dans un ordre chronologique bien précis le matin. On appelle cela le « chœur de l'aube » (*dawn chorus*).

Le froid, les grandes chaleurs, la pluie, le vent, et les éclipses totales (!) inhibent le chant.

Q Quelle hormone pensez-vous pourrait avoir une influence sur la fréquence de chant exhibée par un oiseau?

Q Les oiseaux d'une même espèce chantent plus fort, ou avec des notes de plus hautes fréquences, en ville qu'en campagne. Pourquoi, pensez-vous? (Current Biology 16 : 2326-2331)

Développement (ontogénie) du chant et des cris :

Cris: En général innés.

Chants: Varient, d'une espèce à l'autre, de complètement innés (ex. : moucherolle phébi) à complètement appris (ex. : moqueur chat).

En général, les notes sont innées mais la mélodie est apprise. L'oiseau a besoin d'entendre les autres et de s'entendre soi-même pour développer la mélodie.

- 1) Il y a une période critique, habituellement pendant la première année de la vie, où l'oiseau doit entendre le chant de son espèce (un oiseau élevé en isolation ne chante pas, une fois devenu adulte).
- 2) Si le jeune oiseau entend plusieurs chants, il a une préférence innée pour celui de son espèce.
- 3) Le chant entendu est mis en mémoire.
- 4) Plus tard, l'oiseau se pratique, s'entend, et ajuste son chant en le comparant au chant mis en mémoire. L'oiseau doit pouvoir s'entendre (un oiseau rendu expérimentalement sourd à ce moment ne réussit pas à bien chanter).

Dialectes :

Si vous essayez d'apprendre les chants des diverses espèces d'oiseaux, n'oubliez pas que plusieurs espèces ont des dialectes, c'est-à-dire que leur chant varie un peu d'une région à l'autre, ou même d'une décennie à l'autre.

Répertoires :

N'oubliez pas non plus que chez certaines espèces, les mâles ont plus qu'un seul chant. La paruline à ailes bleues, par exemple, a plus de 6 chants différents. Chez d'autres espèces, un mâle peut avoir des douzaines de chants différents. Certains individus favorisent un ou deux chants plutôt que d'autres, et cela permet à leurs voisins de les reconnaître individuellement. Les voisins peuvent aussi contre-chanter (*counter-singing*): répondre à un chant par le même chant.

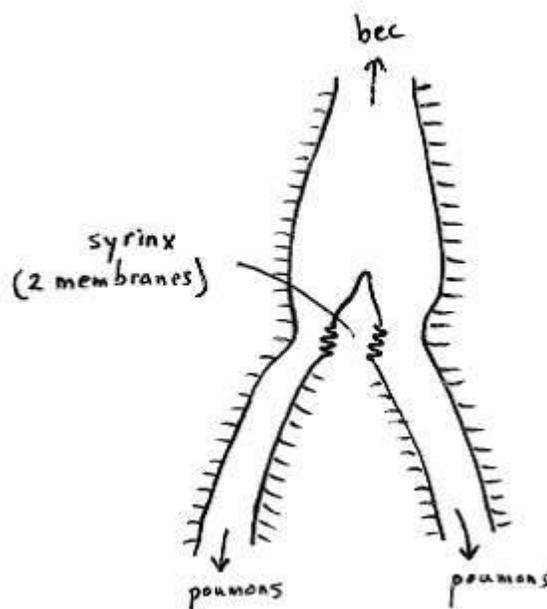
Capturez un mâle territorial, et faites jouer un enregistrement de son chant dans son territoire : les mâles voisins ne vont pas réagir beaucoup en émettant leur propre chant. Faites la même chose, mais cette fois-ci en utilisant le chant enregistré d'un mâle étranger : les voisins vont réagir en chantant beaucoup. Ils auront reconnu acoustiquement que le propriétaire du territoire a changé, et ils vont réaffirmer leur présence face à ce nouveau-venu.

Organes du chant :

L'organe du chant est le syrinx, situé à la jonction de la trachée et des deux bronches.

Dans le syrinx il y a deux cordes vocales (une à gauche et une à droite). Elles vibrent habituellement à la même fréquence. Mais certaines espèces (certaines grives, par exemple) peuvent faire vibrer chaque corde de manière indépendante et ainsi produire deux notes en même temps.

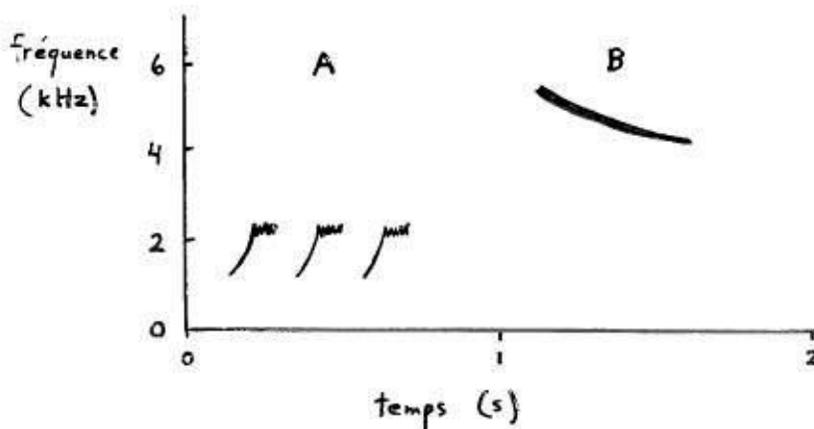
Un chant fort demande un grand passage d'air autour du syrinx, pour faire vibrer les cordes à une plus grande amplitude. Ça prend des poumons et des muscles expiratoires forts pour faire cela, ce que les oiseaux ont. Mais le système respiratoire des oiseaux comprend aussi des sacs aériens et si on perce expérimentalement certains de ces sacs (les interventriculaires, notamment), l'oiseau peut continuer à respirer et à vivre, mais il ne peut plus chanter parce que les poumons ne parviennent plus à pousser l'air suffisamment fort pour bien faire vibrer les cordes vocales. C'est une façon expérimentale de rendre un oiseau muet.



Le sonogramme :

Le sonogramme est une représentation graphique d'un cri ou d'un chant. Il montre comment la fréquence d'un son change avec le temps. Un sonogramme peut aussi utiliser différentes couleurs pour indiquer les différentes forces de sons (amplitude de la vague sonore) correspondant à chaque note représentée.

- Q Le sonogramme ci-dessous reproduit deux cris d'alarme (A et B). Lequel des deux cris est le plus susceptible d'être donné en réponse à un prédateur terrestre? (Revoir le début du chapitre.)



- 3) Avoir deux cordes vocales indépendantes permet à certains oiseaux de produire deux notes différentes en même temps. Pouvez-vous imaginer d'autres façons d'utiliser deux cordes vocales dans la composition d'un chant, ou dans la composition d'un répertoire de chants.

- 4) Sur un sonogramme, le début d'une note est souvent clair (*sharp*) mais la fin est souvent brouillée (*blurry*), surtout quand on enregistre des oiseaux en forêt (en captivité, le début et la fin des notes sont tous les deux clairs). Expliquez cela en vous servant de l'analogie du tonnerre.

- 5) Plusieurs expériences ont démontré qu'un jeune apprend plus facilement le chant de son espèce plutôt que le chant d'une autre espèce. D'autres expériences ont démontré qu'un jeune apprend plus facilement d'un autre oiseau qu'il peut voir plutôt qu'à entendre un haut-parleur qui joue un enregistrement. Quelle expérience intéressante pourriez-vous faire à partir de ces faits?

- 6) Imaginez une expérience qui vous permettrait de tester l'idée que la fréquence des cris de sollicitation par les jeunes d'un nid renseigne les parents sur le niveau de faim de ces jeunes.

CHAPITRE 10

Territorialité

Un territoire est un espace défendu de façon active par des comportements agressifs. Il ne faut pas confondre "territoire" et "domaine vital":

Domaine vital : Région couverte par les déplacements d'un animal dans ses activités de tous les jours. Cette région n'est pas nécessairement défendue, et donc les domaines vitaux de plusieurs individus peuvent se chevaucher.

Chez les oiseaux, un territoire sert habituellement à abriter un nid, et à englober les ressources alimentaires nécessaires à l'élevage des jeunes (en été) ou à la survie de l'adulte (en hiver).

Chez la plupart des espèces migratrices, les mâles arrivent au printemps avant les femelles, et ce sont les mâles qui établissent les territoires. Par le chant et par l'exposition de leurs couleurs vives, les mâles annoncent la présence de leur territoire aux femelles en quête d'un partenaire, et aux autres mâles pour les décourager d'enfreindre les frontières. Le propriétaire d'un territoire est très ardent dans ses activités de défense (ex.: faisan qui attaque une automobile!), mais cette agressivité se limite au territoire seulement (donc, un individu peut être dominant à l'intérieur de son territoire mais subordonné à l'extérieur).

Q Vous vous amusez à planter un spécimen empaillé de merle d'Amérique mâle dans le territoire du merle mâle qui niche dans la cour en arrière de votre maison. Quels sont les comportements que vous pourriez mesurer pour déterminer l'intensité de la réponse du mâle territorial?

Cette technique de l'intrus empaillé pour mesurer l'intensité d'une réponse territoriale permet de tester l'influence de divers paramètres sur l'ardeur avec laquelle le territoire est défendu:

- Le plumage de l'intrus (adulte versus juvénile, par exemple).
- Le temps précis du cycle reproducteur (incubation versus vieux oisillons, par exemple).
- Niveau d'hormones (testostérone, par exemple) du mâle territorial.
- Place précise de l'intrus (centre du territoire versus périphérie, par exemple).

Dimensions du territoire :

La technique de l'intrus empaillé peut être employée pour déterminer la grandeur du territoire d'un mâle (tous les endroits où l'intrus provoque une réponse font partie du territoire), mais il est plus pratique de cartographier tous les endroits où on voit le mâle en train de chanter. (On reconnaît que c'est toujours le même mâle parce qu'on l'a bagué avec des bagues de couleur.)

Il est logique de penser que la grandeur des territoires varie en fonction de la richesse du milieu en nourriture. Plus il y a de nourriture, moins il est nécessaire d'aller loin pour la trouver, donc moins grands seront les territoires.

Q Comment tester cette hypothèse?

Il est logique de penser que la grandeur des territoires varie en fonction de la densité de population. Plus il y a de mâles, plus il est difficile de défendre un grand territoire, donc plus les territoires finissent par être petits.

Q Comment tester cette hypothèse?

Ultimement, si la nourriture est trop abondante ou trop concentrée en un seul endroit, elle devient impossible à défendre (trop d'autres oiseaux sont attirés à cet endroit) et la territorialité disparaît.

Exemple : Aucun goéland n'établit de territoire au dépotoir.

Nombre limité de territoires :

Les individus reviennent souvent année après année aux mêmes territoires. Les individus âgés d'un an (nés l'année d'avant) doivent usurper le territoire d'un autre (ce qui est rare), ou se contenter d'un territoire de moindre qualité dans un habitat marginal, ou bien "flotter" ("*to become floaters*"), c'est-à-dire ne pas se reproduire mais rester aux environs pour pouvoir s'emparer du territoire d'un mâle qui s'adonnerait à mourir. Il peut même y avoir des *floaters* qui sont plus vieux qu'un an, s'il y a beaucoup plus d'individus que le milieu peut supporter basé sur la quantité de nourriture présente.

Preuves expérimentales de l'existence de "*floaters*":

On peut capturer des couples établis dans leur territoire, et voir s'ils se font remplacer par de nouveaux individus (les *floaters*) ou si plutôt les couples voisins vont agrandir leur territoire pour occuper la place devenue vacante.

Si on réussit à baguer tous les individus d'une population, on peut observer que certains individus n'occupent pas de territoire et ne se reproduisent pas, mais qu'ils s'empressent de remplacer les individus territoriaux qui s'adonnent à mourir ou à disparaître.

Questions :

- 1) Vous attendez-vous à ce qu'il y ait des différences de grosseur de territoire entre une espèce carnivore et une espèce granivore? Et entre une grosse espèce et une petite espèce?

- 2) La plupart des merles d'Amérique migrent au sud en automne, mais il y a quelques individus qui restent ici en hiver. Ils vivent en groupe et se nourrissent de petits fruits sauvages dans les bois. Expliquez pourquoi ils ne migrent pas (se souvenant qu'on est dans un chapitre sur la territorialité).

- 6) Vous voulez comparer la grandeur du territoire d'un mâle territorial dans le boisé sauvage en arrière de chez vous à Moncton avec celle d'un mâle territorial dans un boisé aménagé près de Shediac (pour tester l'hypothèse que les territoires sont différents dans un boisé sauvage par rapport à un boisé aménagé). À chaque jour, pendant plusieurs jours de suite, vous commencez par noter sur une carte les différents endroits où le mâle en arrière de chez vous chante, et puis vous conduisez jusqu'à Shediac et vous faites la même chose avec le mâle là. Est-ce une bonne façon de procéder?
- 7) Pourquoi est-ce que la technique pour déterminer la grandeur d'un territoire insiste sur les endroits où on voit un individu chanter, plutôt que juste les endroits où on voit l'individu? Qu'est-ce qu'on mesurerait avec ce dernier paramètre?
- 8) Le colibri roux est une espèce de l'ouest du Canada. Chaque individu (mâle ou femelle) défend un territoire contenant environ 200 fleurs qui produisent le nectar dont le colibri se nourrit. Ce territoire est défendu même en dehors de la saison de reproduction. Le matin, le colibri se nourrit sur les fleurs qui sont le plus près de la périphérie du territoire, puis de fleurs en fleurs en allant vers le centre du territoire au cours de la journée. Quel est l'avantage de procéder ainsi au fil de la journée?

CHAPITRE 11

Nids, oeufs, incubation, soins aux jeunes

Diversité des nids :

Où: Par terre, sous terre, buissons, dans les arbres, trous d'arbre, sur des édifices, des falaises, etc.

Forme: En coupe, avec dôme (toit), en plate-forme, suspendu, dépression dans le sol, etc.

Matériel: Rien, boue, herbes, algues, brindilles, branches, salive, cordages, etc.
Tapissage du nid avec mousses, herbes, poils, plumes, feuilles, papier, fils d'araignée, etc.

Grosueur: Du colibri à gorge rubis (nid de 2.5 cm de haut par 2.5 cm de diamètre)
jusqu'à la cigogne d'Europe (nid de 2 m de haut par 1.5 m de diamètre, 1 tonne).

Rôle de chacun des sexes dans la construction du nid et l'apport des matériaux: Presque toutes les combinaisons possibles.

Quelques généralités sur les nids :

Détruire un nid pendant la période de construction amène les oiseaux à s'en aller ailleurs (dans les villes où les résidents se plaignent du bruit que font les corneilles, cette méthode est utilisée).

La plupart des passériformes prennent le temps et l'énergie de construire un nouveau nid à chaque année, même si l'ancien nid est encore disponible. Ils évitent ainsi les invertébrés parasites qui pourraient être encore présents dans le nid.

Q Une exception qui confirme la règle sont les passériformes qui nichent dans l'Arctique : ils ont tendance à réutiliser leurs vieux nids. Pourquoi, pensez-vous?

Les nids, étant stationnaires, sont vulnérables aux prédateurs. Les adaptations contre la prédation incluent le choix d'endroits difficilement accessibles par les prédateurs, l'agressivité des parents, et la nidification près d'espèces agressives.

Exemple : Les parulines jaunes qui nichent à proximité d'un nid de moqueur-chat (une espèce très agressive) réussissent à sevrer plus de jeunes.

Exemple : Les caciques (une espèce de l'Amérique du Sud) nichent à côté des nids de guêpes.

Anatomie de l'oeuf fraîchement pondu :

- Jaune d'oeuf:** Aussi appelé « vitellus ». Environ 50% eau, 33 % graisses, 17% protéines, destiné à fournir énergie et matériaux de construction au futur embryon. Le jaune d'oeuf original fait partie de l'ovule fourni par l'ovaire de la mère.
- Blanc d'oeuf:** Aussi appelé « albumen ». Environ 88% eau, 10% protéines (albumine, surtout), 2% minéraux; le tout servant à fournir de l'eau et des protéines à l'embryon, à le coussiner, et à le protéger d'invasions par les bactéries (beaucoup des protéines du blanc d'œuf ont des effets antibiotiques).
- Coquille:** Faite de calcaire (sels de calcium, surtout le CaCO_3). Criblée de pores pour permettre l'échange des gaz avec l'air ambiant (l'embryon est vivant, il respire, il a besoin d' O_2 qu'il prend de l'air, et il produit du CO_2 qu'il relâche dans l'air).
- Membrane vitelline:** Sépare le jaune du blanc. Quand on crève un jaune d'œuf dans la poêle à frire, c'est la membrane vitelline qu'on brise.
- Membranes coquillères :** Deux membranes qui séparent la coquille du blanc d'oeuf. Ces deux membranes sont collées ensemble, sauf au bout plat de l'oeuf, où elles se séparent pour créer une poche d'air. Avant de casser la coquille, le jeune oisillon sur le point d'éclore prendra ses premiers souffles à partir de cette poche.

La présence de cette poche d'air est la raison pour laquelle il est bon de percer avec une aiguille le bout plat d'un oeuf avant de le faire bouillir; sinon, la chaleur fait augmenter la pression dans la poche d'air, à tel point que la coquille peut se briser, laissant sortir le blanc de l'œuf.

Comme vu en plus de détails dans le chapitre 18 sur l'anatomie interne, la femelle n'a qu'un seul ovaire (une adaptation pour alléger l'oiseau), le gauche, lequel est relié au cloaque par un tuyau appelé oviducte.

En période de ponte, l'ovaire libère un ovule (qui inclut le jaune d'oeuf) qui entre dans l'oviducte, rencontre le sperme (qui peut avoir été entreposé au préalable dans des tubules reliés à l'oviducte) et est fécondé. L'ovule fécondé descend ensuite l'oviducte et se fait recouvrir successivement par des couches de blanc d'œuf et par les membranes coquillères. Il entre ensuite dans une partie élargie de l'oviducte, l'utérus, où la coquille est déposée.

La coquille est faite de sels de calcium que la femelle a préalablement entreposés dans ses propres os (jusqu'à 20 % de leur masse totale!) ou qu'elle tire de sa nourriture (il est bon de donner du calcium aux oiseaux pendant leur nidification, sous forme de coquilles broyées d'œufs ou d'huitres, par exemple). La coquille, chez certaines espèces, contient aussi des pigments (des porphyrines, plus précisément) en patrons qui camouflent l'œuf, ou qui permettent son identification individuelle chez les espèces coloniales.

La forme de l'oeuf dépend de la forme de l'utérus et du pelvis de la femelle. Certains oeufs sont ronds (ex. : hiboux, martins-pêcheurs), d'autres sont elliptiques (ex. : poules), d'autres sont pyriformes (rond à un bout et assez pointu à l'autre bout, comme une poire; ex. : alcidés, pluviers).

Questions :

- Q** Un œuf laissé sans soins (ou enterré sous terre par un renard qui l'a volé et qui le cache pour plus tard) peut se conserver très longtemps avant de pourrir. Comment cela est-il possible?
- Q** Un œuf de canard glisse du nid et tombe dans l'eau environnante. Ça s'adonne que l'eau est chaude, juste la bonne température pour le développement embryonnaire. L'embryon va-t-il réussir à se développer?
- Q** Les pluies acides dissolvent bien le CaCO_3 . Les endroits où il y a plus de pluies acides ont des populations d'escargots moins abondantes, et il y a plus de cas d'œufs d'oiseaux qui se brisent pendant l'incubation. Expliquez ce qui se passe.
- Q** Quelle est la plus grosse cellule du règne animal?
- Q** Les espèces qui nichent dans des trous d'arbre incluent-elles des porphyrines dans leur coquille d'œuf?

La ponte :

Aucun oiseau ne peut pondre plus qu'un oeuf par jour.

La ponte se fait le matin chez la majorité des espèces (surtout les plus petites espèces).

La coquille est mieux déposée la nuit, quand l'oiseau dort et ne bouge pas.

Ponte déterminée: L'oiseau pond un nombre fixe d'œufs (le même pour tous les membres de l'espèce), peu importe que des oeufs soient artificiellement enlevés ou ajoutés au nid pendant la période de ponte. Ex: pigeons, corneilles, alcidés.

Le nombre d'œufs typique de l'espèce a été déterminé par la sélection naturelle en fonction de la quantité normale de nourriture que l'habitat de l'espèce peut fournir, et de la capacité normale des parents à trouver cette nourriture et l'apporter aux jeunes sans trop s'épuiser.

Ponte indéterminée: L'oiseau, tant et aussi longtemps qu'elle est bien nourrie, continue sans cesse de pondre des oeufs si ces oeufs sont expérimentalement enlevés du nid.
Ex. : poule domestique, moineau domestique, pic-bois.

C'est la sensation d'un certain nombre d'œufs (ce nombre peut varier d'une espèce à l'autre) sous la femelle incubatrice qui la fait arrêter de produire des œufs et de pondre. Ajouter des œufs en bois dans le nid la fait arrêter de pondre!

Q Une espèce est menacée de disparition. Vous voulez l'aider à augmenter les effectifs de sa population. Avez-vous plus de chance si sa ponte est déterminée ou indéterminée? Comment allez-vous procéder?

Q Une espèce à ponte déterminée pond normalement 5 œufs. Quelle expérience pourriez-vous faire pour démontrer que ce nombre est optimal pour le succès reproducteur? Décrivez votre méthodologie, et identifiez bien les variables que vous allez mesurer.

L'incubation :

L'incubation est nécessaire pour garder les oeufs au chaud, pour un développement optimum.

La température idéale de l'œuf incubé est environ 3-5 °C plus basse que celle du corps du parent. L'œuf peut tolérer des températures plus basses ou plus chaudes, mais pas pendant plusieurs jours, et pas pour bien se développer. Le parent est capable de détecter la température de l'œuf et faire des ajustements pour garder l'œuf à une température optimale.

On place un œuf artificiel dans un nid, et cet œuf est connecté à un tube qui fait circuler de l'eau dans l'œuf artificiel. Si on fait circuler de l'eau froide, le parent incubateur s'ébouriffe les plumes pour se réchauffer et il commence à incuber plus assidûment. Si on fait circuler de l'eau très chaude, le parent arrête d'incuber.

Habituellement, l'incubation commence seulement après que le dernier oeuf a été pondu. Les premiers œufs, non incubés, restent suffisamment chauds pour survivre, mais pas pour se développer. Le développement commence seulement au début de l'incubation, et donc tous les oeufs commencent à se développer en même temps, et vont éclore presque en même temps.

Exception: Certaines espèces, notamment les oiseaux de proie et les hérons, pondent deux œufs et incubent dès le premier oeuf. L'éclosion n'est donc pas synchronisée. Les oisillons dans le nid ont des différences d'âge mesurés en jours, ce qui peut quand même se traduire par de grosses différences dans leurs habiletés. Dépendamment des espèces, l'oisillon plus vieux tue le plus jeune quand la nourriture n'est pas abondante (fratricide facultatif) ou systématiquement peu importe la quantité de nourriture disponible (fratricide obligatoire). Les parents n'interviennent pas.

Le fratricide se retrouve chez des espèces qui ont de la difficulté à nourrir plus d'un jeune. Mais la femelle pond deux œufs quand même, et le deuxième œuf peut être vu comme une réserve au cas où le premier ne parviendrait pas à éclore. Chez de telles espèces, le fratricide est obligatoire : le premier né, s'il éclore, tue invariablement son cadet. Ou le deuxième œuf peut être vu comme un bonus au cas où l'abondance de nourriture serait exceptionnellement bonne et il serait soudainement possible de nourrir un deuxième jeune. Chez de telles espèces, le fratricide est facultatif : si le premier né est bien nourri, il tolère son cadet, sinon il l'élimine.

La plaque d'incubation est une (parfois deux ou trois) aire ventrale où l'oiseau perd ses plumes à la fin de la période de ponte (ce qui permet un meilleur contact des œufs avec la peau chaude) et où les vaisseaux sanguins deviennent plus nombreux, pour mieux réchauffer les oeufs. Sauf quelques rares exceptions, seul le sexe qui incube développe une plaque incubatrice. Les plumes repoussent lors de la mue post-nuptiale.

Dépendamment des espèces, l'incubation peut se faire par la femelle seule (nourrie ou non par le mâle), par le mâle seul (plutôt rare), ou par le mâle et la femelle en alternance (changements à tous les 3-12 h).

Cas particulier : les mégapodes, en Australie, pondent dans des amoncellements de végétation en décomposition qui gardent les oeufs au chaud. Ni le mâle ni la femelle n'incube, mais ils peuvent contrôler la température de l'amoncellement en empilant ou en enlevant de la végétation.

Tournage des œufs pendant l'incubation :

À intervalles réguliers, l'oiseau qui incube tourne ses œufs. Cela favorise un développement normal de l'embryon (chez les poules, 15% des œufs n'éclosent pas si les œufs ne sont pas tournés au moins une fois par jour).

Les incubateurs artificiels dans les fermes d'élevage de poules ont des rouleaux parallèles ou des plateaux basculants. Les œufs sont déposés entre deux rouleaux ou deux plateaux, et la rotation lente mais continue des rouleaux, ou la bascule des plateaux, tourne les œufs.

Absence du nid pendant l'incubation :

L'oiseau incubateur quitte parfois le nid pour se nourrir et pour déféquer. Si les œufs ne sont pas pigmentés (camouflés) ou pas dans une cavité d'arbre, ils sont alors visibles aux prédateurs. Une solution : le parent les recouvre avec des plantes ou avec du duvet avant de s'éloigner (cela peut aussi protéger les œufs du soleil trop chaud). Il convient de faire de même quand on dérange un parent au nid (lors de recherches sur les canards sauvages, par exemple).

Chez l'eider à duvet, le canard souchet, et le fuligule à dos blanc, quand un prédateur s'approche du nid et fait fuir le parent incubateur, ce dernier défèque sur les œufs avant de s'envoler. Ça décourage le prédateur de consommer les œufs!

Longueur de la période d'incubation :

Minimum: 11 jours (plusieurs passériformes).
 Maximum: 12 semaines (albatros, kiwi).
 D'habitude: 3-4 semaines.

Développement de l'embryon :

L'embryon en développement est en contact avec le jaune d'œuf, qui, répétons-le, fournit matériaux de construction et source d'énergie. Chez certaines espèces (canards, notamment), les jeunes ont encore un peu de jaune d'œuf dans leur abdomen à l'éclosion; ils peuvent continuer à se développer à partir de cette réserve d'énergie, sans nourriture, pendant les premiers jours après l'éclosion.

L'embryon est aussi connecté à une membrane dite « chorio-allantoïque », résultant de la fusion de deux sacs, l'allantoïs et le chorion.

La partie « allantoïs » sert à entreposer des déchets métaboliques solides, l'acide urique en particulier.

La partie « chorion » est en contact étroit avec la coquille et sert à transporter les gaz respiratoires (oxygène et CO₂) entre la coquille et l'embryon.

Éclosion :

Au moment de l'éclosion, une "dent" de calcaire se forme sur le dessus du bec de l'oisillon. L'oisillon s'en sert pour d'abord percer la membrane qui le sépare de la poche d'air interne de l'oeuf, ce qui lui permet de respirer avec ses poumons pour la première fois. Il commence aussi à vocaliser. Un peu plus tard, il se sert de sa dent pour briser la coquille. Dans les heures (parfois jours) qui suivent, l'oisillon élargit l'ouverture jusqu'à ce que l'oeuf ouvre. Chez les œufs qui ne sont pas ronds, cette ouverture est toujours au bout plus plat. La dent tombe ou s'effrite quelques jours après l'éclosion.

Les vocalisations (*pipping*) des jeunes sur le point d'éclore ont deux rôles :

- 1) Communication avec les parents pour que les parents réchauffent l'œuf.

Si on refroidit un œuf sur le point d'éclore, le jeune vocalise plus fréquemment.
Si on fait jouer un enregistrement de vocalisations, le parent incube plus.

- 2) Communication avec les autres jeunes pour synchroniser l'éclosion.

Des œufs gardés ensemble éclosent de façon plus synchronisée que des œufs isolés.

Soins aux jeunes :

A l'éclosion, le jeune est altricial (= nidicole) ou précoce (= nidifuge), mais il y a des intermédiaires.

Altricial: Jeune au début sans défense, nu, yeux clos; doit continuer à être couvé par le(s) parent(s) incubateur(s) pour quelques jours, et doit être nourri par les parents.

Les oeufs d'espèces altriciales ont tendance à être petits et à éclore plus vite.

Précoce: Jeune mobile dès l'éclosion, couvert de duvet (souvent avec motifs de camouflage), yeux ouverts. Les jeunes quittent le nid peu après l'éclosion, mais restent un certain temps avec leurs parents, qui les couvent et leur montrent où est la nourriture.

Les oeufs d'espèces précoces sont plus gros et prennent plus de temps à éclore.

- Q** Espèces nichant dans les arbres versus espèces nichant au sol : plus tendance à être altriciales ou précoces, pensez-vous?

Les parents des jeunes altriciaux enlèvent du nid les coquilles brisées et les transportent au loin. Les coquilles brisées rendent le nid plus visible aux yeux des prédateurs, donc il est bon de les enlever.

- Q** Pourquoi est-ce que les espèces précoces, ou les espèces qui nichent dans des trous d'arbre ou sur des falaises, n'ont pas ce comportement parental d'enlever les coquilles brisées?

Les parents d'espèces altriciales nourrissent leurs jeunes en leur apportant de la nourriture qu'ils enfoncent ou régurgitent dans le bec des jeunes.

- Avantages de la régurgitation :
- la nourriture est en partie pré-digérée;
 - le parent peut transporter plus de nourriture dans son estomac ou son jabot (voir chapitre 19 sur la digestion) que dans son bec.

Les parents apportent surtout de la nourriture de nature animale (ex: insectes) même si les parents eux-mêmes sont granivores ou frugivores.

La croissance des jeunes exige beaucoup de protéines (pour construire le corps), et la nourriture de nature animale est plus riche en protéines que la nourriture de nature végétale.

Il y a deux outils pour l'étude du régime alimentaire des jeunes:

- Caméras:** Pour les espèces où les parents transportent la nourriture dans leur bec. On installe un rayon infrarouge à l'endroit où le parent approche le nid. Quand le parent qui arrive avec de la nourriture brise le rayon, cela déclenche une caméra pointée vers cet endroit. La photo montre ce que le parent tient dans son bec.
- Colliers:** On installe un collier autour du cou du jeune. Ce collier est assez lâche pour lui permettre de respirer, mais trop serré pour lui permettre d'avaler. Après la visite du parent, on se précipite vers le nid pour retirer la nourriture de la gorge du jeune et l'identifier.

En réponse aux vibrations, contact, mouvements d'air, ou bruits causés par le parent qui atterrit près du nid, les jeunes élèvent la tête aussi haut que possible et ouvrent le bec aussi grand que possible. L'intérieur du bec est rouge vif et pour le parent cela constitue un stimulus irrésistible pour y plonger de la nourriture. Les jeunes crient aussi (*begging calls*) pour inciter les parents à les nourrir.

Les excréments des jeunes sont enveloppés dans une membrane et sont retirés du nid par les parents. La défécation est souvent stimulée par la prise de nourriture, donc les parents peuvent faire d'une pierre deux coups : ils donnent la nourriture, le jeune défèque, et les parents retirent les fèces. Attention: certains parents vont même retirer des bagues, avec un effet désastreux si la bague est attachée à la patte d'un jeune!

Les parents peuvent être particulièrement assidus dans la défense de leurs jeunes. La défense peut inclure des attaques directes (ex. : sternes, goélands, faucons, lagopèdes, geais, etc.) ou des feintes qui attirent le prédateur loin du nid (ex: aile « brisée » du pluvier kildir, canards, hiboux, engoulevents, etc.).

Crèche: Chez certaines espèces, les jeunes de plusieurs nids, une fois sortis du nid, s'assemblent sous la supervision de 2 ou 3 adultes. Cet assemblage s'appelle une "crèche". Les bernaches canadiennes en sont un exemple typique.

Croissance des jeunes :

Les jeunes atteignent le poids adulte au moment de l'envol (premier vol hors du nid). Certains peuvent même dépasser le poids adulte (ex. : goélands, pélicans, hirondelles), surtout à cause de l'accumulation de graisses, ce qui leur donne une réserve d'énergie pour les temps durs qui s'en viennent, quand ils vont devoir trouver la nourriture par eux-mêmes pour la première fois.

Le premier vol est encouragé par les parents qui arrêtent de nourrir les jeunes au nid mais qui acceptent de les nourrir hors du nid.

Renichage :

Plusieurs espèces ont plus d'un cycle parental par année. Elles peuvent renicher une deuxième fois, voir même une troisième fois, dans la même année. Par contre, plus un jeune naît tard dans la saison, moins il a de chances de survivre l'hiver (ou la migration) qui s'en suit, car il aura moins de temps en été pour apprendre à trouver la nourriture de manière efficace et pour s'engraisser en prévision de la migration.

Divers :

Chez les mammifères, les chromosomes sexuels sont désignés par X et Y, et les femelles sont XX tandis que les mâles sont XY. Mais chez les oiseaux, les lettres sont W et Z, et ce sont les femelles qui portent les chromosomes différents : elles sont WZ tandis que les mâles sont ZZ.

Les oiseaux n'ont pas d'organes génitaux externes. Lors de la copulation, le mâle place son cloaque en contact avec celui de la femelle, et le sperme est transféré d'un cloaque à l'autre après ouverture de l'anus de chaque cloaque. La femelle peut entreposer les spermatozoïdes et les garder vivant pendant des jours, ou même des semaines, dans des tubules spéciaux rattachés à son oviducte.

Même si les oiseaux n'ont pas de pénis comme tel, les mâles de certaines espèces (la plupart des canards, et les poulets, par exemple) peuvent évaginer une partie de leur paroi cloacale pour former un genre de pénis. Le sperme est transporté dans un sillon le long de ce « pénis », lequel est inséré dans le cloaque de la femelle lors de la copulation.

Chez certaines espèces, la femelle peut s'accoupler avec plusieurs mâles et entreposer leur sperme. Le dernier mâle à s'être accouplé avec la femelle semble avoir un avantage : c'est surtout son sperme qui semble servir à féconder la plupart des œufs de la femelle.

La coquille d'un œuf ne doit pas être trop épaisse (pour faciliter la diffusion des gaz, et aussi parce que ça coûte cher à la femelle pour la produire), mais d'un autre côté elle doit quand même être assez épaisse pour résister aux chocs avec les œufs voisins quand l'œuf se fait tourner, et pour supporter le poids du parent incubateur. Dans les années 1960s, l'emploi du pesticide DDT en agriculture a interféré avec le processus de formation de la coquille chez plusieurs espèces (les oiseaux de proie en particulier, en haut des chaînes alimentaires), résultant en des coquilles trop minces qui cassaient souvent. Les populations de ces espèces ont beaucoup diminué, mais elles se sont rétablies quand le DDT a été banni après qu'on ait reconnu son effet néfaste sur les populations d'oiseaux.

Questions :

- 1) Quelles sortes de plumes seraient particulièrement avantageuses pour tapisser un nid?

- 2) Le jaune d'œuf occupe un plus gros pourcentage du volume total de l'œuf chez les espèces précoces (à comparer aux espèces altriciales). Pourquoi?

- 3) Un œuf d'oiseau perd environ 15% de sa masse tout au long de l'incubation. Qu'est-ce qui se passe? Et comment se fait-il qu'un œuf fraîchement pondu cale dans l'eau, mais que plus l'œuf est avancé dans son développement, plus il a tendance à flotter sur l'eau?

- 4) Les amants d'oiseaux étendent des coquilles d'œufs broyés dans leur cour arrière au printemps. Pourquoi au printemps seulement? Et pourquoi est-ce que seulement la moitié des oiseaux vont en profiter? Et pourquoi est-ce que ces oiseaux en mangent plus en fin de journée?

- 5) Tous les pluviers pondent 4 œufs. Quel est l'avantage de la forme de leurs œufs, pensez-vous?

10) Il est possible pour un œuf d'être trop chaud. L'embryon meurt de chaleur. Sachant cela, discutez les situations suivantes :

- a) Le pluvier siffleur, une espèce en voie de disparition, niche sur nos plages ici au Nouveau-Brunswick. Malheureusement, il y a souvent des visiteurs humains sur les plages, qui font peur aux oiseaux.

- b) Dans les déserts du Chili où ils nichent, les goélands gris sont assis sur leur nid et œufs la nuit, mais le jour ils sont debout sur leur nid (sur, pas à côté).

- c) Plusieurs oiseaux de rivage, sternes, et goélands quittent leur nid pendant le jour, vont flotter sur l'eau pendant quelques minutes, reviennent au nid, s'assoient sur les œufs, puis se relèvent et restent debout.

- d) Il n'existe aucun cas d'ovoviviparité chez les oiseaux.

11) J'étudie une espèce où seule la femelle incube, mais le mâle et la femelle ont le même plumage et la même grosseur corporelle. En période de reproduction je capture un des membres du couple dans leur territoire, et en dedans de 15 secondes je suis en mesure de vous dire que j'ai capturé la femelle, pas le mâle. Qu'est-ce que j'ai fait pour en être si certain?

12) Les espèces qui nichent au sol ont tendance à pondre moins d'œufs par couvée que les espèces qui nichent dans des trous d'arbre. Pourquoi?

13) D'où vient le calcium qui sert à former les os de l'embryon, pensez-vous?

CHAPITRE 12

Parasitisme des nids (= Parasitisme de couvée)

On estime qu'environ 1% des espèces d'oiseaux sont des parasites obligatoires des nids. L'exemple classique est le coucou gris (en Europe). En Amérique du Nord, le seul exemple est le vacher à tête brune. La stratégie de ces espèces est de pondre leurs oeufs dans les nids d'autres espèces (habituellement un seul oeuf par nid, dans plusieurs nids différents) et de laisser ces autres parents prendre soin de leurs jeunes. L'avantage de cette stratégie est d'éviter les dépenses énergétiques associées à la construction d'un nid et à l'élevage des jeunes, dépenses qui sont appréciables. Le désavantage est que plusieurs parent-hôtes sont incapables de satisfaire l'appétit vorace du jeune parasite (lequel, donc, meurt de faim), ou sont capables de reconnaître l'oeuf étranger et de l'éjecter du nid ou l'abandonner. Plusieurs adaptations particulières, destinées à contrer ces désavantages, se retrouvent donc chez les parasites des nids:

- 1) Capacité de pondre beaucoup d'oeufs à intervalles irréguliers (à mesure que des nid-victimes sans surveillance sont découverts) et de pondre chaque oeuf très vite (10 secondes, plutôt que quelques minutes). Les parents-victimes (appelées les « hôtes ») ont plus tendance à rejeter l'œuf s'ils voient un coucou, d'où l'avantage pour la femelle coucou de pondre vite et ne pas traîner sur place.

Expérience avec coucou et rousserolle effarvate (*reed warbler*) :

Œuf de coucou en plastique ajouté au nid : les hôtes acceptent l'œuf.

Œuf de coucou en plastique ajouté au nid
et coucou empaillé installé près du nid : les hôtes éjectent l'œuf.

Expérience avec vacher et paruline jaune :

Différents oiseaux empaillés sont installés près du nid d'une paruline. La paruline est plus agressive envers la vacher femelle empaillée qu'envers le mâle ou qu'envers d'autres espèces comme une corneille ou un bruant.

- 2) Capacité de reconnaître et de se concentrer sur les espèces hôtes qui ne reconnaissent pas les oeufs du parasite, et qui sont capables de nourrir suffisamment les jeunes parasites.

Les espèces hôtes qui ne reconnaissent pas des œufs étrangers sont appelés « accepteurs »
(ex. : parulines, viréos).

Les espèces qui reconnaissent et éjectent des œufs étrangers sont appelées « rejeteurs »
(ex. : merles, geais bleus).

- 3) Capacité de pondre des oeufs qui ressemblent énormément aux oeufs de l'hôte préféré.

Ceci est une adaptation chez les coucous, mais pas chez les vachers.

- 4) Éclosion plus tôt et développement plus rapide du jeune par rapport à l'espèce-hôte.

Ceci est la principale adaptation du vacher à tête brune. Le jeune vacher devient rapidement plus compétitif que les oisillons voisins et il monopolise alors la nourriture que les parents apportent. Quand un vacher est présent dans le nid, le nombre de jeunes-hôtes qui survit est habituellement diminué de 40-50%.

- 5) Éjection des autres oeufs par le jeune nouvellement éclos.

Ceci est une adaptation du coucou, mais pas chez le vacher. Peu de temps après son éclosion, le jeune coucou pousse les autres œufs, qui ne sont pas encore éclos, hors du nid avec son dos. Donc éventuellement toute la nourriture ira à lui seulement.

- 6) Intérieur de la bouche très rouge, ouverture du bec très grand, et cris très ardents chez le jeune, pour être nourri plus par les parents, ou être nourri de préférence aux autres oisillons.

Certaines espèces d'oiseaux pratiquent le parasitisme intraspécifique des nids (*egg dumping*). En plus de pondre des œufs dans leur propre nid, ils vont en pondre ou en transférer dans le nid des autres de leur propre espèce. Exemples : coulicou, foulque, hirondelle à front blanc.

Questions :

- 1) Les mâles vachers chantent pour attirer les femelles. Imaginez une expérience destinée à démontrer que les espèces-hôtes du vacher peuvent reconnaître sa présence non seulement visuellement, comme on le sait déjà, mais aussi acoustiquement. Travaillez au printemps, quand les territoires des espèces-hôtes sont en train de s'établir. Utilisez des espèces rejetrices et des acceptrices, et faites différentes prédictions pour les deux.

- 2) Les oeufs de vacher éclosent tôt, mais il y a un danger s'ils éclosent trop tôt. Il arrive que des œufs cassent quand les parents les tournent, et les parents ont un comportement inné de retirer du nid les œufs cassés tôt dans la période d'incubation (une mesure sanitaire). Voyez-vous pourquoi ce comportement ne survient pas tard dans l'incubation, et pourquoi, par conséquent, le vacher ne devrait pas éclore trop tôt?

- 3) Certaines espèces-hôtes ont tendance à reconnaître un œuf étranger et à essayer de l'éjecter, mais si elles ne réussissent pas à l'éjecter elles finissent par l'accepter. Si l'espèce-hôte est petite, l'œuf d'un vacher à tête brune est trop gros pour être pris dans le bec; la seule façon de transporter l'œuf hors du nid est de le percer avec son bec de façon à pouvoir insérer la mandibule inférieure sous la coquille et ainsi avoir une prise sur l'œuf. Imaginez une adaptation possible du vacher à tête brune vis-à-vis de cette situation. Pensez aussi à ce qui arrive quand une femelle vacher pond rapidement un œuf dans un nid qui contient déjà d'autres œufs.

- 4) Les merles d'Amérique sont reconnus comme étant des rejeteurs d'œufs de vacher. L'aire de distribution du merle d'Amérique s'étend plus au nord de l'Amérique du nord que l'aire de distribution du vacher (par exemple, il y a des merles à Churchill, Manitoba, mais pas de vacher). Les jeunes merles ont tendance à revenir aux mêmes endroits où ils sont nés. Cette situation vous donne-t-elle une idée de question qu'on pourrait poser et étudier?

- 5) La plupart des oiseaux pondent le matin. Le coucou, lui, pond surtout l'après-midi. Pourquoi, pensez-vous?

CHAPITRE 13

Accouplement

L'appariement entre mâles et femelles peut suivre 4 grands patrons: la monogamie, la polygynie, la polyandrie, et la polygynandrie (ces trois derniers pouvant être regroupés sous le terme « polygamie »).

Monogamie :

Une femelle ne s'accouple qu'avec un mâle qui, à son tour, ne s'accouple qu'avec elle. Bien que relativement rare dans le monde animal, ce système est plutôt commun chez les oiseaux. On pense que la présence des deux parents est nécessaire pour bien nourrir les jeunes.

Q Comment tester cette hypothèse?

Les paires peuvent changer d'année en année, ou peuvent avoir tendance à rester les mêmes pour toute la vie. Par contre, même dans ces derniers cas, des divorces peuvent survenir, surtout à la suite de mauvaises années où le succès reproducteur a été faible.

Même chez les couples déjà établis, des affaires extra-conjugales (*extra-pair copulations*) peuvent survenir. Mâle et femelle peuvent furtivement copuler avec des partenaires d'autres couples. Des tests de paternité ont démontré que les affaires extra-conjugales ne sont pas très fréquentes à l'intérieur d'une même espèce, mais qu'elles sont quand même présentes chez beaucoup d'espèces.

La possibilité d'affaires extra-conjugales entraîne souvent la nécessité pour un mâle de « garder sa partenaire » (*mate guarding*). Une femelle qui pond des oeufs "sait" que ces oeufs sont les siens. Cependant, un mâle ne peut jamais être certain qu'il est bel et bien le père des oeufs pondus par sa partenaire. Cela lui crée un problème dans les cas où il (le mâle) dépense beaucoup d'énergie à nourrir les jeunes ou à défendre un territoire où les jeunes se trouvent: ce mâle n'a pas avantage à dépenser toute cette énergie pour des jeunes qui ne portent pas ses gènes à lui. Basé sur ce raisonnement, on peut faire la prédiction que la sélection naturelle devrait favoriser un mâle qui passe plus de temps près de sa partenaire lors des jours où celle-ci est fertile, pour empêcher d'autres mâles de l'inséminer.

Un bel exemple de garde du partenaire a été observé par la biologiste Patricia Gowaty en Caroline du Sud. Elle travaillait avec des couples de merles bleus qui occupaient des nichoirs artificiels installés dans des champs. Il y avait plusieurs nichoirs et donc plusieurs couples dans chaque champ. Gowaty a fait les observations suivantes, qui sont toutes prédites par la notion de garde du partenaire :

- 1) Les mâles passaient plus de temps près de leur femelle lors de la période de ponte à comparer à d'autres moments de la saison de reproduction.
- 2) Les mâles passaient plus de temps près de leur femelle dans les champs à plus haute densité de population (il y avait plus d'autres mâles dans les environs).
- 3) Non seulement les mâles passaient plus de temps près des femelles dans les conditions (1) et (2) ci-dessous, mais ils restaient aussi plus près d'elles en termes de distance.
- 4) Quand les deux membres du couple étaient ensemble, c'était plus souvent le mâle qui attendait que la femelle s'envole et qui la suivait plutôt que l'inverse.

Polygynie :

Un mâle s'accouple avec plusieurs femelles. Le mâle peut détenir un territoire de qualité qui attire plusieurs femelles. Dans de tels cas, le mâle dilue ses soins parentaux entre les divers nids. La grande qualité de son territoire (= beaucoup de nourriture) permet aux femelles d'élever leurs jeunes avec moins d'aide du mâle.

Exemple : Le carouge à épaulettes mâle établit des territoires dans des marais. Une femelle peut être la seule à s'installer dans un territoire pauvre, ou elle peut être la deuxième à s'installer dans un territoire riche. On mesure que le succès reproducteur (nombre de jeunes sevrés) est équivalent dans les deux cas.

Chez certaines espèces, les mâles n'offrent même pas de territoire (il s'agit surtout d'espèces précoces où la femelle n'a pas besoin de nourrir les jeunes puisque les jeunes se nourrissent eux-mêmes, comme les canards); les mâles n'offrent donc que leurs « bons gènes ». Les femelles recherchent le ou les mâles de meilleure qualité (bonne santé? peu de parasites? dominance sociale? voir la section sur le choix du partenaire un peu plus loin dans ce chapitre). Ces quelques mâles de qualité supérieure obtiennent la majeure partie des accouplements.

Lek: Regroupement de mâles en un même endroit dans le seul but de s'exposer aux femelles qui visitent alors cet endroit pour choisir un mâle et copuler avec lui.

Certaines espèces de gélinottes et tétras des prairies s'accouplent sur des leks.

On pense qu'un tel système a évolué parce que les femelles ont commencé à préférer s'accoupler dans des endroits où elles pouvaient facilement comparer les mâles entre eux; ou peut-être parce que le meilleur mâle attire d'autres mâles qui espèrent intercepter les femelles qui essaieront de le visiter.

Polyandrie :

Une femelle s'accouple avec plusieurs mâles. Ce système est rare, et n'est possible que chez les espèces où le mâle incube et où la femelle est capable de produire des oeufs en très grande quantité (ce qui est énergétiquement difficile) pour les répartir entre plusieurs mâles.

Exemples: Chevalier branlequeue, phalarope hyperboréen, phalarope roux.

Polygynandrie :

Une femelle peut s'accoupler avec plusieurs mâles, et un mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles. Il s'agit ici d'un autre système rare. Les mâles établissent des territoires qui excluent les autres mâles, les femelles en font autant vis-à-vis des autres femelles, et les territoires mâles chevauchent les territoires femelles. Ce chevauchement implique que les mâles ont accès à plusieurs femelles, et les femelles ont accès à plusieurs mâles.

Exemple : Accenteur mouchet (*dunnock*), un oiseau européen.

Le choix du partenaire (*mate choice*) :

Physiologiquement, les femelles investissent plus d'énergie dans la reproduction que les mâles (les oeufs sont plus coûteux à synthétiser que le sperme). Pour cette raison, les femelles ont plus à perdre si elles font un mauvais choix de partenaire sexuel. Donc, elles sont plus "difficiles". Elles recherchent le meilleur mâle possible pour féconder leurs oeufs si précieux, le mâle qui fournira les meilleurs gènes au bagage génétique des jeunes, ou qui fournira les meilleures ressources et soins parentaux pour l'élevage de ces jeunes. Les mâles qui ne peuvent pas démontrer ces qualités ne sont pas choisis par les femelles et leur succès reproducteur est bas. C'est le processus de la sélection intersexuelle.

Les mâles, de leur côté, s'efforcent de démontrer leur bonne qualité en obtenant les meilleures ressources (ex.: bon territoire, meilleure position dans la colonie ou le lek). Ce faisant, ils se battent avec d'autres mâles. Les perdants dans cette compétition à l'intérieur du même sexe ont peu de succès reproducteur. C'est la sélection intrasexuelle.

Chez les espèces où la détention de ressources est peu importante, les mâles essaient plutôt de démontrer leur grande qualité génétique. Celle-ci peut prendre plusieurs formes (ci-dessous). Dans ce contexte, « qualité génétique » veut dire posséder des gènes qui permettent à l'individu de bien se nourrir, bien échapper aux prédateurs, bien survivre aux éléments, ou bien attirer le sexe opposé. Les jeunes hériteront de ces bons gènes et seront donc eux-mêmes de bonne qualité et auront présument eux-mêmes un bon succès reproducteur dans leur vie.

Plumes ornementales : Chez plusieurs espèces, les mâles ont des plumes plus longues ou plus colorés (incluant l'UV). Les études essaient de démontrer que de tels mâles sont de meilleure qualité, et qu'ils sont préférés par les femelles.

Par exemple, les hirondelles des granges mâles ont des rectrices externes plus longues que les femelles. Des études ont démontré que :

- 1) Les mâles avec de plus longues rectrices ont moins de parasites.
- 2) Les mâles avec des rectrices expérimentalement allongées (en leur collant des bouts de rectrices d'autres individus) sont préférés par les femelles.
- 3) Les femelles accouplées avec des mâles dont les rectrices sont relativement courtes ont plus tendance à solliciter des copulations extra-conjugales de leurs voisins.

Caroncules: Plaques de peau sans plume, ou excroissances de peau sans plume, vivement colorées (souvent rouges ou jaunes). Elles sont mises en évidence par les mâles lors de la parade nuptiale.

Exemples : Crête d'un coq; tête des lagopèdes.

La rougeur de ces caroncules est négativement corrélée avec le taux de parasites (donc, un bon indicateur de qualité du système immunitaire) et positivement corrélée avec le succès reproducteur du mâle.

Prouesses athlétiques: Danse lors de la parade nuptiale (grande intensité et/ou fréquence).
Vol nuptial acrobatique (intensité, fréquence, production de sons).
Offre de nourriture lors de la parade nuptiale (*courtship feeding*).
Grand répertoire de chants, ou chants plus complexes.
Position centrale dans un lek (dominance sociale).
Construction de nids superflus (ex. : troglodytes).
Construction de portails décorés (ex. : jardiniers = *bowerbirds*).
Grand apport de matériel de construction au nid (ex. : 9330 cailloux autour d'un nid de traquet rieur = *black wheater*).

Assistanat au nid (*helpers at the nest*) :

Chez un bon nombre d'espèces d'oiseaux (ex. : corneilles), les parents tolèrent la présence dans leur territoire d'autres individus, habituellement les jeunes de l'année précédente de ces mêmes parents. Ces jeunes contribuent à l'élevage de la nouvelle couvée (leurs frères et sœurs). En plus de contribuer à la survie de leurs gènes partagés avec frères et sœurs, ces assistants aux nids acquièrent de l'expérience et ont plus de chance d'hériter le territoire si les parents meurent. L'assistanat au nid se retrouve souvent dans les cas où les territoires sont peu disponibles. Si les territoires sont disponibles, les jeunes préfèrent établir leur propre couvée.

Questions :

- 1) Seul le carouge à épauettes mâle porte des épauettes bien rouges. Ces épauettes rouges peuvent être utiles lors de la sélection intersexuelle (les femelles choisissent peut-être de préférence les mâles avec de grandes épauettes bien visibles) ou lors de la sélection intrasexuelle (les épauettes bien visibles signalent aux autres mâles qu'un individu dominant possède déjà le territoire). Comment pourriez-vous tester chacune de ces deux idées?

- 2) L'alque panachée porte bien son nom: de belles grandes plumes ornent son front. Encore plus intéressant est le fait que mâles et femelles portent un panache. Se pourrait-il que la sélection intersexuelle se fasse dans les deux sens: la femelle choisit le mâle basé sur la qualité de son panache, mais le mâle aussi peut choisir la femelle basé sur la qualité de son panache à elle? Comment tester cette idée? (Vous avez suffisamment d'argent pour aller travailler sur le terrain aux Iles Aléoutiennes, où ces oiseaux demeurent, et vous avez aussi accès à des modèles empaillés d'alques panachées mâles et femelles.) (Nature 362 : 238-239; Behavioral Ecology and Sociobiology 30 : 43-52)

- 3) Une population de mésanges à tête noire a l'habitude de pondre deux couvées par année. Après que la première couvée a été sevrée, vous capturez et enlevez de la population certains femelles jugés supérieures (les premières à s'être accouplées au printemps, ou meilleur succès de reproduction lors de la première couvée) et d'autres jugées inférieures. Devinez ce qui va se passer avant que la deuxième ponte commence. (Proceedings of the Royal Society B : Biological Sciences 263 : 351-355, une étude canadienne.)

CHAPITRE 14

Migration et orientation

Pourquoi les oiseaux migrent-ils?

On pourrait penser que les oiseaux migrent au sud pour éviter les grands froids de l'hiver, mais en fait la plupart des oiseaux sont bien équipés avec leur plumage pour faire face au froid.

La vraie raison pour laquelle les oiseaux migrent est à cause du manque de nourriture en hiver (et ils reviennent parce que la nourriture est très abondante en été, avec les journées longues.)

Les espèces qui ont les adaptations nécessaires pour se nourrir suffisamment dans le nord en hiver ne migrent pas. Ces espèces qui ne migrent pas sont dites « sédentaires » (*residents*, en anglais). Par contre, certaines d'entre elles doivent quand même voyager constamment sur d'assez grandes distances pour trouver leur nourriture; elles sont dites « nomades ».

- Q Quelle activité humaine pourrait influencer la tendance des oiseaux à devenir sédentaires, et quels types d'oiseaux seraient ainsi affectés?

Où les oiseaux migrants vont-ils?

Les oiseaux migrent vers des latitudes où la température est assez clémente et où les jours sont assez longs pour que leur nourriture demeure assez abondante.

Pour certaines espèces, cela ne les oblige pas à aller très loin (ex.: chardonneret jaune, goéland).

À l'inverse, d'autres espèces migrent sur des distances énormes. Les records :

Plus longue migration avec escales :	La sterne arctique migre d'une région polaire à l'autre, pour un total de 14,000 km à l'aller seulement.
Plus longue migration sans escale :	La barge rousse (<i>bar-tailed godwit</i>) va de l'Alaska jusqu'en Nouvelle-Zélande (11,500 km) en 7-11 jours sans arrêt au-dessus du Pacifique.
Plus haute migration :	L'oie à tête barrée (<i>bar-headed goose</i>) passe par-dessus les Himalayas à près de 7,300 m au-dessus du niveau de la mer.

- Q Chez quelques espèces (ex. : junco), les mâles ne migrent pas aussi loin que les femelles (parfois même, une partie des mâles ne migrent pas du tout; ex. : merle). Pourquoi?

Méthodes d'études pour la migration :

Baguage : On bague un oiseau à un endroit et on le recapture à un autre. Cela nous renseigne sur :

- la distance minimum qu'il a parcourue;
- sa vitesse minimum de déplacement;
- sa destination, si la recapture se fait assez tard.

Par exemple, voir l'Atlas des oiseaux bagués ou repris au Canada :

<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/baguage-oiseaux/ressources-bagueurs-chercheurs/atlas-des-oiseaux-bague.html>

Radar : Les installations radar utilisées en météorologie (radar Doppler) peuvent détecter et suivre les grands groupes d'oiseaux en migration. Cela nous renseigne sur :

- le nombre approximatif d'oiseaux;
- leur hauteur de vol;
- leur vitesse de vol;
- leur direction de vol;
- les jours où ils volent;
- le temps du jour où ils volent.

Les données radar accumulées au fil des années peuvent être combinées avec les prévisions météo actuelles pour faire des prévisions d'abondance de migrateurs à chaque jour. Voir Birdcast : <https://birdcast.info/> .

Téléométrie : On peut placer sur l'oiseau un émetteur dont le signal est capté par satellite, ce qui nous renseigne sur la position exacte de l'oiseau en tout temps lors de sa migration si le satellite est de type GPS (voir, par exemple, <https://www.icarus.mpg.de/en>). Le signal doit être puissant, et donc l'émetteur est relativement gros, et donc seuls les oiseaux relativement gros peuvent être ainsi équipés sans nuire à leur vol. (On estime que l'émetteur ne devrait jamais peser plus de 4% du poids normal de l'oiseau, pour ne pas nuire à son vol.) On a déjà réussi à suivre les déplacements d'albatros au-dessus de l'océan de cette façon. Le public peut aussi suivre en ligne les déplacements d'oiseaux individuels; par exemple, voir : <https://www.globalflywaynetwork.org/> .

Pour les petits oiseaux on peut placer un émetteur plus petit dont le signal est plus faible, mais il faut alors installer un réseau de tours réceptrices un peu partout sur le continent (ex. : système de surveillance faunique Motus, <https://motus.org/>).

On peut aussi placer sur l'oiseau un petit détecteur de lumière (*light level geolocator*) qui enregistre jour après jour les heures du lever et coucher de soleil, ce qui nous permet de savoir approximativement à quelle latitude et longitude l'oiseau se trouve à chaque jour de sa migration. Les données sont enregistrées dans le détecteur lui-même. Habituellement il faut recapter l'oiseau pour pouvoir télécharger les données, mais dans certains cas les données peuvent être téléchargées à distance (genre wifi) ou téléchargées automatiquement à un satellite.

Voies migratoires :

La plupart des oiseaux prennent le même chemin année après année lors de leur migration, et ce chemin est souvent partagé par plusieurs espèces. Ces chemins sont appelés « voies migratoires ».

En Amérique du Nord les voies migratoires sont le long des côtes (Atlantique et Pacifique), le long du Mississippi, le long des Rocheuses, et le long des Appalaches. Quelques espèces volent de longues distances au-dessus de l'Océan Atlantique : des provinces maritimes ou de la Nouvelle-Angleterre jusqu'en Amérique du Sud, un vol continu de 85 heures.

La voie migratoire empruntée lors de la migration automnale n'est pas nécessairement la même que la voie empruntée lors de la migration de retour au printemps.

Les voies migratoires comprennent parfois des endroits où les oiseaux migrateurs sont faciles à observer. Par exemple, les vasières de la rivière Memramcook sont une escale (= halte) migratoire d'automne pour les bécasseaux semi-palmés (*semipalmated sandpipers*) qui y trouvent une riche source de nourriture (des vers vivant dans la vase). En Ontario, Pointe Pelée est une péninsule qui s'avance dans le lac Érié; c'est un excellent endroit pour y observer plusieurs espèces en migration, car elles ont tendance à passer par là afin de minimiser la distance qu'elles doivent couvrir au-dessus de l'eau pour traverser ce grand lac. Hawk Mountain Sanctuary en Pennsylvanie est un excellent observatoire pour les oiseaux de proie qui migrent en automne le long des Appalaches.

Qu'est-ce qui déclenche le comportement migratoire?

C'est la longueur du jour, et non la température, qui déclenche le comportement de migration chez la plupart des espèces. (Voir prochain chapitre.)

Chez d'autres espèces, une horloge interne, dite "circannuelle" parce qu'elle a une périodicité d'à peu près (= circa) un an, "dit" à l'oiseau quand il est temps de commencer la migration, ou de s'y préparer. (Voir prochain chapitre.)

Chez la plupart des espèces, la migration est précédée par une phase préparatoire d'engraissement (réserve d'énergie pour le long vol). L'engraissement peut se poursuivre lors d'escales tout au long de la migration (Ex. : bécasseau semi-palmé à la Rivière Memramcook; oie des neiges au Cap Tourmente ou au Lac Saint-Pierre du Québec). La graisse peut représenter 25-35% du poids total d'un oiseau au début de la migration, alors qu'en temps normal c'est seulement 5%.

La migration est souvent entamée quand les conditions météorologiques sont favorables, et en particulier lors du passage de fronts qui garantissent des vents de dos. En route, les conditions défavorables (froid, tempêtes, vents de face, etc.) peuvent causer l'arrêt temporaire de la migration.

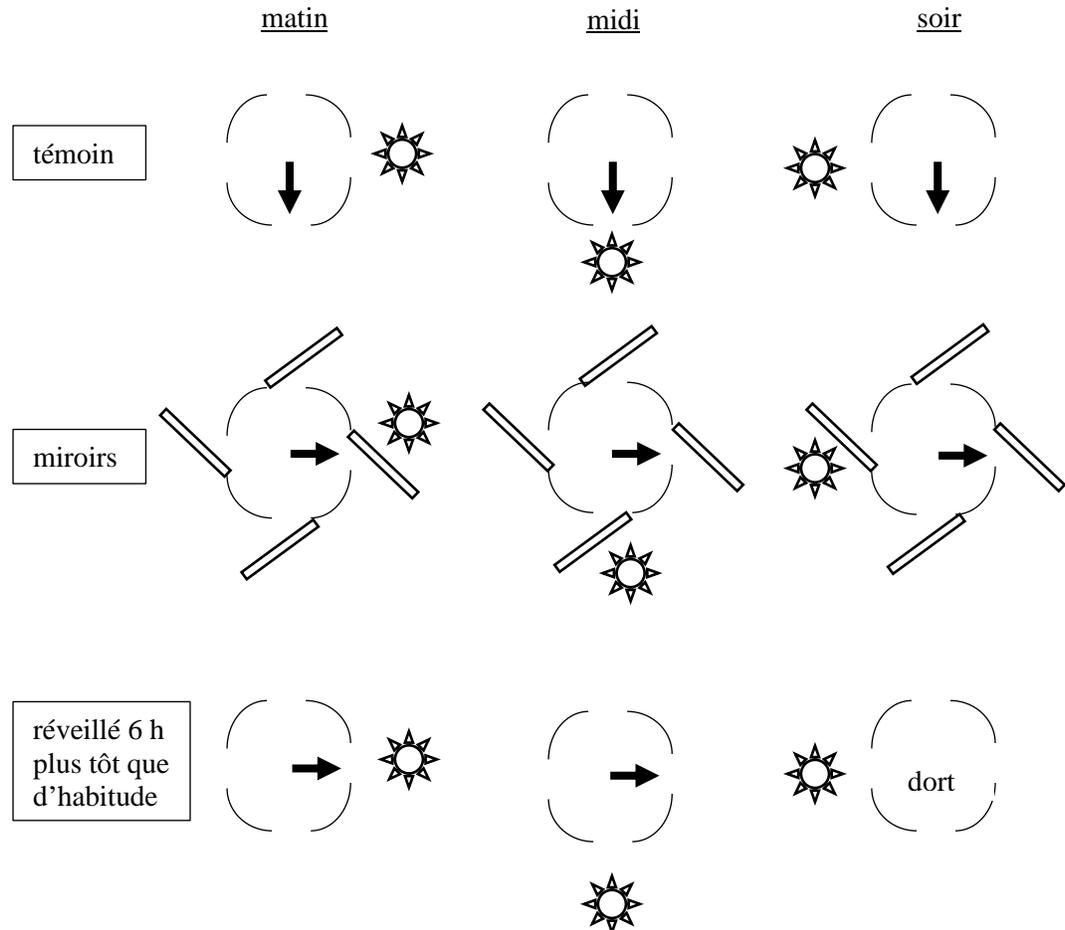
Quand le temps de la migration est arrivé, les oiseaux gardés en captivité s'excitent et deviennent de plus en plus actifs, même la nuit. (L'oiseau dort encore quand même, mais seulement au début et à la fin de la nuit.) Cette activité migratoire nocturne porte le nom allemand de "Zugunruhe". On la mesure grâce à des micro-interrupteurs installés sous les perchoirs. Le Zugunruhe fait sauter les oiseaux d'un perchoir à l'autre, et le nombre de sauts est enregistré automatiquement.

Orientation :

La direction choisie par un oiseau en migration peut être mesurée en laboratoire grâce à des entonnoirs d'Emlen. Il s'agit de cages circulaires dont les côtés sont en pente vers l'extérieur à mesure qu'ils s'élèvent. La cage ressemble à un entonnoir debout sur sa plus petite extrémité. Dans une telle situation, l'oiseau captif en période de migration saute à répétition (Zugunruhe) sur le côté de l'entonnoir dans la direction qu'il aimerait voler. Avec du papier carbone placé sur les côtés de l'entonnoir, on peut enregistrer chaque saut et ainsi mesurer la direction préférée de l'oiseau de même que son intensité migratoire (nombre de sauts).

On peut placer des entonnoirs d'Emlen dans des planétariums qui reproduisent le ciel étoilé de la nuit ou la position du soleil le jour, ou dans des salles qui reproduisent le champ magnétique terrestre, afin d'étudier le rôle de ces facteurs dans l'orientation de l'oiseau migrateur.

Boussole solaire : Plusieurs espèces utilisent la position du soleil dans le ciel pour savoir où est le sud. Ils ont besoin d'une horloge interne (dite circadienne) pour différencier le temps de la journée, car bien entendu la position du soleil par rapport au sud varie en fonction du temps de la journée. On peut tester cela dans de grandes cages circulaires avec des fenêtres. (La flèche montre l'orientation prise par l'oiseau).



Boussole stellaire :

Plusieurs espèces migrent seulement pendant la nuit. Certaines s'orientent par rapport à la position du soleil lors de son coucher. Mais plusieurs autres peuvent s'orienter par rapport aux étoiles (ex. : bruant indigo). Lorsque libérés sous un ciel étoilé, ces oiseaux s'envolent dans la bonne direction. Par contre, sous un ciel ennuagé, ils s'envolent dans toutes les directions, au hasard.

Remarquablement, ces oiseaux, lors de leur jeunesse, observent la rotation des constellations dans le ciel et apprennent ainsi la position de l'étoile polaire, et donc du nord, par rapport à ces constellations. Par la suite, ils peuvent s'orienter grâce aux constellations.

En planétarium, les oiseaux migrants volent en direction opposée à l'étoile polaire en automne, même si on tourne le ciel pour que l'étoile polaire soit à l'est.

En planétarium, si on mélange la position des constellations, les oiseaux ne peuvent plus s'orienter et volent dans toutes les directions au hasard.

Si on élève un oiseau en cage dans un planétarium où on fait tourner les constellations autour de l'étoile Bételgeuse, l'oiseau plus tard traite Bételgeuse comme l'étoile polaire et vole en direction opposée à Bételgeuse à l'automne.

Boussole magnétique :

Le champ magnétique terrestre peut renseigner un animal sur la direction cardinale (nord-sud) et sur la latitude (les lignes de force magnétiques ont une plus grande composante horizontale à mesure qu'on s'approche de l'équateur). Certaines espèces semblent être capables de s'orienter en détectant le champ magnétique.

Si on place sur la tête de ces oiseaux un petit aimant, ils ne parviennent plus à s'orienter correctement. Placer un morceau de chrome de même poids n'entrave pas l'orientation.

Si, en laboratoire, dans un entonnoir d'Emlen, on superpose au champ magnétique naturel un champ magnétique plus fort et inversé de 90°, l'oiseau change son orientation par 90°.

Orientation sans soleil ni étoiles :

Certaines espèces utilisent des points de repères géographiques (ex.: côtes, chaînes de montagne, grands lacs ou fleuves) pour l'orientation, mais cela ne fonctionne que pour les individus qui ont déjà eu la chance d'apprendre ces points de repère, et donc qui ont déjà migré au moins une fois avec des adultes expérimentés.

Chez certaines espèces, sous un ciel ennuagé, les oiseaux ont tendance à suivre le vent. Cela est économique, mais le vent ne les amène pas toujours dans la bonne direction.

La plupart des scientifiques actifs dans la recherche sur l'orientation s'entendent pour dire qu'une même espèce d'oiseau peut utiliser plusieurs types de boussoles en même temps. Quelle boussole a priorité dépend de la présence ou de l'absence des stimulus impliqués.

Comment l'oiseau sait-il qu'il est arrivé à destination?

Les mêmes oiseaux reviennent année après année au même site d'hivernage. Ils ont une excellente mémoire géographique. Mais comment un jeune qui migre pour la première fois sait-il quand arrêter une fois rendu dans le sud? Pour certaines espèces la réponse est: suivre les adultes et apprendre le trajet. Pour d'autres espèces, un programme inné le force à voler dans une direction donnée pour une période de temps bien déterminée. Cette durée limitée détermine le site d'arrivée.

Expérience avec des fauvettes européennes par l'équipe de Peter Berthold:

Dans un entonnoir d'Emlen, les jeunes fauvettes de l'Allemagne sautent vers le sud-ouest pendant deux semaines, puis vers le sud-est pendant deux semaines, et puis arrêtent de sauter. En nature, deux semaines de vol vers le sud-ouest à partir de l'Allemagne amèneraient l'oiseau à Gibraltar, où c'est facile de traverser la Méditerranée, puis de là deux semaines de vol vers le sud-est amèneraient l'oiseau sur son aire d'hivernage au sud du Sahara.

Les populations de fauvettes finlandaises sautent pendant trois semaines vers le sud-ouest, puis deux vers le sud-est. Puisqu'elles partent de plus loin (Finlande plutôt que l'Allemagne), ces fauvettes ont besoin de trois semaines pour se rendre à Gibraltar.

En nature, si on capture une jeune fauvette après sa première semaine de migration et qu'on la relâche plusieurs centaines de kilomètres plus à l'est, elle ne s'ajuste pas et continue de voler vers le sud-est pendant une semaine, même si cela ne l'amène plus à Gibraltar.

Risques lors de la migration :

La migration comporte un risque appréciable de mortalité. Les principales causes sont :

- tempêtes (surtout sur les océans et déserts, où les oiseaux ne peuvent pas survivre);
- chasse intensive par l'humain, qui profite des grandes concentrations d'oiseaux;
- prédation par les oiseaux de proie, qui profitent de la bonne visibilité des proies;
- collisions avec des bâtiments, éoliennes, ou lignes électriques (pour s'impliquer dans des initiatives visant à améliorer la situation, voir : <https://flap.org/bird-migration/>)

C'est souvent lors de la migration (donc au printemps et à l'automne) qu'on retrouve des oiseaux rares (*vagrants*, en anglais), c'est-à-dire des individus complètement en dehors de leur aire normale de distribution. Il s'agit souvent de jeunes qui ont fait une erreur d'orientation ou de durée de vol, ou d'individus qui se sont fait dérailler par des ouragans ou autres fortes tempêtes.

4) Définissez :

Sédentaire :

Nomade :

Oiseau rare :

Zugunruhe :

Entonnoir d'Emlen :

Escale (= halte) migratoire :

- 5) Comment se fait-il qu'on observe les bécasseaux semi-palmés sur les vasières de la rivière Memramcook au mois d'août, mais pas à d'autres temps de l'année, incluant au printemps quand ils migrent de retour au Canada?
- 6) Certaines espèces migrent seulement pendant le jour, d'autres seulement pendant la nuit. Quels pourraient être les avantages de chacune de ces deux stratégies?

- 11) Les oiseaux migrent vers le sud en automne parce que c'est difficile de trouver de la nourriture aux latitudes élevées en hiver. Pourrait-on regarder la question sous un autre angle? Est-il possible que les oiseaux migrent vers le nord au printemps parce que les conditions d'élevage des jeunes sont meilleures aux latitudes élevées en été? Meilleures comment?
- 12) Beaucoup d'espèces migrent des provinces maritimes jusqu'aux Caraïbes ou en Amérique du Sud en passant au-dessus de l'océan Atlantique en automne, mais pour revenir au printemps elles passent au-dessus de la terre (Mexique et États-Unis). Pourquoi? Quels sont les avantages et désavantages respectifs de chacune de ces deux routes? Pensez à des facteurs biotiques et à des facteurs abiotiques.
- 13) En temps normal, une barge rousse peut s'envoler d'un seul coup. Mais dans les jours qui précèdent leur départ pour la Nouvelle-Zélande à partir de l'Alaska (un vol continu de 7-9 jours), les barges rousses ont plus tendance à courir le long de l'eau pour s'envoler. Pourquoi? Et aussi, pourquoi est-ce que lors de la migration de retour au printemps, les barges font une escale migratoire en Asie plutôt que de voler directement de la Nouvelle-Zélande à l'Alaska?

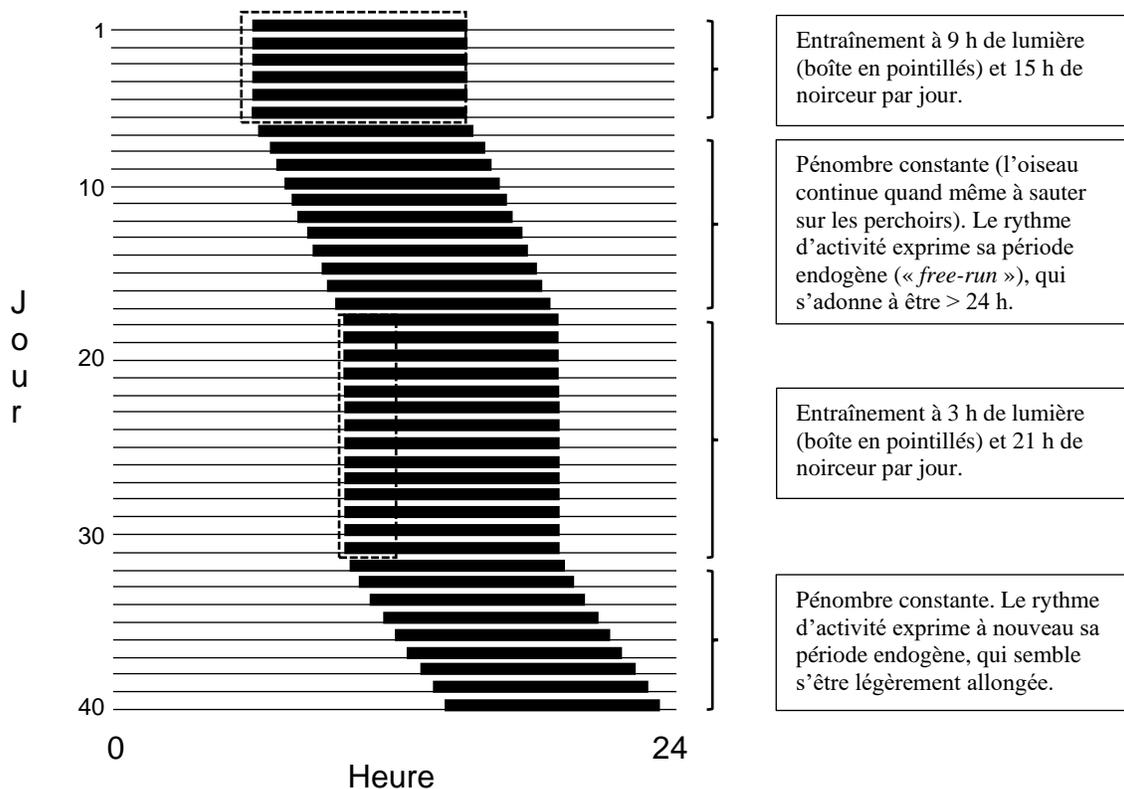
CHAPITRE 15

Rythmes et activités saisonnières

Rythmes circadiens :

Comme chez la plupart des autres vertébrés, l'alternance journalière entre l'éveil et le sommeil chez les oiseaux est régie par une horloge interne (dans le cerveau) qui « dit » à l'animal à peu près quand le temps est venu de s'endormir et quand le temps est venu de s'éveiller. Si on place un oiseau dans une cage avec des perchoirs qui détectent les mouvements de l'oiseau, et avec une illumination constante (faible lumière constante, ou noirceur constante, donc l'oiseau ne peut pas savoir quand c'est le jour et quand c'est la nuit), l'oiseau continue d'alterner entre éveil et sommeil avec une périodicité d'environ 24 h. Il a dans son cerveau une horloge, dite « circadienne » (circa = à peu près, diem = 24 h). Sous conditions constantes, l'horloge circadienne exprime une périodicité endogène d'environ (pas exactement) 24 h. Cette horloge a la propriété de pouvoir se faire entraîner à une période de 24 h par un signal externe, qui en nature est l'alternance lumineuse jour-nuit.

Le patron d'activité journalière d'un oiseau dans de telles conditions expérimentales est représenté par un actogramme : les lignes horizontales représentent les journées successives de 24 h, et les parties plus épaisses sur la ligne représentent les temps où l'oiseau était actif.



L'horloge circadienne des oiseaux est située dans l'hypothalamus, plus précisément dans son noyau suprachiasmatique. Chez certaines espèces, la glande pinéale est aussi impliquée dans le fonctionnement de l'horloge circadienne. Chez ces espèces, si on détruit expérimentalement le noyau suprachiasmatique et/ou la glande pinéale, l'oiseau perd sa périodicité sous conditions constantes.

Lors de l'entraînement au cycle jour-nuit, l'horloge circadienne ne reçoit pas son information lumineuse à partir des yeux. Elle la reçoit plutôt directement au travers des os du crâne. Si on injecte de l'encre sous la peau au-dessus de la tête, l'oiseau ne parvient plus à être entraîné par un cycle jour-nuit.

Sommeil :

Tout comme nous, les oiseaux dorment. L'enregistrement de l'activité électrique de leur cortex cérébral indique qu'ils rêvent aussi. Et tout comme nous, ils perdent leur tonus musculaire quand ils dorment. C'est pourquoi ils dorment avec la tête enfoncée entre les épaules, ou retournée vers l'arrière avec le bec enfoui sous les plumes scapulaires (= de l'épaule). Sinon, leur tête tomberait vers l'avant, ce qui ferait tomber tout leur corps vers l'avant. (Un autre avantage de dormir avec le bec sous les plumes scapulaires est que cela diminue les pertes de chaleur au niveau du bec.)

Le sommeil des oiseaux est rarement continu. Il n'est pas rare qu'à intervalles de quelques minutes ils ouvrent temporairement un œil, présumément pour vérifier s'il y a des prédateurs qui s'approchent. On a même documenté que lorsqu'un seul œil est ouvert, l'hémisphère cérébral qui contrôle cet œil (l'hémisphère droit pour l'œil gauche, et vice-versa) est éveillé alors que l'autre hémisphère reste endormi. Littéralement, l'oiseau ne dort que d'un œil (un genre de « sommeil vigilant »). Une moitié de son cerveau dort pendant que l'autre moitié est éveillée (= sommeil hémisphérique). Mais bien sûr, quand les deux yeux sont fermés, à ce moment-là c'est tout le cerveau qui dort.

Les oiseaux dorment habituellement dans des endroits bien protégés des prédateurs. Souvent le site de sommeil ressemble au site de nidification : par exemple, les oiseaux qui nichent sur des branches d'arbres dorment habituellement sur des branches d'arbre; les oiseaux qui nichent dans des trous d'arbre dorment souvent dans des trous d'arbre. Un cas intéressant : on a de bonnes raisons de penser que le martinet noir (*common swift*) est capable de dormir en vol, puisqu'on sait par des études télémétriques qu'il peut passer des semaines continuellement en vol.

Un arrangement spécial des tendons dans la patte d'un oiseau percheur fait en sorte que quand il plie sa patte, ses orteils se referment automatiquement. Donc un oiseau qui dort perché sur une branche n'a pas besoin de contracter ses muscles : les orteils agrippent automatiquement la branche.

Les oiseaux dorment souvent en groupe. La présence d'un groupe augmente les chances que l'approche d'un prédateur soit détectée. Le site où le groupe dort (= le dortoir = *roost*, en anglais) peut aussi servir de « centre d'information » : un individu qui a eu peu de succès à trouver de la nourriture la veille peut essayer d'identifier les individus plus gras et les suivre quand ils quittent le dortoir, dans l'espoir de partager la bonne source de nourriture que ces individus gras semblent connaître. Quand on installe expérimentalement une source de nourriture à quelque part, bien souvent le nombre d'oiseaux qui y arrivent le matin est plus grand que le nombre d'oiseaux qui avaient quitté le site de nourriture la veille.

Photopériodisme :

Chez les espèces qui vivent sous des latitudes tempérées, la reproduction (et la migration qui la précède) s'effectue à un moment bien précis de l'année : le printemps. Ces comportements annuels sont-ils déclenchés par la température qui s'élève ou par la longueur du jour qui s'allonge? Plusieurs expériences ont démontré que c'est la longueur du jour, du moins pour les mâles. Puisque la longueur du jour s'appelle aussi la « photopériode », on parle de « photopériodisme » quand on décrit l'effet de la longueur du jour sur la physiologie ou les comportements d'un animal.

Une des premières démonstrations de photopériodisme chez les oiseaux a été effectuée dans les années 1930s par le chercheur William Rowan à l'Université de l'Alberta, à Edmonton. En plein milieu de l'hiver très froid d'Edmonton, il a exposé des juncos en volière extérieure (donc, exposés au froid environnant) à une lumière artificielle qui simulait la longueur du jour du printemps. Les testicules des mâles ont aussitôt grossi, et ces mâles ont commencé à chanter et à défendre des territoires, malgré le froid. Mais les ovaires des femelles n'ont pas grossi, sauf si elles pouvaient voir et entendre les mâles chanter, ce qui indique que le développement des ovaires chez les femelles juncos est plutôt stimulé par des facteurs sociaux, comme la présence de mâles chanteurs. De nombreuses études ont depuis lors répliqué ces effets chez les mâles et femelles d'autres espèces vivant à des latitudes tempérées.

Les réponses photopériodiques sont déclenchées lorsque la lumière frappe l'oiseau, à chaque jour, plus d'environ 12 h après que l'oiseau se soit éveillé. Si vous exposez un oiseau chaque jour à 8 h de lumière, 4 h de noirceur, 3 h de lumière, et 9 h de noirceur, il va réagir comme si les jours étaient longs même si en fait il n'y a pas plus de 11 h de lumière par jour. En effet, il va s'éveiller au début du 8 h de lumière, et par la suite la période de 3 h de lumière va tomber 12-15 h après qu'il se soit éveillé.

Tout comme dans le cas de l'horloge circadienne, la lumière qui influence les réponses photopériodiques n'est pas perçue par les yeux. La lumière est plutôt perçue à travers les os du crâne par des photorécepteurs situés dans le cerveau.

Moineaux domestiques mâles exposés à une longue photopériode de faible intensité :

- testicules restent petites chez un oiseau normal;
- testicules grossissent chez un oiseau au crâne expérimentalement déplumé.

Moineaux domestiques mâles exposés à une longue photopériode de forte intensité :

- testicules grossissent chez un oiseau normal;
- testicules restent petites chez un oiseau avec de l'encre injectée sous la peau du crâne.

Période photoréfractaire :

L'effet stimulateur des longues journées ne dure qu'un certain temps. Au milieu de l'été, même si les journées sont encore longues, les gonades rétrécissent et la motivation de se reproduire disparaît. C'est la période photoréfractaire. Cela permet aux adultes (et aux jeunes) d'avoir assez de temps pour muer et engraisser avant la migration automnale. La période réfractaire cesse (la sensibilité aux longues photopériodes revient) après que l'oiseau se fasse exposer à de courtes photopériodes en hiver.

Rythmes circannuels :

Chez certaines espèces, les activités saisonnières peuvent prendre place même s'il n'y a pas de changement dans la longueur du jour. Ces espèces ont une horloge interne dite circannuelle, laquelle se fait normalement entraîner par la variation saisonnière de longueur du jour en nature.

Deux espèces européennes, la fauvette des jardins et la fauvette à tête noire, ont été gardées en captivité pendant 8 ans, constamment sous 12 h de lumière par jour. Elles ont quand même continué à muer deux fois (mue pré-nuptiale et mue post-nuptiale) par « année ». J'ai placé le mot année entre guillemets parce que l'intervalle entre chaque mue pré-nuptiale (et aussi entre chaque mue post-nuptiale) était en fait de 10 mois. L'horloge interne était vraiment « circa » (à peu près) annuelle, 10 mois au lieu d'exactly 12.

Des étourneaux mâles eux aussi gardés en captivité pendant plusieurs années sous une photopériode constante et une température constante ont continué à exhiber à chaque année une croissance des testicules suivie d'une régression des testicules suivie d'une mue.

Réponses directes à l'environnement :

Chez certaines espèces, les activités saisonnières sont déclenchées directement par un facteur environnemental autre que la photopériode. Chez certaines espèces tropicales, par exemple, c'est le début de la saison des pluies ou de la saison sèche qui stimule l'oiseau à se reproduire. Chez d'autres espèces, c'est plutôt l'apparition d'une grande disponibilité de nourriture.

Questions :

- 1) Des canards dorment le long d'un quai qui s'avance dans le lac. Les canards qui sont plus près de la rive le long de ce quai sont plus exposés aux chats et aux chiens qui pourraient arriver. Faites une prédiction sur les différences de sommeil entre les canards qui sont près de la rive et ceux qui sont plus au bout du quai. (Animal Behaviour 31 : 532-538)

- 2) Si les individus qui ont du succès à trouver de la nourriture se font suivre à partir d'un dortoir communautaire le lendemain, ils vont devoir partager leur nourriture. Quel serait donc l'avantage pour eux d'aller dormir dans un dortoir communautaire? Étant donné que ces individus bien nourris sont probablement en meilleure santé et plus dominants, de quelle façon est-ce que leur avantage de dormir en groupe serait plus prononcé que pour les individus qui les parasiteront le lendemain?

CHAPITRE 16

La vie en groupe

La plupart des espèces d'oiseaux sont sociales à un moment ou un autre de leur vie. Elles se regroupent pour nicher ensemble (colonies), ou se nourrir ensemble (bandes, nuées), ou voyager ensemble (volées ou voiliers), ou dormir ensemble (le site est appelé un dortoir). Les biologistes du comportement animal essaient souvent de démontrer les avantages et les désavantages des regroupements sociaux.

Un avantage de la vie en groupe: découverte accrue de nourriture

Plus il y a de membres dans un groupe, plus il y a de chances qu'au moins un membre du groupe découvre de la nourriture. Si cette nourriture peut être partagée, alors tout le groupe en bénéficie (un avantage). Mais il y a un coût pour le découvreur: il doit partager. Les groupes se forment quand l'avantage est plus grand que le désavantage, c'est-à-dire quand la source de nourriture est trop grande ou trop éphémère pour être consommée entièrement par un seul individu; il en coûte alors peu de partager.

Recherche sur les hirondelles à front blanc :

Ces hirondelles sont sociales. Elles construisent des nids de boue un à côté de l'autre sur des falaises, ou sous des ponts ou autres structures de ciment. Elles se nourrissent d'insectes volants qui forment des essaims temporaires, donc impossibles à monopoliser.

Étudiées par Charles Brown, de l'Université Yale, tout au long des années 1980 et 1990. Parmi ses nombreuses études, il a observé l'arrivée et le départ de parents au nid, et a noté si elles arrivaient avec de la nourriture dans leur bec (succès) ou non (sans succès), et si elles étaient suivies lors de leur prochain voyage (présumément par des voisines qui espéraient être amenées à la source de nourriture).

Quand les hirondelles qui avaient eu du succès repartaient, elles étaient suivies par des hirondelles voisines dans 43% des cas, alors que celles qui n'avaient pas eu de succès étaient suivies dans seulement 9% des cas.

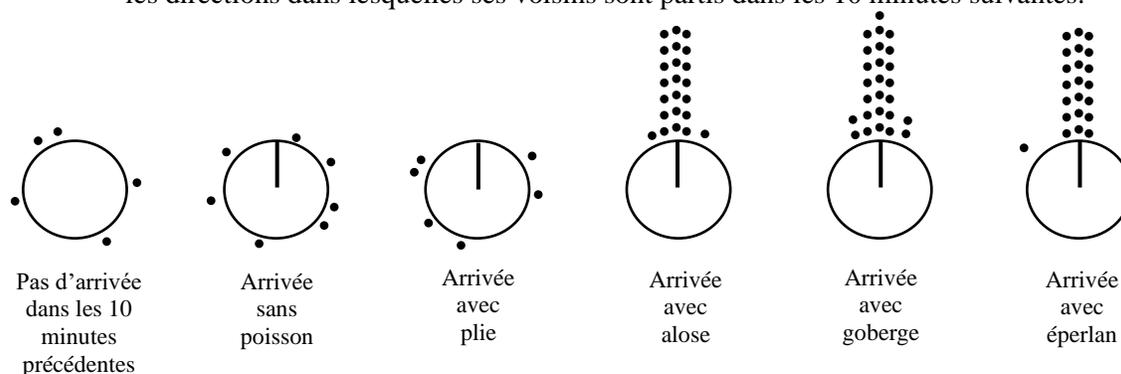
Celles qui revenaient sans succès avaient beaucoup plus tendance à suivre quelqu'un d'autre au prochain voyage (75% des cas) que celles qui étaient revenues avec succès (17% des cas).

De plus, les grosses colonies avaient un meilleur succès de quête de nourriture (ci-dessous), et Brown a attribué ceci au fait qu'une grosse colonie a statistiquement plus de chance qu'une de ses membres découvre un essaim d'insectes, dont les autres peuvent bénéficier.

	Nourrissages / h	Nourriture (g) / voyage	Perte de poids des parents (%)
Grosse colonie	15	0.7	0
Petite colonie	10	0.2	11

Recherche sur les balbuzards de Cow Bay, Nouvelle-Écosse : (Nature 329 : 239-241)

Les balbuzards de Cow Bay nichent relativement près les uns des autres et peuvent voir si leurs voisins reviennent au nid avec un poisson. Parmi ces poissons-proies, les plies ne se tiennent pas en bancs, alors que les aloses, goberges, et éperlans forment des bancs (donc là où il y en a un, il y en a probablement d'autres). Dans les observations ci-dessous, la ligne dans le cercle indique la direction d'où était arrivé un individu, et les points autour du cercle indiquent les directions dans lesquelles ses voisins sont partis dans les 10 minutes suivantes.



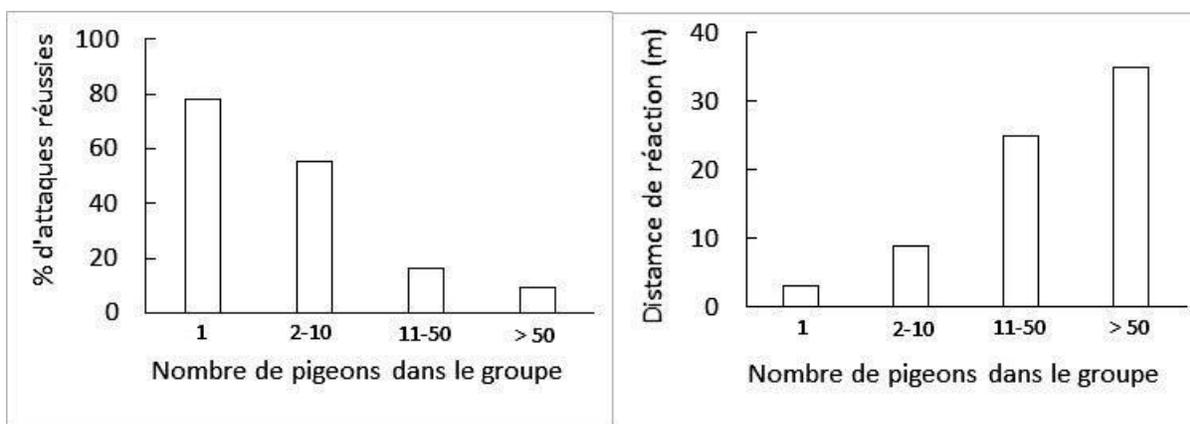
Un autre avantage de la vie en groupe: la protection contre les prédateurs

Plus il y a de membres dans un groupe, plus il y a de chances qu'un prédateur qui s'approche soit détecté de loin, ce qui diminue les chances de succès du prédateur.

Expérience avec autour et pigeons :

(Journal of Animal Ecology 47 : 449-460)

On habitue des pigeons à venir se nourrir de graines éparpillées au milieu d'un champ. On note le nombre de pigeons présents lors de différentes journées, et à chaque fois on relâche un autour spécialement entraîné à chasser les pigeons. On note la distance à laquelle l'autour est détecté (ce qui correspond à sa distance du groupe de pigeons au moment où ceux-ci réagissent en s'envolant) et son pourcentage de succès à attraper un pigeon.

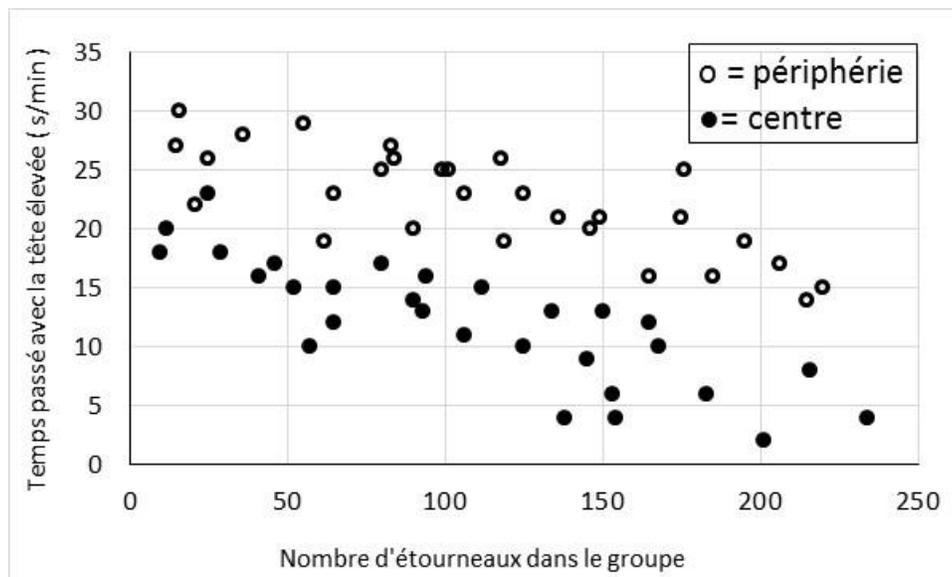


Plus il y a d'individus dans un groupe, moins que chaque individu est obligé de passer du temps à être vigilant, puisqu'il y a plus de chance qu'au moins un autre individu du groupe soit vigilant, et donc chaque individu peut passer plus de temps à se concentrer sur la recherche de nourriture.

Observations sur des bandes d'étourneaux :

(Animal Behaviour 28 : 634-635)

On choisit au hasard un étourneau dans un groupe en train de se nourrir sur une pelouse, on note s'il est en périphérie ou près du centre du groupe, et on note combien de secondes par minute il passe avec la tête en l'air (donc, vigilant plutôt qu'en train de se nourrir).



Les membres d'un groupe peuvent prêter attention aux actions des autres membres plutôt qu'aux environs pour réagir à l'approche de prédateurs.

Expérience avec pigeons et grille électrifiée :

On installe une grille électrifiée au sol avec du grain autour pour attirer les pigeons. Quand on voit qu'un des oiseaux touche à la grille, on fait passer un léger courant, ce qui fait sursauter l'oiseau. Aussitôt que l'oiseau sursaute, tous les autres s'envolent! Comme témoin, on fait passer le courant quand aucun individu ne touche à la grille; aucun des oiseaux ne sursaute ni s'envole.

Q

Quelle explication alternative des résultats est-ce que le témoin élimine dans ce cas-ci?

Les membres d'un groupe peuvent aussi s'unir pour :

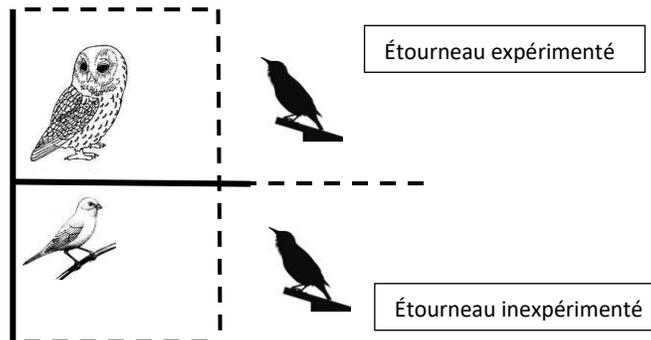
- chasser ensemble un prédateur (ex.: sternes qui attaquent un renard près de leur colonie);
- diminuer la probabilité statistique qu'un individu soit attaqué (effet de dilution);
- confondre un prédateur (pensez à comment il est plus difficile d'attraper une balle quand il y en a plusieurs qui sont lancées en même temps vers nous).

Le harcèlement ou houspillage (*mobbing*) :

Les oiseaux peuvent harceler un prédateur pour l'encourager à quitter les lieux. C'est ce qui arrive quand on voit une hirondelle passer à toute vitesse près d'un chat (*dive bombing*); ou une sterne passer à côté de la tête d'un humain, allant jusqu'à le frapper avec ses pattes parfois; ou un carouge qui vole en arrière d'une corneille en lui tirant les plumes de la queue; ou une corneille qui fait la même chose à un corbeau ou un aigle; ou un groupe de différents oiseaux qui sautent d'une branche à l'autre en criant autour d'un hibou qui – pauvre lui – veut juste dormir.

Faire du harcèlement en groupe plutôt qu'individuellement est plus efficace (plus achalant pour le prédateur) et, peut-être, donne aussi du courage face au prédateur.

Lors d'un harcèlement collectif, les jeunes peuvent aussi apprendre quelles sont les espèces dangereuses, en regardant qui les individus expérimentés prennent la peine de harceler. Dans le dispositif ci-dessous, on peut faire croire à de jeunes étourneaux qu'un canari est une espèce dangereuse. L'étourneau expérimenté harcèle un hibou, comme il se doit, mais l'étourneau inexpérimenté pense que l'expérimenté harcèle un canari; plus tard dans leur vie, ces jeunes étourneaux vont harceler des canaris.



Un désavantage de la vie en groupe: dissémination plus rapide des maladies et des parasites

Plus une colonie est grande, plus il y a de contacts entre ses membres, et plus les parasites et les maladies peuvent se transmettre facilement d'un individu à l'autre.

Observations sur les colonies d'hirondelles à front blanc infestées par des parasites :

Nous sommes de retour avec Charles Brown et ses hirondelles. Il prenait régulièrement des mesures sur les oisillons, incluant le nombre d'ectoparasites (*swallow bugs*) qu'ils portaient.

Il a observé une corrélation positive entre la grosseur des colonies et le nombre moyen d'ectoparasites par oisillon. Il y avait plus d'ectoparasites par oisillon dans les grosses colonies.

Il a aussi observé une corrélation négative entre le nombre d'ectoparasites par oisillon (variant de 0 à 5) et le poids de l'oisillon à l'âge de 10 jours. Plus il y avait d'ectoparasites, moins le jeune grandissait vite.

Expérimentalement, il a fumigé des colonies pour tuer les ectoparasites. Les jeunes de ces colonies ont grandi beaucoup plus vite que les jeunes de colonies non-fumigées.

Un autre désavantage de la vie en groupe: incidence plus grande d'aventures extra-conjugales et de parasitisme intraspécifique des nids

Tel que déjà vu dans le chapitre sur l'accouplement, les membres d'un couple monogame d'oiseaux peuvent s'adonner à des affaires extra-conjugales (*EPC = extra-pair copulations*). Mâles et femelles s'accouplent en cachette avec des individus qui ne sont pas leur partenaire. Plus les individus nichent près les uns des autres, plus il est facile de s'adonner à des aventures extra-conjugales (ou d'en souffrir pendant qu'on s'y adonne ailleurs).

Le taux d'aventures extra-conjugales est mesuré par des études de paternité sur les jeunes à l'aide de méthodes d'empreinte génétique (*DNA fingerprinting*). Les études montrent que les aventures sont répandues dans beaucoup d'espèces, mais ne sont quand même pas très fréquentes à l'intérieur de chaque espèce. On observe des taux autour de 5%, et rarement plus de 20%, de jeunes provenant d'un père autre que le père qui les a élevés.

Aussi, chez certaines espèces, des parents "trichent" et vont déposer leurs oeufs dans les nids des voisins. C'est le parasitisme intraspécifique des nids. Ces tricheurs obtiennent l'avantage évolutif d'avoir des jeunes de plus sans avoir à payer le coût de leur élevage.

Observations sur les hirondelles à front blanc :

Une femelle peut pondre un œuf dans son nid, le prendre dans son bec, et le transporter dans le nid d'une voisine qui est temporairement absente. C'est cette voisine qui va élever le jeune. Charles Brown (encore lui) a observé que ce comportement est rare dans les colonies de moins de 10 individus, mais commun dans les autres colonies plus grandes : jusqu'à 43% des nids peuvent ainsi être parasités. Mais justice : 54% des nids de parasites sont eux-mêmes parasités, dont 46% par plus qu'un œuf.

Un autre désavantage de la vie en groupe: la compétition intraspécifique

Les membres d'un groupe doivent compétitionner entre eux pour l'accès aux meilleurs sites de nidification et à la nourriture. Les individus les plus dominants obtiennent les meilleurs sites de nidification (ex.: plus au centre de la colonie, et donc mieux protégés des prédateurs). En ce qui concerne la nourriture, les oiseaux essaient d'éviter la formation de groupes quand la nourriture est défendable et monopolisable par un seul individu.

Expérience sur les moineaux qui découvrent de la nourriture : (Animal Behaviour 34: 169-174)

Mark Elgar a installé de la nourriture sur le toit de l'édifice du Département de zoologie, à l'Université Cambridge. Il a observé le comportement du premier moineau domestique qui découvrait cette nourriture.

Quand il y avait beaucoup de graines (plus que pour un seul oiseau), le moineau émettait des cris de contact et attendait que d'autres moineaux arrivent, présumément pour bénéficier de la meilleure vigilance anti-prédatrice d'un groupe. Des expériences avec des enregistrements de différentes sortes de cris de moineau ont démontré que les cris de contact attirent d'autres moineaux.

Mais quand il y avait peu de nourriture, ou quand elle se partageait mal (un morceau de pain plutôt que des graines, par exemple), le moineau ne criait pas et mangeait seul.

Expérience avec des hérons dans un marais près de Vancouver : (Behaviour 51 : 99-131)

La présence de hérons (même si empaillés) déjà sur place attire les compétiteurs :

	Nombre de hérons qui passent sans s'arrêter	Nombre de hérons qui atterrissent au site
0 héron empaillé	18	8
1 héron empaillé	6	11
5 hérons empaillés	4	31

Hierarchie de dominance :

Certains individus peuvent être plus forts ou plus compétitifs que d'autres et exclure la présence des autres quand ils se nourrissent ou quand ils choisissent une place au dortoir. Dans un groupe qui est stable et pas trop gros, chaque oiseau peut reconnaître les autres individuellement et se souvenir si tel ou tel individu lui est supérieur ou subordonné. Il en résulte alors ce qu'on appelle une « hiérarchie de dominance », où $A > B > C > D > E$, etc. La capacité d'un individu à se rappeler de sa position dans une hiérarchie de dominance fait en sorte que les individus n'ont pas besoin de se battre entre eux à chaque fois qu'ils se rencontrent à une même source de nourriture. Ils n'ont qu'à affirmer leur dominance ou reconnaître leur subordination par divers comportements ritualisés (similairement à un humain qui élève la tête quand il rencontre un subordonné, ou abaisse son regard quand il rencontre un dominant).

Questions :

- 1) Les goélands nichent souvent en colonies. Plusieurs espèces harcèlent les corneilles qui s'approchent de leur colonie en quête d'œufs à manger. Le centre d'une colonie est la pire place pour se faire harceler, parce qu'il y a une plus grande densité de goélands à cet endroit. Prenez des œufs de poule, peignez-les pour qu'ils ressemblent à des œufs de goéland, et faites une expérience pour démontrer que le harcèlement est utile pour diminuer le taux de prédation des œufs par les corneilles.

- 2) Vous voulez tester l'idée que les oiseaux forment des groupes parce que cela les aide à trouver de la nourriture. Je vous fournis dix boisés où vivent plusieurs espèces d'oiseaux qui forment souvent des groupes. Je vous fournis aussi beaucoup de sacs de graines. Quelle expérience allez-vous faire?

- 3) Les oiseaux forment parfois des groupes comprenant plusieurs espèces (*mixed-species flocks*). En se souvenant que diverses espèces peuvent avoir différentes habitudes alimentaires, discutez des coûts et des bénéfices de former des groupes à plusieurs espèces plutôt qu'à une seule espèce.

- 4) Quel genre d'observations ou d'expériences pourriez-vous faire pour supporter l'idée qu'un des avantages de la vie en groupe est la protection contre les prédateurs par l'intermédiaire d'un effet de confusion, les prédateurs étant confus lorsqu'ils essaient d'attraper un individu dans un grand groupe.
- 5) Pouvez-vous penser à d'autres avantages de la vie en groupe, non-mentionnés dans le présent chapitre? Pensez aux grands froids..... Ou pensez coopération..... Ou réfléchissez à savoir si la location de la nourriture est la seule caractéristique de la nourriture qu'on peut apprendre d'un autre membre de la bande

CHAPITRE 17

Comportement et intelligence

Comportements innés versus comportements appris :

Les comportements innés sont effectués de façon presque parfaite la première fois, même si l'animal n'a jamais eu la chance de se pratiquer ou d'observer ce comportement ailleurs. Le cerveau est construit de façon à accomplir le comportement automatiquement. On parle aussi d'instinct ou de comportements "programmés dans les gènes".

- Exemples:
- Un oiseau sait comment construire son nid, et il choisit le bon matériel, même s'il a été expérimentalement élevé dans une boîte en carton, et sans jamais avoir vu un autre oiseau construire un nid.
 - Les mâles exhibent les bons comportements rituels pour courtoiser une femelle, même s'ils n'ont jamais vu d'autres mâles le faire.
 - Les oisillons savent comment quémander de la nourriture de leurs parents au nid, même si leurs yeux sont encore fermés.

En revanche, les comportements appris ne sont effectués que si l'animal a eu la chance d'être exposé à au moins un exemple auparavant.

- Exemples:
- Les goélands apprennent à suivre un tracteur dans le champ après avoir vu les insectes ou les vers de terre qu'un tracteur expose.
 - Un geai bleu qui mange un insecte très coloré et qui subit une nausée par la suite apprend que cet insecte est toxique et dans le futur il évitera les insectes qui portent les mêmes couleurs.

La plupart des comportements ont à la fois une composante innée et une composante apprise. Ainsi, des comportements innés au départ sont souvent perfectionnés suite à l'expérience ou la pratique. Et certaines tendances innées empêchent un oiseau d'apprendre n'importe quoi.

- Exemples :
- Les parents inexpérimentés savent comment construire des nids (c'est inné), mais les parents expérimentés construisent des nids plus solides (apprentissage suite à l'expérience).
 - Le phénomène de l'empreinte (à revoir plus loin).

Avantages de l'instinct par rapport à l'apprentissage:

- 1) L'instinct est nécessaire dans les situations où on ne peut pas se permettre de manquer son coup la première fois.

Il vaut mieux être capable de reconnaître un prédateur, et de savoir comment y échapper, dès la première fois, et donc instinctivement. Les prédateurs qui attrapent une proie ne lui donnent pas une deuxième chance, habituellement. La reconnaissance des prédateurs et les comportements de fuite sont donc typiquement innés.

Un jeune n'a pas le temps d'apprendre par essai et erreur à quels signaux ses parents vont répondre pour le nourrir. Il va mourir s'il n'est pas nourri tout de suite. Il doit connaître et exhiber les signaux de façon innée.

Plusieurs espèces n'ont qu'une ou deux saisons de reproduction. Ne pas savoir automatiquement comment construire le nid et nourrir les jeunes représenterait une grosse perte de succès de reproduction.

- 2) Les comportements innés demandent moins de matériel neuronal dans le cerveau. L'apprentissage demande plus de matériel neuronal.

La partie du cerveau qui est responsable de l'apprentissage du chant est plus grosse chez les espèces qui apprennent plusieurs chants différents.

Une partie du cerveau (l'hippocampe) grossit pendant la saison où un oiseau cache de la nourriture et doit se souvenir où elle est.

Désavantages de l'instinct par rapport à l'apprentissage:

- 1) L'instinct, étant plutôt robotique, est susceptible à l'exploitation par des « parasites du comportement ».

Les oiseaux parentaux donnent instinctivement de la nourriture à un grand bec rouge ouvert. Un jeune coucou a un bec plus grand et plus rouge qu'un oisillon normal, et les parents sont dupes et travaillent plus fort pour le nourrir.

- 2) L'instinct peut devenir inapproprié dans des situations nouvelles, changeantes.

Plusieurs espèces ont une préférence innée pour un certain type d'habitat. Si l'habitat disparaît, les individus s'acharnent quand même à chercher cet habitat et donc elles ne réussissent pas à se reproduire, plutôt que transférer à un habitat différent et peut-être mieux réussir là.

- 3) L'instinct ne permet pas toujours une discrimination fine.

L'instinct parental peut amener des goélands à prendre soins de jeunes orphelins qui ne portent pas leurs gènes.

Les disciplines scientifiques qui étudient le comportement animal :

Les éthologistes aiment étudier les animaux sur le terrain et ont une petite faiblesse pour les comportements innés.

Les psychologues comparés aiment étudier les animaux en laboratoire et ont une petite faiblesse pour les comportements appris.

Les écologistes comportementaux mettent l'emphase sur l'adaptation comportementale, sur les avantages qui ont fait en sorte que le comportement a évolué en nature.

Les biologistes de la cognition mettent l'emphase sur les comportements « intelligents » des animaux, sur des capacités mentales qui font appel au traitement et à la rétention d'information en dehors du contexte écologique dans lequel ces capacités ont évolué (exemples : utilisation d'outils, solution de problèmes, planification, se mettre « dans la tête » d'un autre).

Ces divisions sont historiques. De nos jours, les gens se disent tout simplement intéressés par le comportement animal, et ils s'intéressent à tout, l'inné tout comme l'appris, le terrain tout comme le labo, les mécanismes neuronaux du comportement tout comme les avantages évolutifs. Ces scientifiques se donnent le nom de « biologistes du comportement animal ».

Parlant d'histoire, un petit mot sur l'éthologie : L'éthologie (du grec *ethos*, qui veut dire "manière" ou "comportement") fut fondée, si on peut parler de fondateurs, par Konrad Lorenz (autrichien, a inventé le mot éthologie, très bon observateur, étudiait les oies et les corvidés, entre autres), Niko Tinbergen (hollandais, observateur et expérimentateur, étudiait les goélands, entre autres) et Karl von Frisch (allemand, expérimentateur, travaillait surtout avec les abeilles). Pour l'ensemble de leurs travaux qui ont lancé l'étude scientifique du comportement animal, ils ont reçu en 1973 le prix Nobel de médecine et physiologie (exceptionnellement appelé, cette année-là, prix Nobel de médecine et biologie). Ils sont encore de nos jours les seuls zoologistes et biologistes de terrain à avoir reçu un prix Nobel.

Quelques principes éthologiques rattachés aux comportements innés :

Coordination héréditaire (*action patterns*) : Ensemble de mouvements formant un comportement entier et inné.

Ex. : Demande de nourriture par les jeunes au nid.

Déclencheur (*releaser*) ou stimulus-clé : Facteur de l'environnement qui, lorsque perçu par l'animal, déclenche en lui un comportement inné.

Ex. : La vibration du nid déclenche la demande de nourriture par les jeunes au nid.

Stimulus supra-normal: Déclencheur plus gros ou plus fort que la normale, qui déclenche le comportement plus facilement, ou qui oriente le comportement vers lui plus que vers le stimulus normal.

Ex. : Le jeune vacher a un bec très grand et très rouge qui déclenche le don de nourriture par les parents envers ce parasite plus que pour leurs propres jeunes.

Pulsion (drive) ou motivation: Prédilection interne, habituellement temporaire, qui abaisse le seuil auquel un déclencheur est efficace pour déclencher un comportement.

Ex. : La faim pour la demande de nourriture par les jeunes. Un jeune complètement rassasié ne demande plus de nourriture après avoir perçu des vibrations du nid.

Autre exemple: Le roulage des oeufs par l'oie cendrée tel que décrit par Lorenz et Tinbergen.

Le roulage des oeufs vers le nid est un comportement inné, par lequel une oie incubatrice se sert de son bec pour ramener vers le nid un oeuf qui aurait roulé en-dehors du nid. Ce comportement est effectué dès la première fois que l'oie voit un œuf hors du nid, sans le bénéfice de l'expérience. De plus, une fois entamé, le mouvement se poursuit à vide même quand on enlève l'œuf (coordination héréditaire).

Déclencheur de ce comportement : Tout objet qui présente une surface plus ou moins ronde et convexe en dehors du nid (en nature, habituellement un oeuf).

Un fait intéressant: après l'avoir roulé, un oiseau n'incubera pas nécessairement un objet qui n'est pas un oeuf. Un autre comportement inné, le rejet d'oeufs cassés, a un stimulus-clé plus précis: tout ce qui n'est pas une surface bien lisse et ronde.

Stimulus supra-normal: Si on lui donne un choix entre un oeuf normal et un objet rond plus gros, l'oiseau roule le plus gros, même s'il est trop gros pour être incubé (ex: ballon de volleyball!).

Pulsion: incubation. Il faut que l'oiseau soit dans l'état hormonal d'un parent incubateur. Un oiseau en train de finir de construire son nid, donc un oiseau qui n'incube pas encore, ne roule pas un œuf lorsqu'il en voit un en dehors du nid.

Un exemple d'apprentissage limité par l'inné: l'empreinte

Lorenz élevait lui-même de jeunes oies cendrées à partir de l'éclosion. Il s'aperçut bientôt que ces oies le suivaient plutôt que de suivre d'autres oies adultes. Les jeunes pensaient que Lorenz était leur parent: ils s'étaient "imprégnés" à lui. C'est là le phénomène de l'empreinte filiale (laquelle est aussi présente chez plusieurs mammifères) : les jeunes apprennent qui sont leurs parents après les avoir vu autour d'eux pendant une période critique de leur jeunesse.

Lorsque devenus adultes, ces mêmes oiseaux essayaient de s'accoupler avec Lorenz. C'est l'empreinte sexuelle : les jeunes apprennent à reconnaître leur espèce pour la future reproduction lors d'une période critique de leur jeunesse. L'empreinte filiale et l'empreinte sexuelle ne vont pas nécessairement ensemble; les périodes critiques ne sont pas nécessairement les mêmes.

L'influence de l'inné dans le phénomène de l'empreinte:

Il y a une période critique pour apprendre qui est le parent ou qui est l'espèce avec laquelle on doit s'accoupler (ex.: les 2 premiers jours pour l'oie, du 10e au 15e jour pour les canards malards) et cette période est déterminée de façon innée. La période est toujours assez tôt dans la vie.

Les jeunes ne peuvent s'imprégner qu'à des choses qui bougent, et qui sont près d'eux.

Lorsqu'ils ont un choix, les jeunes s'imprègnent sur les objets qui ressemblent à leurs vrais parents. Ils ont des préférences innées au niveau de la couleur, de la grosseur, et des sons.

La préférence sexuelle, une fois imprégnée, n'est pas modifiée par l'expérience. Un mâle de l'espèce A imprégnée sur l'espèce B continuera de tenter de s'accoupler avec B, même si B ne coopère pas tandis que les femelles A, elles, sont prêtes à coopérer.

Pourquoi l'empreinte plutôt que la reconnaissance innée?

L'empreinte semble avoir évolué chez les espèces dont l'apparence ne se distingue des autres que par quelques petits détails. Il semble y avoir moins d'empreinte chez les espèces qui présentent un plumage très distinctif et très différent des autres espèces.

Impact de l'empreinte dans les programmes d'élevage de jeunes en captivité:

À la télévision, on voit parfois des jeunes d'espèces en voie de disparition qui se font nourrir en captivité par des humains parce que leurs parents sont morts ou disparus. Les humains restent cachés et se servent de marionnettes à l'image de l'espèce pour nourrir les jeunes. Ils font cela pour s'assurer que le jeune va s'imprégner à son espèce. C'est particulièrement important dans le cas de l'empreinte sexuelle. L'espèce est en voie de disparition, donc on ne veut pas que les oiseaux, une fois adultes, essaient de s'accoupler avec des humains; on veut qu'ils s'accouplent avec des individus de leur propre espèce.

Cognition (intelligence) :

Les oiseaux ont mauvaise réputation quand vient le temps de parler de leur intelligence (traiter quelqu'un de « cervelle d'oiseau » – *birdbrain* – est une insulte à leur intelligence). Cependant, certaines espèces exhibent des comportements qui semblent particulièrement intelligents. On parle alors de « bonnes capacités cognitives », c'est-à-dire la capacité d'utiliser son cerveau pour faire des choses ou résoudre des problèmes nouveaux qui ne sont pas nécessairement rencontrés en nature.

Les Einsteins du monde aviaire sont les corvidés (famille des corneilles, corbeaux, geais, pies) et les psittacidés (famille des perroquets, perruches, aras, cacatoès, loris, nestor kéa). Ils ont un gros cerveau par rapport à leur poids corporel total, similaire à la proportion qu'on retrouve chez les singes. Ils agissent de façon intelligente en laboratoire aussi bien qu'en nature.

Solution de problèmes en laboratoire :

Les cacatoès peuvent ouvrir une série de portes barrées de différentes façons. Ils semblent le faire mieux que par simple essai et erreur, mais c'est difficile de le prouver.

Le corbeau (*raven*), le corbeau calédonien (*New Caledonian crow*), le nestor kéa (*kea*) et certains perroquets réalisent que pour obtenir un lointain morceau de nourriture attaché à une corde ils ont juste besoin de tirer sur la corde. Ils ne tirent pas sur la corde quand ils voient qu'elle est brisée, ou qu'elle n'est pas attachée au morceau de nourriture.

Le corbeau calédonien peut tirer sur une corde pour obtenir une courte tige qu'il utilise alors pour obtenir une longue tige qu'il utilise alors pour obtenir de la nourriture. Plusieurs individus solutionnent ce problème dès le premier essai (en autant qu'ils aient déjà vu une corde et des tiges auparavant).

Utilisation d'outils :

Le corbeau calédonien fabrique des tiges avec des brindilles ou des morceaux de feuilles dures, et s'en sert pour accrocher et déloger des larves d'insectes dans les cavités d'écorce d'arbres morts. Quelques autres corvidés ont aussi été observés en train d'insérer des brindilles dans des trous pour attraper des insectes ou des araignées. Sur les Îles Galapagos, le géospize pique-bois (*woodpecker finch*) fait la même chose.

Les vautours percnoptères (*Egyptian vulture*) laissent tomber des roches sur les oeufs d'autruche pour les briser. Le héron strié (*striated heron*) ramasse des biscuits près des poubelles, les laisse tomber dans l'eau d'un étang, et attrape les poissons qui y sont attirés. Les corneilles laissent tomber des noix devant les pneus d'autos arrêtées aux feux de circulation, et reviennent manger les noix une fois que l'auto a avancé et écrasé et ouvert l'écaïlle. Elles laissent aussi tomber des palourdes sur la route de débarquement d'un traversier, avant que le traversier arrive, pour que les autos qui débarqueront du traversier brisent et ouvrent les coquilles de palourdes.

Langage :

Alex, un perroquet jaco (*African grey parrot*) dans le laboratoire de Irene Pepperberg à Brandeis University, a appris à prononcer plus de 100 mots différents dans des contextes appropriés, et pouvait répondre correctement à des commandes verbales lui demandant de choisir un objet basé sur sa couleur, forme, ou quantité, même s'il s'agissait de nouveaux objets qu'il n'avait jamais vu auparavant. Il a sa propre page sur Wikipedia!

Reconnaissance d'individus humains :

Les corneilles reconnaissent les personnes qui les ont capturées dans le passé et les harcèlent tout en laissant les autres personnes tranquilles. Elles peuvent reconnaître les traits d'un visage humain : portez un masque d'Elvis Presley et capturez des corneilles puis relâchez-les. Quelques jours plus tard, faites marcher des personnes dans les environs, certaines qui portent des masques d'Elvis Presley et d'autres qui portent des masques de John Lennon : les corneilles relâchées vont harceler les personnes qui portent le masque d'Elvis mais pas les autres.

Tromper les autres :

Plusieurs espèces reconnaissent le cri d'alarme des geais bleus et y réagissent comme s'il y avait un danger dans les environs. Quand un geai bleu approche un site de nourriture où il y a plusieurs autres espèces déjà présentes, il donne souvent un cri d'alarme même s'il n'y a pas de danger dans les environs. Les autres espèces s'envolent, apeurées, et le geai bleu peut alors s'accaparer la nourriture sans compétition.

En Afrique, le drongo brillant (*fork-tailed drongo*) est effectivement brillant : il donne un faux cri d'alarme pour inciter des suricates (*meerkats*) ou divers oiseaux à s'enfuir et abandonner la proie qu'ils venaient de capturer, proie que le drongo s'empresse alors de prendre. Si les victimes finissent par s'habituer au cri d'alarme du drongo, ce dernier s'ajuste et utilise alors le cri d'alarme d'autres espèces d'oiseaux, qu'il est capable d'imiter.

Après avoir déposé un œuf dans un nid de fauvette, la femelle coucou donne souvent un cri qui ressemble à celui d'un épervier prédateur. Cela excite les parents fauvettes qui cherchent alors à trouver où est le prédateur dans les airs. Cela diminue les chances que la femelle coucou sera vue dans son arbre, et cela perturbe les parents à un point tel qu'ils prêtent moins attention au nouvel œuf qui vient d'apparaître dans leur nid et sont plus susceptibles de l'accepter.

Se mettre à la place des autres (*theory of mind*) :

Les corbeaux cachent de la nourriture en l'enfouissant dans le sol. Ils ont aussi tendance à dévaliser les caches des autres corbeaux s'ils savent où elles sont. Quand un corbeau cache de la nourriture et qu'il voit un autre corbeau dans les environs, il revient à sa cache plus tard et la change de place; il ne fait pas cela s'il a caché sa nourriture sans témoin. Il semble « réaliser » qu'un témoin pourrait savoir où se trouve sa cache et venir la dévaliser plus tard.

Anticiper le futur :

Le geai buissonnier (*scrub jay*) cache de la nourriture. En laboratoire, on l'enferme dans une pièce le matin, plusieurs matins d'affilée, en alternance entre une pièce A et une pièce B. La pièce A donne toujours accès à de la nourriture, la pièce B jamais. Un soir, dans une troisième pièce connectée à A et B, on donne la chance aux geais de cacher de la nourriture dans la pièce A ou B. Ils choisissent presque toujours de cacher dans la pièce B. Ils savent qu'ils auront besoin de nourriture seulement dans cette pièce le lendemain matin si jamais c'est là qu'ils se font placer.

Mémoire remarquable :

Mésanges et geais cachent de la nourriture (mésanges habituellement dans des arbres, geais dans des arbres ou dans le sol). Ils se souviennent de l'emplacement de ces caches pendant des jours (mésanges) ou des semaines (geais) ou des mois (cassenoix d'Amérique). De plus, si on laisse des geais cacher deux sortes de nourriture, une qui pourrit vite et une qui ne pourrit presque pas, et que plus tard on les laisse reprendre cette nourriture cachée : si le temps écoulé depuis la cache est court, ils choisissent de reprendre la nourriture qui pourrit vite; si le temps écoulé est long, ils ne prennent pas la peine de vérifier les caches avec la nourriture périssable, ils vont directement aux caches qui contiennent la nourriture non-périssable. Ceci démontre qu'ils se souviennent où est la nourriture périssable et où est la nourriture non-périssable.

Inférence de transition :

Si $A > B$, et $B > C$, on en déduit que $A > C$ (c'est ce qu'on appelle une « inférence de transition »). Le geai des pinèdes (*Pinyon jay*) forme des hiérarchies de dominance dans ses groupes. Si un individu C est subordonné à un individu B dans son groupe, et qu'il voit cet individu B se faire battre par un inconnu A, alors quand plus tard C rencontrera A il va immédiatement offrir des comportements de subordination envers A (il a déduit que A lui est supérieur, puisqu'il a vu A battre B et qu'il sait déjà que B lui est supérieur). Comme expérience témoin, si on lui fait rencontrer A sans qu'il ait eu la chance de voir A battre B (donc il n'a aucune information sur A), il va se battre avec A pour déterminer qui est dominant.

Jeu :

Corbeaux et corneilles glissent sur les pentes de neige, font du *surfing* dans le vent en tenant un morceau d'écorce d'arbre avec leurs pattes, volent de façon acrobatique dans le vent ou dans les courants d'air chaud ascendants, se lancent des objets dans les airs, ou font du souque-à-la-corde avec des tiges de bois ou des os. Les corvidés et les psittacidés font aussi preuve de beaucoup de curiosité, en captivité aussi bien qu'en nature.

CHAPITRE 18

Anatomie interne

Squelette : Le système squelettique comprend l'ensemble des os. Chaque os est considéré comme un organe. Comme chez les autres vertébrés, les os des oiseaux servent à :

- supporter le corps (armature interne);
- servir de points d'attache pour les muscles;
- entreposer du calcium (car les os sont surtout faits de sels de calcium et de phosphore), qu'on peut puiser lors de la formation des écailles d'œufs;
- protéger le cerveau (crâne) et plusieurs organes internes (cage thoracique);
- synthétiser des cellules sanguines (par la moëlle osseuse rouge).

Squelette axial : Ensemble des os situés le long de l'axe médian du corps.

Crâne : Ensemble d'os fusionnés ensemble pour former une boîte abritant le cerveau, et servant de points d'attache ou d'articulation pour les os de la mâchoire supérieure, et de point d'articulation pour les os de la mâchoire inférieure.

Colonne vertébrale : Chaîne de vertèbres (de 39 à 63) protégeant le cordon nerveux.

Vertèbres cervicales (du cou) : Au nombre de 11 à 25 (chez les mammifères, c'est presque toujours 7). Le cou des oiseaux est très flexible.

Vertèbres thoraciques (de la poitrine) : Au nombre de 3-10 (et 3-5 d'entre elles sont fusionnées ensemble, formant un « os dorsal »). Les côtes s'y attachent.

Sacrum : Fusion des vertèbres lombaires (du bas du dos), sacrées (du pelvis), et quelques caudales (de la queue). La ceinture pelvienne s'y attache.

Vertèbres caudales libres : 10-12, mais les 4-6 dernières d'entre elles sont fusionnées en un seul os terminal appelé pygostyle, qui sert de support pour les plumes de la queue.

Côtes et sternum : Ensemble, ces os forment la cage thoracique.

Côtes : Vont de la colonne vertébrale jusqu'au sternum. La moitié dorsale (connectée à la colonne) est osseuse, tandis que la partie ventrale (connectée au sternum) est cartilagineuse. Le cartilage, flexible, permet une expansion de la cage thoracique lors de l'inspiration.

Sternum : Os ventral. Chez quelques oiseaux, il est plat comme celui des mammifères (ces oiseaux sont appelés « ratites » et sont caractérisés par l'absence de vol, comme l'autruche par exemple). Chez les autres oiseaux, le sternum porte une grande plaque médiane (le bréchet) qui sert de point d'attache pour les gros muscles du vol.

- Squelette appendiculaire : Ensemble des os des membres antérieurs (ailes) et postérieurs (pattes), et des structures osseuses rattachant ces os au squelette axial.
- Os des ailes : Comme dans le membre antérieur (bras) de l'être humain, l'aile débute à sa base avec un seul os, l'humérus; suivent ensuite deux os parallèles : le radius et le cubitus (= ulna), ce dernier formant le support des rémiges secondaires. Comme chez l'humain, on a ensuite les os carpiens du poignet (mais seulement 2) suivis des os métacarpiens de la main (mais seulement 3, deux d'entre eux étant fusionnés et supportant les rémiges primaires plus proximales). Les doigts sont réduits au nombre de 3, et ne comportent que 1-2 os (à comparer aux 2-3 os – appelés phalanges – des cinq doigts de l'humain); les doigts supportent les rémiges primaires plus distales.
- Ceinture pectorale : Chaque humérus fait jonction avec son propre trépied formé de trois os : le scapulaire (comme notre omoplate), la clavicule (comme notre clavicule, sauf que la clavicule droite est fusionné à son extrémité ventrale avec la clavicule gauche, formant un Y appelé furculum – le *wishbone* des anglophones), et le procoracoïde (un os qui n'a pas d'équivalent chez l'humain). Les deux scapulaires (droite et gauche), les deux procoracoïdes, et les deux clavicules fusionnées forment ce qu'on appelle la ceinture pectorale. Pour soutenir l'aile, les scapulaires reposent sur la cage thoracique, et les procoracoïdes et clavicules font jonction avec le sternum.
- Os des pattes : Comme dans le membre postérieur (jambe) de l'être humain, la patte débute à sa base avec un seul os, le fémur; suivent ensuite deux os parallèles, le tibia et le péroné; vient ensuite le tarso-métatarse; et viennent finalement les 2, 3 ou 4 orteils (jamais 5). Les os tarsiens de la cheville sont individuellement absents car ils se fusionnent avec le tibia et avec le métatarse lors du développement embryonnaire.
- Ceinture pelvienne : Chaque fémur fait jonction avec un trépied fait de trois os plus ou moins fusionnées ensemble : le pubis, l'ischion, et l'iléon. L'iléon est solidement fusionné avec le sacrum. Ensemble, les deux pubis, deux ischions et deux iléons forment la ceinture pelvienne, ou pelvis. Les os droits et gauches ne forment pas une vraie ceinture car ils ne sont pas unis ensemble du côté ventral (ils le sont chez l'humain), ce qui facilite le passage des œufs et la présence des organes viscéraux (l'oiseau étant bipède, la ceinture pelvienne doit être assez avancée vers l'avant pour que les pattes puissent être sous le centre de gravité du corps; cela place la ceinture pelvienne vis-à-vis les viscères).

Une caractéristique des oiseaux : plusieurs (pas tous) de leurs os sont pneumatiques. Dans de tels os (ex. : humérus, certaines vertèbres), il y a des cavités internes qui ne sont pas remplies de moëlle osseuse rouge productrice de cellules sanguines comme d'habitude, mais plutôt d'air. Ces cavités d'air sont en connexion avec les sacs aériens du système respiratoire (voir plus loin). L'intérieur de ces cavités est renforcé par des travées. La pneumatisation des os allège l'oiseau et facilite donc le vol. Elle permet aussi un système respiratoire plus efficace. Différentes espèces ont différents degrés de pneumatisation.

Peau :

Comme chez les mammifères, la peau des oiseaux est composée de trois couches :

1. Épiderme (en surface)
2. Derme
3. Hypoderme (en profondeur)

Épiderme : Plusieurs couches de cellules riches en kératine (une protéine dure et insoluble).

Ces cellules produisent aussi des lipides qui aident à prévenir la déshydratation de la peau, et qui aident à imperméabiliser le plumage. (Chez les mammifères, ce rôle est rempli par une huile –un lipide liquide– appelée sébum, produite par des glandes spécialisées associées aux poils, les glandes sébacées.) Jetez aussi un coup d’œil au chapitre sur les plumes, au sujet de la glande uropygienne, une glande propre aux oiseaux qui sert aussi à imperméabiliser le plumage.

Les plumes sont formées à partir d’un follicule (une racine) fait de cellules épidermiques qui s’enfoncent dans la couche sous-jacente, le derme. Cela ressemble aux poils des mammifères, et tout comme les poils de mammifères les plumes poussent par mitoses rapides des cellules épidermiques du follicule. Les plumes, tout comme les poils, sont faites de cellules épidermiques mortes et remplies de kératine.

D’autres structures faites de cellules épidermiques mortes et remplies de kératine sont les écailles (sur les pattes), le bec (la corne qui recouvre les mâchoires, poussant par mitoses cellulaires à la surface des mâchoires), et les griffes (équivalent à nos ongles, et, tout comme nos ongles, poussant par mitoses cellulaires à partir de leur base).

Derme : Tissu conjonctif qui supporte et nourrit les cellules de l’épiderme. Il comprend des nerfs et des vaisseaux sanguins, et des muscles qui peuvent redresser les plumes.

Contrairement aux mammifères, le derme ne contient pas de glandes sudoripares (productrices de sueur). Un oiseau ne transpire pas. Il peut quand même y avoir un peu d’eau qui réussit à passer au travers de l’épiderme (malgré les lipides de ce dernier) et qui s’évapore à la surface; cette évaporation sature rapidement la couche d’air emprisonnée par les plumes autour de la peau, ce qui empêche toute évaporation supplémentaire.

Hypoderme: Tissu adipeux (réserve de graisse), tout comme chez les mammifères. Habituellement pas très épais, sauf chez les espèces plongeuses (la graisse a de bonnes propriétés d’isolation thermique, utile lors de la plongée en eau froide) et chez les individus qui se sont engraisés en prévision de la migration ou en prévision d’une longue nuit d’hiver (la graisse renferme beaucoup d’énergie par unité de poids).

La peau peut parfois être nue (non recouverte par des plumes) par endroit, souvent sur la tête. À ces endroits la peau est colorée par la présence de pigments (voir le chapitre sur les plumes) ou par une abondance de vaisseaux sanguins ce qui donne une couleur rouge. Ces plaques de peau nue sont souvent utilisées comme ornements lors de la parade nuptiale (voir le chapitre sur l’accouplement).

Système circulatoire (= cardiovasculaire) :

Tout comme les mammifères, le cœur des oiseaux est divisé en 4 compartiments : oreillette gauche et ventricule gauche, oreillette droite et ventricule droit.

L'oreillette gauche reçoit le sang des poumons, le transfère au ventricule gauche, lequel l'envoie ensuite dans l'ensemble du corps par des vaisseaux appelés artères. Le sang interagit avec les cellules du corps au niveau de petits vaisseaux appelés capillaires, puis revient au cœur par des vaisseaux appelés veines. Le sang entre dans l'oreillette droite, qui le transfère au ventricule droit, lequel l'envoie ensuite aux poumons pour qu'il puisse y prendre de l'oxygène et y relâcher du CO₂.

Comparativement à un mammifère de même poids, le cœur d'un oiseau est plus gros (par un facteur 1.4 à 2 ×) et plus fort. Cela est consistant avec les grands besoins énergétiques nécessités par le vol (c'est le sang qui amène glucose et oxygène aux muscles du vol). Le cœur poussant plus fortement sur le sang, la pression artérielle des oiseaux est plus élevée que chez les mammifères, et est probablement près de la limite de ce que les vaisseaux sanguins peuvent endurer sans éclater (comme en témoigne le fait que les poulets souffrent facilement d'athérosclérose, un dépôt de lipides sur la paroi interne des artères suite à de multiples micro-déchirures pouvant être causées par de fortes pressions).

Le cœur est plus gros chez les espèces d'oiseaux qui :

- sont migratoires, à comparer avec une espèce apparentée non-migratoire ou qui vole moins;
- vivent en altitude (où l'oxygène est plus rare et où il fait plus froid);
- vivent près des pôles (où il fait plus froid).

Q

Un cœur plus gros peut faire circuler plus de sang par unité de temps. Comment est-il avantageux d'avoir une circulation plus rapide quand il fait froid, ou quand il y a moins d'oxygène dans l'air?

Tout comme chez les mammifères, le sang des oiseaux contient :

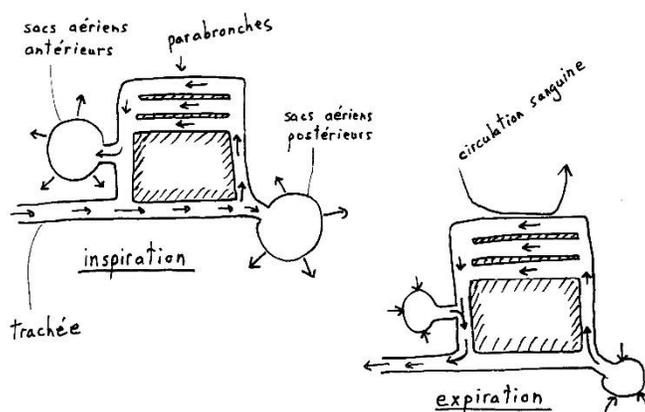
- De l'eau dans laquelle sont dissoutes les substances transportées par le sang (nutriments, déchets métaboliques, des grosses protéines qui servent de substances tampons, un peu d'oxygène et de CO₂). Cette partie liquide du sang s'appelle le plasma sanguin.
- Des globules rouges (= érythrocytes) qui servent à transporter l'oxygène (et un peu le CO₂). Comme chez les mammifères, les globules rouges au total occupent 40-45% du volume sanguin total. Contrairement aux mammifères, mais tout comme chez les reptiles, les globules rouges matures des oiseaux gardent leur noyau cellulaire.
- Des globules blancs (= leucocytes) impliqués de différentes manières dans le combat immunitaire contre les agents pathogènes.
- Des plaquettes, qui sont des fragments de cellules impliqués dans le processus de coagulation, c'est-à-dire la formation de caillots pour colmater les vaisseaux sanguins brisés.

Système respiratoire :

L'air entre dans le système respiratoire par les narines, passe le long des cavités nasales (une gauche, une droite) qui sont derrière les narines (et qui contiennent les récepteurs sensoriels de l'odorat), puis entre dans la gorge (pharynx), laquelle est aussi connectée à la cavité buccale. Dans le bas de la gorge, il y a l'entrée de l'œsophage (pour la nourriture) et l'entrée de la trachée (pour l'air). La trachée descend le long du cou et, dans la cavité thoracique, se sépare en deux tuyaux appelés bronches, une bronche allant vers le poumon gauche et l'autre vers le poumon droit.

Chez les mammifères, les cordes vocales sont situées à l'entrée de la trachée, dans une boîte cartilagineuse appelé larynx. Chez les oiseaux, les cordes vocales sont situées en bas de la trachée, à la jonction avec les bronches, dans une structure appelé syrinx (voir le chapitre sur les chants et les cris).

Chez les mammifères, les poumons sont un ensemble de petites pochettes (appelées alvéoles) dans lesquelles l'air entre, fait des échanges gazeux avec le sang, et ressort par le même chemin qu'il a emprunté pour entrer. C'est très différent chez les oiseaux. Leurs poumons sont faits de tubes appelés parabronches, de 400 à 1800 par poumon. Lors de l'inspiration, l'air qui arrive par les bronches entre à l'extrémité postérieure des tubes, ou est entreposé dans 4-5 grands sacs, appelés sacs aériens postérieurs. Lors de l'expiration qui suit, l'air qui est déjà entré dans les tubes, et l'air qui a été entreposé dans les sacs aériens postérieurs, est poussé dans les tubes. Lors de l'inspiration suivante, l'air sort des tubes et est entreposé dans une autre série de 4-5 sacs, appelés sacs aériens antérieurs. Lors de l'expiration suivante, l'air est expulsé des sacs aériens antérieurs et sort du corps par la trachée. Vous remarquerez que l'air qui entre dans le corps lors d'une inspiration ne sort pas lors de l'expiration suivante; il sort lors de la deuxième expiration suivante.



L'air fait des échanges gazeux avec le sang au niveau des parabronches. Puisque l'air circule toujours dans le même sens le long des parabronches, il est possible de faire circuler le sang dans le sens opposé, ce qui crée un système d'échange à contre-courant entre sang et air, permettant une excellente extraction de l'oxygène de l'air par le sang. (Je vous réfère au cours de Concepts en physiologie animale comparée I pour plus de détails sur les systèmes d'échange à contre-courant.)

L'efficacité du système respiratoire des oiseaux est tellement grande que la plupart des oiseaux n'ont pas besoin de prendre autant de respirations par minute qu'un mammifère de même poids.

Les poumons occupent 5% en volume du corps humain. Les poumons d'un oiseau sont plus petits et occupent seulement 2%, mais avec les sacs aériens ce pourcentage augmente à 15%.

Chez un grand nombre d'espèces (surtout celles qui volent beaucoup), certains des sacs aériens se prolongent jusqu'à l'intérieur de certains os, comme le sternum, l'humérus, les os de la ceinture scapulaire, les os de la ceinture pelvienne, et les os des pattes. Vous vous souvenez (voir début du présent chapitre) que ces os sont dits « pneumatiques ».

Système urinaire (= excréteur) :

Tout comme les mammifères, les oiseaux ont deux reins. Les reins nettoient le sang grâce à l'action de milliers de petites structures tubulaires appelées néphrons. Au début de chaque néphron il y a une boule de capillaires qui laissent sortir du plasma sanguin (un processus de filtration). La majeure partie de l'eau de ce plasma, et les « bons » solutés qu'elle contient, sont réabsorbés (processus de réabsorption) le long du reste du néphron et sont retournés à la circulation sanguine. Ce qui n'est pas réabsorbé (un peu d'eau et les déchets métaboliques) devient l'urine.

Chez les mammifères, l'urine est acheminée à partir de chaque rein jusqu'à la vessie par des tuyaux (un par rein) s'appelant les uretères. Chez les oiseaux, il n'y a pas de vessie. L'urine est acheminée directement par chaque uretère jusqu'au cloaque (un compartiment qui s'ouvre sur l'extérieur par l'anus). Dans le cloaque, l'urine se mélange à la nourriture non-digérée en provenance du tube digestif pour former des excréments (« fientes ») habituellement semi-solides, lesquels sont expulsés.

L'absence de vessie s'explique de deux façons. En termes d'adaptation, ne pas entreposer beaucoup d'urine garde l'oiseau léger, ce qui favorise le vol. En termes physiologiques, le principal déchet métabolique résultant du catabolisme des protéines est l'acide urique, et non pas l'urée comme chez les mammifères. L'acide urique est peu soluble et ne demande pas beaucoup d'eau pour la véhiculer. Chez les mammifères, 1 g d'urée demande 60 ml d'eau pour l'excréter, tandis que 1 g d'acide urique demande seulement 2-3 ml d'eau. L'urine des oiseaux est donc très concentrée, donc peu abondante, et le cloaque suffit à l'entreposer.

On pourrait penser que l'utilisation d'acide urique comme déchet azoté (= déchet métabolique du catabolisme des protéines) est une adaptation pour conserver l'eau. Cet avantage est indéniable, mais il y en a un autre. Le développement embryonnaire d'un oiseau se fait dans un œuf exposé au milieu aérien, et donc avec une coquille imperméable. Les déchets métaboliques de l'embryon en développement sont obligés de demeurer dans l'œuf. S'ils étaient très solubles, comme l'urée, ils se répandraient dans tout l'œuf et empoisonneraient l'embryon. Étant sous forme d'acide urique peu soluble, ils peuvent être entreposés sous forme de cristaux solides dans un coin de l'œuf. (Chez les mammifères, l'urée soluble de l'embryon passe dans la circulation sanguine de la mère via le placenta, et les reins de la mère l'excrètent.) Les reptiles se reproduisent eux aussi avec des œufs en milieu aérien, et eux aussi excrètent de l'acide urique plutôt que de l'urée.

Chez les mammifères, le sang arrive aux reins directement du cœur. Chez les oiseaux, il arrive en partie directement du cœur, et en partie en provenance d'autres organes du corps. Le circuit sanguin en provenance d'autres organes forme ce qu'on appelle le « système porte rénal ». Un système porte est un circuit sanguin où le sang part du cœur, passe dans les capillaires d'un organe, et au lieu de retourner directement au cœur comme d'habitude il se rend plutôt aux capillaires d'un deuxième organe, en passant par une veine spéciale. Ici le deuxième organe est le rein, et donc ce système porte s'appelle « rénal ».

Les reins des oiseaux sont environ 2 × plus gros que chez un mammifère de même taille. Cela est consistant avec le métabolisme plus élevé des oiseaux, produisant plus de déchets métaboliques.

Certains oiseaux (en particulier les oiseaux marins qui doivent boire de l'eau de mer, laquelle contient beaucoup de sels dissous) peuvent excréter les sels excédentaires de leur sang grâce à deux « glandes à sel » (une près de chaque œil, et chacune connectée à une cavité nasale). Ces glandes peuvent extraire les sels du sang par un mécanisme d'échange à contre-courant, et les concentrer dans une solution qui est ensuite rejetée dans les cavités nasales, destinée à sortir du corps par les narines.

Système reproducteur :

Chez les mammifères, les chromosomes sexuels sont désignés par X et Y, et les femelles sont XX tandis que les mâles sont XY. Les gènes portés par le chromosome Y mènent à la formation des testicules, et la testostérone produite par les testicules mène ensuite à la formation des organes génitaux mâles, au développement des caractères externes mâles, et à la masculinisation du cerveau. En absence des enzymes produites par le chromosome Y, c'est le sexe féminin qui se développe tout seul.

Mais chez les oiseaux, les lettres sont W et Z, et ce sont les femelles qui portent les chromosomes différents : elles sont WZ tandis que les mâles sont ZZ. Il faut que les enzymes codées par le chromosome Z soient en double quantité pour que les testicules se développent, menant ensuite à la production de testostérone et au développement du corps mâle. Sinon, on a une femelle.

Accidentellement, il arrive que les enzymes codées par un seul chromosome Z réussissent à développer un corps en partie mâle même si elles ne sont pas en quantité double. Ces individus aberrants ont les chromosomes WZ mais sont « gynandres » : une moitié du corps porte un ovaire et le plumage femelle, l'autre moitié porte un testicule et le plumage mâle.

Système reproducteur mâle :

Les testicules, au nombre de deux, sont à l'intérieur du corps (contrairement aux testicules de la plupart des mammifères, qui sont dans un sac cutané, appelé le scrotum, en dehors de la cavité abdominale). Chaque testicule est relié au cloaque (un compartiment qui s'ouvre sur l'extérieur par l'anus) par un tuyau, le canal déférent. En période de reproduction, les testicules augmentent de grosseur (jusqu'à 300 ×) et produisent des millions de spermatozoïdes à chaque jour. Les spermatozoïdes quittent les testicules et sont entreposés dans les deux canaux déférents ou dans une partie du cloaque.

Lors de la copulation, le mâle ouvre son anus et place son cloaque en contact avec le cloaque de la femelle, les spermatozoïdes sont expulsés des canaux déférents, passent en travers du cloaque du mâle et entrent dans le cloaque de la femelle (à condition, bien sûr, que l'anus qui ferme le cloaque de la femelle soit ouvert).

Même si les oiseaux n'ont pas de pénis comme tel, les mâles de certaines espèces (la plupart des canards, les poulets, et les ratites, par exemple) peuvent élargir une partie de leur paroi cloacale pour former un genre de pénis. Le sperme est transporté dans un sillon le long de ce « pénis », lequel est inséré dans le cloaque et le vagin (voir prochaine page) de la femelle lors de la copulation.

La femelle peut entreposer les spermatozoïdes et les garder vivant pendant des jours, ou même des semaines, dans des tubules spéciaux (= tubules spermatiques) rattachés à son oviducte. Chez certaines espèces, la femelle peut s'accoupler avec plusieurs mâles et entreposer leurs spermatozoïdes. Le dernier mâle à s'être accouplé semble avoir un avantage : ce sont surtout ses spermatozoïdes à lui qui semblent servir à féconder la plupart des ovules de la femelle.

Système reproducteur femelle :

Contrairement aux mammifères, qui ont deux ovaires, les oiseaux femelles n'ont qu'un seul ovaire, le gauche (l'ovaire droit est dégénéré). Ceci est une adaptation pour alléger l'oiseau.

L'ovaire est connecté au cloaque par un tuyau, l'oviducte (= trompe). L'oviducte est constitué de 5 parties dans l'ordre suivant, commençant au niveau de l'ovaire :

- 1) Le pavillon (= infundibulum) : un entonnoir qui entoure partiellement l'ovaire et qui capte chaque ovule (= une grosse cellule contenant le jaune d'œuf) qui est produite par l'ovaire (une fois par jour au maximum).
- 2) Le magnum : Une section tubulaire où se fait déposer le blanc d'œuf.
- 3) L'isthme : Une autre section tubulaire, où se font déposer des membranes (les deux membranes coquillères).
- 4) L'utérus : Une section élargie où se fait déposer la coquille.
- 5) Le vagin : Une section tubulaire connectant l'utérus au cloaque.

Si, accidentellement, deux ovules sont relâchés par l'ovaire en même temps, le résultat est un œuf avec deux jaunes.

Après une ovulation, les spermatozoïdes entreposés dans les tubules spermatiques (qui sont habituellement situés près de l'utérus) remontent l'oviducte et un d'entre eux féconde l'ovule dans le pavillon. L'ovule maintenant fécondé (qui, répétons-le, comprend le jaune d'œuf) descend ensuite l'oviducte et se fait recouvrir successivement par des couches de blanc d'œuf, puis par les membranes coquillères, et finalement par la coquille.

Après une ovulation, l'ovule va descendre l'oviducte et devenir un œuf même s'il n'est pas fécondé. C'est ce qui se passe chez les poules pondeuses domestiques.

Plusieurs ovules se développent dans l'ovaire lors de la période de ponte, mais seulement un d'entre eux est libéré à chaque jour. Aucun oiseau ne peut pondre plus qu'un œuf par jour.

Tout comme dans le cas des testicules et des conduits déférents du mâle, il y a atrophie de l'ovaire et de l'oviducte en dehors de la saison de reproduction, par un facteur allant jusqu'à 50 × (ce n'est pas autant que le facteur 300 × des mâles, mais c'est quand même impressionnant).

CHAPITRE 19

Nourriture et digestion

Bec :

Le bec est un manteau de kératine (« corne ») autour des mâchoires (qui, elles, sont faites d'os).

La forme du bec est adaptée au type de nourriture pour lequel l'espèce se spécialise. Exemples :

- Conique pour briser les graines. - Long et effilé pour attraper des insectes.
- Crochu pour déchiqueter la nourriture. - Avec lamelles pour filtrer l'eau et retenir la nourriture.

Malgré qu'il soit une structure essentiellement inerte, le bec peut contenir des récepteurs sensoriels tactiles pour détecter la présence de nourriture cachée (enfouie dans la vase, par exemple).

Cavité buccale :

Le bout antérieur de la langue est pointu, mais à la base de la langue il y a deux projections vers l'arrière (la langue entière ressemble à une grosse pointe de flèche). Chez un oiseau pris au filet japonais, le fil de maille peut se prendre dans ces projections et ça prend du doigté pour le retirer.

La cavité buccale est sous une cavité nasale et en bonne partie séparée d'elle par une cloison, le palais. Mais ce palais a une fente médiane (= choane) plutôt que d'être entier comme chez les mammifères.

Il y a des glandes salivaires dans la bouche, bien développées chez les espèces granivores (les graines sont sèches), moins chez les espèces aquatiques (la nourriture est déjà humide). Certaines espèces ont des glandes salivaires bien développées pour des raisons particulières (ex. : colle pour la langue des pic-bois insérée dans les fentes de bois; colle pour construire le nid de certains martinets).

Oesophage :

Conduit connectant la bouche à l'estomac. La nourriture est acheminée par péristaltisme.

Jabot: Élargissement plus ou moins distinct de l'oesophage pour emmagasiner et humecter la nourriture.

Ce ne sont pas tous les oiseaux qui ont un jabot, mais la plupart des granivores et des oiseaux de proie en ont un. Le jabot permet à ces oiseaux de se gaver de nourriture aux paquets de graines ou aux carcasses, aux dépens des compétiteurs à ces mêmes sites.

Le jabot du pigeon, des manchots et du flamant rose est spécial : il peut sécréter du « lait » pour nourrir les jeunes. Ce « lait » est en fait une muqueuse qui se détache, riche en protéines et en lipides. Le « lait » est régurgité par le parent dans le bec du jeune.

Estomac :

Organe servant à digérer (= à briser) la nourriture. Il est divisé en deux parties assez distinctes :

Ventricule succenturié (= proventricule) :

Première partie de l'estomac, où est sécrété du HCl pour dénaturer les protéines.

Gésier :

Estomac musculaire, à parois rigides (particulièrement chez les granivores), qui sert à mouler ou broyer les aliments. On dit donc que son action est mécanique (plutôt que chimique). Sa présence compense l'absence de dents et de mastication typique des oiseaux.

Le broyage est facilité par la présence de petites roches (grès, *grit*) que l'oiseau avale et qui restent (pendant un certain temps) dans le gésier. La plupart des oiseaux consomment du grès.

Les éléments indigestibles du régime alimentaire (os, poils, pépins, coquille, exosquelette épais) s'accumulent dans le gésier et sont régurgités sous forme de boulettes à intervalles réguliers par pratiquement toutes les espèces qui consomment de tels éléments. Ces boulettes de régurgitation (= pelotes de réjection) peuvent être utilisées pour étudier le régime alimentaire, en gardant en tête cependant qu'on va manquer les éléments du régime alimentaire qui sont facilement digérables. Elles contiennent parfois des items bizarres, comme des morceaux de plastique consommés par erreur.

Intestin :

Principale partie du système digestif. C'est ici que se poursuit la digestion déjà entamée dans l'estomac, et c'est ici que se fait l'absorption des nutriments qui résultent de la digestion.

La longueur de l'intestin varie d'espèce en espèce. L'intestin est proportionnellement plus long chez les espèces dont la nourriture est de nature végétale plutôt qu'animale, car la digestion de la matière végétale est plus difficile et prend plus de temps.

Chez un même individu, la longueur de l'intestin peut changer s'il y a des changements dans le régime alimentaire. Par exemple, le merle d'Amérique se nourrit de vers de terre en été mais de petits fruits en hiver; à l'automne, son intestin s'allonge.

Chez l'oiseau la digestion est relativement rapide (ex. : une pie-grièche peut digérer une souris en seulement 3 h) et très complète (comme en témoignent les excréments relativement peu volumineux), une adaptation aux grands besoins énergétiques que nécessite le vol.

Pancréas :

Comme chez les mammifères, le pancréas produit une grande variété d'enzymes digestives, lesquelles se font déverser dans l'intestin, au début (partie proximale) de celui-ci.

(Tout comme chez les mammifères, une petite partie du pancréas produit aussi les hormones insuline et glucagon, mais cela n'est pas un rôle digestif.)

Foie :

Tout comme les mammifères, le foie des oiseaux sert à transformer des substances, à dégrader certains poisons ou déchets métaboliques, et à entreposer certaines substances (ex. : le glycogène). Le foie d'un oiseau est relativement gros à comparer à un mammifère de même poids, une réflexion probable du métabolisme plus élevé des oiseaux. Mais tout ceci n'a rien à voir avec la digestion.

Le seul rôle digestif du foie est de produire la bile et de la déverser au début de l'intestin. La bile est une solution qui contient des sels (appelés sels biliaires) qui émulsifient les lipides (brisent les gouttes de lipides insolubles en minuscules gouttelettes), ce qui facilite l'action digestive des lipases (les enzymes qui brisent les lipides). En attendant d'être déversée dans l'intestin, la bile produite par le foie peut être entreposée dans une pochette, la vésicule biliaire. La plupart des oiseaux ont une vésicule biliaire, mais quelques espèces n'en ont pas (ex. : pigeon, colibri, autruche); chez eux, la bile est simplement entreposée dans le conduit qui unit le foie à l'intestin.

Caeca : (singulier: caecum)

Embranchements (habituellement deux) connectés à la partie distale (près de la fin) de l'intestin et se terminant en cul-de-sac.

Ils abritent des bactéries qui aident à digérer les fibres végétales. Ils sont donc particulièrement bien développés chez les espèces herbivores (ex.: 33 cm de long chez l'oie, une espèce qui mange surtout de l'herbe). À l'inverse, ils peuvent être absents chez les espèces carnivores. Comme pour l'intestin, les caeca peuvent devenir plus longs quand le régime alimentaire devient saisonnièrement plus végétal (ex. : lagopèdes des saules qui mangent plus de bourgeons en hiver).

Excréments :

La nourriture non-digérée se retrouve à la sortie du tube digestif, dans un compartiment appelé cloaque, lequel est séparé de l'extérieur par un sphincter musculaire, l'anus. Dans le cloaque la nourriture non-digérée se mélange à de l'acide urique en provenance des reins, pour former les excréments (aussi appelées fientes), lesquels sont habituellement semi-solides. C'est l'acide urique qui donne la couleur blanche aux fientes d'oiseaux.

Guano : Accumulation d'excréments d'oiseaux. Il est abondant dans les colonies d'oiseaux marins (surtout les cormorans, les fous, et les pélicans). Riche en azote, il était autrefois exploité comme engrais chimique (c'était le cas au Pérou et sur la côte Ouest de l'Afrique).

La présence de fientes accumulées à un endroit permet d'identifier où les oiseaux se perchent souvent, comme par exemple où ils passent la nuit. Ne stationnez pas votre voiture à de tels endroits!

Chez certaines espèces, particulièrement des herbivores comme les bernaches ou les perdrix, les excréments sont sous forme de crottes solides et cylindriques car la matière végétale ne réussit pas à être toute digérée. Une façon de distinguer crottes solides et boulettes de régurgitation est d'observer l'orientation des éléments non-digérés : dans un seul et même sens pour les crottes, dans tous les sens pour les boulettes.

Questions :

- 1) Les tourterelles passent l'hiver au Canada, fortement dépendantes des mangeoires ou du grain perdu autour des silos. Quelle adaptation vue dans ce chapitre les aide à survivre aux longues nuits d'hiver?

- 2) Quelle est la relation problématique entre la consommation de grès par les oiseaux et la présence de palettes de plomb (résidu de chasse) dans le fond des étangs et des marais?

- 3) Lors de ma maîtrise, j'ai étudié le comportement de sommeil des pies bavardes (un corvidé de l'Ouest Canadien). Au printemps, à leur dortoir (le site où ils dorment en groupe), j'ai ramassé quelque chose par terre. Cela m'a permis de dire que les pies se nourrissaient de campagnols des champs (*Microtus pennsylvanicus*). Comment ai-je pu identifier cette proie si précisément?

- 4) Un vautour peut digérer des os. Quel organe est particulièrement bien développé chez lui?

- 5) Quelle expérience pourriez-vous faire pour vérifier si l'allongement des caeca d'un tétras en hiver est causé par un changement de régime alimentaire (ils passent de petits fruits et invertébrés en été à des aiguilles de conifères en hiver) ou par un changement de température ou de longueur du jour?

- 6) Au printemps le courlis de Sibérie (un oiseau de rivage) migre d'un seul coup de l'Australie jusqu'en Sibérie. Avant la migration, son régime alimentaire change, passant de crabes abondants mais plutôt durs à digérer (leur carapace est dure) à des crevettes moins abondantes mais plus faciles à digérer (leur carapace est molle). Le contenu énergétique de ces proies est le même. Pourquoi un oiseau qui va bientôt migrer sur une très longue distance devrait-il faire un tel changement de régime alimentaire, surtout que les nouvelles proies sont plus difficiles à trouver? (Avian Biol. 35: 533–542.)
- 7) Avoir un jabot pour l'entreposage est utile pour un oiseau dont les sources de nourriture sont grosses, espacées, et susceptibles de se faire voler (quand on trouve une telle source de nourriture, il vaut mieux se « bourrer la face » avant que les compétiteurs arrivent). Basé sur ce que vous connaissez de leur nourriture habituelle, devinez laquelle des espèces de chacune des paires suivantes possède un jabot alors que l'autre espèce de la paire n'en possède pas.
- a) Vautours vs hiboux
 - b) Poulets vs oies
- 8) Vous voyez des oiseaux en train de picorer sur une route de gravelle. Y a-t-il de la nourriture sur une route de gravelle?
- 9) Qu'est-ce que le « lait de pigeon »?
- 10) Le foie d'un oiseau en train de se préparer à la migration peut être 2-3 fois plus gros qu'en temps normal. Pourquoi? (Indice : ça n'a rien à voir avec la bile; pensez aux autres fonctions du foie.)

CHAPITRE 20

Vision

La vision est très bien développée chez les oiseaux. Pour un même poids corporel, les yeux des oiseaux sont presque deux fois plus grands (en diamètre) que ceux des mammifères. Des yeux plus grands peuvent contenir plus de photorécepteurs (et donc former des images avec plus de « pixels »). En vol, la détection d'obstacles ou de nourriture (insectes, proies lointaines) est favorisée par une très bonne vision.

Contrairement aux mammifères, les oiseaux ne peuvent pas très bien bouger les yeux à l'intérieur de leurs cavités oculaires. Ils ont peu de muscles oculo-moteurs, une adaptation qui rend la tête plus légère, ce qui est bon pour le vol. Pour regarder dans des directions différentes, les oiseaux doivent plutôt bouger toute la tête, une des raisons pour laquelle la tête des oiseaux est souvent en mouvement.

Emplacement des yeux :

Parallaxe : Principe selon lequel la position apparente d'un objet change par rapport à l'arrière-plan si la position de l'observateur change elle-aussi, et plus l'objet est près de l'observateur, plus sa position change par rapport à l'arrière-plan.

Faites le test : regardez votre pouce à bout de bras avec un seul œil ouvert. Alternez entre l'œil gauche et l'œil droit. La position du pouce « saute » par rapport à l'arrière-plan. Maintenant, rapprochez votre pouce plus près de votre visage et refaites l'exercice : le pouce va sauter encore bien plus par rapport à l'arrière-plan, parce qu'il est plus près de vous.

Vision binoculaire :

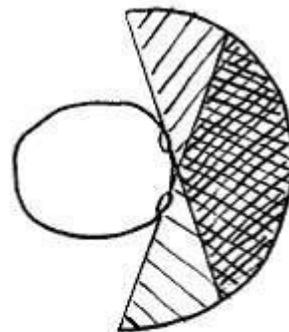
Deux yeux, n'étant pas situés au même endroit, envoient des images légèrement différentes au cerveau. Ce dernier, en interprétant les différences entre les deux images, applique le principe de la parallaxe et donc perçoit la distance (voit en « stéréoscopie »). Essentiellement le cerveau dit : plus un objet change de position entre les deux images, plus il doit être près de moi.

Essayez de lancer quelque chose dans une poubelle à une certaine distance de vous. Vous aurez beaucoup plus de succès si vous gardez les deux yeux ouverts plutôt que de viser avec seulement un œil. Vos deux yeux ouverts permettent une meilleure estimation de la distance de la poubelle.

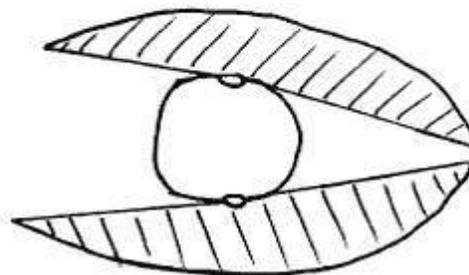
Mouvements de la tête :

Bouger la tête (changer la position de nos yeux) fait bouger les objets par rapport à l'arrière-plan dans notre champ visuel. Plus les objets bougent, plus le cerveau les perçoit comme étant proches. C'est une autres des raisons pour lesquelles les oiseaux bougent souvent la tête.

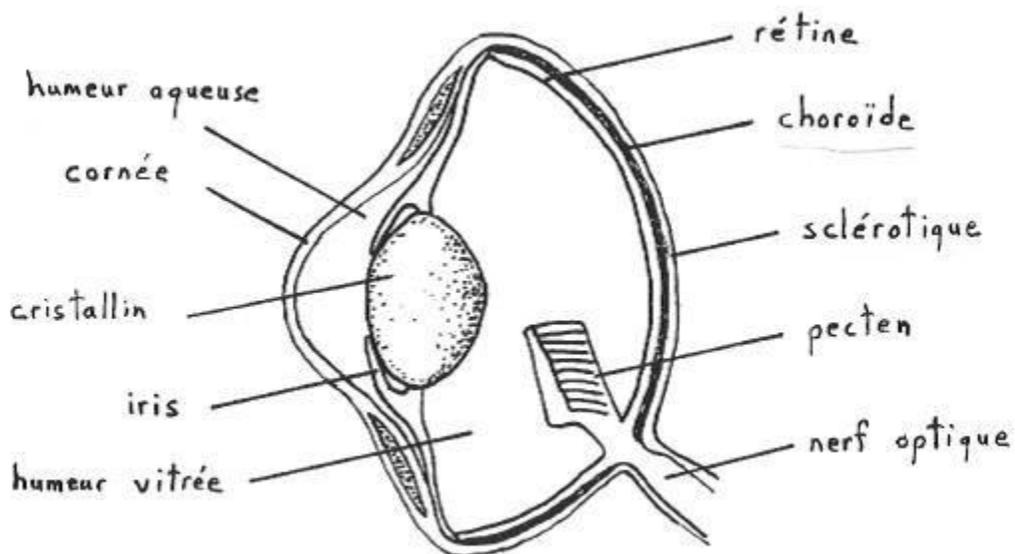
Les oiseaux de proie (tout comme nous) ont les 2 yeux placés vers le devant de la tête, ce qui permet la vision binoculaire (fixer un même objet avec deux yeux), laquelle facilite l'évaluation de la distance (de leur proie) par parallaxe.



La plupart des autres oiseaux ont les yeux sur le côté de la tête, ce qui permet d'avoir un champ de vision très large, maximisant les chances d'apercevoir un danger. Cependant avec un tel arrangement il est difficile de voir un même objet avec les deux yeux en même temps; la vision binoculaire est restreinte. Pour évaluer la distance, ces oiseaux utilisent quand même la parallaxe mais doivent bouger la tête pour le faire.



Anatomie de l'œil :



Sclérotique (= sclère): Enveloppe extérieure de tissu conjonctif dense et blanc (quand on parle du « blanc de l'œil », on parle de la sclérotique). Elle rend l'œil rigide.

Chez les mammifères, elle sert aussi de point d'attache pour les muscles oculomoteurs (qui font pivoter les yeux à l'intérieur de l'orbite oculaire de crâne) mais rappelez-vous que les oiseaux n'ont pas (ou peu) de muscles oculomoteurs.

Cornée : Partie antérieure de la sclérotique, transparente et plus courbée.

Avec le cristallin, la cornée contribue à faire dévier les rayons lumineux pour les mettre au focus sur la rétine (chez l'humain, ce fait est illustré par les corrections par laser des troubles de la vue : le laser détruit des couches de la cornée de façon à augmenter ou diminuer sa courbure, dépendamment des besoins).

Choroïde : Membrane noire sous la rétine (sous les photorécepteurs). Elle absorbe la lumière après que celle-ci ait frappé et stimulé la rétine (les photorécepteurs de la rétine sont transparents et laissent passer la lumière après que celle-ci les ait stimulés), pour ne pas que chaque rayon lumineux rebondisse un peu partout dans l'œil et stimule la rétine à plus qu'un endroit. (Pour qu'une image soit bien formée sur la rétine, il faut que la lumière en provenance d'un point de l'objet à observer frappe la rétine en un seul point, pas en plusieurs points de la rétine.)

Chez certaines espèces nocturnes, la choroïde forme plutôt un tapetum lucidum, qui est un miroir. Les rayons lumineux, après avoir traversé et stimulé les photorécepteurs de la rétine, rebondissent, mais pas n'importe où. Ils rebondissent exactement dans la même direction d'où ils sont venus, restimulant les mêmes photorécepteurs une deuxième fois (la rétine peut donc percevoir des intensités lumineuses deux fois moins intenses, ce qui est bon la nuit) et ressortant de l'œil. Quand on prend une lampe de poche et qu'on illumine la tête d'une espèce nocturne la nuit (ex. : les engoulevents, mais aussi certains mammifères comme les chats), leurs yeux semblent briller : c'est la lumière de notre lampe de poche qui est reflétée par le tapetum lucidum de leurs yeux.

Iris : Partie colorée de l'œil; c'est un système de muscles qui ouvrent ou ferment la pupille, pour laisser entrer ou sortir plus de lumière selon les besoins. La pupille s'ouvre quand il y a moins de lumière, ou quand l'oiseau veut prêter une plus grande attention à certains objets. (Quand un nouveau client entre au *pet shop*, on peut voir la pupille des perroquets s'élargir.) La pupille des oiseaux peut s'ouvrir plus grandement et plus rapidement que chez les mammifères.

Pupille : Ouverture de l'iris, pour laisser entrer la lumière dans l'œil. En temps normal, la pupille est noire parce que l'œil ne laisse pas ressortir la lumière.

Q Pourquoi est-ce qu'aucune lumière ne sort de l'œil, et quelle est la principale exception?

Cristallin : Lentille transparente biconvexe (bombée des deux côtés) pouvant changer de forme lorsqu'elle se fait étirer par des « ligaments suspenseurs » connectés à des muscles. Elle est faite de cellules qui ont perdu leur noyau et qui contiennent très peu d'organites, d'où leur transparence.

Son rôle est de mettre au focus sur la rétine tous les rayons lumineux en provenance d'un même point sur l'objet qui est observé.

Pour mettre au focus un objet qui est proche, il faut que le cristallin soit plus bombé, et donc les ligaments sont relâchés.

Pour mettre au focus un objet qui est loin, il faut que le cristallin soit plus aplati, et donc les ligaments tirent sur le cristallin.

Rétine : Couche de cellules photoréceptrices au fond de l'œil.

Bâtonnets: Cellules photoréceptrices impliquées dans la vision sous faible intensité lumineuse car elles sont très sensibles. Elles ne fonctionnent pas sous de fortes intensités lumineuses, seulement sous de faibles intensités. De plus, elles ne permettent que la vision en noir et blanc.

Cônes: Cellules photoréceptrices impliquées dans la perception des couleurs (à revoir dans deux pages). Elles ne fonctionnent que sous une bonne intensité de lumière.

Q Les oiseaux (et les mammifères comme les êtres humains, tant qu'à y être) peuvent-ils voir en couleur sous la lumière de la lune la nuit?

Fovéa: Région de la rétine où les photorécepteurs sont particulièrement concentrés (jusqu'à un million de cônes par mm^2), pour une meilleure résolution (= capacité de distinguer deux points comme étant séparés). L'être humain n'a qu'une fovéa (au milieu de la rétine, pour bien voir en plein centre de notre champ visuel); mais environ la moitié des espèces d'oiseaux ont deux fovéas: une pour le champ de vision frontal, l'autre pour le champ latéral (ou parfois inférieur). Ainsi un oiseau en vol voit très bien directement devant lui en vol, mais aussi sur les côtés (ou vers le bas, utile dans les cas des oiseaux de proie qui chassent des souris.)

Q Dans les zoos, il arrive parfois qu'un aigle perché inverse sa tête de haut en bas. Qu'est-ce qui se passe?

Tache aveugle : Chez les oiseaux tout comme les mammifères, les photorécepteurs de la rétine font connexion avec des neurones dont les axones voyagent par-dessus la rétine (la lumière doit passer au travers de ces neurones assez transparents afin de stimuler les photorécepteurs sous-jacents). Ces neurones se réunissent éventuellement pour former le nerf optique, qui amène les messages visuels au cerveau. Le nerf optique, prenant origine par-dessus la rétine, doit passer au travers de la rétine pour aller au cerveau. À cet endroit, il ne peut pas y avoir de photorécepteurs. Ce petit endroit du champ visuel s'appelle la tache aveugle. Ce « trou » dans le champ visuel n'est pas perçu comme un trou, car il est rempli par le cerveau avec l'information des photorécepteurs avoisinants.

O

X

Pecten : Structure pleine de plis (pecten est un mot latin qui veut dire « peigne »), émergeant de la rétine dans le segment postérieur de l'oeil. Très vascularisé, il procure, par diffusion, oxygène et nutriments à la rétine, laquelle ne possède autrement que peu de vaisseaux sanguins. Ceci représente une situation très différente de chez les mammifères. Les mammifères n'ont pas de pecten : la rétine est nourrie directement à partir de vaisseaux sanguins dans la rétine et la choroïde.

Saccades: Mouvements répétés du pecten, pour augmenter la diffusion des nutriments.

Position : Le pecten empêche certains rayons lumineux de se rendre jusqu'à la rétine. Mais habituellement, « l'ombre » du pecten tombe au même endroit que la tache aveugle, donc rien n'est vraiment perdu.

Deux paupières : Une supérieure, une inférieure.

Membrane nictitante : Membrane plus ou moins transparente, que l'oiseau peut passer au-dessus de l'oeil comme une paupière qui se ferme, mais d'avant en arrière plutôt que de haut en bas ou bas en haut. (Les reptiles en ont une aussi.)

Elle nettoie la cornée, et elle se ferme brièvement quand l'oiseau picore ou capture une proie, pour protéger l'oeil sans complètement entraver la vision.

Perception des couleurs :

Les mammifères ont deux ou trois sortes de cônes différents. Prenons l'humain, où il y en a trois. Une sorte de cônes est plus sensible aux courtes longueurs d'onde (ex. : bleu), une est plus sensible aux longueurs d'onde intermédiaires (ex. : vert), et la dernière est plus sensible aux longues longueurs d'onde (ex. : rouge). La lumière d'une certaine couleur va stimuler différents pourcentages de chaque sorte cône. En mesurant la combinaison des pourcentages de stimulation de chaque sorte de cônes (ex. : une certaine lumière stimule 0% des cônes bleus, 23% des cônes verts, et 64% des cônes rouges), le cerveau attribue une couleur à la lumière.

Plus il y a de sortes de cônes différents, plus il y a de combinaisons possibles, et plus l'individu peut distinguer différentes couleurs. Avec trois sortes de cônes, l'humain distingue mieux les couleurs que la plupart des mammifères, qui n'ont que deux sortes de cônes.

Les oiseaux sont très bons pour distinguer les couleurs car ils ont quatre sortes de cônes : les mêmes trois que nous, plus une 4^e sorte qui est sensible aux très courtes longueurs d'onde (l'ultra-violet).

Ce n'est pas surprenant d'apprendre que les oiseaux distinguent très bien les couleurs quand on réalise combien colorés les oiseaux eux-mêmes sont. Les couleurs vives des oiseaux servent de signaux intraspécifiques (bien souvent, des mâles qui veulent attirer des femelles) et cela implique que les oiseaux soient capables de bien distinguer ces couleurs.

La quatrième sorte de cônes permet à plusieurs espèces d'oiseaux de voir l'ultra-violet, ce que les mammifères ne peuvent pas faire.

Comme les autres couleurs, l'ultra-violet peut servir de signal pour indiquer un bon état de santé ou une certaine qualité génétique lors de la sélection intersexuelle. Si on donne à une femelle étourneau le choix entre un mâle séparé d'elle par une vitre ordinaire versus un mâle séparé d'elle par une vitre qui bloque les rayons ultra-violets, elle choisit toujours le mâle de qui elle peut voir les couleurs ultra-violettes.

L'ultra-violet peut aider certains oiseaux de proie à détecter la présence de petits rongeurs, car les fèces et l'urine de rongeur reflète bien l'ultra-violet, et présentent donc une couleur ultra-violette. Par exemple, en laboratoire, une crécerelle est plus attirée par une proie éclairée par de la lumière ultra-violette que par une lumière ordinaire. Et des expériences en nature ont démontré qu'une crécerelle est plus attirée, de loin dans les airs, par un nid de rongeur entouré de marques d'urine que par un nid seul (Nature 373 : 425-427).

Questions :

- 1) Les oiseaux sont dits « tétrachromatiques ». Trouvez ce que veulent dire « tétra » et « chroma », et expliquez pourquoi on qualifie les oiseaux comme étant tétrachromatiques. Devinez aussi quel mot s'applique aux êtres humains.

- 2) Relisez attentivement ce chapitre, et énumérez les deux raisons pour lesquelles les oiseaux bougent souvent la tête.

- 3) S'il est si avantageux d'avoir une image de bonne résolution, comment se fait-il que les cônes sont très concentrés en seulement un ou deux endroits de la rétine (la ou les fovéa) plutôt que dans toute la rétine?

- 4) Dans le coin inférieur médian de nos yeux, nous avons une petite bosse rose. Si je vous dis qu'il s'agit là d'un vestige évolutif d'une structure qu'on retrouvait chez nos ancêtres reptiliens, pouvez-vous deviner de quelle structure il s'agit?

CHAPITRE 21

Odorat

Les biologistes ont longtemps pensé que les oiseaux n'avaient pas un bon sens de l'odorat. La réalité est qu'il y a beaucoup de diversité : certaines espèces effectivement n'ont pas un très bon sens de l'odorat, la plupart ont un sens de l'odorat raisonnablement bon, et d'autres en ont un excellent.

Il y a quatre grandes façons de savoir (ou de soupçonner) qu'une espèce a un bon sens de l'odorat :

Anatomie : La muqueuse nasale est située dans une cavité rattachée aux narines et contient les récepteurs sensoriels de l'odorat. Plus la surface totale de cette muqueuse est grande, plus il est probable que l'espèce a un bon sens de l'odorat.

Le nerf trijumeau amène l'information de la muqueuse nasale jusqu'au cerveau. Plus il est gros, meilleur est le sens de l'odorat, probablement.

Le lobe olfactif est la partie du cerveau qui traite l'information sensorielle olfactive. Plus il est volumineux par rapport au cerveau entier, plus le sens de l'odorat est important, probablement.

Génétique : Différentes odeurs sont perçues par différents récepteurs olfactifs, lesquels sont formés à partir de différents gènes. Plus il y a de gènes différents exprimés dans la muqueuse olfactive, plus l'oiseau doit être capable de distinguer différentes odeurs.

Physiologie : Quand un oiseau détecte une odeur importante pour lui, souvent sa fréquence cardiaque et/ou sa fréquence respiratoire s'accélère. On peut faire des tests en laboratoire en exposant un oiseau à différentes odeurs et en mesurant s'il y réagit ou pas. S'il réagit, on sait qu'il peut au moins détecter cette odeur.

Tests comportementaux : On peut tester si un oiseau est attiré par certaines odeurs auxquelles on l'expose.

On peut aussi donner un choix entre deux odeurs, une seule d'entre elle étant associé à une récompense, et voir si l'oiseau peut apprendre à toujours choisir la bonne odeur. Si oui, il peut forcément distinguer les deux odeurs.

Il s'avère que les champions de l'odorat dans le monde des oiseaux sont : les procellariiformes (pétrels, puffins, fulmars, albatros); l'urubu à tête rouge; et le kiwi.

Procellariiformes :

Expériences avec les pétrels cul-blancs, à Kent Island au Nouveau-Brunswick:

Des pétrels cul-blancs nichent dans des terriers au milieu de boisés sur Kent Island dans la Baie de Fundy. Elles sont nocturnes et doivent retrouver leur terrier dans l'obscurité. Elles réussissent bien, mais si on leur bouche les narines avec de la ouate, ou si on coupe leur nerf trijumeau, elles ne retrouvent plus leurs terriers.

Des chercheurs ont capturé des pétrels sur l'Île Kent. Chacune a été placée dans un tunnel en forme de Y. Une branche du Y apportait de l'air soufflé à partir des environs du terrier de cette pétrel, l'autre branche apportait de l'air soufflé à partir d'une région du boisé sans terrier. Les pétrels choisissaient presque toujours la branche avec l'air de leur terrier.

Les pétrels cherchent leur nourriture en mer. C'est frappant de voir qu'elles retournent presque toujours vers l'île en remontant le vent. Cela suggère qu'elles retrouvent l'île en partie basée sur son odeur générale.

Attraction à des odeurs répandues en mer :

Beaucoup de procellariiformes se nourrissent de carcasses flottant à la surface. Si on étend de la graisse animale (exemple : bacon) à la surface de la mer, en moins d'une heure plusieurs espèces de pétrels et fulmars et albatros arrivent, toujours en remontant le vent. Elles n'apparaissent pas si on étend de l'huile végétale comme expérience témoin.

D'autres procellariiformes se nourrissent de krill à la surface. Quand le krill mange du phytoplancton, les cellules brisés du phytoplancton relâchent une molécule volatile appelé DMS (*dimethyl sulfide*). Beaucoup de DMS dans l'air indique qu'il y a probablement beaucoup de krill dans les environs. On devrait donc s'attendre à ce que le DMS à lui seul puisse attirer les espèces de pétrels qui se nourrissent de krill. C'est effectivement ce qu'on observe. De plus, en laboratoire, la fréquence cardiaque des pétrels augmente aussitôt qu'on les expose à du DMS dans l'air, mais pas quand on les expose à d'autres odeurs sans importance.

Les procellariiformes voyagent souvent en zigzag. On peut le voir à partir de bateaux, ou à partir de géolocateurs GPS attachés à de gros oiseaux comme les albatros. Un trajet en zigzag est exactement ce à quoi on s'attendrait si un oiseau était en train de remonter le panache (« *plume* », en anglais) d'un courant d'air transportant une odeur, quand il essaie de rester dans la partie du courant où l'odeur est la plus forte.

Anatomie :

Les procellariiformes ont des lobes olfactifs très volumineux par rapport au reste du cerveau.

Urubu à tête rouge :

Les urubus à tête rouge (un genre de "vautours") se nourrissent de carcasses, qu'ils détectent à partir des airs. Si on cache une vieille carcasse de chevreuil sous la végétation, ils n'y atterrissent pas, ce qui semble indiquer qu'ils n'ont pas un bon sens de l'odorat. Mais si on cache une carcasse fraîche, ils la trouvent. C'est donc dire qu'ils ont un bon sens de l'odorat, mais qu'ils préfèrent l'odeur d'une carcasse relativement fraîche plutôt que celle d'une carcasse trop décomposée.

Les urubus à tête rouge ont une très grande muqueuse nasale, un très gros nerf trijumeau, et un gros lobe olfactif.

Mercaptan et fuites de gaz dans les pipe-lines:

Le mercaptan (ou thiol, plus correctement) est une substance volatile qu'on ajoute à certains gaz industriels dans le but de détecter des fuites. (Dans vos labos à l'université, la drôle d'odeur que vous sentez quand vous laissez un bec de gaz ouvert provient du mercaptan qui a été ajouté au gaz.) Le mercaptan est aussi une odeur dégagée par les carcasses en décomposition; les urubus sont donc attirés par le mercaptan. En fait, dans les années 30s en Californie, une compagnie de gaz naturel auquel on avait ajouté du mercaptan pouvait déterminer où se trouvaient des fuites dans leurs longs pipe-lines qui sillonnaient la campagne simplement en regardant où se regroupaient les urubus.

Surprenamment, l'urubu noir, très apparenté à l'urubu à tête rouge, est loin d'avoir un aussi bon sens de l'odorat, tel que confirmé par des mesures anatomiques et des tests comportementaux.

Kiwi :

Le kiwi (un oiseau néo-zélandais) est une espèce strictement nocturne. La vision étant peu utile la nuit, il est raisonnable de penser que l'olfaction prendrait la relève. Les kiwis se nourrissent surtout de vers de terre, qu'ils trouvent en fouillant dans la litière des forêts avec leur long bec. Contrairement aux autres oiseaux, les narines des kiwis sont au bout du bec plutôt qu'à la base; cela laisse penser qu'ils détectent les vers de terre à l'odeur.

Si on offre à un kiwi un bac de sable sans ver de terre et un bac de sable avec des vers de terre enterrés et invisibles, le kiwi choisit toujours le bac avec les vers (et sans plonger son bec dans le sable; il ne fait qu'approcher son bec du sable). Les vers sont donc détectés par olfaction, ou peut-être par le bruit qu'un ver qui se déplace dans le sable pourrait faire. Pour éliminer cette dernière possibilité, on recommence l'expérience mais avec des morceaux de viande qu'on a habitué l'oiseau à manger (un morceau de viande ne fait pas de bruit). Résultat : le kiwi continue de choisir le bon bac, même si le morceau de viande est caché. Il peut sentir la viande (et, bien entendu, ne peut pas l'entendre).

Le kiwi a plus de 600 gènes olfactifs. Seul le kakapo, un autre oiseau néo-zélandais nocturne, en a un plus grand nombre dans le monde des oiseaux, parmi les espèces étudiées jusqu'à maintenant.

Le kiwi a un très grand lobe olfactif par rapport au reste du cerveau.

Questions :

- 1) Vous voulez vous partir une entreprise de tourisme ornithologique en offrant la chance au public d'aller en mer, sur votre bateau, pour observer des oiseaux marins. Les procellariiformes sont des oiseaux marins qu'on ne voit pas souvent. Que pourriez-vous faire pour augmenter les chances que vos clients vont réussir à observer des fulmars ou des pétrels lors de vos excursions?

- 2) Pensez-vous que l'urubu à tête rouge a l'habitude de voler haut ou bas? Pourquoi?

- 3) Sautez sur l'internet et trouvez la définition de « anosmique ». Décortiquez l'origine grecque de ce mot. Comment peut-on rendre un animal anosmique?

- 4) Certains corvidés vont cacher leur nourriture excédentaire en l'enterrant dans le sol. Ces caches se font parfois dévaliser par d'autres individus. Avec des oiseaux gardés en captivité, imaginez une série d'expériences qui vous permettraient de déterminer si les cambrioleurs trouvent les caches parce qu'ils ont vu où se trouvait le propriétaire de la nourriture en train d'enterrer la nourriture, ou s'ils sont plutôt capables de trouver la cache en détectant l'odeur de la nourriture cachée.

CHAPITRE 22

Ouïe

Les oiseaux utilisent beaucoup le chant et les cris pour communiquer entre eux. Il n'est donc pas surprenant d'apprendre qu'ils ont un bon sens de l'ouïe.

Contrairement aux mammifères (mais tout comme les reptiles), les oiseaux n'ont pas de pavillon auditif. Les oreilles ne sont qu'un petit trou de chaque côté du crâne (habituellement un peu en dessous et en arrière des yeux). Ces trous (= méats auditifs) sont recouverts par des plumes et sont donc normalement invisibles (mais on les voit bien sur la tête dénudée de plumes des vautours).

Comme chez les mammifères, les trous sont le début d'un court tube qui forme ce qu'on appelle l'oreille externe, laquelle se termine au niveau du tympan, qui est une fine membrane que les sons (qui sont des vagues de pression voyageant dans l'air) peuvent faire vibrer.

Comme chez les mammifères, il y a un espace derrière le tympan appelé l'oreille moyenne. Chez les mammifères, l'oreille moyenne contient trois osselets (marteau, enclume, étrier) qui transmettent les vibrations du tympan à un organe sensoriel dans la cavité suivante, appelée oreille interne. Chez les oiseaux, la transmission se fait par l'intermédiaire d'un seul osselet (la columelle, parfois appelée aussi l'étrier)

Détection de la fréquence (tonalité) d'un son :

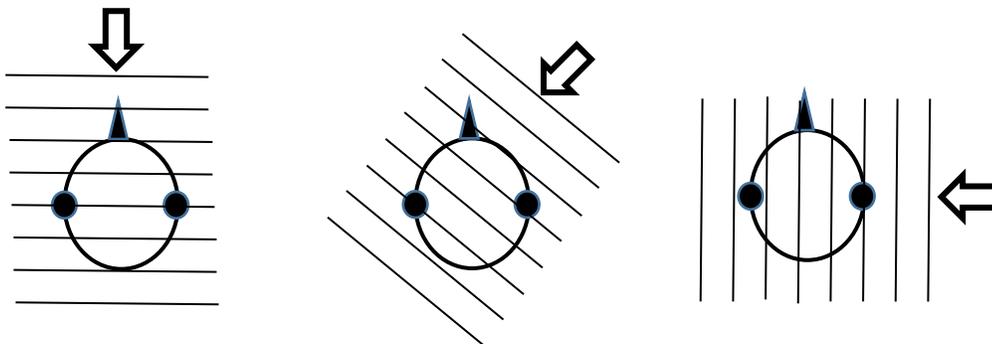
Comme chez les mammifères, l'organe sensoriel dans l'oreille interne s'appelle la cochlée. La cochlée est un tube replié en forme de colimaçon chez les mammifères, mais plutôt linéaire chez les oiseaux. Dépendamment de la fréquence du son (mesurée en Hertz, Hz), différentes parties de la cochlée vibre. Des cellules sensorielles détectent ces vibrations et envoient des messages nerveux au cerveau. En sachant de quelle partie de la cochlée les messages arrivent, le cerveau peut reconnaître la fréquence (la tonalité) d'un son.

Détection de l'amplitude (force) d'un son :

Les sons plus forts sont des vagues de pression de plus grandes amplitudes. De plus grandes vibrations dans la cochlée stimulent un plus grand nombre de cellules sensorielles. En sachant combien de messages nerveux au total sont envoyés par la partie stimulée de la cochlée, le cerveau peut reconnaître la force d'un son. Chez les mammifères, de très grandes amplitudes peuvent détruire les cellules sensorielles, lesquelles ne peuvent pas être régénérées (on peut devenir sourd si on écoute de la musique trop forte trop souvent). Mais chez les oiseaux, les cellules sensorielles de la cochlée peuvent être régénérées.

Détection de l'origine d'un son sur le plan horizontal (gauche vs droite) :

Le cerveau compare les temps d'arrivée du son entre l'oreille droite et l'oreille gauche. Si le son est directement en avant ou en arrière, le son arrivera en même temps aux deux oreilles. Si le son vient d'un peu à droite, il arrivera à l'oreille droite un peu avant la gauche. Si le son vient complètement de la droite, il arrivera à l'oreille droite bien avant l'oreille gauche.



Le cerveau compare aussi l'intensité du son entre l'oreille droite et l'oreille gauche. Cela est dû au fait que la tête bloque un peu le son, forme une « ombre » sonore. Plus le son vient de la droite, plus la tête bloque le son, et plus il y aura une grande différence entre l'intensité du son qui entre directement dans l'oreille droite par rapport au son qui entre dans l'ombre de la tête du côté gauche.

Les écouteurs stéréo nous donnent l'impression d'entendre des sons venant de la droite ou de la gauche parce qu'ils jouent avec le temps d'arrivée et l'intensité des sons qui arrivent à chaque oreille. Il serait impossible d'avoir un effet stéréo avec un écouteur dans seulement une oreille.

Détection de l'origine d'un son sur le plan vertical et sagittal (haut vs bas, avant vs arrière) :

Le trou de l'oreille n'est pas rond. Et les plumes autour de l'oreille ne sont pas orientées de façon symétrique autour de l'oreille (chez les mammifères, c'est plutôt le pavillon qui a une forme asymétrique). Tout cela fait en sorte qu'un son est déformé (= la distribution de ses fréquences est modifiée) de façon particulière dépendamment de la provenance (haut vs bas, avant vs arrière) du son. Le cerveau reconnaît ces déformations et en déduit la direction d'où vient le son.

Les écouteurs stéréo ne peuvent pas bien reproduire ces modifications de sons. Le problème est que la déformation est propre à chaque individu puisque la forme précise du trou de l'oreille (ou du pavillon chez l'humain) varie d'un individu à l'autre.

Les hiboux: champions de l'ouïe

Les hiboux sont des oiseaux nocturnes qui attrapent leurs proies (des rongeurs) sous de très faibles intensités lumineuses. La vision étant moins utile pour eux, c'est plutôt grâce à l'ouïe qu'ils peuvent détecter la présence et la position exacte de leurs proies. Les hiboux ont un très grand tympan, une très grande cochlée, et des centres auditifs très développés dans leur cerveau.

On a déjà vu des hiboux attraper des rongeurs en perçant des pieds la couche de neige qui cachait ces rongeurs. Ils peuvent aussi attraper des rongeurs en perçant de la même manière le toit des tunnels de rongeurs, si le tunnel vient près de la surface du sol. Il semble probable que les hiboux pouvaient entendre les rongeurs se déplaçant sous la neige ou dans leur tunnel.

Expériences en laboratoire :

Un hibou accepte de voler dans le noir complet d'une pièce de laboratoire s'il est bien familier avec les dimensions de cette pièce (autrement, il n'est pas fou, il n'accepte pas de voler dans le noir complet). Si on relâche une souris qui coure au sol, le hibou l'attrape, même dans l'obscurité complète. Mais si on utilise un plancher qui masque les sons, le hibou ne peut plus attraper la souris.

Si, avec ce même plancher, on attache maintenant un morceau de ficelle à la queue de la souris et que cette ficelle laisse traîner une feuille sèche ou un bouchon de papier froissé 30 cm derrière la souris (ces objets feront du bruit peu importe la nature du plancher lorsque la souris se déplacera), le hibou attrape l'objet plutôt que la souris. On peut donc éliminer l'hypothèse que c'était l'odeur ou la chaleur de la souris qui permettait au hibou de l'attraper dans le noir total. Il ne reste que le son comme signal.

Les disques faciaux (plumes) des hiboux aident à recueillir les sons et à les refléter vers l'oreille, un peu comme une main qu'on met en coupe près de l'oreille pour mieux entendre. Si on enlève ces plumes, le hibou réussit moins souvent à attraper les souris dans l'obscurité.

Reconnaissance acoustique :

Chez les oiseaux qui nichent en colonie dense, les partenaires peuvent se reconnaître l'un l'autre, et peuvent aussi reconnaître leurs jeunes, basé sur la voix et les vocalisations de chacun. Il y a suffisamment de différences individuelles pour que les vocalisations servent à l'identification.

Chez presque tous les oiseaux, les propriétaires de territoires voisins l'un de l'autre peuvent aussi se reconnaître basé sur la voix ou sur de petites particularités du chant individuel.

Détection de l'espace temporel entre deux sons :

Si la durée de temps qui sépare deux sons est moins de 0.1 s, l'humain a tendance à percevoir un seul son continu. Mais beaucoup d'oiseaux perçoivent comme distincts des sons séparés par beaucoup moins que 0.1 s, ce qui n'est peut-être pas surprenant quand on regarde les sonogrammes du chant de ces espèces : plusieurs des notes sont séparées par moins de 0.1 s.

- 4) Le guacharo des cavernes (*oilbird*) est un oiseau nocturne d'Amérique du Sud. Ces oiseaux passent la journée en groupe dans le fond de grandes cavernes où l'obscurité est totale. Si on s'assoit dans cette caverne, on peut entendre beaucoup de vocalisations. On peut aussi entendre les oiseaux qui volent dans le noir, mais on n'entend jamais (ou on ne voit jamais, si on utilise une lunette qui détecte l'infra-rouge) de collisions entre les oiseaux et les murs de la caverne. Si maintenant on capture des individus, on les bague, on bouche leurs oreilles avec de la ouate, et on les relâche, on les retrouve plus tard au pied des murs après qu'ils soient entrés en collision avec ces murs. Que peut-on conclure de tout ceci?

- 5) Les jeunes guillemots, lorsqu'ils sont prêts à quitter la colonie, sautent de la falaise où leurs nids se trouvent et tombent dans la mer sous la falaise. Sur l'eau, chaque guillemot retrouve son père, lequel accompagnera son jeune sur l'eau pendant quelques semaines encore, en attendant que le jeune puisse voler. Quelle expérience pourriez-vous faire pour prouver qu'un jeune guillemot est capable de reconnaître son père basé seulement sur les vocalisations du père?

- 6) Un ver de terre fait un peu de bruit quand il se déplace dans le sol. Imaginez une expérience visant à tester l'idée que les merles d'Amérique utilisent leur ouïe pour détecter la présence et l'emplacement des vers de terre. (*Animal Behaviour* 54 : 143-151, une recherche faite au Canada)

CHAPITRE 23

Thermorégulation

Adaptations contre le froid :

- 1) Plumes de duvet et de contour qui emprisonnent une couche d'air chaud autour du corps.

L'air est un bon isolant thermique. Les plumes empêchent l'air réchauffé par le corps de se faire remplacer par l'air froid environnant. Étant donc constamment en contact avec de l'air relativement chaud, le corps perd moins de chaleur.

Par très grand froid, les oiseaux s'ébouriffent les plumes pour épaissir la couche d'air isolante autour de leur corps.

- 2) Minimiser les parties du corps exposées au froid.

Les pattes des oiseaux sont souvent sans plume et peuvent donc perdre beaucoup de chaleur. Faisant contre-poids à ceci, il y a peu de muscles dans les pattes (les muscles sont plutôt dans les cuisses, bien emplumées, et leur action sur les pattes se fait à distance par l'intermédiaire de tendons) et donc il n'est pas nécessaire d'y faire circuler beaucoup de sang. La chaleur du corps étant transportée par le sang, moins de sang dans les pattes veut dire moins de chaleur perdue au niveau des pattes.

Lors du sommeil, le bec (sans plume) est caché sous les plumes de l'épaule, et l'oiseau, s'il est debout au sol plutôt que perché, peut dormir sur une patte seulement, cachant l'autre patte sous les plumes du ventre.

- 3) Frisson.

Tout comme les mammifères, les oiseaux peuvent frissonner : contracter plus ou moins simultanément des muscles antagonistes (= responsables de mouvements opposés) dans le seul but de générer de la chaleur, puisqu'environ 70% de l'énergie consommée par un muscle qui se contracte est en fait transformée en chaleur. Cette stratégie est particulièrement importante en hiver.

- 4) Recherche de refuges particuliers.

Les oiseaux préfèrent dormir dans des endroits protégés du vent (le vent fait perdre de la chaleur par convection) et peu exposés au ciel ouvert (le ciel ouvert fait perdre de la chaleur par radiation). Cas particulier : les gélinites et lagopèdes dorment souvent dans des tunnels sous la neige (la neige est remplie de petites pochettes d'air isolantes).

- 5) Entrer dans un état de torpeur (= faire temporairement baisser sa température corporelle).

Maintenir un corps à une température plus basse coûte moins d'énergie. Par grand froid (ex. : mésanges), ou quand il y a un grand manque de nourriture (ex. : engoulevants), certains oiseaux peuvent abaisser leur métabolisme et leur température corporelle de quelques degrés pendant la nuit ou même pendant quelques jours. On parle alors de torpeur.

Adaptations contre la chaleur :

1) Évaporation de l'eau à la surface des voies respiratoires.

L'évaporation de l'eau « part avec » beaucoup de chaleur. La raison pour laquelle les mammifères transpirent, c'est pour mettre une couche d'eau (sueur) à la surface de la peau afin que cette eau puisse s'évaporer.

Les oiseaux, cependant, ne produisent pas de sueur. Leur peau mince peut laisser sortir un peu d'eau, et cette eau peut s'évaporer comme de la sueur, mais les quantités impliquées ne sont pas très grandes. Quand même, pour que l'évaporation de cette eau se fasse il convient de faire circuler de l'air sous les plumes. Un oiseau va alors redresser ces plumes, mais sans que les extrémités des plumes se touchent, afin de ne pas emprisonner de couche d'air sous le plumage.

Une possibilité d'évaporation plus efficace vient du fait que les voies respiratoires d'un oiseau (ou d'un mammifère) sont recouvertes d'une couche d'eau. Cette eau s'évapore quand l'air circule dans les voies respiratoires, et cette évaporation refroidit le corps. Pour accélérer ce procédé, un animal peut respirer plus vite (haleter, *panting*) quand il a chaud. Les mammifères le font (ex. : chien) et les oiseaux aussi. Les oiseaux peuvent aussi ouvrir leur bec et faire vibrer les muqueuses de leur gorge ou de leur bouche (cette action s'appelle en anglais *gular flutter*) pour augmenter le mouvement de l'air et l'évaporation de l'eau.

Les oiseaux qui ont chaud ont souvent le bec ouvert. Ils font cela pour augmenter l'évaporation de l'eau à la surface de leur gorge et de leur cavité buccale.

2) Maximiser les parties du corps exposées à l'air.

Les oiseaux peuvent ouvrir ou laisser tomber leurs ailes dans le seul but d'exposer une plus grande partie de leur corps à l'air environnant, pour y dissiper plus de chaleur par conduction ou convection.

3) Recherche de refuges particuliers.

Comme tout autre animal, un oiseau qui a chaud peut chercher à se mettre à l'ombre (pour empêcher les gains de chaleur du soleil par radiation) ou il peut s'exposer au vent (pour maximiser les pertes de chaleur par convection) ou il peut prendre un bain dans l'eau (pour perdre de la chaleur par conduction ou convection, car l'eau conduit bien la chaleur).

Pour plus de détails, prenez le cours de Concepts en physiologie animale comparée I!

CHAPITRE 24

Écologie des populations et conservation

Écologie des populations :

L'étude des changements de grosseur de population au fil du temps, et des facteurs qui influencent ces changements, s'appelle la dynamique des populations, ou de façon plus générale l'écologie des populations. Les oiseaux ont longtemps été un sujet important dans ce domaine. En effet les oiseaux, étant très visibles, peuvent être assez facilement recensés année après année. Il est donc relativement facile de suivre l'évolution de leur grosseur de population dans le temps.

Recensement d'oiseaux :

Il est difficile d'estimer de façon exacte la grosseur totale d'une population d'oiseaux. Mais en fait, ce qui est important, ce n'est pas tant d'estimer la grosseur de populations de façon exacte, mais plutôt d'utiliser une méthode et un effort consistants d'année en année. Si notre effort ou méthode de recensement introduit un biais quelconque (que ce soit envers une surestimation ou une sous-estimation), au moins ce biais devrait être le même à chaque année. De cette façon, les années sont comparables et on peut tirer des conclusions valides sur les changements de grosseur de population.

Dénombrement direct :

Dans le cas des oiseaux qui nichent en colonies ou à des endroits assez visibles (sur des falaises ou des îles dénudées, par exemple), il est relativement simple de visuellement compter, année après année, le nombre de nids actifs lors de la saison de reproduction. Il est utile de distinguer entre les nids qui ont du succès (des jeunes s'en envolent) et ceux qui échouent.

Aux endroits où les oiseaux migrateurs ont tendance à se concentrer (les sites traditionnels d'escales migratoires, par exemple, ou des endroits comme Pointe Pelée en Ontario – voir chapitre 14), il est aussi assez simple de compter, année après année, le nombre d'individus qui passent à tous les jours. Pour un exemple de ce que cela peut donner, voir : <https://www.oiseauxcanada.org/etudier-les-oiseaux/le-reseau-canadien-de-surveillance-des-migrations-rasm/>

Dénombrement ponctuel :

Cette technique est utilisée dans les milieux complexes (forestiers ou urbains, par exemple). Elle consiste à se tenir immobile en un endroit et à noter combien d'oiseaux sont vus et/ou entendus durant une période de temps prédéterminée (ex. : 5-10 min). Il faut se définir des lignes directrices pour limiter les chances de compter le même oiseau deux fois. On peut utiliser une série de plus d'un endroit, mais il faut qu'ils soient bien séparés (> 200 m), et les mêmes d'année en année.

Dénombrement par transect :

Similaire au dénombrement ponctuel, sauf que le décompte se fait lors d'un déplacement à une vitesse déterminée le long d'un transect de longueur connue.

Les programmes de recensement d'oiseaux doivent tenir compte de certaines sources d'erreur et d'inconsistance :

- Météo :
 - Certaines conditions météorologiques (tempêtes, grands vents, grandes chaleurs) peuvent diminuer l'activité des oiseaux et les rendre plus difficiles à détecter.
 - Certaines conditions météo (brouillard, bruine) peuvent diminuer le rayon de visibilité de l'observateur, ou sa motivation de bien travailler.
 - Le meilleur conseil : ne pas faire de décompte lors de conditions extrêmes.

- Temps de la journée :
 - Les oiseaux chanteurs chantent plus le matin qu'aux autres moments de la journée, et sont donc plus détectables à ce moment-là.
 - On conseille de dénombrer seulement, mais de façon consistante, entre le lever du soleil et le milieu de l'avant-midi.

- Temps de l'année :
 - Les oiseaux ne chantent que pendant la saison de reproduction et sont donc plus détectables à ce moment-là.
 - Certaines espèces deviennent moins actives lors de mue.
 - La végétation grandit pendant l'été et peut rendre les oiseaux moins visibles plus tard dans la saison.

- Densité d'oiseaux :
 - À fortes densités, l'observateur peut avoir de la difficulté à distinguer et compter différents individus. À l'inverse, sous de très faibles densités, l'observateur peut s'endormir et perdre sa concentration ou sa motivation.

- Observateur :
 - Il faut que les dénombrements soient faits année après année par la même personne, ou à tout le moins par des personnes similairement qualifiées. Les compétences importantes sont : capacité de reconnaître les chants des différentes espèces, bonne perception des couleurs et des sons, bonne motivation même dans des conditions difficiles, bonne capacité à prendre des notes.

Les programmes de recensement peuvent impliquer des professionnels aussi bien que des amateurs (exemples : eBird, dénombrement de Noël, relevé des oiseaux nicheurs; voir la page 159). Quand des amateurs sont impliqués, on a un bel exemple de ce qu'on appelle la science participative, ou science citoyenne (*citizen science*).

Études à long terme :

L'étude de l'écologie des populations est bien servie par des projets à long terme, c'est-à-dire un suivi de certaines populations étalé sur des dizaines d'années. Des études de ce genre ne sont pas faciles car elles exigent des sources de financement constantes et la possibilité d'y intégrer des sous-questions répondables en 2-4 ans, la durée normale d'une thèse de maîtrise ou de doctorat (la plupart des efforts de recherche étant faits de nos jours par des étudiantes et étudiants gradués). Ces études peuvent donner de l'information particulièrement intéressante si la majorité (ou même, idéalement, la totalité) des individus de la population sont marqués individuellement, quelque chose qui est possible avec les oiseaux (contrairement, par exemple, aux insectes, un autre sujet d'étude communément utilisé en écologie des populations).

Exemples d'études à long terme avec des oiseaux marqués individuellement :

Espèce	Endroit	Principal chercheur.e
Bruant chanteur	Ohio	Margaret Morse Nice
Mésange charbonnière	Wytham Woods, Oxford	David Lack
Fulmar boréal	Orkney Islands, Écosse	George Dunnett
Mouette tridactyle	Grande-Bretagne	John Coulson
Bruant chanteur	Mandarte Island, BC	Jamie Smith
Oie des neiges	La Pérouse Bay, MB	Fred Cooke
Épervier d'Europe	Écosse	Ian Newton
Geai à gorge blanche	Floride	Glen Woolfenden
Guillemots	Skomer Island, UK	Tim Birkhead

Qu'est-ce qui limite la taille maximale des populations?

- Conditions climatiques :

Des événements climatiques extrêmes (tempêtes, inondations, canicules) peuvent tuer des oiseaux et ainsi diminuer les populations. De telles mortalités peuvent toucher les adultes, notamment lors de la migration, mais ils touchent encore plus les jeunes lors de la période de nidification. Les effets mortels des événements climatiques peuvent être directs, mais ils peuvent aussi facilement oeuvrer par l'intermédiaire d'une réduction de la nourriture disponible.

- Disponibilité de nourriture :

Pour démontrer que la disponibilité de nourriture influence la grosseur de population, il suffit d'observer des corrélations positives entre la densité des oiseaux et celle de leurs proies ou ressources alimentaires, ou d'observer une augmentation de population suite à l'ajout expérimental de nourriture. Les études démontrent, de façon non-surprenante, que la disponibilité de nourriture joue un rôle important dans les tailles atteintes par les populations d'oiseaux.

- Disponibilité des sites de nidification :

Les espèces qui nichent dans des trous d'arbre ou autres types de cavités peuvent être limitées par le nombre de telles cavités. Plusieurs expériences ont démontré que le fait d'installer des nichoirs augmente les populations d'espèces (exemple : merle bleu). Le nombre de plates-formes disponibles sur une falaise peut aussi limiter les populations d'oiseaux marins; ici aussi, des expériences ont résulté en des augmentations de population suite à l'ajout de plates-formes artificielles.

- Prédation :

La prédation peut se faire sur les oiseaux adultes, ou encore plus communément sur les oisillons au nid (il n'est pas rare de voir environ la moitié des nids d'une population être la proie de prédateurs). Il semble évident que la prédation contribue à limiter les tailles de populations, mais si on veut s'en convaincre on peut retirer (par la chasse) les prédateurs et voir si les populations d'oiseaux augmentent par la suite. Des études de ce genre ont indiqué que la prédation exerce une forte influence sur les espèces d'oiseaux nichant au sol, mais pas tellement sur celles nichant dans les arbres.

- Parasitisme et agents pathogènes :

Pour démontrer que les parasites limitent les populations d'oiseaux, on peut essayer d'inoculer toute (ou presque toute) la population avec des médicaments anti-parasites et voir si la population augmente par la suite. Les exemples sont rares, mais une telle influence a déjà été démontrée avec le lagopède d'Écosse.

Plusieurs des paramètres ci-haut vont influencer la densité de population d'une manière qui dépend elle-même de la densité de population. Dans une boucle de rétroaction négative, les facteurs limitants agissent plus fortement lorsque la densité de population est grande, et moins fortement ou même pas du tout lorsque la densité est faible. Par exemple, la transmission de parasites se fait mieux entre individus moins espacés (= plus forte densité de population); le succès de prédation se fait mieux à plus haute densité de proies; la compétition pour la nourriture ou pour les sites de nidification est plus prononcée lorsque la population est plus dense. Et effectivement, bon nombre d'études ont trouvé une corrélation inverse entre la densité de population de certaines espèces d'oiseaux et divers paramètres de succès reproducteur comme:

- le nombre de couvées à vie;
- la grosseur des couvées;
- la probabilité d'avoir plus qu'une couvée par saison de reproduction;
- le pourcentage de survie des jeunes par couvée;
- le succès d'apport de nourriture par les parents et le taux de croissance des jeunes;
- le pourcentage de survie des individus en hiver.

Les effets de type « rétroaction négative » par les facteurs dépendants de la densité de population (plus les populations sont denses, moins leurs membres réussissent à avoir un succès reproducteur) font en sorte qu'en temps normal, et toutes autres choses (ex. : climat) étant égales, les populations d'oiseaux atteignent une certaine stabilité de taille de population.

Une idée maintenant discréditée (mise de l'avant surtout par l'ornithologiste Vero Wynne-Edwards dans les années 1950s et 60s) : Les populations se maintiendraient à une taille optimale pour l'environnement grâce à des mécanismes sociaux par lesquels, sous de fortes densités de population, certains individus se retiendraient volontairement de se reproduire. Il s'agit là d'un argument de « sélection de groupe » : les groupes avec des individus altruistes qui se sacrifient pour le bien de la population réussissent à se maintenir en harmonie avec leur environnement, tandis que les groupes où personne ne se sacrifie pour ne pas trop augmenter la taille de population finissent par périr à cause de problèmes associés à la surpopulation.

Il est maintenant reconnu, sur des bases théoriques et empiriques, que la sélection de groupe a très peu de chance d'agir dans des circonstances normales, et que les individus ne se retiennent pas de se reproduire simplement pour le bien de la population. L'individu est l'unité de sélection, pas le groupe. La raison est simple : tout génotype codant pour une absence de reproduction ne réussit pas à faire des copies de soi-même dans la prochaine génération et donc disparaît de la population. Tout ce qui reste dans les populations sont des génotypes codant pour la reproduction, voire même pour une reproduction maximale. Il est donc impossible d'avoir des populations comprenant des individus qui se sacrifient pour le « bien de la population » ou le « bien de l'espèce ».

Conservation :

Un total de 153 espèces sont devenues éteintes dans les 500 dernières années; ce chiffre représente seulement 1.5% de toutes les espèces d'oiseaux. Mais présentement (2020) environ 12% des espèces d'oiseaux sont classifiés comme étant au moins en danger d'extinction.

Et les espèces qui ne sont pas (encore) en danger ne sont pas pour autant sans inquiétude. Beaucoup d'entre elles sont en déclin, même si elles n'ont pas encore atteint le stade de risque d'extinction. On estime que la réduction en nombre d'individus, toutes espèces d'oiseaux confondues, est de l'ordre de 20-25% durant la période des 500 dernières années. Ces chiffres sont probablement conservateurs : une étude publiée en 2019 dans la prestigieuse revue scientifique Science a rapporté que 25% des effectifs d'oiseaux ont été perdus en Amérique du Nord dans les 40 dernières années seulement, basé sur des chiffres obtenus lors de recensements annuels (<https://science.sciencemag.org/content/366/6461/120>). La situation au Canada est similaire à celle de l'Amérique du Nord en général, aussi basée sur des recensements annuels; voir <http://nabci.net/resources/state-of-canadas-birds-2019/> .

Un phénomène qui diminue la conscientisation des pertes d'effectifs d'oiseaux est ce qu'on appelle l'amnésie écologique (*shifting baseline syndrome*) : les changements de grosseur de populations se font suffisamment lentement pour que chaque génération humaine ne réalise pas que des changements prennent place. On pense que le nombre d'oiseaux actuel est normal, car on n'était pas là il y a 40 ans quand les populations étaient beaucoup plus grandes. Nos enfants seront exposés à encore moins d'oiseaux mais ils penseront que ce nombre est normal car ils n'auront rien connu de mieux.

Causes humaines de la réduction des grosseurs de population d'oiseaux :

- Destruction, fragmentation, ou dégradation de l'habitat par les activités humaines (sur les aires de reproduction aussi bien que sur les aires d'hivernage, dans le cas des espèces migratrices).
- Pesticides et contaminants éliminant les sources de nourriture d'espèces insectivores, ou touchant les oiseaux eux-mêmes directement.
- Pêche commerciale réduisant les sources de nourriture des espèces piscivores.
- Introduction (par l'humain) d'espèces prédatrices invasives (par exemple, rats ou chats sur des îles).
- Chasse excessive, collecte d'œufs par des collectionneurs, collecte de spécimens pour le trafic d'animaux (*pet trade*).
- Modifications rapides des relations écologiques par les changements climatiques dus à l'émission de CO₂ atmosphérique par les activités humaines.

Les efforts de conservation :

La conservation, pour être efficace, se doit d'être d'abord et avant tout un changement dans les habitudes humaines, la politique, et l'économie. Les études scientifiques peuvent éclairer certains efforts, surtout dans le cas d'initiatives et d'espèces bien spécifiques, mais elles ne sont qu'accessoires. Le vrai succès possible d'un effort de conservation se ramène essentiellement à trois choses :

- la protection de l'habitat;

Comme l'établissement de parcs nationaux ou de zones naturelles protégées, que ce soit par des gouvernements, des organismes tels que *Nature Conservancy Canada*, ou des propriétaires individuels.

- la diminution de la pollution et de l'emploi de pesticides;
- le respect de la vie des oiseaux.

Comme l'établissement de réglementations telles que *Endangered Species Act* (États-Unis), *Migratory Bird Treaty Act* (Canada - États-Unis - Mexique), *Birds Directive* (Union Européenne), *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (= CITES, 175 pays du monde; parrainé par l'*International Union for the Conservation of Nature*, l'organisme qui classe officiellement les espèces comme étant en voie d'extinction à l'échelle mondiale).

Ou comme la diminution des activités de chasse, ou l'installation de mangeoires et de nioirs.

Organismes impliqués dans des efforts de conservation des oiseaux :

- *National Audubon Society* (Amérique du Nord) : <https://www.audubon.org/>
- [*Royal Society for the Protection of Birds \(UK\)*](#)
- *BirdLife International*: <https://www.birdlife.org/>
- Canards Illimités Canada (*Ducks Unlimited Canada*): <https://www.canards.ca/>

La biologie de la conservation :

Les biologistes de la conservation sont des scientifiques qui font de la science appliquée; ils appliquent les principes de la science (raison, observations systématiques, tests d'hypothèses) pour trouver des solutions pratiques à des problèmes reliés à la conservation des espèces. Dans le cas des oiseaux, les biologistes de la conservation peuvent contribuer de différentes façons :

- Les études scientifiques (de type recensement) peuvent aider à identifier quel pourcentage de la population est constitué de « floaters » (chapitre 10). Ces *floaters* peuvent alors être capturés et utilisés dans des efforts de relocalisation pour fonder de nouvelles populations, sur des îles éloignées sans prédateurs par exemple.
- Les études scientifiques peuvent aider à identifier quel pourcentage des œufs dans une couvée est voué à la mort par manque de nourriture en nature, et ainsi déterminer combien d'œufs pourraient être prélevés d'un nid pour être élevés en captivité, dans le but d'éventuellement relâcher les oiseaux devenus adultes et fonder de nouvelles populations.
- Les études scientifiques peuvent suivre les grosseurs de population d'espèces chassées et ainsi déterminer les quotas de chasse de façon à ne pas surexploiter les populations, ou simplement déclencher une alarme si les populations deviennent trop petites.
- Le phénomène de l'empreinte doit être bien documenté chez une espèce en voie de disparition élevée en captivité, afin d'éviter que les jeunes s'imprègnent sur les humains (ou sur une espèce adoptive) qui les nourrissent plutôt que sur leur propre espèce.
- Une approche scientifique (= basée sur la raison, l'observation, et le test d'hypothèses) est essentielle pour correctement identifier les facteurs qui sont responsables des échecs dans les efforts de relocalisation d'individus ou dans les essais d'élevage en captivité.
- Les études scientifiques peuvent documenter le type et la superficie minimale de l'habitat préféré par une espèce, et le degré de tolérance de l'espèce vis-à-vis des changements possibles dans cet habitat. Les espèces spécialistes qui ont des exigences très précises et restreintes vis-à-vis de leur habitat sont plus à risque d'extinction.

CHAPITRE 25

Oiseaux et humains

Domestication :

Coq bankiva, <i>Gallus gallus</i> (<i>Junglefowl</i>)	>>>	Poules, poulets
Canard colvert, <i>Anas platyrhynchos</i> (= malard)	>>>	Tous les canards domestiques sauf le Muscovy
Oie cendrée, <i>Anser anser</i>	>>>	Toutes les oies domestiques
Dindon, <i>Meleagris gallapavo</i>	>>>	Dindes et dindons domestiques
Pigeon biset, <i>Columbia livia</i>	>>>	Pigeon domestique, Pigeon courrier

Volaille :

La poule et le poulet sont d'excellentes "machines" pour convertir le grain en oeuf ou en viande. (Rappelons-nous que la digestion est très complète chez les oiseaux.)

Poule: 3 kilos de grain donnent 1 kilo d'oeufs.

Poulet: 2 kilos de grain donnent 1 kilo de viande.

Au Canada, la plupart de la recherche sur la volaille se fait dans les départements d'agriculture ou de « *Animal science* » des universités.

Chasse :

Au Canada, canards et oies (mais pas les cygnes), perdrix, cailles, tétras, faisan, gélinottes, et bécasse sont le sujet d'une chasse contrôlée.

Ducks Unlimited : Organisme dédié à l'aménagement du territoire pour les canards et oies.
<http://www.canards.ca>

Acte des Oiseaux Migratoires (*Migratory Species Act*): Signé par le Canada et les É.U. en 1918.
Le Mexique s'y est ajouté en 1936.

Loi qui interdit de tuer, capturer, posséder ou vendre des oiseaux qui appartiennent à des espèces migratrices, à l'exception de certaines espèces soumises à une chasse contrôlée, et à l'exception des soins à donner aux oiseaux blessés.

Faire de l'ornithologie (birding) :

Hobby consistant à observer, identifier, lister, et photographier les oiseaux. L'ornithologie comme hobby peut être pratiquée à l'échelle locale, provinciale, nationale ou internationale. Certaines personnes sont prêtes à voyager sur de grandes distances pour voir un oiseau rare. Par exemple, à l'hiver 2017-18, une grive draine (*mistle thrush*), d'Europe, a traversé l'Atlantique par erreur et a décidé de passer l'hiver à manger des baies dans un quartier de Miramichi. Des centaines de personnes des quatre coins du Canada et des États-Unis ont voyagé jusqu'à Miramichi pour venir la voir.

eBird : Initiative du *Cornell Lab of Ornithology* et la *National Audubon Society*. Depuis 2002, les ornithologues, amateurs aussi bien que professionnels, peuvent enregistrer sur ce site web les observations qu'ils ou elles ont faites (quelle espèce, où, et quand). Ces données deviennent disponibles pour fins d'étude par tout le monde.

Dénombrement de Noël: (*Christmas Bird Count*) Activité patronnée par la *National Audubon Society*. Habituellement limitée à l'Amérique du Nord.

Pendant un jour aux alentours de Noël, des groupes de bénévoles (amateurs et/ou professionnels) locaux se font assigner une région de l'Amérique du Nord (environ 20 km de diamètre) dans laquelle ils identifient et dénombrent tous les oiseaux qu'ils voient.

Cette activité existe depuis décembre 1900, donc elle est utile pour évaluer l'évolution des effectifs de population au fil des années.

Relevé des oiseaux nicheurs : (*North American Breeding Bird Survey*) Cette activité est patronnée par le Service Canadien de la Faune et le *U.S. Geological Survey*.

Un jour par an, lors de la saison de nidification, des bénévoles amateurs et/ou professionnels se font assigner une route de 39,4 km dans une région donnée. Ils doivent la parcourir en s'arrêtant à tous les 0,8 km et en listant toutes les espèces qu'ils entendent chanter pendant 3 minutes. (Pourquoi des distances aussi bizarres que 39,4 et 0,8 km? Sachez que 39,4 km = 24,5 milles et 0,8 km = 0,5 mille.)

Cette activité existe depuis 1966, donc tout comme le dénombrement de Noël elle peut servir à évaluer les changements d'effectifs de population au fil des années. Elle peut aussi servir à documenter les expansions ou diminutions géographiques des aires de reproduction.

Birding NB Oiseau NB : Page Facebook pour le hobby au Nouveau-Brunswick.

Nature Moncton : Regroupement de naturalistes amateurs de la région, avec une bonne emphase sur l'observation d'oiseaux. Voir leur site web : <http://www.naturemoncton.com/home.html> .

Mangeoires :

Les mangeoires pour oiseaux doivent être construites de façon à éviter le pillage par les écureuils, installées loin de la corde à linge (linge propre et excréments d'oiseau...), et remplies de graines, pain, suif, etc. De nombreux livres et sites web donnent plus de détails sur ce sujet.

L'installation de mangeoires est un peu controversée. Comme plusieurs oiseaux s'y rencontrent, on craint que les mangeoires deviennent un lieu de transmission de maladies (donc, nettoyez régulièrement vos mangeoires). On craint aussi que les oiseaux deviennent dépendants de notre nourriture et ne parviennent plus à survivre en nature par eux-mêmes; quelques études ont examiné cette question et n'ont pas trouvé de preuves d'un tel effet jusqu'à maintenant.

Nichoirs :

Les nichoirs doivent être construits en bois ordinaire (non-traité), avec des dimensions spécifiques pour chaque espèce. Ils doivent offrir une bonne protection contre la pluie (n'orientez pas leur ouverture vers l'ouest, d'où le vent qui souffle la pluie vient habituellement). Il convient de les construire de telle sorte qu'ils puissent être ouverts pour les nettoyer une fois par année (pour enlever les parasites). De nombreux livres et sites web donnent plus de détails sur ce sujet.

Soins aux oiseaux blessés :

On peut offrir grès, eau (pour boire et se baigner), litière, perchoir, et tranquillité à un oiseau blessé qu'on veut garder temporairement en captivité. Bien entendu, il faut aussi le nourrir de temps à autre. La meilleure nourriture est celle normalement consommée en nature. Si celle-ci n'est pas disponible, un mélange de pain et de jaune d'oeuf bouilli légèrement humecté avec du lait convient à la plupart des oiseaux. On peut aussi ajouter à ce mélange morceaux de fruits, nourriture pour chien, et larves de *Tenebrio*.

Accidents :

Plusieurs oiseaux sont tués ou assommés lorsqu'ils entrent en collision avec la vitre d'une fenêtre. Une solution efficace, mais qui bloque un peu la vue et qui n'est donc que plus ou moins populaire, est de coller des petites marques sur la vitre, espacées de seulement 5 cm au maximum. Voir : <https://flap.org/stop-birds-from-hitting-windows/> .

Oiseaux et avions font mauvais ménage (les oiseaux aspirés par un moteur d'avion peuvent faire arrêter le moteur – et bien entendu les oiseaux meurent). Les méthodes de contrôle autour des aéroports incluent chiens, faucons, et leurres d'hiboux, ou une modification de l'habitat pour le rendre moins attrayant aux yeux de l'espèce problématique.

Maladies :

- Histoplasmosse:** Maladie de l'être humain, rare, causée par l'inhalation de spores du champignon *Histoplasma capsulatum*, lequel croît dans les sols humides, acides, et enrichis par l'amoncellement d'excréments d'oiseaux. Les oiseaux n'y sont pas susceptibles.
- Chlamydie:** Maladie de l'oiseau, transmissible à l'humain (quand il aspire de la poussière d'excréments d'oiseaux infectés), d'origine bactérienne. Maladie occupationnelle, mais rare, chez les éleveurs de volaille et de pigeons. Elle peut être létale chez l'oiseau, mais pas chez l'humain bien traité.
- Bumblefoot:** Tumeur affectant le dessous des pieds de l'oiseau. Maladie commune chez les oiseaux captifs, sa cause semble être un perchoir ou un sol trop dur.
- Aspergillose:** Maladie souvent fatale de l'oiseau, causée par le champignon *Aspergillus fumigatus*, lequel croît dans des graines trop humides. Possibilité de transmission aux mangeoires.
- Trichomonose :** Maladie respiratoire souvent fatale de l'oiseau, causée par le protozoaire *Trichomonas*, lequel survit dans des milieux humides et peut être transmis d'oiseau en oiseau par la salive laissée sur les graines d'une mangeoire ou dans l'eau d'une baignoire. Une forte épidémie s'est déclenchée dans les provinces maritimes en 2019 et dans les années 2020, menant à des exhortations de ne pas installer de baignoires d'oiseaux et à éviter d'installer certains types de mangeoires.
- Coccidiose:** Maladie de l'oiseau, problématique chez la volaille, causée par des coccidies, un protozoaire parasite.
- Choléra avien, malaria avienne, tuberculose avienne, varicelle avienne, et grippe avienne:**
Maladies de l'oiseau causées par des agents similaires, mais pas identiques, à ceux qu'on retrouve chez l'humain. Elles causent parfois des mortalités locales massives.
- Virus du Nile occidental (*West Nile virus*) :**
Maladie virale transmise entre oiseaux par l'intermédiaire de moustiques, lesquels peuvent aussi la transmettre à l'humain, aux chevaux, et à d'autres animaux. Le taux de mortalité chez l'humain est environ 10%. En 1999, ce virus d'origine africaine s'est retrouvé pour la première fois en Amérique du Nord, où il a causé, pendant les années suivantes, une mortalité importante (environ 50%) chez les corvidés.
- Conjonctivite mycoplasmaïque :**
Inflammation de la conjonctive de l'œil, souvent mortelle, par la bactérie *Mycoplasma gallisepticum*, laquelle se retrouve habituellement chez les poules domestiques, où elle cause plutôt une maladie respiratoire. La plupart des populations d'oiseaux sauvages y sont résistantes, mais commençant en 1994 une forte épidémie s'est répandue parmi les roselins familiers qui résidaient dans l'est de l'Amérique du Nord (cette espèce de l'ouest avait été introduite dans l'est dans les années 1940s). La propagation de la maladie a été bien documentée grâce à des observations rapportées par les citoyens sur cet oiseau souvent vu aux mangeoires, un bel exemple de science participative. Les populations actuelles sont devenues résistantes.

CHAPITRE 26

Détails sur certaines familles d'oiseaux

PICIDAE: Pics

- Contrairement à la plupart des oiseaux percheurs qui ont trois orteils pointant vers l'avant et un vers l'arrière (= anisodactylie), les pics ont 2 orteils vers l'avant et 2 vers l'arrière (= zygodactylie), une adaptation à se tenir à la verticale sur des troncs d'arbre.
- Plumes de la queue (rectrices) très rigides, bon support en position verticale sur un tronc d'arbre.
- Crâne épais, muscles du cou bien développés : adaptations pour taper sur le bois.
- Langue très longue avec barbillons au bout, glande salivaire très développée produisant une sécrétion collante, le tout pour attraper des insectes dans les fissures du bois et sous l'écorce.
- Tambourinent plutôt que chantent pour annoncer le territoire.
- Vol ondulant (n'oubliez pas que le comportement peut aider à identifier un oiseau).
- Creusent dans le bois une cavité au printemps pour nicher, et souvent une autre à l'automne; à quoi cette dernière peut-elle bien servir?
- Comment les pics peuvent-ils détecter la présence d'insectes et de larves d'insectes sous l'écorce?
- Pourquoi est-ce que la plupart des espèces de pics ne migrent pas?
- Le pic flamboyant se nourrit au sol. Migre-t-il, lui? Au cours de l'évolution, quelle pression de sélection a probablement favorisé la quête de nourriture au sol chez une espèce de pic?
- Un pic flamboyant femelle de qui on a enlevé les œufs à mesure qu'elle les pondait a pondu 71 œufs en ligne. Comment appelle-t-on ce phénomène?
- À chaque coup de bec sur un arbre, faisant éclater le bois, quelque chose se ferme sur le corps du pic; quoi?

TYRANNIDAE: Tyrans, moucherolles, piouis

- Les tyrans (les plus grosses espèces de la famille) sont très agressifs au territoire, incluant envers d'autres espèces, et harcèlent volontiers des prédateurs, d'où leur nom.
- Se perchent droit; chassent à l'affût, font de courtes envolées pour capter les insectes dans les airs ou sur les feuilles et les branches.
- Peuvent capturer de gros insectes en vol dont les pattes ou ailes peuvent frapper les yeux de l'oiseau; quelle sorte de plumes trouve-t-on souvent autour du bec des tyrannidés?
- Les espèces de moucherolles sont d'apparence très similaire. Comment les différencier?
- Souvent les premiers chanteurs du chœur de l'aube, avec un chant spécialisé pour ce moment (le chant territorial est différent).

HIRUNDINIDAE: Hirondelles

- Insectivores aériens; attirés par les plans d'eau parce qu'il y a souvent des insectes en vol près des plans d'eau. Comme les tyrannidés, quelles plumes spéciales se retrouvent autour de leur bec?
- Ailes avec un « *aspect ratio* » élevé, minimisant la trainée.
- Queue souvent fourchue, aidant à la manœuvrabilité en vol.
- Mue post-nuptiale seulement, qui prend plusieurs mois; faites le lien entre cette longue durée de mue et le fait que les hirondelles passent beaucoup de temps en vol pour se nourrir.
- Plumage souvent iridescent; parle-t-on ici de couleur structurale ou pigmentaire?

- À l'automne, elles se regroupent pour passer la nuit ensemble dans des dortoirs (habituellement dans des marais). Elles maintiennent quand même farouchement un espace interindividuel.
- Des crèches peuvent se former chez les espèces coloniales.
- Affaires extra-conjugales, infanticide, et parasitisme intraspécifique des nids ont été documentés.

CORVIDAE: Corneilles, corbeau, geais, pies, casse-noix.

- Gros, bruyants, faciles à observer.
- Très intelligents, curieux, apprennent facilement, adaptables, joueurs, peuvent imiter des sons et des mots; le plus gros cerveau (par rapport au poids corporel total) du monde aviaire.
- Plusieurs espèces de corvidés cachent des réserves de nourriture et se souviennent de l'endroit de la cachette pendant des mois.
- Hiérarchie de dominance linéaire dans les groupes.
- En dehors de la saison de reproduction, la plupart (à l'exception des geais) passent la nuit en groupe dans des dortoirs pouvant regrouper des centaines d'individus.

PARIDAE: Mésanges

- Comme les corvidés, les mésanges cachent et emmagasinent la nourriture (insectes ou graines); elles se rappellent de l'emplacement des cachettes jusqu'à 4 semaines.
- Agiles : peuvent se suspendre à l'envers par les pattes, peuvent brièvement voler sur place, le tout pour prendre des insectes sous les feuilles.
- Pas peureuses; peuvent souvent être nourries à la main aux mangeoires.
- Il n'est pas rare de voir une mésange quémander de la nourriture d'une autre mésange avec un cri de sollicitation et un tremblement d'ailes, même avant la période de reproduction. Que se passe-t-il?
- En période de ponte, la femelle se nourrit d'escargots, quelque chose qu'elle ne fait jamais aux autres moments de l'année. Pourquoi se nourrir d'escargots à ce moment-là?
- Nichent dans des trous d'arbre. Lorsque dérangée lors de l'incubation, la mésange à tête noire femelle (le seul sexe qui incube) émet un cri qui imite le sifflement d'un serpent, effrayant le prédateur potentiel. (Les jeunes chouettes de terrier, famille Strigidae, font la même chose.)
- Sédentaires. En hiver, elles forment des groupes qui peuvent inclure d'autres espèces (ex.: pic-bois, sittelles, grimpeaux, roitelets). Vous souvenez-vous des avantages possibles de faire cela?
- Populaires sujets d'étude sur le chant et les cris, la préférence pour certains habitats, la vie en groupe, et la dominance interindividuelle et interspécifique à l'intérieur de ces groupes.
- La mésange à tête noire est l'emblème aviaire du Nouveau-Brunswick, Maine, et Massachusetts.

SITTIDAE: Sittelles

- Grimpeurs, mais descendent les arbres tête première (comparez avec les grimpeaux ci-dessous); se nourrissent d'insectes et de graines, et visitent les mangeoires.
- Nichent dans des trous d'arbre; pour décourager les prédateurs, la sittelle à poitrine rousse étend de la résine de conifère à l'entrée avec son bec ou parfois avec une brindille, un exemple d'utilisation d'outil. Peuvent aussi réduire la grosseur de l'entrée du trou avec de la boue.
- Lors de nuits très froides, peuvent dormir collées les unes contre les autres dans des trous d'arbre.

CERTHIIDAE: Grimpeaux

- Grimpeurs, montent les arbres en spirale à la recherche d'invertébrés dans les craques d'écorce.
- Plumes de la queue très rigides, comme chez les pics, pour la même raison.

TROGLODYTIDAE: Troglodytes

- Petits, actifs, barres sur les rémiges et les rectrices. Queue souvent pointée vers le haut.
- Très agressifs; le mâle parfois perce les oeufs de ses voisins (= ovicide), incluant d'autres espèces.
- Excellents chanteurs. Le mâle peut avoir plusieurs centaines (!) de chants différents. Dialectes nombreux. Femelles chantent aussi, surtout chez les espèces tropicales.
- Le mâle peut construire plusieurs nids dans son territoire (jusqu'à 12 pour le troglodyte des marais!), même si la femelle n'en choisit qu'un ou deux. Pourquoi tant de nids? Impressionner les femelles? Confondre les prédateurs? *Back-up* en cas de prédation des oeufs? Futurs dortoirs?
- Comme mesures anti-prédatrices, des espèces tropicales nichent dans des acacias fréquentés par des fourmis agressives, ou près de nids de guêpes, ou dans des cactus ou autres plantes épineuses.
- Le mâle nourrit bien les jeunes dans les populations monogames, mais peu dans les polygames. Des cas d'assistanat au nid ont été documentés.

TURDIDAE: Grives, merles

- Plumage juvénile picoté.
- Ils mangent des invertébrés au sol et de petits fruits dans les arbres.
- Excellents chanteurs, très mélodieux, souvent parmi les premiers à chanter le matin. Dans les villes illuminées, les merles chantent même la nuit, parfois. Et le rossignol philomèle (*nightingale*) chante beaucoup la nuit lorsque non-accouplé.
- Garde du partenaire bien documentée chez plusieurs espèces, ce qui veut dire que les affaires extra-conjugales sont aussi présentes. Ces dernières impliquent habituellement des mâles en meilleure condition corporelle que le partenaire légitime.
- Un nid de merle ou de grive peut rester intact longtemps après la saison de reproduction; sa solidité vient de la boue qui a été mélangée aux brins d'herbe.
- Chez beaucoup d'espèces, les jeunes ont la drôle d'habitude de quitter le nid avant de pouvoir voler; peut-être une adaptation contre de forts taux de prédation au nid (serpents, écureuils, corvidés). Qu'arrivera-t-il la prochaine fois que vous examinerez un nid de merle qui contient des jeunes?
- Le merle d'Amérique peut utiliser l'ouïe pour détecter la présence de vers de terre dans le sol.
- À l'automne, le merle d'Amérique devient grégaire et son régime alimentaire passe des vers de terre aux petits fruits, avec un changement correspondant dans la longueur de son intestin.

MIMIDAE: Moqueurs

- Excellents chanteurs et imitateurs de chants d'autres espèces et autres sons, d'où le nom de leur famille. Chez le moqueur polyglotte, les mâles sans partenaire chantent même la nuit.
- Visuellement discrets, mais très agressifs dans la défense de leur territoire et de leur nid.

LANIIDAE: Pies-grièches

- Carnivores, elles empalent leurs proies (gros insectes ou petits vertébrés) sur des épines ou des bouts de branche, pour mieux décortiquer ces proies ou pour les entreposer. Les femelles pourraient-elles se baser sur la grosseur de l'entrepôt (= lardoir) pour choisir un mâle de qualité?
- Souvent perchées sur les plus hautes branches, faisant face au soleil, cherchant des proies. Leur masque noir autour des yeux aiderait-il à mieux voir sans être ébloui par des reflets?
- Plus il y a de perchoirs dans l'habitat, plus les territoires sont petits. Expliquez pourquoi.
- Dorment souvent sur la même branche nuit après nuit. Comment savoir ce qu'elles ont mangé?

BOMBYCILLIDAE: Jaseurs

- Grégaires et nomades; se nourrissent de petits fruits. « Irruptions » locales de groupes en hiver, qui restent sur place tant et aussi longtemps que des petits fruits sont encore disponibles.
- Pas territoriaux (seul le nid est défendu), et pas de chants. En groupe, ils émettent beaucoup de gazouillis doux servant de cris de contact, d'où leur nom en français.
- Une substance cireuse rouge est produite au bout du rachis des rémiges secondaires, d'où le nom anglais pour ces oiseaux (*waxwings*). À quoi est-ce que ça peut bien servir?

STURNIDAE: Étourneau sansonnet (le seul sturnidé en Amérique; beaucoup d'autres espèces ailleurs)

- D'Europe; introduit à New York (1890) par les "Amis de Shakespeare", répandu partout depuis.
- Bruyant; bon imitateur d'autres oiseaux et de divers sons, incluant des mots de notre langage.
- Grégaire, parfois avec d'autres espèces (surtout les carouges et les mainates). Passent la nuit en groupes immenses au dortoir; ne vous stationnez pas sous un arbre-dortoir (digestion la nuit...)
- Niche dans des cavités; le mâle ajoute au nid en construction des plantes aromatiques, apparemment pour impressionner la femelle, et possiblement pour diminuer les risques d'infection bactérienne (cependant, pas d'effet démontré sur les ectoparasites des oisillons).
- Pas de plumage nuptial, mais le bec change de couleur (passe de noirâtre à jaune) pour la période de reproduction, chez le mâle et la femelle.
- Mue déclenchée par une horloge interne circannuelle, synchronisée par la photopériode.

PASSERIDAE: Moineau domestique (plusieurs autres espèces dans l'ancien monde)

- D'Europe; introduit plusieurs fois en Nouvelle-Angleterre (1850-70), répandu partout depuis.
- Batailleurs, entre mâles, et femelle envers son partenaire.
- Bec change de couleur (passe de brun à noir) chez le mâle pour la période de reproduction.
- La grandeur de la bavette noire du mâle est proportionnelle au statut de dominance.
- Souvent en groupes, incluant la nuit; beaucoup de cris de contact (« *tchip* »)

CATHARTIDAE: Urubus, condor (les « vrais » vautours, de l'ancien monde, sont des accipitridés)

- Charognards. Tête nue, permet de plonger la tête dans des carcasses sans nuire au plumage, et permet aussi la perte de chaleur quand il fait chaud.
- Ils défèquent souvent sur leurs pieds (sans blague). Les fientes humides agissent comme un genre de sueur: leur évaporation refroidit l'oiseau. (Cigognes et fous font la même chose, parfois.)
- Champions du vol plané, ils écartent les primaires au bout de l'aile pour diminuer les turbulences autour de l'aile à basse vitesse. Les buses (ci-dessous) font la même chose pour la même raison.
- Les espèces qui localisent les carcasses à la vue volent haut, celles à l'odeur volent bas.
- Beaucoup d'individus aux carcasses. Quel organe de leur système digestif est bien développé?
- Grognent et sifflent, mais ne peuvent pas chanter. Quel organe ont-ils perdu?

ACCIPITRIDAE: Buses, aigles, éperviers, autour (et les vautours de l'ancien monde)

- Pattes très griffues (grosses griffes = serres) pour tuer les proies, bec crochu pour les décortiquer.
- La femelle est, plutôt mystérieusement, plus grosse que le mâle.
- Leur vision (capacité de résolution) est probablement la meilleure du règne animal; gros œil, énorme pecten, très grande densité de photorécepteurs dans les deux fovéas de chaque rétine.
- Incubation dès le premier œuf pondu, donc éclosion des oeufs non-synchronisée; fratricide présent.

FALCONIDAE: Faucons, crécerelle

- Ressemblent aux accipitridés, mais ailes plus pointues, et plus spécialisés dans la chasse aux oiseaux plutôt qu'aux petits rongeurs.
- Comme chez les accipitridés, femelle plus grosse que le mâle, excellente vision.
- Faucon pèlerin reconnu comme l'animal le plus rapide au monde, 180 km/h lors de ses vols en piqué. (Voir les apodidés en bas de page pour les champions de vitesse en vol horizontal.)
- Reconnus pour revenir au même nid (guère plus qu'une dépression dans le sol) année après année.
- Pondeurs indéterminés. En quoi cela était-il utile pour les programmes de réhabilitation du faucon pèlerin, lorsque cette espèce était à risque d'extinction?
- Kleptoparasites : il leur arrive de voler les proies capturées par d'autres oiseaux.

TYTONIDAE (Effraie) et STRIGIDAE (Hiboux, chouettes, ducs, nyctale, harfang)

- Carnivores nocturnes. Sens de l'ouïe très développé; les plumes autour de l'oreille forment des disques faciaux qui reflètent les sons vers l'oreille (le disque est triangulaire chez l'effraie).
- Yeux très larges, adaptés aux faibles intensités lumineuses (rétine très riche en bâtonnets), mais aussi capables de bien voir le jour. Vision binoculaire, aidée par des mouvements de la tête, pour bien évaluer la distance par parallaxe.
- Vol silencieux; le bord d'attaque de la première primaire est en dents-de-scie, ce qui diminue les mouvements d'air causant le bruit.
- Boulettes de régurgitation souvent utilisées pour détecter la présence des hiboux et identifier leur régime alimentaire (habituellement des petits vertébrés; parfois des invertébrés).
- Femelle plus grosse que le mâle, comme chez les accipitridés et falconidés.
- Ne construisent pas de nids, utilisent les vieux nids d'autres oiseaux, ou directement au sol ou dans des trous d'arbre.
- Éclosion des oeufs non-synchronisée (incubation dès le premier œuf), mais fratricide rare.

CAPRIMULGIDAE: Engoulevents

- Insectivores aériens crépusculaires et nocturnes (chassent quand même les insectes avec leur vue).
- Gros yeux avec tapetum lucidum.
- Longues vibrisses autour du bec pour attraper les insectes ou protéger les yeux.
- L'engoulevent d'Amérique mâle produit un « boom » avec ses primaires lors du vol nuptial.
- Œufs simplement déposés au sol ou sur feuilles mortes; parfois sur les toits plats des édifices; parent incubateur très bien camouflé.
- Boulettes de régurgitation contenant exosquelettes des insectes; consommation de grès.
- L'engoulevent de Nuttall peut maintenir un état de torpeur pendant des semaines, ressemblant à l'hibernation des mammifères.

APODIDAE: Martinets

- Insectivores aériens; en vol presque tout le temps; certains peuvent même dormir en vol.
- Ailes rigides et pointues; vol rapide (le martinet épineux –*white-throated needletail*– est réputé être l'oiseau le plus rapide au monde en vol horizontal, à 170 km/h) ; vol plané possible aussi.
- Matériaux du nid collés avec de la salive; nid collé sur une surface verticale, incluant l'intérieur de cheminées; peuvent passer la nuit en groupe dans des cheminées (le sommeil en vol n'est pas la norme); pattes très petites mais bonnes griffes pointues pour s'accrocher aux roches.
- Torpeur documentée chez quelques espèces.

TROCHILIDAE: Colibris

- Cette famille compte parmi elle les plus petits oiseaux du monde (aussi peu que 2 g).
- Peuvent voler sur place, de côté, vers l'arrière. Muscles du vol représentent 30% du poids corporel total. Muscle supracoracoïde de même grosseur que le pectoral.
- Avec vol sur place, se nourrissent de nectar, riche en énergie, pour alimenter leur haut métabolisme. Pollen et insectes, sources de protéines, sont des items moins fréquents (10% du régime alimentaire). Jabot bien développé. Langue avec sillons dans lesquels monte le nectar par capillarité. Préfèrent les fleurs rouges. Important rôle de pollinisateur.
- Mue annuelle très longue (4-5 mois). Pourquoi?
- Aucun duvet; environ 5 × moins de plumes de contour qu'un passereau de même poids. Pourquoi?
- 500 respirations par minute en vol; >1000 battements de cœur par minute lors d'interactions agressives; 80 battements d'aile par seconde lors du vol sur place. Non mais, pouvez-vous croire?
- Peuvent entrer dans un état de torpeur la nuit.

ALCÉDINIDAE: Martins-pêcheurs

- Carnivores, habituellement des poissons. Plongent d'une branche ou de vol sur place pour attraper des poissons près de la surface. Assomment les poissons (brisant leurs os et épines) sur une branche par la suite.
- Membrane nictitante employée sous l'eau.
- Produisent régulièrement des boulettes de régurgitation.
- Nichent dans des tunnels horizontaux (1-2 m de long) qu'ils creusent eux-mêmes dans une rive.

PHASIANIDAE: Tétr, gélinotte, lagopèdes, faisan, perdrix, cailles

- Tétras, gélinottes et lagopèdes parfois considérés dans leur propre famille à part, les tétraonidés, et sont des spécialistes des climats froids. Ce qui suit les concerne uniquement.
- Plumes aux pieds, une adaptation au froid. Plumes aux orteils chez les lagopèdes, formant des raquettes pour mieux marcher sur la neige. Orteils pectinés chez les tétras : excroissances sur les côtés, présents seulement en hiver, formant des raquettes ou aidant à marcher sur des branches.
- Lagopèdes et gélinottes passent beaucoup de temps dans des tunnels sous la neige en hiver. Pourquoi?
- Très bien camouflés (incluant des plumages blancs en hiver chez les lagopèdes), ils attendent souvent jusqu'à la dernière seconde avant de décoller d'un vol explosif pour s'enfuir. De quel type de fibres musculaires sont constitués leurs muscles pectoraux?
- Ne volent pas souvent : leur nourriture hivernale (feuilles et bourgeons) n'est pas riche en énergie. Et elle est difficile à digérer. De quoi a l'air leur système digestif?
- Si l'hiver est dur et la couche de neige est épaisse, un tétra du Canada peut manquer de grès et mourir parce que son gésier ne brise pas bien les aiguilles de conifères dont il se nourrit en hiver.
- Mâles souvent avec caroncules, et plusieurs espèces forment des leks avec danses très élaborées.
- Sons territoriaux avec les ailes ou la queue : *wing clap* du tétra du Canada, *drumming* de la gélinotte huppée, *tail clicking* de la poule des prairies.

COLUMBIDAE: Pigeon, tourterelle, colombes

- Certaines espèces granivores, d'autres frugivores.
- La masse charnue (peau épaisse) sur le bec au-dessus des narines s'appelle « opercule ».
- Chez le pigeon (et les poules), la tête avance et recule lors de la marche, possiblement pour fixer le regard lors de la recherche visuelle de graines au sol.

- Le pigeon de nos villes (pigeon biset) fut introduit d'Europe par les premiers colons.
- Comportement de cour assez élaboré, beaucoup de roucoulement par le mâle.
- Lait de pigeon: sécrétion liquide (muqueuse qui se détache) par le jabot des pigeons et régurgitée pour nourrir les oisillons (pendant les 3 premières semaines).
- La tourterelle triste est la championne des couvées multiples (jusqu'à 6 par année aux États-Unis).
- Les pigeons, bizarrement, n'ont pas de plaque d'incubation.
- Souvent observés à prendre des bains de soleil.
- Contrairement aux autres oiseaux qui boivent en prenant de l'eau dans leur bec, levant ensuite le bec et laissant couler l'eau dans la gorge par gravité, les colombidés aspirent l'eau avec leur bec.
- Les pigeons s'ajustent très bien à la captivité; plusieurs sont élevés en captivité (on parle alors de « pigeons domestiques »); utilisés dans beaucoup d'études en laboratoire sur le comportement.
- Beaucoup de sélections artificielles ont été faites avec le pigeon domestique, ce qui a grandement inspiré Darwin dans ses pensées et ses écrits sur l'évolution.
- Le pigeon domestique courrier a une excellente capacité à retrouver son pigeonnier, et a donc été le sujet de plusieurs études sur l'orientation. On retrouve chez lui une boussole solaire et une boussole magnétique. Il utilise aussi l'odeur de son pigeonnier pour retrouver ce dernier.
- En fin d'après-midi l'hiver, amusez-vous à regarder les tourterelles tristes des environs arriver sur le campus pour passer la nuit dans les conifères autour du Rémi-Rossignol.

CUCULIDAE: Coulicou, coucou

- Ne pas confondre coulicou et coucou. Les coulicous nord-américains ne sont pas des parasites obligatoires des nids comme leur cousin d'Europe (le coucou). Il arrive parfois aux coulicous de pondre un œuf dans le nid d'une autre espèce, mais en général ils construisent leur propre nid.
- Insectivores, spécialistes des chenilles.
- Visuellement discrets. Plus souvent entendus (cris territoriaux incluant souvent un long « cou »), incluant la nuit parfois.

PARULIDAE : Parulines

- Petits insectivores de boisés. Beaucoup d'espèces différentes. Particulièrement visibles lors de la migration (printemps surtout), alors qu'elles se déplacent en grandes vagues.
- À la migration d'automne, les parulines rares (*vagrants*) sont plus souvent des parulines de l'ouest du pays retrouvées sur la côte de l'est plutôt que le contraire. Pourquoi?
- Communément victimes du vacher à tête brune. Comme ce dernier aime les espaces ouverts, la fragmentation des forêts nuit aux parulines en augmentant le nombre de vachers.

VIRÉONIDAE: Viréos

- Le mot « viréo » vient du latin *virere*, qui veut dire « être vert ». La plupart des viréos sont olivâtres. Vous souvenez-vous comment mélanine et carotènes se combinent pour donner le vert?
- Ressemblent beaucoup aux parulines, et souvent dans les hautes strates des arbres comme plusieurs parulines, mais moins actifs que les parulines, méthodiques plutôt que frénétiques. Rappelez-vous encore une fois que le comportement peut aider à l'identification des espèces.
- Construisent des nids suspendus entre deux branches.
- Le viréo aux yeux rouges chante de façon très persistante en plein milieu du jour, même quand il fait très chaud, ce qui est rare pour un oiseau.
- Le viréo aux yeux rouges est une victime fréquente du vacher à tête brune.

ICTÉRIDAE : Carouge, mainates, orioles, goglu, vacher

- Omnivores. Bec fort, surmonté d'une arête médiane appelée le culmen.
- La plupart préfèrent des habitats dégagés (champs, marais, boisés peu denses).
- Le carouge à épaulettes est très étudié, particulièrement pour sa polygamie : plus d'une femelle peuvent s'établir dans le territoire d'un mâle.
- Le carouge à épaulettes est réputé être l'espèce la plus abondante en Amérique du Nord.
- Le vacher à tête brune est le seul parasite des nids obligatoire au Canada.
- Le goglu est un exemple d'oiseau qui chante en vol.
- Hors de la saison de reproduction, différentes espèces d'ictéridés dorment ensemble dans des dortoirs pouvant contenir des milliers d'individus; les étourneaux se joignent souvent à eux.

FRINGILLIDAE: Chardonnerets, bec-croisés, dur-bec, gros-becs, roselins, sizerins, tarin, pinson, canari

- Bec conique adapté pour manger des graines; fréquentent souvent les mangeoires.
- Souvent en groupe en automne et hiver; nomades sur des centaines de km pour trouver des graines.
- Le bec-croisé est spécialisé pour se nourrir des graines à l'intérieur de cônes de conifères.
- Les sizerins emmagasinent des graines dans leur cavité buccale plutôt que dans leur jabot.
- Alimentation granivore facilite la captivité, le canari étant un exemple typique.
- Sujets d'étude populaires sur l'acquisition du chant typique de l'espèce.

EMBÉRIZIDAE: Bruants, junco, tohi

- Granivores, bec conique. La plupart nichent et se nourrissent au sol ou près du sol.
- Les bruants (*sparrows*) sont de petits oiseaux bruns; les espèces se ressemblent beaucoup et sont plus facilement distinguées au chant. Certaines espèces chantent en vol.
- Les géospizes, ou pinsons de Darwin, sur les Iles Galapagos, appartiennent à cette famille.

CARDINALIDAE : Cardinaux, passerins, dickcissel

- Bec conique, mais régime alimentaire plutôt omnivore. Aiment l'orée des bois et les zones de contact entre différents habitats.
- Mâle très coloré (incluant l'ultra-violet) chez plusieurs espèces.
- Chez quelques espèces, la femelle chante.

GRUIDAE: Grues

- Parmi les plus grands oiseaux du monde (jusqu'à 1.5 m de haut).
- Leur longue trachée repliée près du sternum leur donne une voix (cris) très résonante.
- En migration, volent en formation (en V) comme les bernaches.
- Comportement de cour très élaboré, avec sauts et danse.
- La grue du Canada salit ses plumes avec de la boue lors de l'incubation, pour se camoufler.

RALLIDAE: Râles, foulque, gallinule

- Vivent dans des marécages; nagent, plongent; râles passent aussi beaucoup de temps à marcher entre les roseaux, ce qui est facilité par leur corps comprimé latéralement (« *thin as a rail* »).
- Les râles sont peu visibles, entendus (cris) plus souvent que vus, surtout le soir et la nuit.
- Les foulques sont plus visibles, ressemblent à (mais ne sont pas) des canards.

ANATIDAE: Canards, oies, cygne, harles (= bec-scies)

- Aquatiques; pieds palmés; grosse glande uropygienne.
- Les canards se nourrissent de plantes aquatiques, plancton, poissons, et invertébrés. Les oies sont strictement végétariennes et ont deux caeca très développés.
- Plumes de l'aile muent toute ensemble; pendant 3-4 semaines, l'oiseau ne peut pas voler.
- Les canards dits « plongeurs » peuvent nager sous l'eau, s'envolent en courant sur l'eau; les canards dits « barboteurs » peuvent seulement immerger leur tête, s'envolent d'un seul coup.
- Chez la plupart des canards, le mâle quitte la femelle et elle seule bâtit le nid, incube les œufs, et prend soin des jeunes précoces. À l'opposé, oies et cygnes s'accouplent pour la vie.
- Parasitage des nids à l'intérieur de la même espèce (*egg-dumping*) explique certaines couvées énormes (ex.: 17 œufs du morillon à tête rouge). Pas la même chose que les crèches, qui sont des regroupements de plusieurs couvées de jeunes sous la garde de quelques adultes (ex. : bernache).
- Admirez la très belle collection de canards empaillés du département dans l'aile C, et songez comment une telle collection peut avoir été amassée : la chasse aux canards est très populaire.

GAVIIDAE: Plongeurs (= huarts)

- Oiseaux aquatiques piscivores très adaptés à la plongée, à partir de la surface.
- Pattes placées en arrière du corps, ce qui rend la nage facile sous l'eau mais les déplacements sur terre très maladroits. Les pattes propulsent l'oiseau lors de la nage en plongée.
- Habitent des lacs en été, et des eaux côtières en hiver.
- Transportent leurs jeunes oisillons précoces sur leur dos.
- Large territoire (souvent une seule paire présente par lac) ré-occupé année après année.

PODICIPEDIDAE: Grèbes

- Bien adaptées à la plongée, pattes vers l'arrière. Mangent poissons et insectes aquatiques.
- Comme les plongeurs, s'envolent en courant sur l'eau (problème en automne lorsque l'eau gèle).
- Comme les plongeurs, elles transportent leurs jeunes oisillons précoces sur leur dos.
- Comme les plongeurs, peuvent caler lentement dans l'eau en expulsant l'air de leur plumage.
- Ingèrent leurs propres plumes, pour une raison incertaine. Protection contre os pointus de poisson?

ARDEIDAE: Hérons, butors, bihoreaux, aigrettes

- Longues pattes, long cou, et long bec, des adaptations à la capture de poissons dans l'eau des marécages, étangs, et grèves, à partir d'une position debout.
- L'expérience semble importante puisque les individus plus âgés sont de bien meilleurs pêcheurs.
- Ils volent avec le cou replié sur les épaules (contrairement aux grues, qui ont le cou étendu).
- Nichent souvent en colonie dans des arbres.
- Éclosion asynchrone; fratricide présent chez plusieurs espèces.
- Jeunes nourris par régurgitation, comme c'est souvent le cas chez les espèces piscivores.
- Butor d'Amérique reconnu pour lever haut son cou et son bec, pour avoir l'air d'un roseau.
- Longues plumes nuptiales sur la tête, le cou, ou le dos; exploitées pour décorer des chapeaux de femmes à la fin du 19^e et début du 20^e siècle, menant à un grand déclin des populations.
- Glande uropygienne peu développée; comment alors imperméabilisent-ils leur plumage?

CHARADRIIDAE: Pluviers, gravelots

- La plupart sont des oiseaux de rivage trapus, bec relativement court et épais.
- Se nourrissent d'invertébrés au sol, trouvés visuellement avec leurs gros yeux.
- Coloration généralement plus contrastée que celle des bécasseaux (prochaine famille).
- Le kildir est reconnu pour faire semblant d'être blessé pour attirer les prédateurs loin du nid.

SCOLOPACIDAE: Chevaliers, bécasseaux, tournepierres, bécasse, maubèche, courli, barge, phalaropes

- La plupart sont des oiseaux de rivage, mais avec le bec plus long et plus fin que celui des pluviers.
- Se nourrissent souvent d'invertébrés enfouis dans la vase, trouvés tactilement avec le bec.
- Abondants et largement répandus; durant la longue migration, ils se rassemblent souvent en grand nombre sur les battures lors d'escales migratoires, comme à Dorchester Cape ou Mary's Point.
- La plupart des espèces nichent dans ou près de l'Arctique. Leurs migrations sont très longues. La barge rousse mentionnée dans le chapitre sur la migration est un scolopacidé.
- Dorment sur une seule patte; si dérangés, restent sur une patte pour sautiller plus loin.
- Bons sujets d'étude pour les modes d'accouplement (monogamie, polygynie, polyandrie, leks).
- Crèches observées chez plusieurs espèces.

PHALACROCORACIDAE: Cormorans

- Piscivores, bons nageurs sous l'eau. Plonge de la surface; plongées durent habituellement 20-40 secondes. Ne demeurent pas sur l'eau pour se reposer, préfèrent revenir sur la terre ferme.
- Leurs plumes peuvent se mouiller, ce qui alourdit l'oiseau, diminue la flottaison et donc facilite la plongée; quand vient le temps de sécher ces plumes, les cormorans ouvrent leurs ailes au vent.
- Tout comme les plongeurs et les grèbes (d'excellents plongeurs eux aussi), leurs os ne sont pas très pneumatiques (ne contiennent pas beaucoup de pochettes d'air qui les feraient trop flotter).
- *Phalacrocorax* veut dire « corbeau chauve ». Les cormorans sont souvent noirs et ont des plaques de peau nue sur la tête, lesquelles deviennent plus colorées lors de la saison de reproduction.
- Très sociaux, nichent en colonies où les excréments s'accumulent (accumulation = quel nom?).

HYDROBATIDAE (pétrels = océanites) et PROCELLARIIDAE (puffins, fulmar)

- Oiseaux marins, rarement vus par les observateurs stationnés sur la terre ferme.
- Le nom "pétrel" vient peut-être de Saint-Pierre parce qu'ils "marchent sur l'eau" (volent très bas au-dessus de la surface de l'eau et laissent parfois pendre leurs pattes sur la surface).
- Possèdent des narines externes tubulaires; bon sens de l'odorat, qu'ils utilisent pour trouver leur nourriture (matière en décomposition qui flotte, poissons ou crustacés de surface).
- Nichent en colonies; activité nocturne à la colonie car très vulnérables aux prédateurs diurnes.
- Les pétrels vomissent sur leurs prédateurs ou compétiteurs pour se défendre.

SULIDAE: Fous

- Le fou de Bassan, le seul sulidé de notre région, est notre plus grand oiseau de mer.
- Piscivores marins. Adaptés à la plongée de très haut : vision binoculaire, crâne renforcé, gros sacs aériens pour absorber le choc, plumes du vol muées une par une sur une longue période, narines bouchées par de l'os (en temps normal l'oiseau doit respirer par la bouche, grâce à une fente aux coins de son bec, fente qui peut se fermer lorsque l'oiseau est en plongée).
- Incubent leurs oeufs sous leurs pieds palmés plutôt qu'avec une plaque incubatrice.

LARIDAE : Goélands, mouettes, labbes, sternes, bec-en-ciseau

- Nichent en colonies; harcèlent (*mobbing*) farouchement tout prédateur qui s'en approche. Canards et grèbes nichent souvent dans des colonies de goélands pour tirer parti de cette protection, mais ils doivent alors bien protéger leurs jeunes contre les attaques prédatrices des goélands.
- Mâles nourrissent souvent les femelles pendant la cour (*courtship feeding*).
- Parents reconnaissent leurs jeunes par leur apparence; jeunes reconnaissent leurs parents par leurs cris.
- Goélands et mouettes sont omnivores; sternes sont piscivores. Goélands préfèrent la nourriture d'origine aquatique, mais sont quand même très adaptables (dépotoirs, champs labourés, etc.).
- Goélands ont appris que les dépotoirs sont fermés les dimanches, et vont ailleurs; mais sont confus par les fermetures de congés fériés et passent alors toute la journée à attendre les camions de vidange au dépotoir en vain! Ont appris que les stades de sport sont de bonnes sources de nourriture (déchets) après une partie. Ont appris que les bateaux de pêche relâchent souvent des poissons morts ou des viscères de poissons, et les suivent assidûment. Ont appris que les tracteurs qui labourent ou qui hersent exposent des vers de terre, et les suivent assidûment.
- Les plus grosses espèces sont parfois kleptoparasites : elles volent les poissons attrapés par d'autres oiseaux. Les victimes sont habituellement des immatures ou de jeunes adultes d'autres espèces.
- Comme les corneilles, peuvent laisser tomber des bivalves ou des gastropodes du haut des airs sur des roches pour les briser.
- Peuvent vivre assez vieux (20 ans); les goélands plus âgés trouvent plus de nourriture et sont de meilleurs parents.

ALCIDAE: Marmettes, macareux, guillemots, alques, pingouin (≠ manchots)

- Oiseaux marins, excellents plongeurs et nageurs. Contrairement aux plongeurs (= huards) et aux grèbes qui se propulsent sous l'eau avec leurs pattes, les alcidés se propulsent sous l'eau avec leurs ailes pour attraper les poissons ou le plancton dont ils se nourrissent.
- Considérez leurs nombreuses adaptations du plumage pour la plongée en eau froide : plumes très denses (2 fois plus que pour un goéland de même taille), aptéries très petites et portant des plumes de duvet de toute façon, plumes de contour qui ont un hyporachis de duvet, narines recouvertes de plumes, glande uropygienne bien développée.
- Nichent habituellement en colonie sur des falaises, souvent sur des îles. Leurs proies (bancs de poissons ou regroupements de plancton) sont distribuées en mer irrégulièrement et de façon imprévisible; quel est donc l'avantage de nicher en colonies?
- Les macareux (*puffins*) nichent dans des terriers. Devrait-on s'attendre à ce que les parents soient capables de reconnaître leurs jeunes?
- En dehors de la saison de reproduction, ces oiseaux sont toujours en mer. Ils flottent sur l'eau.
- Attention : pingouin ≠ manchots. Les manchots (famille des sphéniscidés) sont appelés « *penguins* » en anglais, mais « manchots » en français. En français, le mot « pingouin » est réservé au petit pingouin, une espèce d'alcidé qu'on retrouve dans l'Atlantique nord. Les 17 espèces de manchots, elles, ne se retrouvent que dans l'hémisphère sud. Le petit pingouin nage bien et vole bien; les manchots, eux, ne volent pas du tout (mais ils sont des nageurs hors-pairs).