

08.10.2003 > 18.04.2004

museum



Didactisch dossier

fatal attraction

dieren op vrijersvoeten

VOOR EEN GESLAAGD BEZOEK...

Welkom in het Museum voor Natuurwetenschappen.

Welkom in Fatal Attraction, onze nieuwe tentoonstelling over de liefdestaal en de verleiding bij dieren.

In dit dossier vind je een beschrijving van de inhoud en het scenario van de tentoonstelling, alsook lijsten van de tentoongestelde opgezette dieren en de interactieve displays, die je wegwijs maken in deze materie. Wij hebben enkele korte wetenschappelijke artikels bijgevoegd, die toelichting geven over de liefdescommunicatie bij dieren, en een keuze van bibliografische referenties.

Begeleiding bij het bezoek

Fatal Attraction is een interactieve tentoonstelling, waar je de informatie persoonlijk moet ervaren. Een 'traditionele' rondleiding is hier dus niet mogelijk. Groepen die dit wensen kunnen wel een begeleidende gids-animator aanvragen, die een algemene inleiding over het onderwerp en uitleg bij de verschillende zones van de tentoonstelling geeft. Hij of zij verklaart bepaalde dingen nader, biedt hulp bij de displays en beantwoordt vragen.

Duur: 75 minuten, vanaf het derde leerjaar.

Natuuratelier

Na een begeleid bezoek aan de interactieve tentoonstelling is er tijd voor nog meer actie. In het atelier verdiepen je leerlingen zich verder in het 'liefdesleven' van de dieren. Een geurspoor, een paringsdans, een lokroep... ze proberen het zelf uit. Verleidelijk niet?

Duur: 2 uur (bezoek aan tentoonstelling inbegrepen), vanaf het derde leerjaar (enkel mogelijk om 10 of 13 uur).

De Junior journalistenwedstrijd 2004 van het Davidsfonds met als thema 'Vriend of vijand, liefde, haat', leunt nauw aan bij het thema van onze tentoonstelling 'verleiden'. Het ligt dan ook voor de hand dat het Museum voor Natuurwetenschappen en het Davidsfonds voor dit project samenwerken. Willen je leerlingen iets schrijven over 'verleiden', laat ze zich inspireren door 'dieren op vrijersvoeten' en misschien mogen ze met de hele klas gratis naar het Museum voor Natuurwetenschappen.

De Nederlandstalige scholen van Brussel van het lager en secundair onderwijs die aan de educatieve activiteiten in ons museum deelnemen, genieten van volgend voordeel: de Vlaamse Gemeenschapscommissie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest kent een leerlinggebonden toelage toe. Inlichtingen bij de reserveringen op tel. 02 627 42 52.

Documenten

De werkbladen bij de tentoonstelling kan je gebruiken tijdens een zelfstandig bezoek aan de tentoonstelling of bij de naverwerking in de klas. Er bestaat een werkblad voor niveau 2 (9-12 jaar) en een voor niveau 3 (13-15 jaar). Je kan ze van onze webstek afhalen of ter plaatse één per leerkracht krijgen.

Naast dit didactisch dossier kan je ook een praktische gids 'Aanbod aan groepen' vinden op hetzelfde adres:

www.natuurwetenschappen.be

Groepstarieven (vanaf 15 personen)

Toegang Fatal Attraction + vaste tentoonstelling

Volwassenen: 6 €

Jongeren (2-25 jaar): 4.50 €

Een gratis begeleider per 15 personen

Gratis voor leerkrachten met een lerarenkaart. De eerste woensdag van de maand vanaf 13.00 uur is de toegang gratis voor alle bezoekers. Dan zijn er geen groepsreserveringen mogelijk.

Rondleidingen

Jongeren (tot en met 15 personen): 35 €

Volwassenen (tot en met 15 personen): 62 € in de week, 75 € in het weekeinde

Ateliers

2.80 € / kind, bovenop de toegangsprijs

Verplichte reservering voor groepen: 02 627 42 52

Info dag en nacht: 02 627 42 38

Museum voor Natuurwetenschappen

Educatieve Dienst

Vautierstraat 29

1000 Brussel

Tel.: 02 627 42 27

Fax: 02 646 44 66

info@natuurwetenschappen.be



Fatal Attraction - dieren op vrijersvoeten, een tentoonstelling over verleiding bij dieren

Tijdens de paartijd baltsen futen en brengen geschenkjes aan voor hun partner. Groeten, schreeuwen, gepaarde bewegingen, geschenken, dansen zijn in werkelijkheid houdingen en rituelen waarmee de partners kunnen communiceren. Mannetjes en vrouwtjes moeten elkaar ontmoeten, herkennen, verleiden. Als ze voor elkaar geschikt zijn, zullen ze nesten bouwen en jongen krijgen.



Pauwen spreiden hun staart, struisvogels dansen, beloega's fluiten, roodborstjes zingen... Elke soort praat over liefde op zijn manier en met zijn middelen, aangepast aan zijn specifiek milieu. Is het nodig dat het vinden van een partner zoveel energie vraagt? En trekt wie zich laat opmerken, ook geen belagers of rivalen aan? Geldt dit alles ook voor de mens?

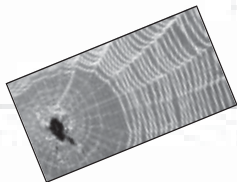
Fatal Attraction - dieren op vrijersvoeten geeft een antwoord op deze vragen en toont aan de hand van talrijke voorbeelden de verschillende aspecten van verleiding bij dieren:

- de signalen waarmee ze een potentiële partner aantrekken (geuren en smaken, kleuren en baltsen, liedjes en geluiden);
- de invloed van de omgeving op de werking van een signaal;
- de risico's verbonden aan het lokken van een partner.

Dit zijn de drie hoofdthema's van de tentoonstelling (waarvan je in dit dossier samenvattingen vindt). Als inleiding tot je bezoek krijg je enkele foto's van dierenparen te zien; op het einde van de tentoonstelling hebben ze al kleintjes. Ook de mens wordt niet vergeten. Zijn geval verdient een knipoog (sommige gedragingen zijn onze vrienden de dieren niet vreemd).

Fatal Attraction werd gerealiseerd door het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, in samenwerking met het Musée National d'Histoire Naturelle (Paris) en het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis (Leiden). De nieuwste wetenschappelijke ontdekkingen komen er aan bod: de allerlaatste observaties op gebied van 'liefdescommunicatie' bij dieren én exemplaren uit alle hoeken van de wereld. Taxidermisten van deze drie musea hebben de meeste dieren in een heel realistische 'verleidingshouding' opgezet.

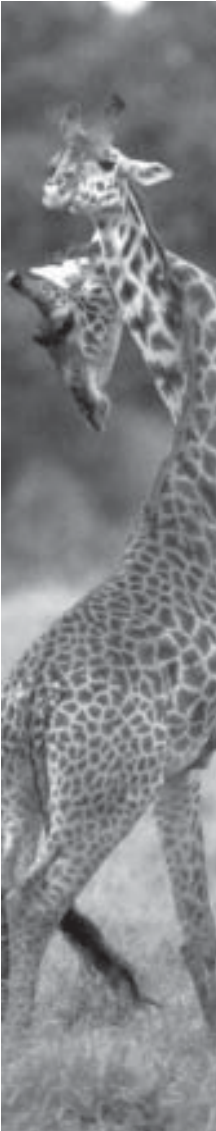
Activiteiten voor alle leeftijden, interactieve displays en video's, duidelijke beknopte teksten: je kan de plaats innemen van dieren zoals de clownvis, het hert of de vuurvlieg om hun verleidingslijsten te ontdekken - en vooral te testen. Slaag je er in de ware te vinden?



Merk op: voor elk tentoongesteld dier duiden we aan
- of het om een opgezet exemplaar, een afgietsel of een model gaat;
- of er een videofilmje of een display bij hoort (dit wordt dan kort beschreven);
- zijn wetenschappelijke naam en eventuele Nederlandse, Engelse en Franse namen.

In de teksten van de tentoonstelling hebben we bewust antropomorfismen en finalismen zo veel mogelijk vermeden. De dieren 'spreken' dus niet en ze gebruiken geen signalen om een partner te lokken maar ze lokken een partner met behulp van signalen.

1. Mannetje en vrouwtje: hoe hebben ze elkaar gevonden ?



Geslachtsrijpe mannetjes en vrouwtjes leven zelden heel het jaar als paar samen. Maar het merendeel planten zich geslachtelijk voort en moeten elkaar dus ontmoeten, al is het kortstondig. Met signalen kunnen ze soortgenoten aantrekken, elkaars geslacht vaststellen en elkaar 'verleiden': de vrouwtjes melden hun ontvankelijkheid (dat ze dus paringsbereid zijn) en de mannetjes laten zien dat ze goede partners zijn. Deze informatie-uitwisseling tussen de geslachten is heel belangrijk: het is het paringsritueel, de balts, zonder welke het voortplantingsseizoen verloren kan gaan.

Dieren communiceren met signalen: liedjes, geschreeuw, houdingen, mimiek, geuren (mensen communiceren ook met visuele, geur- of andere signalen, maar ze hebben bovendien de taal). Tijdens de paartijd zijn veel van die signalen voor de partners bestemd: levendige of schitterende kleuren, een klaaglijk lied, een bedwelmend parfum of een sexy deuntje, een eerbiedige dans, een trotse parade. Deze liefdesboodschappen zijn misschien reeds een verrassing, maar er bestaat nog beter: geursporen, trillingen, lichtseinen, voor ons oog onzichtbare kleuren, voor ons onhoorbare geluiden. De vormenrijkdom van deze boodschappen is haast oneindig!

Elke diersoort heeft zijn eigen communicatiesignalen. De meeste soorten kunnen verscheidene types signalen uitzenden en ontvangen: ze combineren chemische, visuele, geluids- en trilsignalen om hun boodschap door te geven.

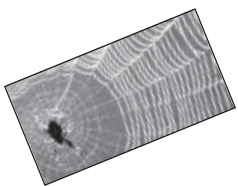


Om te lezen (zie de rubriek 'Enkele artikelen om meer te weten'):
Zicht en ultraviolette signalen (Marc Théry, CNRS - MNHN)
De voortplanting van geluiden (Jean Wallenborn, ULB)
Seksferomonen (J.C. van Lenteren, Wageningen)

1.1. Chemische signalen

De chemische communicatie, die bij zoogdieren, reptielen en insecten veel voorkomt, lukt dankzij onzichtbare stoffen: de feromonen (geuren en smaken). Deze boodschappers werken bijzonder goed in de lucht en in het water. Ze kunnen zich heel vlug en heel ver voortplanten. Toch kan de snelheid en de kracht van de wind (of van de stroming) de afgelegde afstanden beïnvloeden of de sporen verstoren. De concentratie van het product heeft ook beperkingen: is het te geconcentreerd, dan kan het afstoten; is het te verdund, dan kan het niet meer waargenomen worden.

De tijdens liefdescommunicaties vrijgekomen geslachtsferomonen wekken de seksuele aantrekking op en stimuleren de paring. Ze zouden ook informatie verschaffen over de geslachtsrijpheid van het dier dat ze afscheidt.



Modules en tentoongestelde dieren

Frisse adem?

Alleen wanneer een tamme zeug paringsbereid is, neemt ze een paarhouding (onbeweeglijk met gespitste oren) aan zodra ze de geur van de varkensbeer waarneemt. Bij de varkensteelt wordt dit gedrag als test voor haar ontvankelijkheid gebruikt.

- . opgezette zeug
- . videofilmje
- . *Sus scrofa*, varken, domestic pig, porc domestique

Mag ik even aan je ruiken?

De mannetjessabelantilope snuffelt en likt aan het achterste van de vrouwtjes op zoek naar urinesporen, waaruit hij opmaakt of de vrouwtjes al dan niet paringsbereid zijn.

- . opgezette antilopen (een paar)
- . videofilmje
- . *Hippotragus niger*, sabelantilope, sable antelope, antilopes des sables



Aan het lijntje

Een kamspinvrouwte *Cupiennius* 'parfumeert' een van de draden van haar web. Het mannetje volgt dit geurspoor en laat de bladeren trillen waarop ze beide zitten. Als ze op dezelfde wijze antwoordt, zal hij haar benaderen.

- . opgezette kamspinnen (een paar)
- . interactieve display: vind al tastend de draad die naar je vrouwte leidt.
- . *Cupiennius salei*, kamspin, wandering spider, /

Liefdespijl

Wijngaardslakken zijn hermafrodiet, maar om zich voort te planten moeten ze toch met twee zijn. Ze vinden elkaar door geurslijmsporen te volgen. Daarna drukken ze zich helemaal tegen elkaar aan en prikken elkaar met een kalken dolk: dat zou ze stimuleren!

- . afgietsels van slakken
- . interactieve display: aai een reuzenslak; als hij je leuk vindt, komt zijn kalken dolk te voorschijn.
- . *Helix pomatia*, wijngaardslak, roman snail, escargot de Bourgogne

Hallo, wie ruikt daar zo ?

De voelsprietten van het mannetje van de zijdevlinder - een nachtvlinder - zijn zo gevoelig voor de feromonen van het vrouwte dat hij haar op 10 km afstand kan vinden.

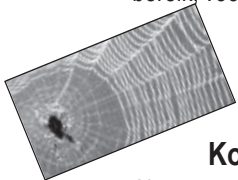
- . opgezette zijdevlinders (een paar)
- . interactieve display: vind je vrouwte via de geur
- . *Bombyx mori*, zijdevlinder, silkwormmoth, bombyx du mûrier

1.2. Visuele signalen

Zoogdieren, vogels, vissen, insecten en zelfs sommige schaaldieren gebruiken visuele communicatie. Maar bij de vogels is die het meest ingewikkeld en indrukwekkend.

De veranderingen in de kleur van veren (vogels) of huid (primaten) zijn visuele signalen, die inlichtingen geven over de rijpheid, de ontvankelijkheid en de seksuele opwindning. Maar het gebruik van contrasten, het baltsen, het dansen, het spelen met licht zijn nog meer visuele middelen die de aandacht trekken.

Visuele signalen hebben het voordeel dat ze onmiddellijk doorgegeven worden. Hun nadeel is hun klein bereik, vooral onder water.



Modules en tentoongestelde dieren

Kom in mijn halletje

Als een vrouwelijke wenkkrab klaar is om te leggen, gaat ze op zoek naar een mannetje. Die wacht aan de ingang van zijn hol en probeert haar aandacht te trekken door zijn enorme schaar te bewegen. Als het werkt, komt het vrouwte eerst het hol nader bekijken eer ze eitjes legt.

- . opgezette wenkkrabben (een paar)
- . videofilmpje
- . *Uca tangeri*, wenkkrab, fiddler crab, crabe violoniste

Uitslover!

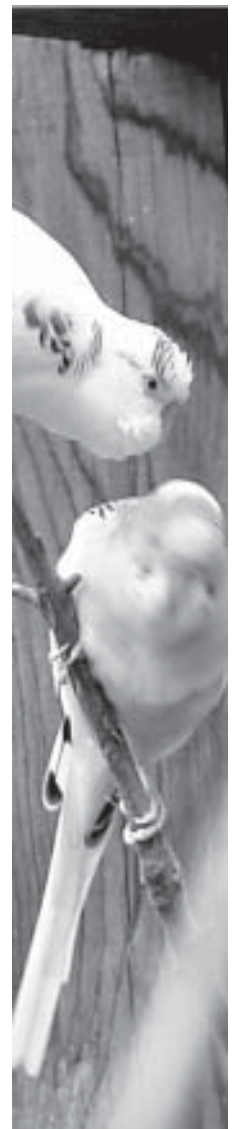
Tijdens de balts spreidt het struisvogelmannetje zijn grote zwarte en witte veren uit en zijn poten en nek zijn roder dan gewoonlijk. Als het vrouwte kop en vleugels laat zakken, dan is ze paringsbereid.

- . opgezet struisvogelmannetje
- . videofilmpje
- . *Struthio camelus*, struisvogel, ostrich, autruche

Onzichtbare kleuren

Grasparkieten zien ultraviolet. Mannetjes en vrouwtes herkennen elkaar aan de ultraviolette vlekken op hun wangen en hun kruin, terwijl voor ons alleen de kleurvlek boven de bek verschilt: blauw bij hem, beigebruin bij haar.

- . opgezette grasparkieten (een paar)
- . interactieve display: bekijk een paar parkieten met ultraviolet licht
- . *Melospittacus undulatus*, grasparkiet, budgerigar, perruche ondulée



Flitsende mannetjes

Een vrouwelijke bootsmanvis licht op als ze bereid is tot paren. Het mannetje vindt haar, knort en, als ze grijze vis wordt lichtend roze!

- . afgietsels van bootsmanvissen (een paar)
- . videofilmje
- . *Porichthys notatus*, noordelijke bootsmanvis, midshipman, /

Een zwak voor blauw

Voor een satijnvogelvrouwtje moet het mannetje een goed architect en decorateur zijn. Deze bouwt een p allerhande blauwe voorwerpen (de kleur van zijn veren) versiert.

- . opgezette satijnvogels (een paar, waarvan één uit 1834 stamt!)
- . interactief display: versier de drempel van je prieel
- . *Ptilonorhynchus violaceus*, satijnvogel, satin bower-bird, oiseau satin

Dubbel aantrekkelijk

Bij de mannelijke mandrils zorgt opwinding voor hevige kleuren (blauw, rood, geel) op gezicht en gesla aantrekkelijk voor de vrouwtjes.

- . opgezette mannelijke mandril
- . interactief display: ontdek de gekleurde zones
- . *Papio sphinx*, mandril, mandrill, mandrill

Zo trots als een pauw

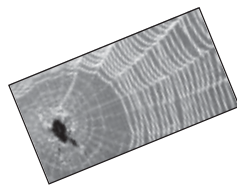
De pauwhaan pronkt met zijn grote staart: de pauwhen verkiest een haan met mooie grote glanzende e getekende oogvlekken. Dit zou op een goede gezondheid wijzen.

- . opgezette pauwen (een paar)
- . interactief display: kies het aantrekkelijkste mannetje
- . *Pavo cristatus*, blauwe pauw, indian peacock, paon



1.3. Geluidssignalen

Geluiden dragen ver en in alle richtingen, en overwinnen veel hindernissen. In het water gaan ze vier tot vijf maal vlugger dan in de lucht. De mens kan niet alle geluiden horen, want ze vallen buiten zijn gehoorbereik: het zijn infrageluiden (lage geluiden, met een lage frequentie) en ultrageluiden (hoge geluiden, met een hoge frequentie). In de paartijd zijn de meeste geluidssignalen boodschappen van dieren die op zoek zijn naar een partner. Geschreeuw, gezang, gebrom, gekletter, geknor... Verleidingssignalen met geluid zijn heel uiteenlopend. En niet alleen vogels gebruiken ze: vissen, amfibieën, insecten en zoogdieren kunnen ze maken en ontvangen. Buiten de insecten zijn er nog geleedpotigen met geluidssignalen: langoesten sjirpen door hun voelsprietten tegen hun kop te wrijven en garnalen doen dit door hun kop tegen hun lijf te wrijven.



Modules en tentoongestelde dieren

Slapeloze nachten

Vrouwtjesmuggen maken nogal wat lawaai als ze vliegen. Aan de snelheid waarmee haar vleugels bewegen herkennen mannetjes soortgenoten en of ze paringsbereid zijn.

- . opgezette mannetjes- en vrouwtjesmuggen
- . interactief display: vind je vrouwtjes op het gehoor
- . *Anopheles stephensi*, malariamug, mosquito, moustique

Spinnentamtam

Het mannetje van de trommelwolfsspinn verleidt het vrouwtje door met zijn achterlijf op dode bladeren te kloppen, die de trillingen tot bij haar doorsturen. Het vrouwtje kiest het mannetje dat de meeste keren achter elkaar trommelt: zo'n mannetje is beslist in goede vorm.

- . opgezette mannelijke- en vrouwelijke trommelwolfsspinnen
- . interactief display: luister naar het mannetje en zie hoe de bladeren trillen
- . *Hygrolycosa rubrofasciata*, trommelwolfsspinn, drumming wolfspider, araignée-loup

Nachtelijk gekrijs

Vleermuizen vinden hun weg door ultrasonen, maar de mannetjes gebruiken ze ook bij de balts: hoe harder en hoe vaker ze schreeuwen, hoe meer kans ze maken bij de vrouwtjes.

- . opgezette mannetjes- en vrouwtjesvleermuizen
- . interactief display: vindt het mannetje met een detector voor ultrageluiden
- . *Pipistrellus pipistrellus*, gewone dwergvleermuis, pipistrelle, pipistrelle

Fluiten naar de meisjes

Het gefluit van een mannetjeskanarie schrikt rivalen af en trekt vrouwtjes aan. Ze reageren vooral op ingewikkelde vlugge trillers (want ze vereisen een goede lichaamsconditie).

- . opgezette kanaries (een paar)
- . interactief display: kijk naar de reacties van het vrouwtje en kies wat zij het aantrekkelijkste liedje vindt
- . *Serinus canaria*, kanarie, canary, canari

Zij vraagt, hij draait

De liervogel balst door zijn prachtige staart boven zijn kop te houden en door allerlei geluiden na te bootsen! Zijn succes hangt af van de grootte van zijn repertorium aan imitaties.

- . opgezette liervogels (een paar, waarvan één uit 1841 stamt!)
- . videofilmpje
- . *Menura novaehollandiae*, liervogel, lyrebird, oiseau-lyre

Dat wordt brullen

In de herfst, de paartijd, burt het hert. Hoe krachtiger en hoe vaker hij dit doet (hij is dus in uitstekende vorm), hoe groter de kans dat hij zijn harem kan houden en andere hinden kan aantrekken.

- . opgezet hert
- . interactief display: wedijver met het hert door luid en vaak te burlen
- . *Cervus elaphus*, edelhert, red deer, cerf



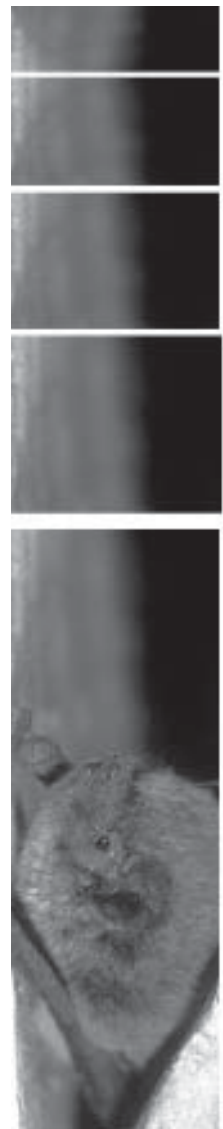
2. Signalen moeten werken

Signalen uitzenden is een zaak, maar ze moeten ook de partner bereiken. Signalen verslechteren onderweg. Dit hangt af van hun eigen kenmerken en die van het milieu waardoor ze gaan: teveel achtergrondgeluid, teveel stroming, te weinig licht, partners te ver van elkaar... Zowel in de lucht als in het water is er

altijd wel een hindernis die een signaal minder efficiënt maakt. Maar elke diersoort beschikt over signalen die aan zijn milieu aangepast zijn. Deze aanpassing is het resultaat van de natuurlijke selectie.



Om te lezen (zie de rubriek 'Enkele artikelen om meer te weten'):
De natuurlijke selectie (Patrick Blandin, MNHM - Paris)
Voortplanting van het licht in water en lucht (Marc Théry, CNRS - MNHN)
De SOFAR of kaatslaag (Jean Wallenborn, ULB)
Bioluminescentie (Jean François Rees, UCL)



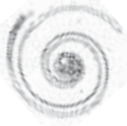
2.1. In water



In woelig water verspreiden **feromonen** zich zo vlug dat het onmogelijk is te weten waar ze aangemaakt werden: de stromingen hebben de sporen al lang verstoord! Feromonen werken beter in rustig water.

Op geringe diepte stelt het gebruik van **kleuren** geen problemen: kijk maar naar de zeekat. Maar op grotere diepte vermindert het licht en verdoffen de kleuren.

Geluiden gaan vier tot vijf maal sneller onder water dan in de lucht en lage tonen dragen verder dan hoge. In de 'kaatslaag' geuite geluiden planten zich heel ver voort. Dit is een soort 'tunnel' tussen het koude water van de diepzee en het warmere water erboven. Geluiden kunnen hier honderden kilometers ver weerkaatsen. Maar deze laag ligt wel tussen 600 en 1200 meter diep en daar kunnen niet alle dieren bij.



Spiraal¹: 'smaak-geur'

In water kan je geur- en smaakstoffen gebruiken

Sporen van reukwater

Chemische signalen werken bijzonder goed in stilstaand water, waar ze zich langzaam en regelmatig verspreiden. Zo kan een mannelijk roeipootkreeftje zonder probleem vrouwtjes vinden: hij zwemt gewoon naar waar de door hen verspreide feromonen het meest geconcentreerd zijn.

- . gedroogde roeipootkreeftjes
- . videofilmpje (verspreiding van gekleurd water in zuiver water)
- . *Eurytemora hirundoides*, roeipootkreeft, copepod, copépode

Geurige salamanders

Watersalamanders planten zich in stilstaand water voort. Het mannetje volgt het spoor van het parfum dat het vrouwtje verspreidt en begint zijn balts: het slaat met zijn staart in de richting van het vrouwtje (hij stuurt haar feromonen toe) en laat zijn hele lijf golven. Hij danst zo tot ze hem volgt.

- . afgietsels van gewone salamanders en alpensalamanders (een paar van elke soort)
- . *Triturus vulgaris*, kleine watersalamander, smooth newt, triton commun
- . *Triturus alpestris*, alpenwatersalamander, Alpine newt, triton alpestre

En als het water niet stil staat?

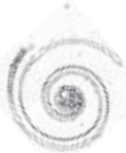
In water met veel stroming, kolken of turbulentie verspreiden chemische signalen zich te snel. In die omstandigheden is het onmogelijk de uitzender te vinden.

- . videofilmpje (verspreiding van gekleurd water in woelig water)

Water in beweging

Amerikaanse zeekreeften leven in woelig water. Net voordat ze vervelt, gaat het vrouwtje op zoek naar een mannetje. Ze neemt plaats voor zijn hol en stuurt hem een mengsel van urine en feromonen. De geurprikkel lokt het mannetje uit zijn hol en hij laat het vrouwtje binnen.

- . gedroogde vrouwtjeskreeft
- . *Homarus americanus*, Amerikaanse zeekreeft, American lobster, homard américain



Spiraal 'zicht'

Onder water kan je kleuren gebruiken

Kleurcode

Op het lijf van een zeekat staan kleurvlekjes die hij in een oogwenk kan doen groeien of krimpen. Zo valt hij niet op tegenover de achtergrond. Maar in de paartijd anderzijds kan hij zich wel laten opmerken door de vrouwtjes.

- . afgietsel van een mannelijke zeekat
- . videofilmpje
- . *Sepia officinalis*, gewone zeekat, cuttlefish, seiche

¹ De spiralen bestaan uit vragen en antwoorden, elk antwoord wordt aan de hand van minstens één diersoort geïllustreerd.

Soms zeggen kleuren niet genoeg

De clownvis (anemoonvis) leeft in het koraalrif, maar ondanks zijn feloranje strepen valt hij er niet op. Een vrouwtje vindt hem alleen als hij de anemoon, waarin hij schuilt, verlaat, zijn vinnen uitstrekt en verticaal zigzagt.

- . afgietsels van clownvissen (één vrouwtje en meerdere mannetjes)
- . interactief display: vind alle clownvissen in het beeld
- . *Amphiprion ocellaris*, driebandanemoonvis, clown fish, poisson-clown

En als je in dieper water leeft?

Zeewater werkt als een blauwe filter: hoe dieper hoe meer de kleuren vervagen, zelfs de felste zoals rood, oranje en geel.

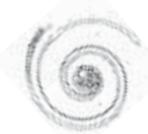
- . interactief display: doe deze vis naar de diepzee duiken en zie wat er gebeurt.

En als er geen licht is?

Maak licht in de duisternis

Sommige dieren maken zelf licht. Het vrouwtje van de hengervis, een diepzeevis, heeft een 'lantaarn' boven haar bek hangen. Hiermee trekt ze prooi of het pietluttig parasietmannelijke aan.

- . afgietsel van hengelvissen (een paar: het mannetje hangt aan het vrouwtje vast)
- . interactief display: kijk naar het vrouwtje en zoek het mannetje
- . *Ceratias holboelli*, hengervis, anglerfish, /



Spiraal 'geluid'

Onder water kan je geluiden gebruiken

Watervlug geluid

Het mannetje van de tweekleurenjuffervis, een bewoner van het koraalrif, trekt vrouwtjes aan die aan zijn nest voorbijkomen, door te 'knorren' en 'duikvluchten' uit te voeren. Hoe lager hij knort, hoe meer succes hij heeft.

- . afgietsel van een mannelijke tweekleurenjuffervis
- . interactief display: luister naar de balts van het mannetje
- . *Stegastes partitus*, tweekleurenjuffervis, damselfish, demoiselle bicolore

Het geluid is een trilling die zich in verschillende milieus (lucht, water, glas) kan voortplanten. Daar het water moeilijker samendrukbaar is dan lucht, gaat het geluid 4,5 maal vlugger in water dan in lucht.

- . interactief display: vergelijk de snelheid van een geluid in water en in lucht.

En als je partner ver weg is?

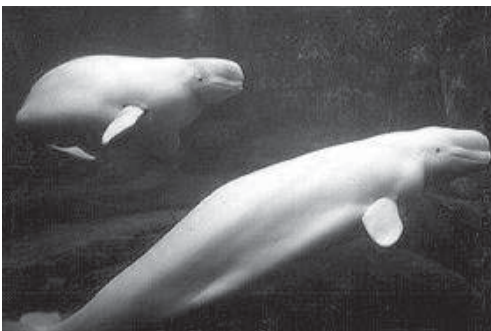
Lage geluiden dragen verder dan hoge geluiden.

- . interactief display: vergelijk geluiden met verschillende frequenties, die van steeds verder komen.

Eenzaam maar niet alleen

Overdag verschuilt de gebande riddervis zich in het koraalrif, maar 's nachts wordt hij actief. Hij laat zich opmerken met het diepe gerommel van zijn trillende zwemblaas.

- . afgietsel van het mannetje van de gebande riddervis
- . interactief display: luister naar het geluid van het mannetje
- . *Equetus lanceolatus*, gebande riddervis, jackknife fish, poisson étendard



En als je partner erg ver weg is?

Op de grens van het warme oppervlaktewater van de zee en het koude dichte water onderaan (tussen 600 en 1200 m diepte) bevindt zich de kaatslaag, een 'tunnel' waarin geluiden honderden kilometers ver tussen de twee watermassa's heen en weer kunnen botsen.

- . interactief display: vergelijk het traject dat geluid op verschillende dieptes aflegt.

Beloega-taal

Gefluit, gekletter, tandengeklapper, ultrageluiden... Aan deze vrij hoge geluiden hebben beloega's de bijnaam 'zeekanaries' te danken. Ze communiceren hiermee op korte afstand. Voor langeafstandsberichten gebruiken ze de kaatslaag.

- . afgietsel van een mannetjesbeloega
- . interactief display: luister naar verschillende geluiden van de beloega.
- . *Delphinapterus leucas*, beloega, beluga, béluga



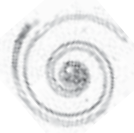


2.2. In de lucht

Bij gebrek aan licht kunnen **kleuren** vervagen. Het licht kan bijvoorbeeld niet voldoende door een dicht bladerdek. Alles op de bodem wordt dan groenachtig, zelfs felle kleuren zoals rood en blauw!

Zoals in het water hangt het bereik van **geluiden** af van hun frequentie (hoge geluiden dragen minder ver dan lage). Maar daarenboven wordt veel geluid door dichte plantengroei opgeslorpt (onder andere daarom planten ze bomen langs de snelweg).

In feite zijn bij voldoende concentratie misschien de **feromonen** het efficiëntst. Ze kunnen daarbij zowel overdag als 's nachts gebruikt worden.



Spiraal 'zicht'

In open lucht kan je kleuren gebruiken!

Zeg het met kleuren

In een open omgeving werkt kleur heel goed. Je ziet het bij vlinders zoals het witje, het dambordwitje, de Zuid-Europese citroenvlinder en het oranjetipje. Om toch onopgemerkt te blijven, hoeven ze alleen hun vleugels bijeen te vouwen.

- . opgezette vlinders (een paar van vier soorten)
- . interactief display: probeer de mannetjes en de vrouwtjes van elkaar te onderscheiden.
- . *Eurema lisa*, witje, little yellow, petit coliaide
- . *Pontia protodice*, dambordwitje, checkered white, piéride damier
- . *Gonepteryx cleopatra*, Zuid-Europese citroenvlinder, Cleopatra, citron de Provence
- . *Anthocaris cardamines*, oranjetipje, orange tip, aurore

En als je in het bos leeft?

Een dicht bladerdek werkt als een kleurfilter. Alleen groen, geel en oranje blijven voldoende zichtbaar.

- . interactief display: doe een gekleurde vogel stijgen en dalen onder het loof en kijk wat er gebeurt.

Vlammende hagedissen

Groene anolissen hebben een roze keelzak die ze tonen bij de balts. Bij andere anolissen kan die halskwab fluoroze, bruin, geel tot felrood zijn. Deze kleuren hangen af van de plaats waar ze leven.

- . drie opgezette anolissen (telkens een mannetje)
- . videofilmje
- . *Anolis carolinensis*, roodkeelanolis, green anole, anole vert
- . *Anolis cristatellus*, kam-anolis, Puer Rican crested anole, anole à crête
- . *Anolis sagrei*, Sagra's anolis, anole brun, brown anole,

En als er bijna geen licht is?

In het evenaarwoud slorpt het dikke bladerdek 99 % van het licht op. De witkeelmanakin moet dus in de weinige lichtvlekken baltsen om de lichtere delen van zijn verenkleed uit te laten komen.

- . opgezet manakin mannetje
- . videofilmje
- . *Corapipo gutturalis*, witkeelmanakin, white throated manakin, manakin à gorge blanche

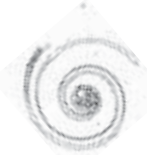
En als het helemaal donker is?

Flits in het donker

Vuurvliegjes zijn insecten die 's nachts actief zijn. Ze maken zelf licht op een voor elke soort typisch ritme. Zo herkennen en verleiden ze elkaar. Maar bij sommige tropische vuurvliegjes gaan de mannetjes samen in één boom allemaal tegelijk knippen.

- . opgezette tropische vuurvliegjes (een paar)
- . interactief display: kijk naar verschillende groepen vuurvliegjes: knippen ze tegelijk?
- . *Pteroptyx* sp., tropische vuurvlieg, tropical firefly, luciole asiatique / tropicale





Spiraal 'geluid'

In open lucht kan je geluiden gebruiken

Openluchtconcert

Veel insecten tsjirpen, het is een geluid dat niet ver draagt. Maar voor sprinkhanen is dat niet erg. Ze zijn met veel en de vrouwtjes zitten nooit ver.

- . opgezette sprinkhanen (een paar van drie verschillende soorten)
- . interactief display: luister hoe deze drie sprinkhanen tsjirpen.
- . *Chorthippus brunneus*, bruine sprinkhaan, grasshopper, sauterelle
- . *Chorthippus biguttulus*, ratelaar, grasshopper, sauterelle
- . *Chorthippus parallelus*, krasser, grasshopper, sauterelle

En als je partner ver weg is?

Zoals in water dragen lage tonen verder dan hoge.

- . interactief display: vergelijk lage, gemiddelde en hoge geluiden van op verschillende afstanden.

Aanzoek op afstand

Onzichtbaar verscholen in het riet, lokt het roerdompmannetje zijn (vaak verre) vrouwtje met een zachte, heel lage keelzang. Hij klinkt als 'oonka tsjoonk', een geluid dat aan een oude pomp doet denken, maar dat kilometers ver weergalmt.

- . opgezet roerdompmannetje
- . interactief display: luister naar de roerdomp
- . *Botaurus stellaris*, roerdomp, European butor, butor étoilé

En als je een klein dier bent?

Om een geluid te maken is er een geluidsbron en een klankkast (resonator) nodig. Een laag geluid vereist een grote klankkast. Maar met hun kleine lijfje kunnen kleine diertjes geen lage geluiden maken: het is te klein om als klankkast te dienen.

- . interactief display: stel per geluid vast wat de ideale maat is voor een klankkast.

Luid en duidelijk

Meestal slaken kleine diertjes hoge zwakke kreetjes. Toch klinkt een veenmol veel lager dan we zouden verwachten en zijn geluid draagt dan ook ver: hij zingt voor zijn hol, dat dan als resonator functioneert.

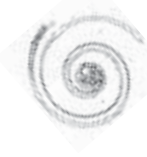
- . opgezette mannelijke veenmollen
- . interactief display: laat een plaatje trillen en doe zo het getsjirp van een veenmol na, op verschillende afstanden van zijn hol.
- . *Gryllotalpa pluvialis*, veenmol, mole cricket, taupe-grillon / courtilière

En als het geluid vervormd is?

Hou het simpel!

Een laag en traag veranderend gezang, zoals dat van een houtduif, wordt in een woud minder door hindernissen (boomstammen, gebladerte) vervormd dan het geval zou zijn met een hoog ingewikkeld gezang, met veel rollers en trillers, zoals dat van een veldleeuwerik.

- . opgezette houtduif en veldleeuwerik (telkens een mannetje)
- . interactief display: luister naar deze twee vogels in het woud en in het vrije veld.
- . *Columba palumbus*, houtduif, pigeon ramier, wood pigeon
- . *Alauda arvensis*, veldleeuwerik, alouette, skylark

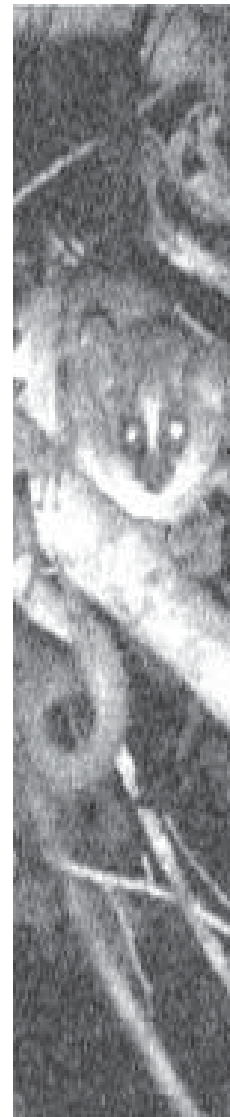


Spiraal smaak/geur

In open lucht kan je geurstoffen gebruiken

Lieflijke luchtjes

Nachtvlinders trekken hun partners met feromonen aan. Zo verstuipt de Caribische beervlinder er op de voelsprietten (reukorganen) van het vrouwtje. Bij voldoende hoeveelheid en kwaliteit, wordt ze paringsbereid.



- . opgezette Caribische beervlinders (een paar) en pruimenmaden (een paar)
- . *Utetheisa ornatrix*, Caribische beervlinder, Caribbean moth, mite des Caraïbes
- . *Grapholita funebrana*, pruimenmade, plum ruit moth, carpocapse des prunes

En als ik niet steeds geurstoffen kan maken?

Plant een geurvlag!

In de paartijd doordent een dwergmaki haar handen met urine. Overal waar zij die dan neerzet, laat ze een geurspoor achter. Soortgenoten likken of snuffelen aan de sporen en herkennen een potentiële partner. In dat geval hoeven ze alleen het spoor te volgen.

- . opgezette vrouwtjesdwergmaki
- . videofilmje
- . *Microcebus murinus*, dwergmaki, lesser mouse lemur, microcèbe

3. Fatale aantrekking. Kijk uit! Kapers op de kust.

Een geslachtspartner aantrekken of verleiden is niet altijd zonder gevaar. Er zijn kapers op de kust: ze onderscheppen boodschappen en misbruiken de informatie in hun eigen belang. Deze kapers zijn rivalen, die van de inspanningen van een ander gebruik maken om verleide partners af te snoepen, of rovers, die prooien lokaliseren via de onderschepte boodschappen.

Er zijn ook veel oplichters. Insecten, spinnen, vissen en zelfs planten kunnen verleidingssignalen nabootsen. Ze doen dit wel niet om met de beduvelde te flirten.

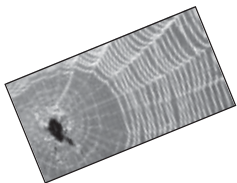


Om te lezen (zie de rubriek 'Enkele artikelen om meer te weten'):
Rivaliteit en keuze : de seksuele selectie (Anne Teyssèdre, ecologisch consulente en auteur)

3.1. Rivalen en rovers

Voor veel rovers is de paartijd een festijn, als ze hun ogen en oren maar goed openhouden. De prooien, die doorgaans onopvallend zijn, maken dan kabaal of nemen bonte kleuren aan, zodat je ze zo kan vinden. Maar ze hebben geen keuze, want als ze zich verbergen, vinden ze geen partners.

Voor satellietmannetjes is het ook geen slecht seizoen. Ze blijven in de buurt van ervaren mannetjes, wachten tot dat die het werk gedaan hebben (vechten met rivalen, baltsen) en doen dan alsof zij het waren. Vaak zijn het zwakkere of heel jonge mannetjes die deze list toepassen (ze hebben normaal weinig kans op een territorium en nog minder om (er) een vrouwtje (naartoe) te lokken). Bovendien lopen ze geen vechtwonden op en hebben ze nog al hun energie om te paren.



Modules en tentoongestelde dieren

Kwaken of kwaak houden?

Het mannetje van de tungarakikker trekt met zijn ingewikkelde en laag gekwaak vrouwtjes én een rover aan: een kikkeretende vleermuis.

- . opgezette vrouwelijke kikkeretende vleermuis en een afgietsel van een mannelijke kikker
- . interactief computerspel: je bent een mannelijke tungarakikker die probeert een vrouwtje te verleiden zonder opgeschrokt te worden.
- . *Physalaemus pustulosus*, tungarakikker, tungara frog, grenouille tungara
- . *Trachops cirrhosus*, kikkeretende vleermuis, bat, chauve-souris

Al fluitend ten onder

De vroedmeesterpad lokt al fluitend de vrouwtjes. Als er één antwoordt, komt hij uit zijn hol en fluit nog harder. Maar buiten zijn hol is hij een gemakkelijke prooi voor de bosuil.





- . opgezette bosuil en afgietsel van een mannetjespad
- . interactief display: je bent het mannetje van een vroedmeesterpad, fluit maar naar de vrouwtjes maar... dit brengt risico's met zich mee.
- . *Alytes obstetricans*, vroedmeesterpad, midwife toad, crapaud accoucheur
- . *Strix aluco*, bosuil, tawny owl, chouette hulotte

Maak het niet te bont

Guppymannetjes baltsen in volle daglicht. Vrouwtjes reageren op de glanzende oranje vlekken, vooral als ze goed verlicht zijn. Maar zodra een mannetje zich toont, komen de snoekcichliden al aangezwommen!

- . afgietsels van guppymannetjes en -vrouwtjes en van een mannelijke snoekcichlide.
- . interactief display : je bent een guppyvrouwtje; wanneer moet het mannetje je verleiden zonder opgegeten te worden?
- . *Poecilia reticulata*, guppy, guppy, guppy
- . *Crenicichla alta*, snoekcichlide, cichlid fish, /

Vliegen in je buik

De sluipvlieg *Ormia* parasiteert op een mannetjeskrekkel. Ze vindt hem wanneer hij een vrouwtje roept, springt op zijn rug en zet er haar larfjes op af. Die vreten hem dan langs binnen op

- . opgezette vrouwelijke parasitaire vlieg en een opgezet paar krekels.
- . interactief display: kies zelf je strip om te lezen (met of zonder 'happy end')
- . *Ormia ochracea*, sluipvlieg, tachinid fly, mouche parasite Ormia
- . *Gryllus lineaticeps*, variabele veldkrekkel, variable field cricket, grillon

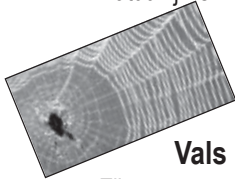
Mooi rood is niet lelijk

Vrouwtjes van rode padden verkiezen feloranje. Jonge mannetjes zijn nog niet zo gekleurd en hebben dus geen enkele kans, tenzij ze vrouwtjes kunnen onderscheppen terwijl ze naar rijpere padden gaan.

- . afgietsels van mannelijke en vrouwelijke rode padden
- . interactief display: maak een simulatie van het gebeuren mee.
- . *Bufo periglenes*, rode pad, golden toad, crapaud doré

3.2. Oplichters

Sommige dieren slagen erin om door te gaan voor potentiële partners, hoewel ze dat niet zijn. Zo vormen dieren van verschillende soorten vreemde 'paartjes': bij en vlinder, nachtvlinder en spin. Maar zelfs planten doen eraan mee! Natuurlijk is hier geen sprake van voortplanting, maar de bedrogene wordt hier een vervoermiddel of een lekker hapje!



Modules en tentoongestelde dieren

Vals licht

Elke soort vuurvliegje heeft zijn eigen code! Het mannetje stuurt een reeks lichtsignalen uit en wacht. Als het wijfje op dezelfde manier antwoordt, kan hij afkomen, maar anders moet hij het elders proberen. Maar vrouwelijke Photinusvuurvliegen bootsen de code van de Photinusvuurvliegen na: ze trekken die aan en eten ze op!

- . opgezette vrouwelijke *Photuris* en mannelijke *Photinus pyralis* en *carolinus*
- . interactief computerspel: je bent een mannelijke Photinusvuurvlieg; probeer een vrouwelijke soortgenoot te verleiden.
- . *Photuris versicolor*, Photinusvuurvlieg, Photuris firefly, luciole Photuris
- . *Photinus* sp., Photinusvuurvlieg, Photinus firefly, luciole Photinus

Tropische verrassing

Het mannetje van het tropische visje *Rivulus* herkent het vrouwtje aan de donkere oogvlek op haar haar staart. Hij verleidt haar door met zijn rug naar haar toe te dansen. Maar een jonge *Erythrinus* (een roofvis) bezit ook zo'n oogvlek. Zodra *Rivulus* zich omdraait, bijt hij hem in zijn staart.

- . afgietsels van *Rivulus* (een paar) en van *Erythrinus* (een volwassen en een juveniel mannetje)
- . interactief display: kies zelf je video om naar te kijken (met of zonder 'happy end')
- . *Rivulus agilae*, /, cyprinodont fish, agila-rivulus
- . *Erythrinus erythrinus*, forelzalm, characid fish, /

Schudden voor gebruik

De Australische springspin *Portia* bootst de trilling na waarmee het mannetje van *Euryattus* het wijfje uit haar nest lokt, dat bestaat uit een opgerold blad dat aan een draadje hangt. Zodra het wijfje buitenkomt eet *Portia* ze op!

- . opgezette *Euryattus* (een paar) en *Portia* (mannetje)
- . interactief display: kies zelf je video om naar te kijken (met of zonder 'happy end')
- . *Portia fimbriata*, spinnenetende springspin, araignée sauteuse, jumping spider
- . *Euryattus* sp., bladrolspringspin, araignée sauteuse, jumping spider

Met een kluitje in het riet

De larven van de oliekever groeperen zich zodat het geheel op een vrouwelijke Habropoda-bij lijkt. Het mannetje heeft het niet in de gaten: terwijl hij paart, grijpen de maden zich vast. Hij vervoert ze tot hij bij een echt wijfje komt die ze tot bij haar larven en haar stuifmeelvoorraad brengt.

- . opgezette mannelijke bij en sculptuur van de larven
- . interactief display: kies zelf je strip om te lezen (met of zonder 'happy end')
- . *Meloe franciscanus*, oliekever, blister beetle, /
- . *Habropoda pallida*, Habropoda-bij, Habropoda bee, abeille Habropoda

Aangeslagen

De bolaspin vangt Spodopteramotten, een soort nachtvlinders. Ze laat hiervoor een kleverige zijdebol onder zich hangen en bootst de geur van de wijfjesmot na. Zodra een mannetje dichterbij komt, gooit ze haar 'bola' naar hem.

- . opgezette Spodopteramotten (een paar) en een bolaspin (een wijfje)
- . interactief display: kies zelf je video om naar te kijken (met of zonder 'happy end')
- . *Mastophora dizzydeani*, bolaspin, bola spider, araignée bola
- . *Spodoptera frugiperda*, Spodopteramol, armyworm moth, noctuelle d'automne

Over bloemetjes en wespen

Orchideeën uit Sardinië bootsen de vorm, de kleuren en de geur van een vrouwelijke metselbij na. Telkens wordt het mannetje beetgenomen en vervoert hij het stuifmeel van bloem tot bloem. Anders worden die orchideeën niet bevrucht en sterven ze uit!

- . opgezette dar en model van de orchidee in weefsel en hars
- . interactief display: ogentest (als je een dar was, zou je je laten vangen?)
- . *Ophrys panattensis*, orchidee uit Sardinië, orchidee de Sardaigne, Sardinia orchid
- . *Osmia rufa*, rosse metselbij, red mason bee, abeille maçonne rouge

Je kunt er naar fluiten

Er bestaan lokfluitjes waarmee je vogelgeluiden kan nabootsen, zoals die van de tureluur, de merel of het waterhoen.

Vogelkenners en jagers gebruiken die vaak.

- . drie opgezette vogels (telkens het mannetje)
- . interactief display: luister naar de vogels en zoek het overeenstemmende lokfluitje.
- . *Tringa totanus*, tureluur, redshank, chevalier gambette
- . *Turdus merula*, merel, blackbird, merle
- . *Gallinula chloropus*, waterhoen, moorhen, poule d'eau

4. En bij de mens?

Het antwoord met een knipoog... Verrassing!



Enkele wetenschappelijke artikelen om meer te weten



Voortplanting van het licht in water en lucht

Marc Théry, CNRS - MNHN

Het licht verandert van kleur naargelang de omgeving. Zoals discoverlichting sommige attributen aan potentiële partners laat zien! Het water van de oceanen absorbeert bijvoorbeeld het ultraviolet, het rood en het infrarood van de zon heel vlug, waardoor de volle zee diepblauw kleurt. In de oceaan is een rode vis heel zichtbaar als hij aan de oppervlakte zwemt. Op vijf tot tien meter diepte ziet hij er nog maar oranje uit en nog dieper wordt hij zwart. Niet zo handig om te baltsen! Het water kan ook andere kleuren aannemen, door het groene fytoplankton of door rode looistoffen, wat bij vissen of schaaldieren een aangepaste communicatie vereist. Maar toch uitkijken dat ze niet te goed door rovers gezien worden.

Zoals water het licht verandert, vervormt de plantengroei de kleuren in het woud. Zonlicht is bijna wit, maar in de lommer van het bos is er weinig blauw en geel, want het bladgroen zorgt voor een groene schaduw. Waar er minder plantengroei is, zoals in een droog woud, bestaat de schaduw uit een mengsel van hemelsblauw en bladergroen. De kleine vlekjes zonlicht zien er oranjeachtig uit, daar het blauw en groen haast ontbreekt. Bij het ochtendgloren en de avonddeemstering worden de zonnestrallen langer door de ozonlaag gefilterd en belichten daardoor alles met een heel subtiel paars.

Vogels, vissen of insecten gebruiken al deze kleuren, samen met de achtergrondkleuren, om hun partner aan te trekken. Ze nemen allemaal de kleur van het licht aan dat overheerst op de plaats en het ogenblik dat ze baltsen, en zeker niet de door de bodem weerkaatste kleuren. Is de mens werkelijk de uitvinder van lichtshows en schitterende toneelkostuums?

Insecten, schaaldieren, koppotigen, sommige vissen en vogels zijn ook gevoelig voor lichtpolarisatie, die de richting van de zon aanwijst. Hiermee kunnen ze zich goed oriënteren, communiceren of een mooie prooi vinden. Over de variatie in gepolariseerd licht is minder geweten dan over het 'zichtbare' spectrum of over ultraviolet licht. Toch staat het vast dat dit in bossen veel varieert. Insecten nemen de lichtpolarisatie in het ultraviolet waar (dat in rechtstreeks zonlicht veel voorkomt), maar waterdieren zien het in het groen. Er bestaat dus een nauwe samenhang tussen de kleur van het omgevingslicht, de kleur van de signalen en de gezichtsorganen van onze verleiders.

Zicht en ultraviolette signalen

Marc Théry, CNRS - MNHN

Uiterlijke schijn kan bedrieglijk zijn, want de kleur bestaat in de ogen van de waarnemer. Lange tijd wist de mens enkel via zijn ogen iets over kleuren. Vanaf de jaren 1970 bracht het onderzoek van het dierlijke zicht nieuwe inzichten. Buiten de kleurenblinden onder ons zijn wij gevoelig voor blauw, groen en rood, maar veel vogels nemen ook ultraviolet waar, waardoor ze een groter kleurenpalet kennen. Nu hebben we een andere kijk op hun baltsgedrag. Zo dachten we dat het mannetje en het wijfje van de staartmees dezelfde kleur hadden, tot Britse en Zweedse onderzoekers in 1998 ontdekten dat de kruin van de mannetjes veel meer ultraviolet bevatte! Dit is geen toeval: de wijfjes gebruiken deze intensiteit aan ultraviolet om de mannelijke 'kwaliteit' in te schatten. Wijfjes die met feller gekleurde mannetjes paren, krijgen meer mannelijke jongen; wijfjes die weinig violette mannetjes vinden, krijgen meer vrouwelijke jongen. De meest ultraviolette mannetjes overleven beter tijdens de daaropvolgende winter, wat dit signaal in stand houdt.

Ook veel insecten nemen ultraviolet licht waar en gebruiken ultraviolette signalen, hoewel ze vaak roodblind zijn. Veel vissen en reptielen zijn er gevoelig voor. Bij bloemen en vruchten waarvan het stuifmeel of het zaad door insecten vervoerd moet worden, is er eveneens ultraviolet.

De meeste zoogdieren, waaronder de mens, kunnen geen ultraviolet onderscheiden, maar de insecten en vogels die hun prooi vormen, des te beter. Hieruit werd al gauw afgeleid dat ultraviolet een soort 'privékanaal' vormde, waardoor vogels met elkaar kunnen communiceren zonder dat de ultravioletblinde zoogdieren ze konden zien. Deze verleidelijke hypothese werd vlug tegengesproken door wetenschappers die ontdekten dat dieren die op kleine vogels aasden, ook ultraviolet waarnamen: er zou dus geen voor rovers ontoegankelijk privécommunicatiekanaal bestaan. Toch wordt er nog steeds over gespeculeerd, want onlangs is in Noord-Amerika een vis ontdekt, die bij het baltsen ultraviolet gebruikt, terwijl zijn belagers hiervoor blind zijn. Een heel verwante soort heeft geen last met dergelijke belagers en gebruikt alleen het 'zichtbare' spectrum. Hier zien we hoe nuttig het is om deze bijzondere gevoeligheid te ontwikkelen. Toch mogen we ultraviolet niet van andere kleuren scheiden, want het geheel is van belang!

Het onderzoek naar kleurencommunicatie staat pas in zijn kinderschoenen. Grote vooruitgang wordt geboekt dankzij de ontwikkeling van de micro-elektronica en de modelvorming van 'gekleurde ruimtes', waar met de gevoeligheid van elke soort rekening wordt gehouden.

Bioluminescentie

Jean François Rees, Université catholique de Louvain

«Wanneer mysteries intelligent zijn, verbergen ze zich in het licht», schreef Giono. Bioluminescentie is een uitstraling van zichtbaar licht door levende wezens. Het is geen recente uitvinding: deze organismen verlichten eeuwenlang de geboeide en afgunstige blikken van een groep primaten, die er pas na miljoenen jaren in slaagden om - wat een wonder - een gloeilamp uit te vinden. Eigenlijk hebben wij onze achterstand nog niet ingehaald: bij de betreffende organismen ligt het energierendement, dit is de verhouding tussen de hoeveelheid uitgestraald licht en het energieverbruik, heel wat hoger dan wat wij met onze beste spijttechnologie kunnen. Glimwormen bereiken een rendement van bijna 100 %, wat betekent dat hun lichtproductiesysteem tot nu toe het allerbest presteert.

Omdat deze lichtuitstraling haast geen warmte met zich meebrengt, spreken we vaak over koud licht. Het geheim bestaat in de efficiëntie van een chemische reactie waarbij een kleine molecule, luciferine, reageert met een enzyme, luciferase. Bij deze reactie wordt een verbinding tussen twee zuurstofatomen verbroken, zodat een belangrijke hoeveelheid energie vrijkomt, die, als ze in een voor fluorescentie geschikte verbinding geconcentreerd is, licht uitstraalt.

In tegenstelling tot het zonlicht, dat samengesteld is uit de talrijke kleuren die we in een regenboog zien, bestaat het biologische licht slechts uit één kleur. Deze kleur hangt af van de aard van de luciferine en de luciferase: bij de meeste zeedieren is ze blauw, bij de insecten is ze groen, geel, oranje of blauw.

Uit de buitengewone doeltreffendheid van deze systemen blijkt dat bioluminescentie heel belangrijk is in het leven van deze organismen. De functies van de lichtsystemen zijn heel uiteenlopend, maar toch gebruiken slechts weinig levensvormen luminescentie voor verlichting. Mannetjes en wijfjes van één soort kunnen elkaar aantrekken met lichtflitsen of ermee communiceren; een prooi kan haar belagers verblinden of ervoor zorgen dat zij op hun beurt voor hun belagers zichtbaarder zijn; de schijn van een insectenlarve kan, samen met een onaangename smaak, aanvallen vermijden. Maar de meest gebruikte methode is ook de meest paradoxale: zich onzichtbaar maken! Stel je voor dat je een vis bent midden de oceaan. De bodem en de kloven waar je je zou kunnen verbergen liggen kilometers dieper. Enkele meters onder je zwemmen dreigende vissen met scherpe tanden. Verrek! Je bent te goed zichtbaar: je zwarte silhouet tekent zich af tegen de blauwe achtergrond. Straks kan je de maag van een van deze rovers verkennen. Stop de film en spoel hem een eindje terug... Nu staat je buik vol met blauwige lampjes. Met dit kleed van licht lost je silhouet op in het blauwe licht rondom je. Je belagers kunnen je niet meer onderscheiden en je bent onzichtbaar. Deze list kent een groot succes: er zijn heel veel inktvissen, kwalen, garnalen en vissen met lichtorganen op hun buik.

Maar hoe is die bioluminescentie ontstaan? De analyse van de door deze levensvormen gebruikte moleculen laat vermoeden dat het vermogen om licht voort te brengen meer dan dertig van elkaar los staande keren opdook. Het werd dus meer dan dertig maal uitgevonden, met heel verschillende moleculen, en het komt, met uitzondering van de planten, bij alle grote groepen organismen voor. Het onderzoek naar de evolutiegeschiedenis van deze organismen leidde tot een verbazingwekkende conclusie: veel van deze lichtgevende moleculen zijn recyclageproducten van mechanismen die de oxidatie van weefsels moesten bestrijden. Deze ooit levensnoodzakelijke verdedigingswapens werden overvloedig en omgevormd tot communicatie- en verleidingsmiddelen. De bloem in het geweer. Een mooie levensles...

Natuurlijke selectie

Patrick Blandin, MNHM - Parijs

Met uitzondering van eenige tweelingen zijn mensen steeds verschillend van elkaar. Niet alleen onmiddellijk zichtbare kenmerken (grootte, kleur van huid en ogen) verschillen, maar ook andere, zoals de resistentie tegen sommige ziektes of parasieten. De bij de mens goed bekende individuele diversiteit bestaat bij alle levensvormen.

Over het algemeen komt deze diversiteit tot uiting in de verschillen tussen individuen wat betreft hun aanpassingsvermogen aan hun omgeving en haar veranderingen. Daardoor hebben bepaalde individuen meer kans dan andere om de geslachtsrijpe leeftijd te bereiken en nakomelingen te hebben.

De kenmerken van een individu zijn gedeeltelijk bepaald door de genen in zijn erfelijk materiaal, dat op het ogenblik van de bevruchting gevormd wordt door het samengaan van chromosomen waarvan de ene in de eicel en de andere in de zaadcel zitten. Wanneer dit individu zich op zijn beurt voortplant, dan geeft hij via zijn geslachtscellen aan elk van zijn nakomelingen een deel van zijn genetisch materiaal door. Genetische kenmerken worden dus erfelijk doorgegeven.

Het is duidelijk dat de individuen die het minst aan hun omgeving aangepast zijn, minder kans krijgen om hun kenmerken door te geven, wat ervoor zorgt dat deze kenmerken geleidelijk aan zullen verdwijnen, omdat ze gewoon niet doorgegeven worden. Omgekeerd worden de kenmerken van de best aangepaste individuen steeds frequenter. Doordat individuen hun erfelijke kenmerken niet allemaal op een even doeltreffende manier doorgeven, worden de kenmerken door het milieu geselecteerd, dus in zekere zin op natuurlijke manier uitgekozen. De natuurlijke selectie zou het basismechanisme zijn dat een verklaring biedt voor de verandering van soorten in de loop van de tijd en hun diversificatie afhankelijk van de verschillende milieus waar ze van generatie tot generatie mee te maken hebben. De kenmerken van de signalen die dieren gebruiken, raken beter aangepast aan de noden van het milieu waarin ze leven, precies door een selectie van individuen op basis van hun onderscheiden communicatievermogen.

Rivaliteit en keuze : de seksuele selectie

Anne Teyssèdre, ecologisch consulente en auteur

Het leven is helemaal geen rustige stroom: in een milieu waar de bestaansmiddelen noodzakelijkerwijze beperkt zijn, moet elk levend wezen met zijn soortgenoten wedijveren om zijn plaatsje onder de zon te veroveren en te behouden, voedsel te bemachtigen, een paarlustige partner te vinden. Zowel bij vliegen als bij kanaries, olifanten, stekelbaarsjes, schorpioenen... verloopt de ontmoeting tussen de geslachten voor de voortplanting zeker niet als een loterij. In al die gevallen moeten de paarlustige mannetjes zich uitsloven en hun rivalen uitschakelen, door meer of sterkere signalen, het gebruik van kracht of door een andere tactiek. Meer in het algemeen moeten de individuen van het zogenoemd vragende geslacht (vaak de mannetjes) met elkaar wedijveren om de gunst van individuen van het zogenoemde gevraagde of beperkende geslacht (vaak de wijfjes).

Darwin bewees in 1871 al dat, bij soorten die zich geslachtelijk voortplanten, de wedijver tussen leden van eenzelfde geslacht om te kunnen paren een zogenaamde seksuele selectiedruk met zich meebrengt, die de evolutie van rivaliteitskenmerken bij dit geslacht en de keuzecriteria bij het andere geslacht bevordert. Deze wedijver veroorzaakt met andere woorden twee grote types 'seksuele strategieën', naargelang het geslacht: de seksuele rivaliteit bij de vragende partij - die steunt op heel uiteenlopende fysische troeven, zoals spierbouw, bewapening of versiering -, en de keuze van de partner bij het beperkende geslacht. Darwin vond in de seksuele selectie de verklaring voor het opvallende geslachtsdimorfisme bij veel polygyne soorten¹, zoals herten, zeeleeuwen of tetra's. Ze verklaart eveneens de evolutie van sommige 'extravagante' secundaire geslachtskenmerken bij mannetjes van die soorten, zoals de enorme staartveren bij pauwen of de reusachtige scharen bij wenkkrabben.

De studie van 'seksuele strategieën', een van de grote onderzoeksonderwerpen op gebied van ethologie sedert de jaren 1970, bevestigt en vervolledigt de analyse van Darwin. Seksuele wedijver en selectie komen in het dierenrijk heel veel voor. Zeker bij polygame soorten, waar slechts het beperkte meest competitieve deel van de volwassen dieren van het vragende geslacht al de paringen monopoliseert. Maar ook bij monogame soorten wedijveren zowel mannetjes als wijfjes om te paren met de 'beste partners'. In de meeste gevallen zijn de mannetjes de vragende partij en de wijfjes het beperkende geslacht. Dit is zo omdat de wijfjes, met hun beperkte vruchtbaarheid, meestal meer energie in hun jongen steken dan de mannetjes.

Meestal, maar niet altijd! In de juiste ecologische en biologische omstandigheden kunnen mannetjes in elk embryo evenveel of zelfs meer energie besteden dan de wijfjes. Bij deze respectievelijk monogame en polyandrische soorten² gebruiken mannetjes en wijfjes ongewone strategieën. Bij de monogame soorten kiezen de wijfjes vaak hun partner, maar ze wedijveren hierbij met elkaar om zijn gunsten: deze strategie wordt ongetwijfeld bij veel zangvogels toegepast. Een andere strategie bestaat erin dat de kandidaten van de twee geslachten moeten tonen dat ze 'geschikt zijn om te huwen' en hun partner volgens deze maatstaf kiezen: hiervan getuigen de vaak indrukwekkende paringsdansen bij veel zeevogels, kraanvogels en futen. Bij de polyandrische soorten zijn de seksuele strategieën net omgekeerd: daar kiezen de mannetjes een partner en wedijveren de wijfjes om de mannetjes te monopoliseren; we zien dit bijvoorbeeld bij jacana's en zeenaalden.

De wijzen waarop de rivaliteit verloopt en keuzes gemaakt worden, zijn velerlei en hangen af van de ecologie van elke soort. Waar de voor de wijfjes belangrijke middelen (voedsel, legplaatsen, schuilplaatsen voor de jongen) schaars zijn, dan kunnen mannetjes het andere geslacht proberen te overhalen door stevige kost aan te bieden; dit is het geval bij verschillende insecten en spinnen. Als sommige middelen slechts op bepaalde plaatsen te vinden zijn, dan kunnen mannetjes rivaliseren om de beste, door het andere geslacht gezochte, plekjes te veroveren. Deze territoriale strategie komt bij gewervelde dieren veel voor. Bepaalde territoriale soorten verhogen tegelijkertijd hun succes bij de voortplanting, de waarde van hun territorium en hun eigen waarde in de ogen van de wijfjes, door voor hun jongen te zorgen: dit zien we bij veel kustvissen, bij de hondachtigen (wolven, vossen, dingo's) en bij monogame vogels.

Voedsel als geschenk, rijke territoria, hulp bij het zorgen voor de jongen: wat de mannetjes hier aanbieden is, wat de voortplanting betreft, voordelig voor de wijfjes. We begrijpen dus dat de selectie ze in de loop van de evolutie bevordert heeft. Wat echter raadselachtiger is, is dat mannetjes van veel polygyne soorten wijfjes verleiden enkel en alleen door hun dominant statuut of door hun verschijning, zonder dat die wijfjes er het minste materieel voordeel uithalen. Dit is het geval bij olifanten, herten, pauwen en prieevogels.

Hoe is de voorkeur van wijfjes voor «exhibitionistische» en/of «dominante» mannetjes bij veel polygyne soorten te verklaren? Sedert Darwins baanbrekend werk over de seksuele selectie hebben veel onderzoekers hierover geschreven. Theoretisch bekeken denken de meeste evolutionisten vandaag dat alleen de voor de wijfjes voordelige keuzecriteria kunnen evolueren. Welke niet-materiële voordelen kunnen mannetjes de wijfjes bieden opdat zij hen zouden kiezen? Antwoord: de «beste genen» en/of de beste lichaamshygiëne. Van de eerste wordt een deel via de spermatozoiden aan het nageslacht doorgegeven. De tweede vermindert het risico om ziekteverwekkende microben en andere parasieten door te geven, die de wijfjes en hun nakomelingen schade kunnen berokkenen. Deze twee voordelen houden met elkaar verband: de weerstand tegen parasieten (die langzaam wijzigt van de ene generatie tot de andere) wordt immers gecontroleerd door de genen. Anders gezegd: de mannetjes die goede parasietresistente genen hebben zijn, minder besmettelijk. Maar hoe herken je individuen met goede genen en/of zonder parasieten? Aan betrouwbare 'eerlijke' signalen, die door parasieten verzwakte dieren en/of dragers van onvoordelige genen niet kunnen imiteren.

Amotz Zahavi vindt dat 'eerlijke' verleidingssignalen noodzakelijkerwijs een dure investering zijn in overlevingskansen: ze vormen dus een handicap. Omdat alleen gezonde sterke individuen deze handicap kunnen overwinnen, bewijzen de individuen die vlotjes met een zware handicap te koop lopen, hiermee hun uitstekende fysische en genetische conditie. Zo zijn een glanzend verenkleed, een zwaar en hinderlijk gewei, intense en frequente geluiden allemaal uitingen van 'handicaps', want ze vergen veel energie, ze dagen rivalen uit en

¹ Polygynie is het voor de voortplanting samenleven van een mannetje met verschillende wijfjes.

² Polyandrie is het voor de voortplanting samenleven van een wijfje met verschillende mannetjes.

ze trekken rovers aan. Voor al die redenen zijn deze signalen onnavolgbare demonstraties van genetische kracht en goede gezondheid: kwaliteiten die potentiële geslachtspartners op prijs stellen.

In de lucht stunts, de veren of vleugels spreiden, alleen, in paar of in groep dansen, woeste of rituele gevechten houden: al deze vertoningen met mannelijke en vrouwelijke acteurs en met jury's van beider kunne worden gestuurd door de seksuele selectie en geregisseerd en geproduceerd door de evolutie. Met de seksualiteit zullen dieren zich beslist niet vervelen.

Voor wie meer wil weten :

- Darwin C., 1871. The Descent of man and selection in relation to sex. Murray ed., London.
- Fisher R.A., 1930. The Genetical theory of natural selection. Clarendon Press, Oxford.
- Zahavi A., 1975. Mate selection : a selection for a handicap. J. Theor. Biol. 53 : 205-214.
- Hamilton W.D. & M. Zuk, 1982. Heritable true fitness and bright birds : a role for parasites? Science 218 : 384-387.
- Andersson M., 1994. Sexual Selection. Princeton University Press, Princetown.
- Teyssèdre A., 1995. Les stratégies sexuelles des animaux. Nathan ed., Paris.

De voortplanting van geluiden

Jean Wallenborn, ULB

Heb je ook al het twijfelachtig genoegen gesmaakt op trein, metro of tram naast een walkmanluisteraar te zitten? Dan weet je dat het geluidsdempende proces, dat eigenlijk mogelijke hinder zou moeten vermijden, harmonieus geachte muziek zodanig vervormt, dat je alleen nog een eentonig ritme herkent. Als je in de buurt van een discotheek woont, kan het gedreun van de bassen je op zaterdagavond uit je slaap houden, terwijl je de andere instrumenten niet hoort. Zo ondergaan geluiden gaandeweg vervormingen, die verschillende oorzaken kunnen hebben. Geluiden worden gemaakt door trillende voorwerpen (of dierenorganen). De trillingen worden aan het omgevende milieu doorgegeven (lucht, water of de materie van de bodem) door daar kleine vervormingen teweeg te brengen, namelijk het afwisselend samendrukken en uitrekken. Deze kleine bewegingen in de materie zetten zich beetje bij beetje verder: we zeggen dat een golf zich voortplant. Wanneer deze vervormingen van het milieu onze oren bereiken en indien ze niet te snel of te traag variëren, ervaren we die als geluiden. Merk op dat de geluiden een materiële drager nodig hebben om zich voort te planten: er is geen geluid in de interstellaire ruimte.

Er bestaat een golfmodel dat iedereen kent: de kringen in het water. Als je een steen in het midden van een pool gooit, dan verwijderen cirkelvormige golfjes zich aan een constante snelheid van het punt waar de steen gevallen is: deze golfjes planten zich op het wateroppervlak voort. De afstand tussen twee golfpieken (of tussen twee golfdalen) noemen we de golflengte, het aantal golfpieken die per seconde langs een gegeven punt voorbijkomen is de frequentie en de hoogte van de golf is de golfamplitude. Daar de snelheid van een golf in een gegeven milieu constant is, is de frequentie omgekeerd evenredig aan de golflengte: met een lage frequentie stemt een lange golflengte overeen.

In tegenstelling tot de kringen in het water zijn geluidsgolven onzichtbaar en doen ze zich niet op een oppervlak voor, maar in een volume; als er geen hindernissen zijn vertrekken er bolvormige golven vanuit de geluidsbron, want de bol is het driedimensionele equivalent van de cirkel.

De *intensiteit* van een golf, dit wil zeggen de energie die ze vervoert, staat in verhouding tot het kwadraat van haar amplitude (het kwadraat van haar hoogte bij de kring in het water). Als de golf eenmaal haar bron verlaten heeft, wordt ze niet meer met energie gevoed, zodat haar amplitude afneemt naarmate haar straal toeneemt. Vanaf een bepaalde afstand vervlakt de kring in het water tot zijn hoogte onmerkbaar klein is geworden. Op dezelfde wijze vermindert de bolvormige geluidsgolf a rato van het omgekeerde kwadraat van de afstand tot de bron, dit betekent dat het geluid op 10 meter van de bron 100 keer zwakker is dan op 1 meter. In dit geval is de geluidsafname volledig te wijten aan het uitbreiden van de golf en is ze bij alle frequenties dezelfde. Een geluid bestaat meestal uit veel golven met verschillende frequenties en wordt dus door deze geluidsafname niet vervormd, maar als de afstand tot de bron te groot is, kan het zo zwak geworden zijn dat het in het achtergrondgeluid verloren gaat.

Zelfs als we erin zouden slagen volledig te verhinderen dat de golven uitbreiden, in een smalle gang bijvoorbeeld (zie de tekst over de SOFAR), dan nog zal het geluid afnemen, omdat de geluidsgolven een deel van hun energie afstaan aan het milieu waarin ze zich voortplanten. We spreken dan over geluidsafname door absorptie. De absorptie is groter in lucht dan in water, maar in beide milieus is ze veel efficiënter bij hoge geluiden (met hoge frequentie) dan bij lage geluiden. Daarom houden alleen de bassen van een discotheek je uit je slaap.

De amplitudes van door verschillende bronnen veroorzaakte geluidsgolven accumuleren bijeen zonder elkaar te wijzigen. Deze eigenschap laat ons onder andere toe in een achtergrondgeluid verschillende klanken te herkennen: zelfs in de stad horen we de mussen tssjilpen. Maar deze eigenschap maakt ook interferentie tussen golven mogelijk (de amplitudes kunnen zich ook aan elkaar onttrekken). Deze interferenties wijzigen de intensiteit van sommige frequenties in tijd en ruimte.

Tot nu toe hebben we vooropgesteld dat het geluid zich vrij voortplant, maar in de natuur gebeurt dat zelden. Veranderingen in het materiële milieu (lucht, water, vaste stoffen) vormen immers telkens hindernissen voor het geluid. Echter alleen die hindernissen die even groot of groter zijn dan de lengte van de geluidsgolf, beïnvloeden haar voortplanting. Daar veel hinderissen in de natuur klein van formaat zijn, is dat weer meest het geval bij geluiden met een kleine golflengte, dus bij hoge geluiden.

Een geluidsgolf die een hindernis ontmoet die veel groter is dan haar golflengte, wordt meestal gedeeltelijk weerkaatst, wat een echo

veroorzaakt, en gedeeltelijk in de hindernis opgenomen, waarin ze zich dan in een nieuwe richting, met een andere snelheid en vaak met een grotere absorptie voortplant. In essentie is de weerkaatste intensiteit des te groter naargelang het verschil in densiteit (of het gewicht van een cm^3 materie) tussen de twee betrokken milieus groter is. Een geluid die uit de lucht komt, dringt moeilijk het water binnen, terwijl geluiden die in het water ontstaan, probleemloos door vissen gaan.

De hindernissen die ongeveer dezelfde grootte hebben als de golflengte storen het meest. Ze kunnen de voortplantingsrichting wijzigen, de golf weerkaatsen of absorberen, interferenties veroorzaken, het geluid zelfs verspreiden, met andere woorden het in alle richtingen sturen. Al deze storingen hebben verschillende effecten op golven met verschillende frequenties, waaruit het geluid bestaat; ze zorgen dus voor veel vervorming.

Na al die lotgevallen hebben sommige delen van het geluid misschien andere trajecten tussen bron en ontvanger gevolgd, met een verschillende lengte. Ze komen dus niet allemaal op hetzelfde ogenblik aan. Op verschillende ogenblikken geuite klanken worden dan bij de ontvanger vermengd, zoals de nagalm in een kathedraal, waardoor de klanken moeilijk herkenbaar zijn.

Ondanks al deze processen die de geluiden kunnen vervormen, slagen dieren - en mensen - erin om elkaar te horen en te herkennen. Maar de verscheidenheid in strategieën die de natuur daarvoor moest uitvinden, is werkelijk wonderbaarlijk.

De SOFAR of kaatslaag

Jean Wallenborn

Als twee mensen hand in hand lopen en één van de twee vertraagt, dan zal de andere de neiging vertonen om een cirkel te maken in de richting van de trage gezelschap. Hun verplaatsingsrichting zal dan vertragen tot ze hun stappen op elkaar instellen. De bestuurder van een rupsvoertuig gebruikt dit principe om een bocht te maken: hij vertraagt de rupsband langs de kant waarnaar hij wil draaien.

Dit principe geldt eveneens voor geluidsgolven! De snelheid van het geluid kan naargelang het punt in de ruimte verschillen.

Ten eerste hangt de snelheid van het geluid af van het milieu waarin het zich voortplant. Over het algemeen geldt, dat hoe meer een milieu samendrukbaar is en hoe dener het is (dit wil zeggen: hoe zwaarder één cm^3 materie is) des te trager planten de geluidsgolven zich voort. Als het geluid 4,5 maal vlugger gaat in water dan in lucht, die 1000 maal minder dens is dan water, dan is het omdat water ongeveer 20 000 maal minder samendrukbaar is dan lucht.

Wanneer een geluidsgolf van het ene milieu naar het andere gaat, buigt haar voortplantingsrichting af naar het milieu waar de voortplanting het langzaamst is. Inderdaad is het zoals bij het paartje dat hand in hand loopt of zoals bij het rupsvoertuig: wanneer de piek van een geluidsgolf zich niet over de hele lengte met dezelfde snelheid verplaatst, dan draait ze naar de kant van de geringste snelheid en verandert dus van richting. We zeggen, naar analogie met lichtgolven, dat de geluidsgolf gebroken is.

In zee is er geen plotse verandering van milieu, maar drie factoren beïnvloeden er de snelheid van het geluid:

- 1) de temperatuur, die, wanneer ze vermindert, de dichtheid van het water doet toenemen (water krimpt wanneer het afkoelt), wat een afname van de geluidssnelheid met zich meebrengt;
- 2) het zoutgehalte, dat, wanneer het toeneemt, de dichtheid van het water verhoogt, waardoor de geluidssnelheid geneigd is te verminderen, terwijl het tegelijkertijd de samendrukbaarheid doet afnemen, zodat het geluid zich uiteindelijk sneller voortplant;
- 3) de druk, die, wanneer ze toeneemt, de samendrukbaarheid vermindert (hoe meer een vloeistof is samengedrukt, hoe minder gemakkelijk het wordt om ze nog meer samen te drukken), zodat de geluidssnelheid verhoogt.

In zee daalt de temperatuur meestal op gelijkmatige wijze, vanaf enkele tientallen meters tot ongeveer duizend meter diepte. Dieper in zee schommelen de temperatuur en het zoutgehalte weinig. Anderzijds stijgt de druk in het water per tien meter met één atmosfeer. Op geringe diepte (minder dan 1000 meter) speelt de temperatuur de hoofdrol: hoe dieper we gaan, hoe meer de snelheid van het geluid vermindert. Vanaf 1000 meter geeft de druk de doorslag: de snelheid van het geluid neemt met de diepte toe. Rond 1000 meter is er dus een waterlaag waarin het geluid zich langzamer voortplant dan in de lagen erboven en eronder. Deze laag wordt SOFAR (naar het Engels 'Sound Fixing And Ranging') of kaatslaag genoemd. Haar diepte kan variëren naargelang de temperatuur van het oppervlaktewater en het zoutgehalte van de zee.

Een in deze laag gemaakt geluid kan er niet uit ontsnappen. De golven die de SOFAR langs boven of langs onder neigen te verlaten, raken een milieu waar de voortplantingssnelheid hoger is. Ze worden dus weer in de SOFAR gestuurd; de geluiden planten zich voort terwijl ze rond het mediaanvlak van de SOFAR slingeren.

De golf die in de SOFAR gevangen zit, kan zich dus niet over het hele volume uitbreiden, maar alleen in deze laag. De energie die zij bevat, zal dus veel minder afzwakken dan bij een bolvormig golf (de intensiteit vermindert omgekeerd evenredig met de afstand in plaats van omgekeerd evenredig met de afstand in het kwadraat). Hierdoor kunnen geluiden op hele lange afstand gehoord worden, tot voordeel van walvissen en oceanografen.

Seksferomonen

J.C. van Lenteren, Laboratorium voor Entomologie, Universiteit Wageningen

Onzichtbare verleiders, belangrijke waarschuwers, levensredders en onruststokers. Dit zijn slechts enkele aanduidingen voor feromonen, de geur- en smaakstoffen die boodschappen overbrengen tussen soortgenoten. We kennen feromonen nog maar korte tijd, maar het is al overduidelijk geworden dat ze een essentiële rol spelen in de communicatie tussen dieren, inclusief de mens.

Zonder feromonen geen seks. Toen ik 15 jaar was had ik een correspondentievriendin. Na anderhalf jaar schrijven en uitwisselen van foto's (wat was ze mooi!) was er eindelijk een kans om elkaar te ontmoeten. Afspraak gemaakt bij een bioscoop, tijdens de film een eerste poging om een zoen uit te wisselen. Daar is het nooit van gekomen. In dit geval was er sprake van fatale afstoting. Om het diplomatiek te zeggen: haar geur beviel me niet. Dit is absoluut geen uitzondering. Mensen hangen allerlei verhalen op over het kiezen van partners op grond van uiterlijk of intelligentie, maar geurbiologen en – psychologen weten beter. Het belangrijkste voor het slagen van een relatie is de goede geur van de partner!

Mensen en grote zoogdieren ademen per dag ruim 20.000 geurmonsters in. Mensen zijn in staat om ruim 10.000 geuren te herkennen, dieren vaak nog veel meer. Op geuren die met seks te maken hebben, wordt door bijna alle dieren heel sterk gereageerd. Hoeveel verhalen zijn er niet over mannetjeshonden die op de meest fantastische manieren weten uit te breken als er een vrouwtjeshond loops is. En wat te denken van spinnenmannetjes die 'blind' afgaan op de sekslokstof van een vrouwtje, om na de paring te worden opgegeten? De seksgeuren – seksferomonen – zijn voor elke diersoort anders en vaak heel specifiek. Op een afstand van ruim een kilometer kan een vlindermannetje de geur waarnemen van een vlindervrouwtje dat klaar is om te paren! Er hoeft echter maar iets te veranderen aan de scheikundige samenstelling van die geurstof, en het vrouwtje is opeens onaantrekkelijk. De mannetjes kunnen haar niet langer vinden. Ze zal niet paren en geen nakomelingen krijgen. Vrouwtjes móeten dus de juiste seksferomonen produceren, maar daarmee kunnen ze zich verraden aan hun natuurlijke vijanden. Er zijn bijvoorbeeld parasitaire sluipwespen die hun eieren leggen in eieren van vlinders. De vlindereieren zijn klein, maar de sluipwespen vinden ze door op het seksferomoon van de vlinder af te gaan. De wespen luisteren de sekscommunicatie van de vlinders af!

De meeste insecten schamen zich niet voor het maken en verzenden van feromonen, mensen kennelijk wel. Ze wassen zich uitvoerig en brengen ook nog eens allerlei deodorants aan op plaatsen waar veel feromoon vrijkomt: de oksels en de geslachtsstreek. Zo beperken mensen merkwaardigerwijs de productie van feromonen die tijdens het vrijen het verlangen naar elkaar stimuleren. Insecten doen juist hun best om zoveel mogelijk feromoon te verspreiden. Daartoe gaan maagdelijke, geslachtsrijpe vrouwtjes op plekken zitten waar enige wind is. De feromoonklieren in hun achterlijf worden uitgestulpt en ritmisch bewogen.

We kunnen veel minder stoffen proeven dan ruiken. Vaak is proeven een combinatie van smaakstoffen en geurstoffen die via ons verhemelte in de neus komen. Kussen is daarom niet zo zeer proeven, maar veel meer ruiken. Waarom kussen verliefden zo lang en intensief? Het lijkt in eerste instantie een merkwaardige bedoening, al die tongbewegingen in de mond van een ander! Tijdens dat zoenen nemen we een uitgebreid geur- en smaakmonster van de ander. We ruiken gedurende intensief zoenen een aantal persoonlijke geurstoffen van de ander die door klieren in het gezicht worden gemaakt. We beoordelen de ander tijdens dat zoenen, als de persoon in kwestie al niet eerder op grond van onaantrekkelijke geurproductie is afgekeurd. Het vreemde is dat wat voor de één een onaantrekkelijke geur is, voor een ander heel aantrekkelijk kan zijn; gelukkig maar!

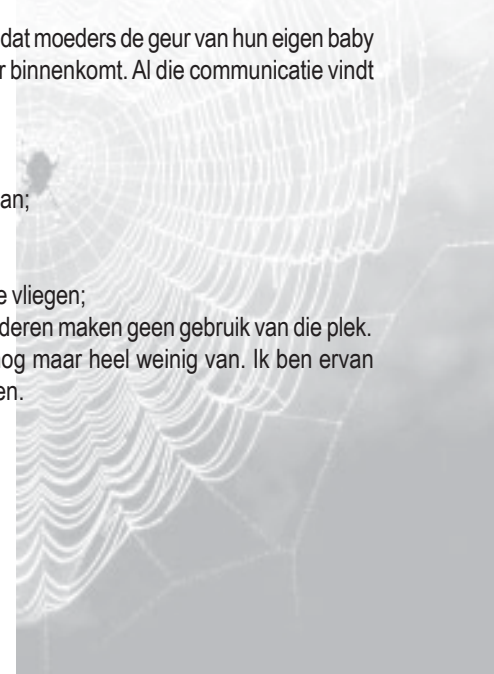
Mensen maken niet alleen feromonen in klieren in het gezicht, maar ook in klieren van oksel, borst, genitaliën en anus. Sommige vrouwen produceren veel feromonen in hun zweet. Daarmee beïnvloeden ze de menstruatiecyclus van andere vrouwen die langere tijd in hun omgeving voorkomen: ze gaan allemaal tegelijk menstrueren. Mannen die een intensieve relatie aangaan met een vrouw vertonen snellere haargroei dan ervoor. Vrouwen die zonder mannen in hun omgeving leven (bijvoorbeeld op een kostschool of in een klooster) menstrueren later dan vrouwen met mannen in hun omgeving. Al deze fenomenen berusten op het aan- of afwezig zijn van bepaalde feromonen.

Veel dieren kunnen angst bij soortgenoten ruiken. Van de mens is dit niet bekend. Wel weten we dat moeders de geur van hun eigen baby herkennen. Baby's kunnen, zonder hun moeder te zien, haar geur herkennen als ze de kamer binnenkomt. Al die communicatie vindt plaats zonder woorden, maar met feromonen.

Wij weten dat bij dieren de volgende feromonen een rol spelen:

- seksferomonen - functie: aangeven dat men paringsbereid is; reactie: er naar toe gaan;
- alarmferomonen - functie: waarschuwen voor gevaar; reactie: wegwezen;
- spoorvolgferomonen - functie: aanduiden route naar voedsel; reactie: spoor volgen;
- samscholingsferomonen - functie: aanduiden voedselrijke plek; reactie: er naar toe vliegen;
- markeringsferomonen - functie: dit is mijn plek of die van mijn nageslacht; reactie: anderen maken geen gebruik van die plek.

Al die soorten feromonen kunnen ook bij de mens een rol spelen. We weten daar echter nog maar heel weinig van. Ik ben ervan overtuigd dat ons gedrag in veel grotere mate door feromonen wordt bepaald dan we nu weten.



Enkele bibliografisch referenties om meer te weten

Agosta W., C., 1992. Chemical communication. The language of pheromones. Scientific American Library.

Bradbury J., W., Vehrencamp S., L., 1998. Principles of Animal Communication Sinauer Associates, 780 blz.

Jouventin P., Leroy Y., e.a., 2002. La communication animale. Pour la Science, dossier n 34, janvier 2002. <http://www.pourlascience.com/>

Uhlenbroek C., 2002. Talking with animals (BBC serie). Hodder & Stoughton London, 256 blz.

Degueldre C., 2003. Beestige liefde. Artis Historia, collectie ArtisCool. 52 blz.

Galand P., 2002. Van strategie tot liefde. Artis Historia, collectie De wonderbare dierenwereld. 200 blz.

Judson O., 2002. Dr. Tatjana weet raad. Alles over de evolutie van seks bij dier en mens. Het Spectrum. 320 blz.

Gould J., Gould C., 2000. Seksuele selectie. Wetenschappelijke Bibliotheek van Natuur en Techniek, Maastricht. 271 blz.

Gould J., Gould C., 2000. Het dierenbrein. Bewustzijn, leergedrag, inzicht en intelligentie bij dieren. Wetenschappelijke bibliotheek van Natuur en Techniek. 230 blz.

K.L. Poll-stichting voor Onderwijs, Kunst en Wetenschap, 1999. Dierentaal. Over communicatie bij dieren. Standaard Uitg. Antwerpen. 108 blz.

Miersch M., 1999. Dierenliefde. Het seksuele leven van de dieren. Van albatros tot zwaan. Elmar BV Rijswijk, 287 blz.

Morell V., 2003. Seksuele selectie. National Geographic Nederland - België, juli 2003 <http://www.nationalgeographic.be>

Vervaecke H., 2002. De bonobo's. Schalkse apen met menselijke trekjes. Davidsfonds Leuven, 176 blz.

Enkele websites om meer te weten

Internetadressen veranderen vaak snel: we geven hier dus een vrij korte lijst. De meeste zijn van universiteiten en hun inhoud is wetenschappelijk verantwoord.

Als je zelf wil zoeken, gebruik dan de wetenschappelijke naam van de genoemde soorten (cursief in de samenvatting) of hun volksnaam, misschien gecombineerd met volgende woorden:

balts / courtship

paren / mating

voortplanting / reproduction

paartijd / breeding season

<http://www.natuurwetenschappen.be>

website van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (in het Nederlands)

<http://www.naturalis.nl>

website van Nationaal Natuurhistorisch Museum - Leiden (in het Nederlands)

<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/index.html>

Opzoeken met volksnamen en Latijnse namen (in het Engels).

<http://www.scirus.com/about/>

Alleen opzoeken van wetenschappelijke sites (in het Engels).

<http://ichtyonb1.mnhn.fr/gjicim/searchgjicim.cfm>

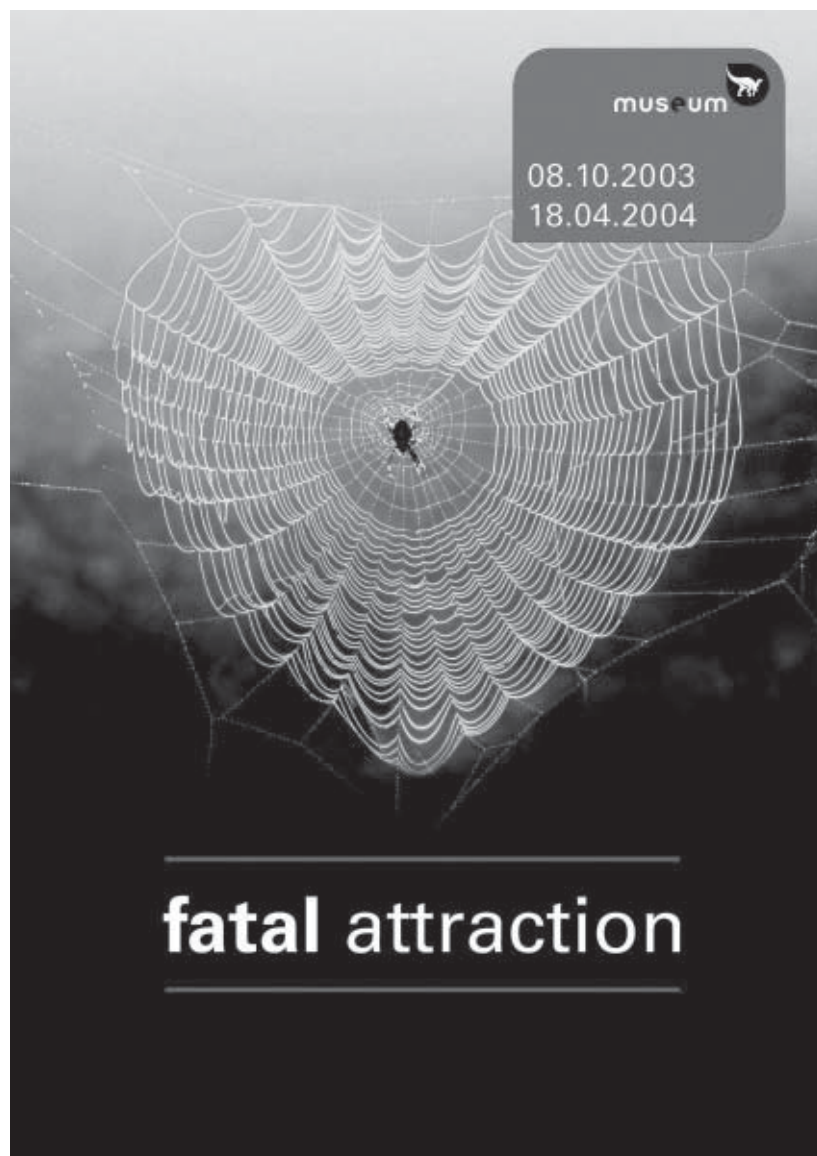
Alleen opzoeken van vissen volgens volksnaam en wetenschappelijke naam (in het Engels).

<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/ecologie/home.html>

Beschrijvende fiches van dieren uit onze streken (in het Frans).

www.mnhn.fr

Website van het Muséum national d'Histoire Naturelle - Parijs (in het Frans).



www.natuurwetenschappen.be