

# Spookjeswoud

Stefano Cannicci

## vol krabben

Krab tussen bladkransen van mangroveboom

**Farid Dahdouh-Guebas**  
**Steven Bouillon**  
**Jurgen Tack**  
**Nico Koedam**

Vrije Universiteit Brussel

Dr Farid Dahdouh-Guebas (28) is verbonden aan het Laboratorium voor Algemene Plantkunde en Natuurbeheer (VUB).

Ir Steven Bouillon (25) richt zijn promotieonderzoek aan de VUB op het bestuderen van de koolstof- en stikstofcyclus in mangrove-ecosystemen in India en Sri Lanka.

Dr Jurgen F Tack (34) maakt deel uit van het Belgische Biodiversiteitsplatform dat adviseert over wetenschappelijk onderzoek gerelateerd aan biodiversiteitsaspecten.

Prof dr Nico Koedam (43) is hoofd van de afdeling Algemene Plantkunde en Natuurbeheer van de VUB. Zijn afdeling doet onderzoek naar de mangroven in verschillende gebieden.

Het mangrovewoud aan de kust van Kenia vormt de natuurlijke grens tussen zoet en zout water. In dit gebied zwaaien ontelbare krabbensoorten de scepter. Als weinig andere dieren hebben ze zich aangepast aan het leven in het brakke getijdewater. Zwem-, klim-, wenk- en spookkrabben voeren er dagelijks hun rituelen uit.

**K**enia. Het is vijf uur 's morgens en nog pikkedonker. Toch is het al broeierig warm in het woud nabij de evenaar. Met een groep Belgische en Italiaanse biologen, onder leiding van Prof dr Marco Vannini en dr Stefano Cannicci van de Universiteit van Florence uit Italië, hangen we al enige tijd geduldig te wachten in één van de vele boomkruinen van de reusachtige

mangroven. Het mangrovewoud bevindt zich continu tussen de lage en de hoge waterstand. Voorzien van fotoapparatuur en videocamera's zullen we straks getuige zijn van een fascinerend schouwspel dat zich tweemaal per dag afspeelt in het woud: de uittocht van klimkrabben.

Verscholen tussen de mangrovewortels maken de achtpotige schaaldiertjes



### Spookkrab

Een zeldzame soort onder de spookkrabben in Kenia.

### Wenkrab

Deze wenkrab is de grootste in zijn soort uit de Oost-Afrikaanse regio.

### Klimkrabben

Bij het krieken van de dag begint de dagelijkse tocht omhoog langs de stam van de mangrove, op zoek naar voedsel en zoet water.

zich klaar voor hun dagelijkse klim naar de top van de metershoge zeebomen. Nog geen tien minuten na het ochtendkraaien van een haan in het dorp vlakbij horen we het ritselende geluid van duizenden bewegende klimkrabben, één van de talrijke krabbensoorten die het mangrovewoud rijk is. Aangezet door de sterkte van het licht klauteren ze behoeftzaam, pootje voor pootje, langs de gespleten schors van de mangrove omhoog. De krabbetjes, nauwelijks vijf centimeter groot, leggen de steile klim van ongeveer twintig meter binnen een uur af. Eenmaal in de kruin begeven zij zich als vollerde acrobaten over de dunste takjes om uiteindelijk het topje van de bladkransen te bereiken. Deze verse jonge bladeren en het zoete water van de dauwdruppels vormen het dagelijkse maal van de klimkrabben.

Terwijl de krabben ontbijten, registreren we geruisloos hun waarnemingen. Het onderzoek naar het eet- en leefgedrag van de mangrovekrabben is weer begonnen.

### Levende dijken

Wie denkt dat krabben slechts zeedieren zijn die langs onze kust over de golfbrekers klauteren of onder water zitten, heeft het mis. In de mangroven zijn zij de natuurlijke bosbewoners die in een enorme soortendiversiteit voorkomen. Ze zijn vaak én de planteneters én de roofdieren én de opruimers. Door deze positie spelen ze een belangrijke rol in het onderhoud van de mangrovewouden, die op hun beurt weer van essen-

tel belang zijn voor tropische ecosystemen aan de kust. Mangrove-ecosystemen zijn namelijk de broed- en kraamkamers voor vele vissoorten, garnalen en andere organismen. Behalve deze belangrijke schakel in het mariene leven vormen zij ook voor de mens een belangrijke bron van inkomsten. Houtverbruikers en -verkopers, houtskoolbranders, vissers, imkers en zelfs genezers die pijnstillende middelen uit de bladeren en wortels halen, verdienen er hun brood mee.

Mangroven beschermen enerzijds het land tegen de golfslag van de oceaan en houden anderzijds het bodemmateriaal dat door rivieren wordt afgevoerd tegen. Zo beschutten ze de koraalriffen tegen sedimenten, het zand dat door het water wordt getransporteerd en bezinkt. De mangroven vormen als het ware een 'levende dijk'. De mangroven worden door de talrijke krabben gebruikt om er zich voort te planten, bescherming te zoeken tegen roofvijanden, of om er bij hoogtij naar voedsel te zoeken.

Eén van de methoden om de posities die krabben in het voedselnet innemen te bepalen, is hun maaginhoud te onderzoeken of de fysisch-chemische samenstelling van hun weefsel te analyseren. Voor het bestuderen van de maaginhoud is het van belang om de krabbetjes niet al te lang na de maaltijd open te knippen en hun magen onder de microscoop te onderzoeken. De bladeren of opgenomen dierweefsels zijn dan nog goed herkenbaar. De schaar van de krab

bevat een goed ontwikkelde knipspier die gebruikt kan worden om naar de samenstelling van het weefsel op basis van stabiele isotopen te kijken (zie kader pag. 69). Isotopen zijn twee of meer vormen van eenzelfde chemische element met een gelijk aantal protonen, maar een verschillend aantal neutronen. Met de isotopenanalyse kunnen we vrij nauwkeurig achterhalen wat de primaire voedselbron van de krabben is.

Lange tijd veronderstelden onderzoekers dat de mangrovewouden van essentieel belang waren voor de voedselketen in de tropische kustzones. In dat geval zouden in alle krabben, slakken en andere bodembewoners sporen van de mangrovebladeren terug te vinden moeten zijn. Bij analyse van de koolstof- en stikstofsamenstelling van fauna, flora en eencelligen kwam het belang van andere producenten van biomassa aan het licht, zoals de microscopisch kleine wieren en cyanobacteriën. Deze groeien in het water, op het sediment of op de wortels en stammen van de mangrovebomen.

### Gezonde eetlust

Mangrovekrabben zijn er in vele vormen, afmetingen en kleuren, maar worden al gauw ingedeeld naar hun gedrag. Zo zijn er de klim- en wenkrabben, moddergravende soorten en ook de grote, jagende zwemkrabben. Deze laatste maken bij vloed de kreekjes onveilig en jagen op vissen, slakken en zelfs andere krabben. Meer landwaarts trekt 'de kokoskrab' – eigenlijk een grote here-

## Een patroon van koolstof

mietkreeft verwant aan de krabben – naar de metershoge kokospalmen. Hij breekt met de brute kracht van zijn schaar de kokosnoot open, voedt zich met de inhoud en doet zo zijn bijnaam ‘kokosdief’ veel eer aan.

Elke krab heeft zijn eigen positie (*niche*) in het ecosysteem verworven. Terwijl de klimkrab zich voedt met verse bladeren in de kruin, verorberen de moddergravers afgevalen bladeren en jonge mangroveplantjes. Toch zit er een keerzijde aan het gezonde eetgedrag van de moddergravende krabben. Ook op plaatsen van herbebossing waar het natuurlijk herstel van mangroven kunstmatig geholpen wordt, stillen krabben hun honger met jonge mangroveplantjes. Vaak loopt het uit op een eetfestijn met meerdere krabbensoorten tegelijk. Op deze manier kunnen de krabben de rehabilitatiezones van de

mangroven totaal vernietigen.

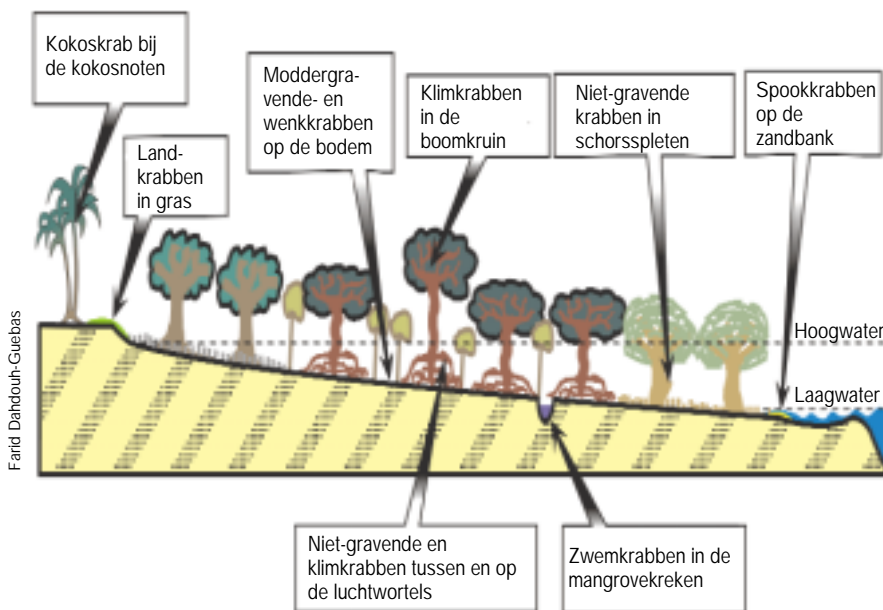
### Violkrabben

Terwijl we ons verder over de modderbodem in het mangrovebos worstelen om ons opnieuw in de bomen te nestelen, lijkt het alsof we ons op een levend tapijt bevinden. Bij elke stap lijkt de bodem ogenschijnlijk links of rechts, voor- of achterwaarts te verschuiven om onze voeten te ontwijken. Opnieuw stoten we op opvallende bodemkrabben. Het zijn de wenkkrabben (ook wel violkrabben genoemd) die hun ogen op steeltjes dragen.

Wenkkrabben komen voor in een rijke waaier van kleuren met een blauw, rood of wit-zwart gestippeld patroon. De mannetjes van dit geslacht maken groot vertoon met één reuzeschaar aan de linker- of rechtervoorvoet, waarmee ze onophoudelijk zwaaien alsof ze ‘de

strijkstok bespelen’. Twee Keniaanse jongentjes vertellen ons de betekenis: de draaiende schaarbeweging naar de krab toe wil zeggen dat het getij opkomt. Bij eb draaien ze de andere kant op en sturen zo het getij weg. Helaas. Deze prachtige verklaring doorstaat de toetsing met de feiten niet. De draaiende scharen moeten de wijfjes aantrekken of andere mannetjes verjagen. Wanneer een mannetje zich niet laat verjagen komt het tot een gevecht waarbij het er soms heftig aan toe kan gaan. Een judoka zou er iets van kunnen leren.

Zoals vaak bij dieren is de verliezer diegene die het opgeeft, of bij krabben diegene die zijn schaar verliest. Net als hagedissoorten die hun staart kunnen afwerpen, kunnen krabben hun vastgeklemde ledematen afsnoeren en zo ontsnappen. Bij hun volgende vervellingen zal de kleine schaar aan de andere voor-



### Woud vol krabben

Op vele plaatsen in het mangrovewoud vinden we krabben. Elke krab heeft zijn specifieke plek (*niche*) in het ecosysteem. De één eet bij hoogtij de bladeren van de mangrove, de ander verschalkt de vissen die worden aangevoerd van uit zee. Afhankelijk van de stand van het water (eb of vloed) zoeken de diverse krabbensoorten actief naar voedsel.



Om te bepalen welke voedselbronnen krabben en andere organismen gebruiken, kunnen we naar de *isotopenstelling* van het weefsel kijken. Bepaalde elementen komen namelijk in meer dan één vorm voor: ze bezitten stabiele isotopen, die dezelfde chemische eigenschappen hebben maar verschillen in massa. Dat massaverschil komt door een verschil in het aantal neutronen in de atoomkern. Isotopen van hetzelfde element hebben wel een gelijk aantal protonen in de kern. Koolstof en stikstof hebben zo'n lichte en zware variant:  $^{12}\text{C}$  en  $^{13}\text{C}$  voor koolstof, en  $^{14}\text{N}$  en  $^{15}\text{N}$  voor stikstof. Dat de zware variant stabiel is, wil zeggen dat deze altijd even zwaar blijft en niet zoals bij de radioactieve variant het geval is, het element terugvalt tot lichtere atomen.

Ieder materiaal (dier, plant of ééncellige) heeft zijn eigen patroon van lichte en zware koolstofatomen. Zo vinden we in mangrovebomen een andere verhouding aan zware en lichte

koolstofatomen dan in ééncellige wieren die in het water leven, of de kleine kiezelwiertjes die op de bodem groeien. Deze verhouding is met een moderne massaspectrometer zeer nauwkeurig vast te stellen. Met dit apparaat kun je de verhouding tussen lading en massa van positief of negatief geladen atomen (ionen) analyseren.

Wanneer een krab zich voedt met mangrovebladeren zal zijn koolstofpatroon sterk lijken op dat van het blad, en sterk verschillen van een slak die op kiezelwiertjes leeft. Het koolstofpatroon van een krab die zich echter uitsluitend met deze slakken voedt, zal hier weer sterk op lijken. Omdat bij elke stap in de voedselketen echter iets meer zware stikstofatomen in een organisme terug te vinden zijn dan in zijn voedselbron, zal een slak relatief meer zware stikstofatomen bevatten dan een mangroveblad. Op die manier kunnen de voedselkeuzen en dus ook de positie van krabben in de voedselketen in kaart worden gebracht.



Farid Dahdouh-Guebais

### Weefselonderzoek

In een koolstof-stikstof analyse-apparaat wordt koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) en stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) uit de weefsels geëxtraheerd. Deze gassen worden vervolgens geanalyseerd in de massaspectrometer om de verhouding tussen lichte en zware koolstof- en stikstofatomen te bepalen.

poot langzaam uitgroeien tot een even grote schaar dan voorheen. Aan de geamputeerde stomp verschijnt een nieuw schaaftje. Dit proces kan zich, zolang de krab leeft, blijven herhalen.

### Opruimen

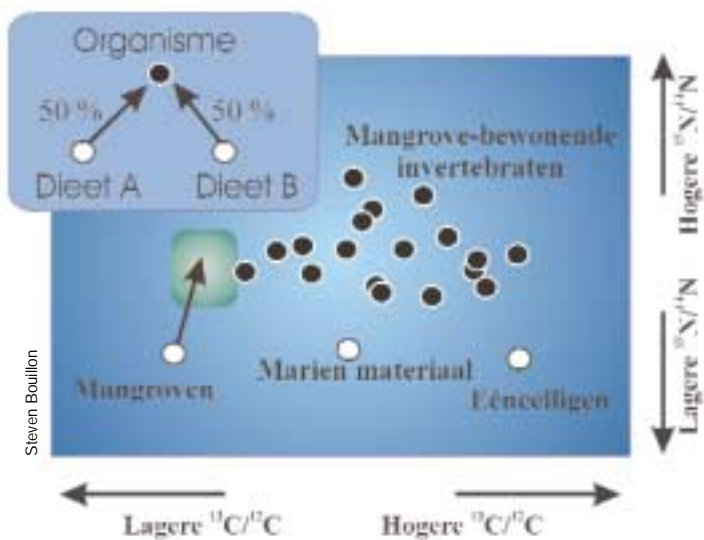
Inmiddels is het eb geworden. Duizenden zwarte hoopjes aarde springen in het oog: de wenkkrabben hebben hun hol geveegd. Als bulldozers schuiven ze de zwarte modder naar buiten. Naast de wenkkrabben komen tal van moddergravende krabbensoorten tot leven die zich tussen de karakteristieke steltwortels van de mangrovebomen bevinden. In dit complexe labyrint in de diepe modder zien de moddergravende krabben er met hun slijkkleur en soms roodachtige scharen een stuk minder vriendelijk uit. Deze krabben in het bijzonder dragen bij tot een versnelde afbraak van organisch materiaal. Zij zijn de opruimers en knippen de afgefallen bladeren letterlijk 'in stukjes'. Bacteriën breken deze stukjes plantenafval makkelijker af waardoor de voedingsstoffen sneller vrijkomen.

Daarnaast zorgt de graaactiviteit van modderkrabben voor een goede beluchting van de dichtgeslagen bodem. Het beroep van hoofdaannemer is echter weggelegd voor de modderkreeft. Waar hij voorkomt lijkt het mangrove-landschap een bouwterrein met bomkraters en puinheuveld. Deze in wezen schuwe graver van maar liefst dertig centimeter werpt heuvels van ruim één meter hoog op en bepaalt zo het gezicht van de mangrovebodem.

Terwijl de wenk- en moddergravende krabben het meest actief zijn bij eb, voelen andere soorten zich alleen thuis in het water. In de kreekjes waar altijd water staat, schuilt de mangrove-modderkrab. Met zijn scharen waarmee je liever niet in aanraking komt vormt hij een gevaar onder water. Tijdens een boottochtje zien we in de modder langs de oever de enorme, donkere holen van wel een halve meter doorsnede. Het is de thuisbasis van de meest bekende zwemkrab, niet alleen omdat hij 'de grootste en sterkste' is en je met een simpele kneep van zijn schaar in het ziekenhuis kan belanden, maar vooral omdat hij van sociaal-economisch belang is. De lokale bevolking verdient een dagelijks inkomen met de vangst en ver-

### Krabbenmaal

Meer wetenschapsnieuws op [www.natutech.nl](http://www.natutech.nl)



**Wat eten de mangrovekrabben ?**

Vroeger dacht men dat mangrovebladeren de hoofdmaaltijd van mangrovebewoners vormden, maar dat is alleen zo voor een beperkt aantal organismen (groen vlakje). Analyse van de koolstofsamenstelling van andere organismen en hun voedsel bracht aan het licht dat naast mangrovebladeren, plankton uit zee en éencellige kiezelwieren op de bodem een belangrijk onderdeel vormden van de hoofdmaaltijd.

In de figuur stemt elk bolletje en elk vlakje overeen met één of meer organismen die elk een specifieke koolstof- (horizontale as) en stikstofverhouding (vertikale as) hebben. Invertebraten zijn ongewervelden. Marien materiaal omvat o.a. dierlijk en plantaardig plankton ofwel plankton uit zee. Langs de horizontale as staat de toename in de verhouding  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , ofwel zwaarder in koolstof. Langs de verticale as staat de toename van de verhouding  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ , ofwel zwaarder in stikstof. De witte stippen stellen de voedselbronnen voor. De donkere stippen staan voor de krabben en andere organismen zoals slakken.

Als een krab zowel mangrovebladeren als kiezelwier eet ligt de koolstofsamenstelling (verhouding  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) van zijn weefsel tussen deze twee voedselbronnen in (horizontale as). Voor stikstof treedt een meer uitgesproken verzwaring op (vertikale as).

koop van deze krabben. Bepaalde restaurants in Kenia serveren bij dit tropisch krabbenmaal dan ook standaard een knuppel.

Alle zwemkrabben van deze familie zijn stuk voor stuk grote en gevaarlijke roofdieren. Ze besluipen hun prooien of wachten met hun open scharen die ze sluiten als er iets langs kruipt. Zij eten doorgaans vastzittende of traagbewegende dieren, maar als ze de kans krijgen eten ze alles wat 'vlees' is, ook soortgenoten.

**Chemische oorlogsvoering**

Toch laten niet alle organismen zich zomaar vangen. Terwijl de wenkkrab gespecialiseerd is in Oosterse gevechtssporten, is de mangrove-oester, een po-

tentieel slachtoffer van zwemkrabben, bedreven in chemische oorlogsvoering. De oesters zijn in staat om met een chemische afschrikstof de krabben op afstand te houden. Van deze speciale eigenschap maken ook de larven van de oester dankbaar gebruik om zich in de veilige omgeving van de volwassenen te ontwikkelen.

Voordat het zover is, worden de larven achtentwintig dagen lang onder invloed van het getij het mangrovewoud in- en uitgedreven. De volwassen oesters scheiden een beetje herkenningsstof af zodat de larven 'weten' dat er volwassen soortgenoten in de buurt zijn. De kleine oesterlarve reageert direct door een chemisch signaal terug te sturen, waardoor de volwassen exemplaren de herken-

ningsstof in veel grotere hoeveelheden aanmaken. De larve gaat nu op zoek naar de plek met de hoogste concentratie herkenningsstof om zich in de onmiddellijke omgeving van de volwassen oester vast te hechten op de mangrovewortels en -stammen. Onder de beschermende geursluis van afschrikstoffen kunnen ze nu opgroeien, totdat ze op latere leeftijd zelf in staat zijn deze aan te maken. Ze zullen dan op hun beurt instaan voor de overleving van de volgende generaties oesterlarven.

**De weg naar huis**

Het mangrovemilieu verandert normaal twee keer per dag van aanzicht. Het ene moment steken de kruinen boven het water uit, het andere moment is het een doolhof van houtige stammen op de modder. Elke hoogwaterperiode veegt de oude sporen uit. Een kat zou er zeker haar jongen kwijtraken, maar krabben vinden hun huis of nest zonder problemen terug.

Eén soort van de zwemkrabben krijgt de speciale aandacht van de biologen. Deze vertoont een opmerkelijk *homing*-gedrag; de capaciteit om zijn schuilplaats terug te vinden. Dit is zeer belangrijk en gekoppeld aan het eet- en vluchtgedrag: de krabben hebben er immers alle belang bij snel een veilig onderkomen te vinden wanneer ze op zoek naar voedsel worden belaagd. Een hypothese luidt dat deze krabben een soort geheugen hebben waarmee ze herkenningstekens, bijvoorbeeld de bodemtopografie, kunnen onthouden. Op basis van die zogenaamde 'cognitieve kaart' zouden zij zich kunnen oriënteren en hun hol terugvinden, een mechanisme dat voorheen alleen bij gewervelde dieren werd geobserveerd.

## Modderaars

Moddergravende krabben doen zich tegoed aan jonge mangrovenplantjes. Meestal overleven de plantjes dit niet.



Farid Dahdouh-Guebas

Om deze oriëntatiecapaciteiten te bestuderen doen biologen bepaalde homing-experimenten. Enkele eenvoudige proeven, waarbij de modderbodem, de mangrovehorizon of de ogen van de krab werden afgedekt zodat de omgeving onherkenbaar was, gaven een eerste bevestiging van deze hypothese. Zonder de vertrouwde herkenningstekens uit de omgeving waren zij de weg kwijt. Voor andere experimenten werden de krabben eerst 'getraind' om bepaalde visuele kenmerken naar hun hol te volgen zoals een patroon van bakstenen. Wanneer deze opstelling vervolgens in zijn geheel, elke steen in precies dezelfde onderlinge positie, verplaatst werd, kon de krab zijn hol niet vinden. Wel zocht hij op de plek waar zijn hol zich volgens de herkenningstekens zou moeten bevinden.

Uit proeven in het laboratorium blijkt dat de activiteit ook gereguleerd wordt door een combinatie van de biologische getijdenklok en de hydrostatische druk van het water (de druk van een stilstaande kolom water op een bepaald punt). Op een te lage of een te hoge druk, veroorzaakt door een lage of een hoge waterstand, reageren de krabben instinctief door te gaan schuilen om roofvijanden, zoals vogels bij laag water en grotere vissen bij hoog water, te ontvluchten.

Net als de zwemkrabben op de bodem vertonen klimkrabben homingge-

drag in verticale richting. De weg terugvinden naar hun eigen boom of kruin is ook voor hen zelden een probleem. Dit gaat zover dat zij niet alleen terugkeren naar hun eigen 'thuisboom', maar zelfs een eigen 'thuisstak' hebben. Elke morgen en elke avond trekken de krabben naar de kruin, elk hun eigen weg volgend over de stam, takjes, twijgjes steeds naar hetzelfde kranse bladeren.

### Onder bedreiging

Een afgeleide van het hominggedrag is het vluchtgedrag. De eerste reactie van de krabben op bedreiging is het zich ogenblikkelijk ingraven in het zand. Een gedrag dat bij de meeste krabben voorkomt die in zacht zand of onder water leven. Wenkkrabben hebben hiervoor een kinestatisch geheugen: ze lopen bij bedreiging terug vanwaar ze vandaan komen, meestal hun hol.

Spookkrabben leven net buiten de mangroven op de zandstranden. Hun naam hebben ze te danken aan de snelle zigzagmanier waarmee ze als spichtige witte schimmen over het zand trippelen. Bij dreiging lopen zij vaak naar de wassende golven en proberen er te schuilen tussen het schuim waaruit zij anders aanspoelende voedseldeeltjes wegplukken.

Moddergravende krabben zorgen tijdens het vluchtgedrag voor de ludiekste toestanden. Vooral wanneer een opgeschrikte krab het eerste het beste hol in

kruipt en er enkele seconden later al even snel weer uitvlucht omdat het reeds bewoond blijkt. Klimkrabben springen daarentegen bij bedreiging zonder meer van de wortel, stam of tak waarop ze zich bevinden en wagen zich zo aan een vrije val, of bij hoog water aan een schoonsprong. Of ze hier beter af zijn is nog maar de vraag.

Weer schieten de krabben als pijlen terug naar hun hol en plonzen in het water. Ditmaal waren wij de boosdoeners. Een van de schrijfmappen viel uit een paar verkrampde handen naar beneden. Hiermee zit gelijk deze dag erop en kunnen we onze stijve ledematen rekken. Morgen volgt er weer een lange dag van stilzitten en kijken om uiteindelijk dit stuk natuur te doorgronden.

### Informatie

#### Internet

[www.specola.unifi.it/mangroves/](http://www.specola.unifi.it/mangroves/) (bevat filmmateriaal van de massale migratie van de krabben)

[www.vub.ac.be/mangrove/](http://www.vub.ac.be/mangrove/)

#### Literatuur

Stafford-Deitsch, J. *Mangrove : the Forgotten Habitat*. Immel Publishing Limited, London, UK (1996).

Dahdouh-Guebas, F. & N. Koedam. Mangroven, wandelende dijken. *Eos* jaargang 18, februari 2001, pag. 74-80.

