

Het Limburgs Universitair Centrum bestudeert platwormen: onbekend maakt onbemind

Het zal je maar overkomen. Je zit gezellig te tafelen met een gemengd publiek van burens en kennissen als je overbuur geïnteresseerd informeert naar je fervente studieonderwerp. Als je - in de intussen gevallen stilte - doodleuk "ik onderzoek platwormen" antwoordt, vertrekken de gezichten in veelbetekenende grimassen die getuigen van medelijden over spot tot nauwelijks te camoufleren afkeer. Toch is dit sinds haar ontstaan in 1975 het favoriete onderzoeksobject van de onderzoeksgroep Biodiversiteit, Fylogenie en Populatiestudies van het LUC (de vroegere onderzoeksgroep Dierkunde). De groep rond prof. Ernest Schockaert verdiepte zich al die jaren in de boeiende biologie van vrijlevende platwormen of Turbellaria. Acht doctoraten beten zich vast in deze thematiek. Het zwaartepunt van het onderzoek ligt vandaag op de morfologie, systematiek en fylogenie van deze dieren, maar ook ecologie, ecotoxicologie

Onderzoeksgroep Biodiversiteit, Fylogenie en Populatiestudies (LUC)

Limburgs Universitair Centrum
Universitaire Campus – Gebouw D
B-3590 Diepenbeek

Onderzoeksgroep

Binnen het Centrum voor Milieukunde
Verantwoordelijke
professor Ernest Schockaert



Personeel

(1 professor, 1 postdoc, 1 wetenschappelijk medewerker, 2 ATP)

Keywords

Turbellaria, fylogenie, taxonomie, morfologie, biodiversiteit

e-mail: ernest.schockaert@luc.ac.be

Tel.: +32/011 26 83 09

Fax: +32/011 26 83 01

logie en studies over seksuele selectie kwamen in het verleden aan bod. Hoewel de onderzoeksgroep een eerder beperkt aantal onderzoekers onderbrengt, heeft ze zich een wereldreputatie opgebouwd en draagt ze in belangrijke mate bij tot het modern systematisch en fylogenetisch onderzoek van de Turbellaria, voornamelijk van de mariene vormen.

Waarom platwormen?

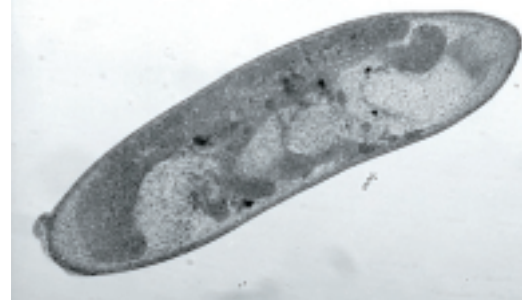
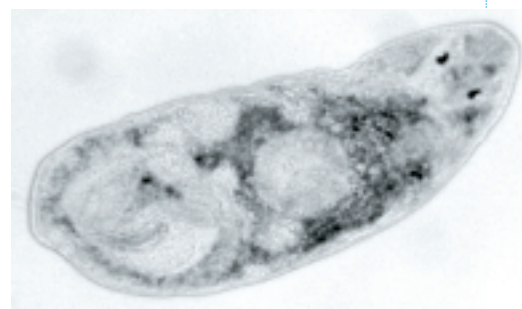
Soortenrijk, talrijk en belangrijk

Van de platwormen of Platyhelminthes zijn de parasitaire lintwormen en leverboten door iedereen gekend. Van de 'Turbellaria' (platwormen met trilharen) echter kennen velen enkel de 'planaria's', de zwarte zoetwaterwormpjes uit de leerboeken met het fenomenale regeneratievermogen. Nochtans zijn er thans reeds 8000 soorten Turbellaria gekend, en wordt het werkelijke aantal soorten op het tienvoudige daarvan geschat! Ze komen zowat overal voor: in zee, in zoet water, levend tussen de zandkorrels in het sediment (meio-benthos), op wieren of waterplanten, en zelfs op het land als het er maar voldoende vochtig is. De overgrote meerderheid is slechts een halve tot 3 mm groot, uitzonderlijk halen ze een kleine centimeter. Grotere vormen, zoals de mariene Polycladida en de Tricladida leven op de bodem (zoals de 'planaria's'). Er zijn zelfs heel wat parasitaire Turbellaria. De meerderheid ervan wordt aangetroffen in stekelhuidigen (zee-egels, zeekomkommers en slangsterren), maar ook mossels worden gevisieerd (worden onderzocht i.s.m. de groep van prof. Jangoux, ULB). Niet alleen komen Turbellaria op de meest onverwachte plaatsen voor en zijn er veel soorten, maar in heel wat biotopen zijn ze ook heel erg talrijk. Ze spelen dan ook een belangrijke rol in het ecosysteem, niet in het minst omdat de meeste platwormen predatoren zijn en derhalve een structurerende rol opeisen. Zo heeft een ingevoerde terrestrische triclade in geen tijd de regenwormenpopulaties in Ierse weiden gedecimeerd! Maar ook in mariene biotopen zijn platwormen vaak prominent aanwezig.

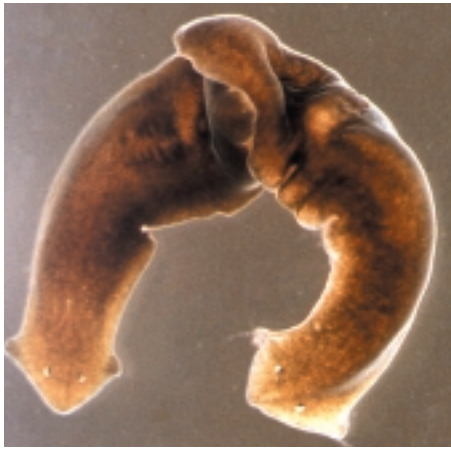
Een boeiend sex-leven

Turbellaria zijn in vele opzichten uitzonderlijke organismen, en vormen hierdoor een boeiend object voor allerlei onderzoek vanuit zeer uiteenlopende invalshoeken.

Zo zijn het 'simultane hermafrodieten'. Ze zijn dus mannetje en wijfje op hetzelfde moment, wat eerder uitzondering dan regel is in de dierenwereld. Bovendien kennen ze een inwendige bevruchting. Hun bouw is dan ook niet zelden nogal ingewikkeld en buitengewoon gevarieerd, vaak met de meest onwaarschijnlijke voortplantingsorganen. Ook hun voortplantingsbiologie is de moeite waard te bestuderen. Bij elke copulatie fungeert elk individu immers tegelijk als mannetje en als vrouwtje, en dat heeft



Mariene platwormen zijn wijdverspreid, heel divers en nog relatief slecht gekend. In beeld van links naar rechts een nog onbeschreven (*Typhloplanoide*) soort uit Zanzibar, de recent beschreven soort *Sabulirhynchus axi* van de Galapagos archipel en een polyclade ribbewonende worm uit Australië, *Pseudobiceros bedfordi* (bronnen: resp. TA, UH, FF)



Twee planaria's (*Dugesia gonocephala*) in volle copulatie (CV)



Sommige soorten platwormen gaan in een zogenaamde 'war of genders' elkaar letterlijk doorboren met hun stekelvormig copulatieorgaan of stilet. Hier een tekening van een stilet van een onbeschreven mariene soort uit Australië (TA)

nogal wat gevolgen voor hun gedrag met betrekking tot de seksuele selectie. Het zou ons veel te ver leiden hierop dieper in te gaan, maar onderzoek door de groep van prof. Schockaert op zoetwaterplanaria's heeft bijvoorbeeld uitgewezen dat de partners mekaar vooraf 'meten'. Ze willen niet copuleren met een kleiner individu dan zichzelf, en nemen dus rustig hun tijd voor een uitgebreid ritueel voorafgaand aan een eventuele copulatie (doctoraat Carla Vreys, 1997). De groep van prof. Nico Michiels (Münster, Duitsland – ex-LUC) onderzoekt momenteel de zgn. 'war of genders' bij Polycladida, waarbij de partners met hun stekelvormig copulatieorgaan mekaar letterlijk doorboren.

Aan de basis van alle hoger geëvolueerde diervormen

Platwormen staan aan de basis van de stamboom van de Bilateria, de bilateraal symmetrische dieren. De ontwikkeling van bilaterale symmetrie is in de evolutie van de dierenwereld zonder meer een mijlpaal te noemen. Inzichten in de verwantschappen van de platwormen leidt daarom ook tot betere inzichten in het ontstaan en de verwantschappen van alle tweezijdig symmetrische en dus hogere dieren. Zo is uit modern onderzoek gebleken dat de Acoela (tot dan toe als orde van de platwormen beschouwd) eigenlijk geen platwormen zijn, maar op zichzelf de zustergroep van alle andere Bilateria vormen. Kennis van de verwantschappen binnen de Turbellaria en de Platyhelminthes in hun geheel zal ook leiden tot inzichten over het ontstaan van de parasitaire platwormen en de verschijnselen parasitisme en co-evolutie (de parallelle evolutie van de gastheer en van de parasiet).

Zowaar een schakel in het onderzoek naar kanker!

In de leerboeken worden de platwormen afgeschilderd als dieren met een groot regeneratievermogen. Maar dat geldt slechts voor enkele groepen, zoals de Acoela, de Polycladida en de planaria's. Bij de meeste platwormen is het regeneratievermogen eerder beperkt of zelfs onbestaande. Die regeneratie gebeurt echter op een unieke wijze. De lichaamscellen kunnen immers niet delen. In de plaats daarvan hebben platwormen een 'reserve' aan zogenaamde niet-gedifferentieerde cellen (de neoblasten). Die neoblasten kunnen wél delen en beschadigde of verloren cellen vervangen, of ook cellen vormen die

nodig zijn voor de groei. In de groepen waar veel neoblasten voorhanden zijn, is er dus wel regeneratie, in andere groepen dan weer niet. Het aanleggen van nieuwe schakels bij een lintworm bijvoorbeeld gebeurt ook vanuit de reserve neoblasten in de nek van de kop. Weliswaar hebben zowat alle dieren een reserve aan niet-gedifferentieerde cellen, maar waarom delen de gedifferentieerde cellen bij de platwormen niet meer? Als daar een antwoord op wordt gevonden, zijn we een hele stap dichterbij het verschijnsel 'kanker' te begrijpen.

Onderzoeksterrein LUC-groep

De kleine Diepenbeekse groep kan zich uiteraard niet met al deze aspecten van de biologie van platwormen bezighouden. Haar aandacht gaat vooral naar:

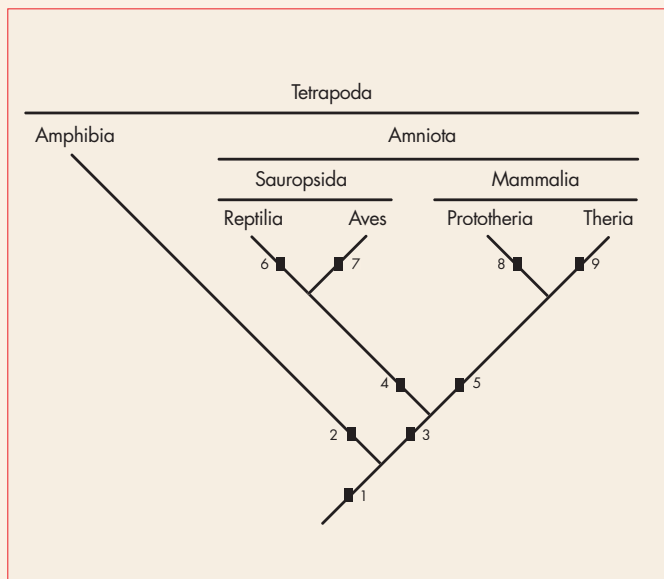
Studie van de soorten rijkdom: 50-95% nieuw voor de wetenschap

De diversiteit aan organismen op onze planeet is onvoorstelbaar groot, maar nog steeds is slechts een fractie gekend. Internationale organisaties (UNESCO, WWF,...) hebben de laatste jaren veel inspanningen gedaan om die diversiteit beter in kaart te brengen. Het dringendst is dit natuurlijk in gebieden die onder sterke druk staan vanwege de mens, hetzij door vervuiling, hetzij door overexploitatie (regenwouden, kustecosystemen in het algemeen en koraalriffen in het bijzonder, grote binnenmeren, e.d.). Wil men de gevolgen van antropogene invloeden op het ecosysteem correct kunnen inschatten, dan is een goede kennis van de biodiversiteit van deze gebieden nodig. Zoniet dreigen massa's soorten te verdwijnen nog voor zij



De onderzoeksgroep van professor Schockaert verzamelde reeds platwormen in quasi alle wereldzeeën. Ook aan de Keniaanse kust werd heel wat werk verzet (JS)

Voor de specialisten: over fylogenetische systematiek, de Phylocode en Linnaeus, cladisme en nog veel meer...



In een **cladogram** worden de verwantschappen van organismen weer-gegeven, zoals hierboven voor de recente vierpotige gewervelde dieren, de Tetrapoda. De blokjes stellen de unieke nieuwe kenmerken voor die door de meest recente voorouder van een taxon tijdens de evolutie zijn verworven (de zogenaamde **apomorfieën**) en die de **hypothese** van deze verwantschappen ondersteunen. Zo hebben alle Tetrapoda 4 poten (blokje 1), ontstaan bij de Amniota vliezen tijdens de embryonale ontwikkeling die het embryo tegen uitdrogen beschermen (blokje 3), hebben alle Sauropsida o.m. gemeenschappelijke schedelkenmerken (blokje 4), enz... Elke groep van soorten waarvan de hypothese van gemeenschappelijke afstamming ondersteund wordt door één of meerdere apomorfieën, noemt men een monofyletisch taxon.

Twee taxa die uit een gemeenschappelijke voorouder stammen noemt men **zustertaxa**.

De verwantschappen van de vierpotige gewervelde dieren, zoals die in het cladogram zijn voorgesteld, kunnen we ook neerschrijven als zijnde:

```
Tetrapoda
  Amphibia
  Amniota
    Sauropsida
      Reptilia
      Aves (vogels)
    Mammalia
      Prototheria (eileggende zoogdieren)
      Theria (levendbarende zoogdieren)
```

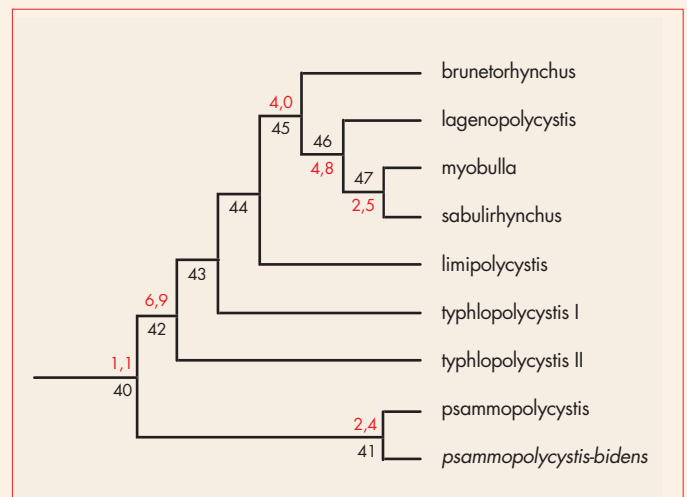
De zustertaxa komen hierbij netjes op dezelfde hoogte te staan, en de verwantschappen zijn duidelijk. In het **Linnaeense systeem** echter ziet het er (meestal) uit als volgt:

```
Superclassis Tetrapoda:
  Classis Amphibia
  Classis Reptilia
  Classis Aves
  Classis Mammalia
```

Door elk taxon in een 'categorie' onder te brengen (de vier Tetrapoden taxa zijn Classes) kan de indruk ontstaan dat deze klassen los en naast mekaar zijn ontstaan. Een deel van de informatie over wat we weten van de afstamming van de gewervelde dieren gaat hierbij dus verloren. Daarom is het Linnaeense, sterk hiërarchische systeem, met zijn categorieën, in een fylogenetisch systeem niet vol te houden. De **'Phylocode'** zoekt naar een alternatief voor de zoölogische nomenclatuur, die wel in overeenstemming is met de moderne methodes in de systematiek.

Een groep van soorten of taxa die een gemeenschappelijke apomorfie vertonen, wordt ook wel eens een **'clade'** genoemd (de term 'cladist' ontstond als scheldwoord in de heftige polemiek die gevoerd werd in de jaren 1960-70 tegen het systeem dat door Hennig is ontworpen in 1954). Waar men in den beginne de methode "met hand-en-hoofd" moest toepassen, werd het met de opkomst van de computer mogelijk een groter aantal kenmerken in de analyse te gebruiken.

En met de steeds krachtiger computers, worden ook steeds krachtiger programma's ontwikkeld die fylogenetisch 'denken' en tegelijk complexe statistische methodes toepassen om de graad van waarschijnlijkheid van verschillende hypothesen te testen.



Dit stukje cladogram toont de verwantschappen binnen de Polycystididae (190 soorten) en is gebaseerd op 77 kenmerken. De clades zijn genummerd (zwarte getallen) en de graad van waarschijnlijkheid dat elke clade echt een gemeenschappelijke voorouder heeft, is aangegeven door de "bremer support" (rood). Hoe hoger de 'bremer support' hoe hoger deze waarschijnlijkheid (ES)

In een cladistische analyse kan men kenmerken van om het even welke aard gebruiken, zo ook de sequenties van de nucleotiden in het DNA van de verschillende soorten, waarbij de plaats van de vier basen als kenmerk wordt behandeld. Wel moet vooraf worden uitgemaakt welke stukjes van het DNA van de verschillende soorten met elkaar overeenkomen ('homoloog' zijn). Ideaal zou zijn morfologische (en andere kenmerken) samen en tegelijk met de DNA sequenties te verwerken ("total evidence" in strikte zin). Hoewel maar een klein stukje van het DNA kan worden gebruikt, gaat het toch al snel over enkele honderden 'kenmerken' die de (noodzakelijkerwijze) beperkter aantal andere (morfologische) kenmerken zouden overdonderen. Daarom wordt vaak geopteerd om twee analyses uit te voeren, één voor de morfologische en één voor de moleculaire dataset. De resultaten van beide analyses wordt dan met elkaar vergeleken ("total evidence" in brede zin).



Het laboratorium van de onderzoeksgroep Biodiversiteit, Fylogenie en Populatiestudies van het LUC (MD)

Proseriata (doctoraat Els Martens, 1985) en van enkele andere groepen, en over de proboscis van Eukalyptorhynchia (doctoraat Alain De Vocht, 1992). Platwormen hebben niet alleen een uitermate gevarieerd voortplantingssysteem, ook de spermatozoïden zijn onwaarschijnlijk gevarieerd en worden in detail onderzocht (i.s.m. dr. Nikki Watson, Armidale, NSW, Australië).

De grondige kennis van deze morfologie brengt heel wat nieuwe inzichten bij over de mogelijke homologie van een aantal structuren. Op hun beurt kunnen deze inzichten dan weer vertaald worden in hypothesen van verwantschappen via zogenoemde cladistische analyses (zie kader). Dit werk wordt nu ook aangevuld met moleculaire gegevens. Zo is de groep momenteel bezig aan een uitgebreide cladistische analyse van de Typhloplanoida in een zgn. "total evidence" benadering (i.s.m. prof. Bäckeljav, KBIN-UA). De Typhloplanoida is één van de grootste taxa van de Turbellaria, maar waarvan de verwantschappen het minst goed zijn uitgeklaard.

Het oude Linneaanse systeem voldoet niet meer aan de moderne, cladistische benadering in de systematiek. Het werd uiteraard ontworpen in een totaal andere

optiek, maar is wel nog steeds officieel in voege. Tom Artois is momenteel betrokken bij de internationale discussiegroep die streeft naar een systeem dat wél de resultaten van de cladistische systematiek kan weergeven (de zgn. "Phylocode", <http://www.phylocode.org>).

De Turbellaria en het milieu: een rol van betekenis

Onderzoek aan het LUC heeft aangetoond dat het aandeel van de Turbellaria in (relatief) grofzandige stranden in een aantal gevallen even belangrijk kan worden als dat van de doorgaans dominante aaltjes of Nematoda (doctoraat Philippe Jouk, 1992). Hun aandeel vermindert - en dat van de Nematoda vermeerderd - naarmate het zand fijnerkorreliger wordt. Het aantal soorten per lokaliteit kan oplopen tot 30 of meer. Op één strand aan de Belgische kust werden zelfs 70 soorten teruggevonden. Uitgedrukt als een Shannon-Wiener index, worden diversiteitswaarden vastgesteld van meer dan drie, het gemiddelde bedraagt meestal twee, en zelden wordt een waarde van minder dan één gevonden. Ook wat de dichtheid en de biomassa aan Turbellaria betreft, komen sommige zandstranden

verrassend uit de hoek, met waarden tot 300 ind./10 cm² en biomassa's van meer dan 1g/10 cm². In aantallen vertegenwoordigen de Turbellaria gemiddeld zowat 10-20% (en soms meer) van het meiobenthos in onze Belgische zandstranden.

Qua biomassa zijn ze goed voor 20-40%. Als toppredatoren spelen zij bovendien ongetwijfeld een belangrijke rol in het structureren van het meiobenthos. Jammer genoeg vormt het gebrek aan ecologen die vertrouwd zijn met Turbellaria, de voorname rem om de rol ervan grondiger te onderzoeken. De soorten zijn nochtans gemakkelijk te herkennen, op voorwaarde dat de fauna vooraf levend wordt bestudeerd. In gefixeerde stalen zijn zij moeilijk te herkennen voor iemand die er niet op getraind is. Elke potentiële platworm moet onder het microscoop gecontroleerd worden. En als vooraf geweten is wat je aan soorten zoal kan verwachten, valt het op naam brengen best wel mee. Maar vergis je niet: het is en blijft arbeidsintensief werk. Is ecologisch werk dat trouwens niet altijd?

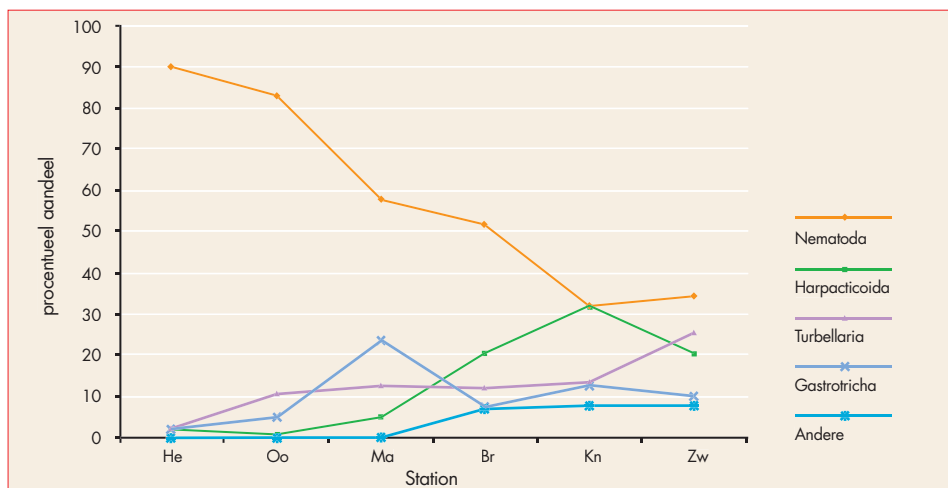
Turbellaria zijn ook zeer gevoelig aan milieuveranderingen. Ze zijn slechts door één laag cellen van de omgeving gescheiden en onbeschermd. Via die epidermis worden heel wat stoffen uit het milieu opgenomen, en dus ook pollutanten. Ook via de voeding is er een belangrijke opname van verontreinigingen. Als predatoren accumuleren zij bijgevolg ook die pollutanten. Onderzoek op zoetwaterplatwormen (doctoraat Mischa Indenherberg) heeft reeds uitgewezen dat Turbellaria dankbare studieobjecten kunnen vormen in toxicologisch onderzoek. Ongetwijfeld zijn ook mariene vormen geschikt voor dit doel.

Een blik in de nabije toekomst

Het cladistisch onderzoek heeft de onderzoeksgroep van prof. Schockaert ertoe gebracht zich verder te gaan verdiepen in de theoretische achtergronden, samen met de krachtige groep 'Biostatistiek' van het LUC.

Nu de groep ook deel uitmaakt van het Centrum voor Milieukunde van het LUC, wordt onderzoek over de invloed van het milieu des te belangrijker. Om te weten wat de invloed van het milieu is op de ontwikkeling van een platworm, moet men wel eerst weten hoe de normale ontwikkeling verloopt. Daartoe is recent onderzoek gestart naar de embryologie van mariene platwormen (in casu van een mariene Macrostomide), dit in samenwerking met prof. Gaetan Borgonie van de Universiteit Gent.

Maar biodiversiteit, systematiek en fylogenie (nu ook aan de hand van DNA-onderzoek) blijven voorlopig de prioriteit in het onderzoek.



Turbellaria maken gemiddeld 10-20% uit van het meiobenthos van onze Belgische zandstranden. In bovenstaande figuur wordt het procentueel aandeel getoond voor Heist (He), Oostende (Oo), Mariakerke (Ma), Bredene (Br), Knokke (Kn) en de Zwinmonding (Zw)(Bron: doctoraat Philippe Jouk)