

# POLAR QUEST



---

2010-12

---

## MODULE 01

# BELDIVA PROJECT

MICROBIOLOGIE  
DIVERSITEIT  
IMPACT KLIMAATVERANDERING



### WAT IS HET BELDIVA-PROJECT?

BELDIVA is een biologisch onderzoeksproject aan het Princess Elisabeth Antarctica-station (PEA) dat door BELSPO wordt gefinancierd. Tijdens de BELARE-expeditie van 2011-2012 was bioloog Elie Verleyen van de Universiteit Gent aan de slag. Er zijn nog wetenschappers van twee andere instituten betrokken in het project. Bekijk de foto's om een idee te krijgen van zijn veldwerk.

Het doel van het onderzoek is het bestuderen van de biodiversiteit in verschillende habitats nabij het station, en deze te vergelijken met andere regio's. Daarnaast wordt de impact van toekomstige klimaatveranderingen op micro-organismen experimenteel nagegaan door gebruik te maken van open-dak-kamers. Deze opstelling maakt het mogelijk om kleine oppervlakten van de bodems te beschermen voor de wind en aldus binnenin een temperatuurstijging te creëren. Ook de aanpassingen van organismen aan extreme condities worden onderzocht.

Waarom de biodiversiteit bestuderen? Biodiversiteit is meer dan alleen de diversiteit aan soorten. Het gaat om de diversiteit aan soorten die onderling in een samenhangend en complex geheel - een ecosysteem - met elkaar en met hun omgeving verbonden zijn. Ecosystemen leveren diensten die onmisbaar zijn voor de mens. Verlies aan biodiversiteit is dus ook meer dan alleen het verlies aan soorten.

Het belang om de biodiversiteit te begrijpen en te beschermen is dus niet gering.

Antarctica is een geïsoleerd continent met een bijzonder streng klimaat, waardoor de biodiversiteit er over het algemeen laag is.

De organismen die er leven zijn aangepast aan specifieke levensomstandigheden waar koude, droogte en lange donkere winters domineren, en waar 's zomers de UV-straling zeer hoog is. Naast de bekende mariene zoogdieren (pinguïns, zeehonden, zeeleeuwen,...) en vogels die aan de kust vertoeven zijn de meeste organismen microscopisch klein en aangepast aan het extreme milieu. Meer info kan je vinden in bijlage 1.1, video 1.1 & 1.4.

In tegenstelling tot eerdere inzichten, zijn heel wat van deze micro-organismen uniek (endemisch) voor Antarctica. Ze komen met andere woorden nergens anders op aarde voor, zelfs niet in gelijkaardige habitats in de Arctische regio en alpiene gebieden. Aangezien de klimaatopwarming in sommige gebieden van Antarctica het globaal gemiddelde ver overschrijdt, is microbiologisch onderzoek er bijzonder relevant en zelfs dringend gezien het grote potentieel van deze organismen voor b.v. de biotechnologie en andere industriële toepassingen.

### HOE VERLIEP HET ONDERZOEK?

Op Antarctica bestond het wetenschappelijk werk uit het verzamelen van stalen van microbiële gemeenschappen in verschillende omgevingen (b.v. op rotsen, in het water van cryoconietgaten - zie video 1.3 - en permanent bevroren meren). De verschillende micro-organismen werden vervolgens in de Belgische laboratoria geanalyseerd met behulp van de recentste moleculaire technieken en vergeleken met publieke databases om hun verspreiding na te gaan. Meer informatie in Bijlage 1.2.

#### Onderzoeksinstellingen

Universiteit Gent – België: Protistology and Aquatic Ecology and Laboratory for Microbiology  
Université de Liège – België: Centre for protein engineering  
Nationale Plantentuin - België

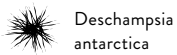
## BELDIVA

### DIVERSITEIT IN ANTARCTICA

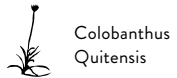
---

#### ANTARCTISCH SCHIEREILAND

---



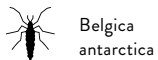
Deschampsia antarctica



Colobanthus quitensis

#### PLANTEN

Er zijn slechts twee "echte" (bloei-)planten in Antarctica. Zij komen voor in het westen van het Antarctisch Schiereiland, de mildste en vochtigste regio van Antarctica.



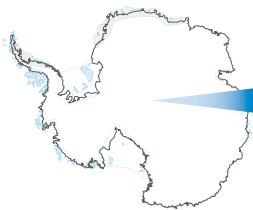
Belgica antarctica

#### BELGICA ANTARCTICA

*Belgica antarctica* is een mug die niet kan vliegen. Met zijn 2-6 mm is dit insect het grootste terrestrische dier in Antarctica. Het leeft enkel in het Antarctisch Schiereiland.

#### CONTINENTAAL ANTARCTICA

---



#### GRADIËNT

binnenland: extremer klimaat

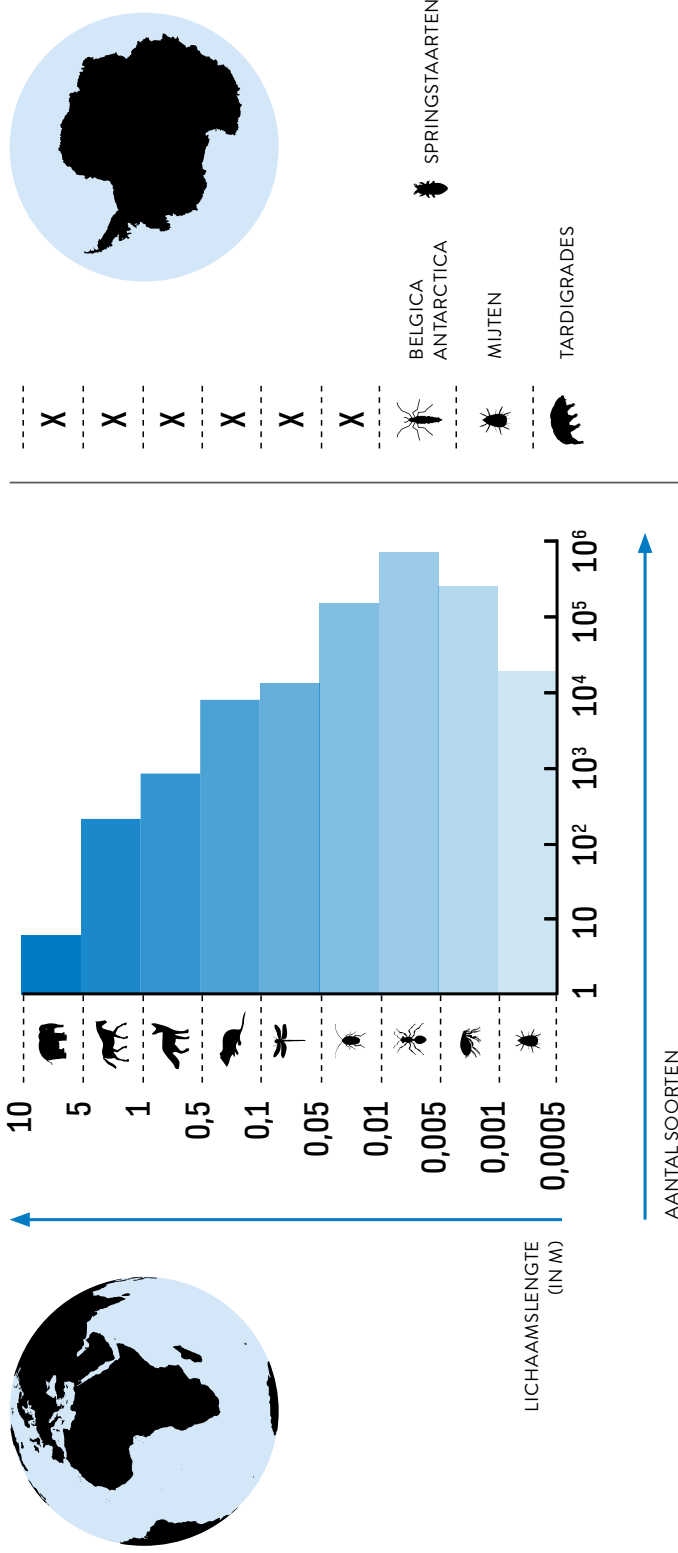
kustgebieden: milder klimaat

De biodiversiteit van landdieren en -planten daalt niet alleen overal ter wereld van de tropen naar de polen toe, maar vertoont ook een gradiënt binnen Antarctica. Aan de kusten, waar het klimaat milder is, zijn meer en grotere organismen te vinden dan in het barre binnenland.

# BIJLAGE 1.1

## BELDIVA

### LANDDIEREN



### HOE BESTUDEERT MEN DE BACTERIËLE DIVERSITEIT IN ANTARCTICA?

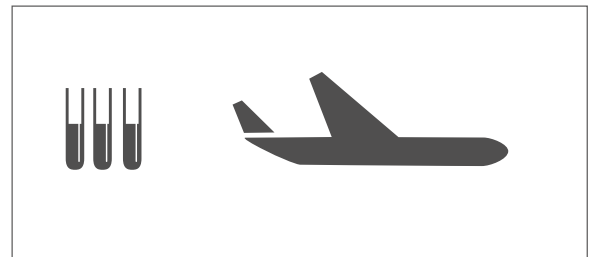
#### 01 STAALNAME



Biologen nemen stalen van microbiële gemeenschappen in verschillende omgevingen.

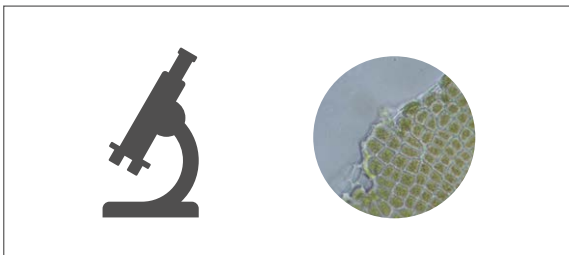


#### 02 BEWARING EN TRANSPORT



De stalen worden ingevroren en vervoerd naar laboratoria in België.

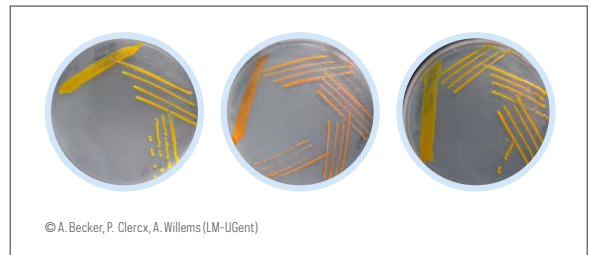
#### 3A MICROSCOPISCHE OBSERVATIE



Het bekijken van de micro-organismen onder de microscoop laat toe om hun morfologische karakteristieken te bepalen.



#### 3B KWEEK VAN MICRO-ORGANISMEN



De micro-organismen worden visueel gesorteerd, uitgezuiverd en gekweekt in petrischalen (vermeerderen voor genetische analyse).

# BIJLAGE 1.2

## BELDIVA

### 3C GENETISCHE ANALYSE



De identificatie van de micro-organismen gebeurt door analyse van specifieke stukken van het DNA (o.a. rRNA genen) bekomen van de organismen in cultuur of rechtstreeks uit omgevingstalen.

### 04 VERGELIJKING MET DATABASE

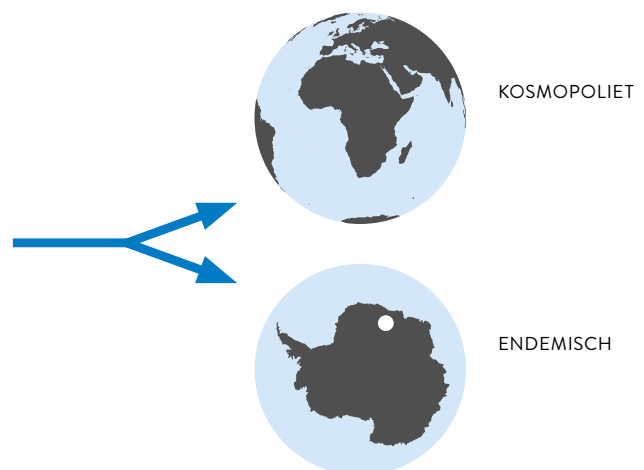


Het geanalyseerd DNA wordt vergeleken met een database van micro-organismen van over heel de wereld.

### 05 ANALYSE VAN DE GEOGRAFISCHE SPREIDING



Biologen kunnen bepalen of de micro-organismen al dan niet endemisch zijn (alleen te vinden waar ze ze hebben bemonsterd) of een meer globale verspreiding hebben.



## BELDIVA

### BIOLOOG IN ANTARCTICA, IETS VOOR JOU?



---

**DR. ELIE VERLEYEN**

---

Aquatisch ecooloog

---

Onderzoeker & lesgever:

Universiteit Gent, vakgroep biologie,  
onderzoeksgroep Protistologie & Aquatische  
ecologie

---

Belg

---

#### VANWAAR JE INTERESSE VOOR MICROBIOLOGIE?

Al sedert mijn kindertijd ben ik geïnteresseerd in planten en dieren, maar ook in aardrijkskunde. Op het einde van mijn opleiding als bioloog wou ik een scriptie doen op het raakvlak tussen biologie en geografie/geologie. In eerste instantie wou ik op basis van pollen vroegere klimaatveranderingen reconstrueren. Aan de Universiteit Gent (UGent) was echter niemand actief in deze discipline. Mijn huidige promotor en de directeur van onze onderzoeksgroep, Prof. Dr. Wim Vyverman, kwam met het voorstel af om diatomeeën te gebruiken als paleoklimaatindicatoren. Die ééncellige organismen zijn immers omgeven met een glazen schaalje dat uitzonderlijk goed bewaard. Hij had toen net een EU-onderzoeksproject op Antarctica goedgekeurd gekregen. Op basis van die diatomeeën in fossiele sedimenten was ik in staat om veranderingen in het paleoklimaat en de relatieve zeespiegel in de Larsemann Hills (Oost-Antarctica) te reconstrueren. Die diatomeeën boeiden mij enorm. Om de veranderingen in diatomeeënsamenstelling doorheen de fossiele sedimenten beter te begrijpen ben ik dan hun moderne ecologie gaan bestuderen. De dataset die ik ontwikkelde werd al snel uitgebreid met andere datasets van Antarctica i.s.m. binnen- en buitenlandse collega's. Dit werd bewerkstelligd door bestaande datasets te koppelen of door nieuwe staalnamecampagnes en analyses. Op basis van die dataset kunnen we nu de verspreiding van diatomeeën in het hele Antarctische Biogeografische Rijk nagaan. Een unieke dataset dus. Momenteel ontwikkelen we een gelijkaardige dataset voor bacteriën, eukaryote micro-organismen en cyanobacteriën i.s.m. een andere onderzoeksgroep van de UGent en één van de Université de Liège.

#### WAT ZIJN DE EIGENSCHAPPEN VAN EEN GOEDE MICROBIOLOOG?

Strikt genomen ben ik geen microbioloog maar eerder een aquatisch ecooloog die de biogeografie van micro-organismen onderzoekt en hun overblijfselen in meersedimenten gebruikt om veranderingen in het paleoklimaat en de zeespiegel te reconstrueren. Op basis van dat laatste kunnen ijskapmodellen getest worden. Ik denk dat je als wetenschapper in het algemeen de nodige kritische zin moet hebben, goed op de hoogte moet zijn van de nieuwste ontwikkelingen in jouw vakgebied, bereid moet zijn hard te werken en soms diep te gaan en bovendien creatief moet kunnen denken en 'buiten de lijnen' kleuren.

## BELDIVA

---

### WAT VIND JE HET LEUKST AAN JE JOB?

Ik krijg nog steeds een kick wanneer een publicatie of projectaanvraag wordt aanvaard. Datasets analyseren vind ik ook leuk. De staalnamecampagnes zijn uiteraard hoogtepunten in mijn carrière.

### WAAROM HEB JE GEKOZEN OM ONDERZOEK IN ANTARCTICA TE DOEN?

Ik ben er zoals boven reeds staat, 'een beetje ingerold'. Door mijn promotor ben ik met Antarctica in contact gekomen en was er meteen door gebeten. Toen mijn IWT-beurs werd goedgekeurd heb ik mij werkelijk gesmeten. Ik had toen al 3 kinderen en wou koste wat het kost doctoreren binnen de termijn van mijn beurs. Ik denk dat ik door mijn energie de aandacht heb getrokken van mijn toenmalige begeleider Dr. Dominic Hodgson van het British Antarctic Survey. Tijdens het eerste jaar van mijn beurs kon ik al mee op staalname. Een ongelooflijke ervaring waaraan ik een aantal heel goede vrienden heb overgehouden. Antarctica heeft mij niet meer losgelaten en ik wou niet liever dan nog eens terug te gaan. Nadien is mijn jongste zoon geboren. We hebben hem BAS genoemd, naar British Antarctic Survey.

Nu besef ik des te meer dat mijn keuze die toen vooral gebaseerd was op enthousiasme ook een wetenschappelijke reden heeft. Antarctica is immers één van de belangrijkste gebieden voor het globale klimaat en blijkt bovendien (althans delen ervan) heel gevoelig te reageren op klimaatveranderingen. Onderzoek op Antarctica is dus heel relevant (en plezant).

### HOE ZIET EEN DAG VELDWERK NABIJ HET PRINCESS ELISABETH ANTARCTICA-STATION (PEA) ERUIT?

Dat hangt af van waar de stalen genomen worden. We hebben een opstelling op de richel waarop de basis is gebouwd. Als we daar stalen willen nemen dan is het voldoende de base commander op de hoogte te brengen en dan kunnen we vrij gaan. Indien er stalen moeten genomen worden in de directe omgeving van de basis (b.v. <1 uur met de sneeuwscooter), dan trekken we er 's ochtends op uit en komen we in de namiddag terug. Soms is het zelfs mogelijk dergelijke verplaatsingen op een paar uur te doen. Je hebt dan wel iemand nodig die de (gevaren van de) omgeving kent om je te vergezellen. Indien er stalen moeten genomen worden van verdere locaties, dan kamperen we daar. Tijdens de eerste campagne hebben we zo 1 week vertoefd in Bratnipane. Prachtige omgeving daar. 's Ochtends vertrokken we dan met een lunchpakket vanuit het basiskamp. 's Avonds keerden we dan terug en aten iets dan David (de kok) voor ons had klaargemaakt en hermetisch had verpakt. Luxueus veldwerk dus. David kan uitzonderlijk goed koken en de maaltijden waren dan ook steeds heel lekker. Ik ben ook al op andere basissen van andere landen geweest en geloof me: PEA is het 3-sterrenrestaurant van Antarctica. Doorgaans gingen we dan vroeg slapen want het veldwerk kan best vermoeiend zijn.



### HOE ZIET EEN WERKDAG IN BELGIË ERUIT?

Ik lees doorgaans thuis rond 7u al mijn e-mails van de voorbije nacht/avond. Ik ga naar het werk met de bus en ben iets na 8u 's ochtends op het labo. Als post-doc voer ik (jammer genoeg) nog weinig analyses uit in het labo. Mijn job bestaat voornamelijk uit PC-werk, zoals het schrijven van artikels, corrigeren van artikels van doctoraatstudenten, projecten schrijven, administratie doen van die projecten en lessen en practica voorbereiden en geven. Als ik 's avonds thuiskom help ik eerst mee in het gezin (huiswerk kinderen, koken), nadien werk ik nog een beetje. Bij deadlines kan het nodig zijn om tot 's nachts en soms 's ochtends te werken. Meestal zijn het wel lange dagen. Weet je dat staalname op PEA ontspanning is voor mij?

### WELKE STUDIERICHTING HEB JE GEVOLGD IN HET SECUNDAIR?

Eerst 2 jaar Latijn (niet mijn ding), dan 2 jaar wetenschappen en in 5 en 6 wiskunde-wetenschappen.

### WELKE HOGERE STUDIES HEB JE GEDAAN?

Ik heb eerst mij eerste kandidatuur (nu bachelor) bio-ingenieur behaald. Toen bleek dat dit niet echt mijn ding was, ben ik beginnen werken. Na twee jaar was mijn echtgenote zwanger en besepte ik dat ik een diploma nodig had. Ik ben dan biologie gaan studeren als werkstudent. Na mijn kandidaturen heb ik de licenties biologie – optie plantkunde gedaan. Net na mijn scriptie heb ik een IWT-project geschreven, dat werd toegekend. Ik heb dan mijn doctoraat in de wetenschappen-biologie na 3 jaar en 6 maanden behaald.

### HOE VERLIEP JE LOOPBAAN ALS WETENSCHAPPER TOT NU TOE?

Na mijn IWT-beurs, heb ik 1 jaar als post-doctoraal onderzoeker voor de UGent gewerkt. Nadien heb ik 6 jaar kunnen genieten van een FWO-beurs, waardoor ik mijn onderzoek aan de UGent kunnen verder zetten heb. Nadien ben ik aangeworven als doctor-assistent door de UGent.

### INVLOED KLIMAATVERANDERING OP BACTERIËLE BIODIVERSITEIT

Bekijk de video 'Open-top-kamers' (video 1.2), waarin je bioloog Elie Verleyen aan het werk ziet. Elie heeft een experiment opgezet, waarbij hij de temperatuur en de relatieve vochtigheid meet in open-top-kamers maar ook erbuiten. De toestelletjes die de data verzamelen, loggers genaamd, moeten elk jaar vervangen worden. De data worden vervolgens uitgelezen op de computer. Daarnaast neemt hij stalen van bacteriën om verder te analyseren in het laboratorium. Meer uitleg hierover kan je terugvinden in de Bijlage 1.2. De open-top-kamers zijn op 4 plaatsten in de buurt van het Princess Elisabeth Antarctica-station geplaatst.

Ga nu zelf aan de slag als wetenschapper en doorloop de verschillende onderzoekstappen van dit onderzoek.

#### 1. STEL DE ONDERZOEKSVRAAG OP

#### 2. FORMULEER DE HYPOTHESE

#### 3. METHODE

##### 3.1 Materiaal

Wat zit er in Elies rugzak? Waarvoor wordt elk materiaal gebruikt?

##### 3.2 Opstelling

- Waarvoor worden de bamboestokken gebruikt?
- Waarom worden er open-top-kamers gebruikt?
- Waarom zijn er twee open-top-kamers per onderzoeksgebied?
- Waarom worden er buiten de open-top-kamers ook gegevens over de temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en de bacteriële diversiteit verzameld?
- Maak een schematische tekening van de opstelling van het experiment.

##### 3.3 Meting

- Waarom legt Elie telkens twee temperatuur- en relatieve vochtigheidsloggers terug?
- Om de hoeveel tijd voeren de loggers een meting uit?
- Hoe lang zullen de loggers metingen uitvoeren? Waarom?

#### 4. ONDERZOEK UITVOEREN (NIET VAN TOEPASSING, WERD GEDAAN DOOR ELIE)

### 5. ANALYSE VAN DE ONDERZOEKSGEGEVENS

Elie zal zowel de gegevens van de bacteriële diversiteit als die van de temperatuur en de relatieve vochtigheid analyseren en dit van de 4 onderzoeksplaatsen. Jij zal enkel een deeltje van de analyse uitvoeren. Gebruik hiervoor de gegevens geregistreerd van 29/01/2011 tot 03/02/2012, opgenomen in de volgende bestanden:

- relatieve vochtigheid van de controleplaats: pq\_data BELDIVA\_rel vochtigheid\_controle.csv
  - relatieve vochtigheid van de open-top-kamer: pq\_data BELDIVA\_rel vochtigheid\_otk.csv
  - temperatuur van de controleplaats: pq\_data BELDIVA\_temperatuur\_controle.csv
  - temperatuur van de open-top-kamer: pq\_data BELDIVA\_temperatuur\_otk.csv
- a. Maak een grafiek van de temperatuur i.f.v. de tijd waarbij zowel de controledata als de data van de open-top-kamer is in opgenomen. Als je het aantal datapunten wil verminderen, kan je ervoor kiezen om enkel de data van 12u en 24u te nemen.
  - b. Vergelijk de temperatuur in de winter en in de zomer. Verklaar.
  - c. Vergelijk de temperatuur tussen de controle opstelling en de open-dak-kamer voor de winter en de zomer. Verklaar.
  - d. Maak een grafiek van de relatieve vochtigheid i.f.v. de tijd waarbij zowel de controledata als de data van de open-top-kamer is in opgenomen.
  - e. Vergelijk de relatieve vochtigheid in de winter en in de zomer. Verklaar.
  - f. Vergelijk de relatieve vochtigheid tussen de controle opstelling en de open-dak-kamer voor de winter en de zomer. Verklaar.

### 6. CONCLUSIE (NIET VAN TOEPASSING, AANGEZIEN JE NIET BESCHIKT OVER ALLE ONDERZOEKSGEGEVENS)

### 7. REFLECTEER

Wat zou er allemaal kunnen misgaan bij dit onderzoek?

### 8. RAPPORTEER

Maak een powerpoint presentatie waarin je dit onderzoek toelicht en de verschillende onderzoeksstappen aanhaalt. Maak hierbij gebruik van de aangeleverde foto's.

# HANDLEIDING 1

---

## BELDIVA

### ACHTERGRONDINFORMATIE

Antarctica is een geïsoleerd continent met een bijzonder streng klimaat, waardoor de biodiversiteit er over het algemeen laag is. In het binnenland van Antarctica komt er bijna geen leven voor. Het grootste landdier is *Belgica antarctica*, een vleugelloos vliegje van 12 mm, dat voorkomt op het Antarctisch Schiereiland waar het klimaat milder is. Daar treft men ook de enige twee bloeiende planten op Antarctica aan, nl. *Descampsia antarctica* en *Colobanthus quitensis*. De flora en fauna bestaan echter grotendeels uit mossen, korstmossen, micro-organismen en kleine invertebraten. Door de geringe beschikbaarheid van voedingsstoffen en water in vloeibare vorm, is de primaire productie gering.

De organismen die er leven zijn aangepast aan deze specifieke levensomstandigheden die gekenmerkt worden door koude, droogte, lange donkere winters en een hoge UV-straling tijdens de lente en continu licht tijdens de zomer. Sommige taxa laten zich gewoon uitdrogen om schade door bevriezing te voorkomen (zoals mosbeertjes), terwijl andere organismen antivriesstoffen produceren om hun lichaamsvocht vloeibaar te houden. Er zijn organismen die in gesteenten leven, en zo beter beschermd zijn tegen de hoge UV-straling; andere biota maken specifieke pigmenten aan die als UV-filter dienst doen (zoals korstmossen en cyanobacteriën).

In het gebied van het Sør Rondane-gebergte in de buurt van het Princess Elisabeth Antarctica-station komen hoofdzakelijk micro-organismen voor. In tegenstelling tot eerdere inzichten, zijn heel wat van deze micro-organismen uniek (endemisch) voor Antarctica. Ze komen met andere woorden nergens anders op aarde voor, zelfs niet in gelijkaardige habitats in de Arctische regio en alpiene gebieden. Aangezien de klimaatopwarming in sommige gebieden van Antarctica het globaal gemiddelde ver overschrijdt, is microbiologisch onderzoek er bijzonder relevant en zelfs dringend gezien het grote potentieel van deze organismen voor b.v. de biotechnologie en andere industriële toepassingen.

Het onderzoek van bioloog Elie Verleyen in het kader van het BELDIVA-project spitst zich toe op het bemonsteren van verschillende microbiële gemeenschappen om hun verscheidenheid, hun aanpassing aan de klimaatverandering en de impact van menselijke activiteiten te bestuderen.

### EXTRA INFORMATIEBRONNEN:

Pedagogische dossiers en animaties op de educatieve website van de International Polar Foundation:  
<http://www.educapoles.org/nl/>

Interview Elie Verleyen (ENG):  
[http://www.antarcticstation.org/news\\_press/news\\_detail/elie\\_verleyen\\_antarctica\\_through\\_the\\_microscope/](http://www.antarcticstation.org/news_press/news_detail/elie_verleyen_antarctica_through_the_microscope/)

# HANDLEIDING 1

## BELDIVA

### UITGANGSSITUATIE

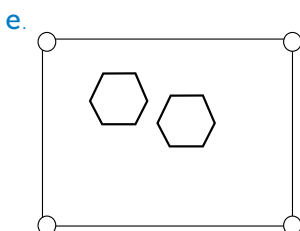
De oefeningen en informatie die u op deze pagina's vindt kunnen gebruikt worden om de thematiek van de impact van de mens op de biodiversiteit niet alleen te illustreren maar ook aanschouwelijker en concreter te maken.

Door te vertrekken van een concrete veldsituatie kan ook de link gelegd worden met het werken met de wetenschappelijke methode, wat voor de studierichtingen met de component wetenschappen tot het curriculum behoort.

De leerinhouden omtrent biodiversiteit, ecosysteem, biotische & abiotische factoren en adaptatie zijn best al voordien in de klas aangebracht.

### OPLOSSINGEN VAN DE OEFENINGEN

1. Wat is de impact van een temperatuurstijging op de microbiële gemeenschappen?
  2. Een temperatuurstijging zal een impact hebben op de microbiële gemeenschappen.
- 3.1** Notitieboekje - notities maken  
Potlood - notities maken  
Staalnamezakjes - opbergen van stalen  
Mes - staalname  
Handschoenen - staalname  
Ontsmettingsmiddel - materiaal ontsmetten zodat er geen besmetting met andere bacteriën zou zijn  
GPS - bepalen van de locatie van de staalnameplaats  
Duck tape - vastplakken loggers aan stenen  
Tupperware doosjes - opbergen materiaal  
Nieuwe dataloggers  
Fotoapparaat
- 3.2**
- a. Om het onderzoeksterrein af te bakenen, zodat anderen er niet zouden opstappen en om het gemakkelijk terug te vinden als men het jaar nadien terugkeert.
  - b. Om een temperatuurstijging te veroorzaken.
  - c. Om de resultaten te vergelijken en toeval te voorkomen. Herhaling maakt deel uit van een goed wetenschappelijk experiment.
  - d. Als controle. Op deze manier kan worden uitgesloten dat een waargenomen effect niet te wijten is aan spontane veranderingen.



# HANDLEIDING 1

---

## BELDIVA

### 3.3

- a. Indien de ene het laat afweten, heeft hij nog altijd een back-up. Daarnaast maakt herhaling deel uit van een goed wetenschappelijk experiment. Door te herhalen voorkomt men toeval en kunnen er statistische analyses uitgevoerd worden.
- b. Elke 3u
- c. Gedurende 2 jaar, om te voorkomen dat de data zou overschreven worden mochten ze na een jaar niet op tijd terug geraken of moesten ze een jaar moeten overslaan omwille van subsidies.

### 5.

- b. De temperatuur varieert in de winter tussen - 12°C en - 35°C. In de zomer varieert de temperatuur tussen - 16°C en 9°C. In de winter is er geen zon waardoor de temperaturen veel lager liggen dan in de zomer.
- c. In de winter is er weinig tot geen verschil in temperatuur tussen de controle en de open-dak-kamer. In de zomer is de temperatuur tussen de 2°C en 8°C hoger in de open-dak-kamer dan op de controleplaats.
- e. De relatieve vochtigheid is in de winter rond de 100%, dit komt door de aanwezigheid van sneeuw. In de zomer daalt deze door het smelten van de sneeuw.
- f. Het smelten van de sneeuw start vroeger op de controleplaats bij het begin van de zomer en blijft langer doorgaan op het einde van de zomer. Dit komt doordat open-top-kamers sneeuw accumuleren. Door de bescherming tegen de wind blijft de sneeuw er langer liggen terwijl hij wordt weggeblazen op de controleplaatsen. Dit is een probleem waarmee open-top-kamers in andere gebieden ook mee te maken hebben.

- 7. De data zou kunnen overschreven worden wanneer men niet op tijd de loggers kan vervangen. Eén van de loggers of meerdere werken niet.

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

### LEERPLANDOELSTELLINGEN 2E GRAAD ASO (VVKSO)

De leerlingen kunnen:

- Met voorbeelden de interacties tussen organismen en milieufactoren aantonen en toelichten.
- Uit waarnemingen afleiden dat de mens een invloed uitoefent op de biodiversiteit van een ecosysteem.

### LEERPLANDOELSTELLINGEN 2E GRAAD ASO (GEMEENSCHAPSONDERWIJS)

De leerlingen kunnen

- relaties leggen tussen aanwezige organismen en abiotische factoren van de onderzochte biotoop.
- het begrip ecosysteem op een wetenschappelijk verantwoorde wijze omschrijven en met

# HANDLEIDING 1

---

## BELDIVA

voorbeelden illustreren.

- voorbeelden geven van factoren die de stabiliteit en de successie van een ecosysteem beïnvloeden. (W)

(W) = doelstellingen voor studierichtingen met component wetenschappen

### **ONDERZOEKSCOMPETENTIES**

- Onder begeleiding een onderzoeksvraag hanteren en indien mogelijk een hypothese of verwachting formuleren.
- Onder begeleiding en met een aangereikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.
- Onder begeleiding over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.
- Onder begeleiding over een experiment/waarnemingsopdracht en het resultaat rapporteren.