



SPELERPES

Chantoir de Morville:
blokkenstort zonder einde

De dolines van de Thiers des Falizes

Grotten in 3D scannen op Borneo

Stoots Evomax:
de kleinste speleoverlichting

Verbond van Vlaamse Speleologen

Jaargang 37 - december 2014

Verbond van Vlaamse Speleologen

Broekstraat 23
B-3001 Heverlee
Tel: 016/23 78 99
e-mail: info@speleovvs.be

Abonnementen (2nrs):
Binnenland: 10 euro
Europa: 20 euro
Uitwisseling mogelijk met
andere Belgische of
buitenlandse
tijdschriften die betrekking
hebben tot de speleologie.

Rekeningnummer:
KBC, Naamsesteenweg 167,
B-3001 Heverlee
IBAN BE17 7343 3250 7521
BIC KREDBEBB

Redactieraad:
Contacteer de redactieraad via
kriscarlier@telenet.be

Werken mee aan dit nummer:
Kris Carlier,
Guido De Keyzer,
Erik Van den Broeck
Björn Sablain

Lay-out:
Guido De Keyzer

VU:
Marc Pauwels

Foto omslag voorkant:
'Beam me up' Benjamin
in Simund Puteh
(door Keith Christenson)

Foto omslag achterkant:
De Puits des Vaux in Furfooz



Verbond
van
Vlaamse
Speleologen

Inhoudsopgave

Belgie

- 4** Chantoir de Morville: blokkenstort zonder einde
Chantoir de Morville: un éboulis sans fin
Chantoir de Morville : never ending blocks
- 7** De werken van SC Les Fistuleuses in de dolines
van de Thiers des Falizes
Les travaux du SC les Fistuleuses dans les dolines
du Thiers des Falizes
The underground works of SC Les Fistuleuzes in and around
the Thiers des Falizes
- 15** Karstfenomenen in de streek van Furfooz
Les phénomènes karstiques de la région de Furfooz
Karst phenomena in the Furfooz region

Europa

- 20** Anialarra 2014: een zomer vol successen
Anialarra 2014: un été fructueux
Anialarra 2014: a summer full of success
- 24** Pène Blaque, Pont de Gerbaut en Henne Morte:
afzien in het Réseau Trombe
Pène Blaque, Pont de Gerbaut en Henne Morte :
en voir de dures dans le Réseau Trombe
Pène Blaque, Pont de Gerbaut and Henne Morte :
a tough journey through Réseau Trombe
- 29** Een heiligdom van tienduizenden jaren oud
Un sanctuaire vieux de dizaines de milliers d'années
A sanctuary thousands of years old

Wereld

- 33** Grotten scannen op Borneo
Scanner des cavités sur Bornéo
Scanning cavities on Borneo

Wetenschap en Techniek

- 38** Google Street View onder de grond
Google Street View sous terre
Google Street View underground
- 44** Stoots Evomax: de kleinste speleolamp
Stoots Evomax: la plus petite des lampes spéléo
Stoots Evomax : the smallest caving lamp ever
- 46** Over grotten en grotvorming: karstverschijnselen
aan de oppervlakte
Les grottes et leur formation: phénomènes karstiques
en surface
About caves and cave formation : karstic phenomena
on the surface

Naar halfjaarlijkse gewoonte vind je hierbij de jongste editie van Spelerpes. Opnieuw hebben we geprobeerd om een tijdschrift samen te stellen dat zowel informeert als inspireert. Zo hebben we opnieuw enkele primeurs. Om te beginnen is er de eerste 'officiële' publicatie over de Chantoir de Morville, de diepste grot van de provincie Luxemburg. De ontdekking van de grot gebeurde al enkele jaren geleden, maar tot op heden was het exploratieverhaal nog niet gepubliceerd. Over de Belgische karst presenteren we eveneens een overzichtsartikel over de werken van SC Les Fistuleuses in Rochefort. Beide artikels bewijzen nog maar eens dat er in ons eigen landje nog heel wat te ontdekken valt.

Een van de doelstellingen van Spelerpes is eveneens om de vinger aan de pols te houden van het Vlaamse en Nederlandse speleowereldje, zodat de resultaten van expedities, exploraties en boeiende speleotrips toegankelijk worden voor andere speleologen en bewaard blijven voor toekomstige generaties speleologen. Want de Vlaamse en Nederlandse speleologen zitten zeker niet stil. Zo waren we het afgelopen jaar zelfs actief in Borneo, om er in een project van National Geographic Society twee grotten in 3D op te meten met een laserscanner. Maar in deze korte inleiding is het niet de bedoeling om het volledige tijdschrift samen te vatten. Daarom wensen wij u veel leesplezier bij het ontdekken van deze nieuwe editie.

Uiterste data inlevering artikels: 1 april en 1 oktober.

Auteurs krijgen een extra exemplaar van het nummer waarin hun artikel gepubliceerd werd. Alle artikels zijn gepubliceerd onder de volledige verantwoordelijkheid van de auteurs. De redactie staat open voor alle bijdragen met betrekking tot de speleologie waarbij de redactie het recht heeft om bijdragen niet te plaatsen, te wijzigen of in te korten.



Blokkenstort zonder einde

Chantoir de Morville is diepste grot van Luxemburg

Door:
Kris Carlier (SC Cascade)

Foto's:
Kris Carlier



In het blokkenstort van de ingangszone.

Op de lijst van diepste grotten van België staat tussen bekende kleppers als de Bernard of de Wéron onopvallend ook de Chantoir de Morville. Deze grot in de Luxemburgse gemeente Durbuy zal slechts bij weinig speleologen een belletje doen rinkelen. Het waren Speleo Nederland en speleoclub Nooit Te Smal die ze ontdekten in 1996. Tot op heden werd over deze 94 meter diepe grot echter nog niets gepubliceerd, met uitzondering van enkele losse berichten op blogs. Onder het motto 'beter laat dan nooit' probeert dit artikel dan ook een lacune in het Belgische exploratienieuws in te vullen.

De Chantoir de Morville – ook wel eens de Chantoir Valentin genoemd - bevindt zich in Morville, een gehucht van enkele boerderijen nabij Wéris, een deelgemeente van Durbuy. Een verdwijngat is het al lang niet meer, zoals de naam doet vermoeden. Een landbouwer nam het initiatief om de doline op te vullen met puin, en daar bovenop een laag teelaarde aan te brengen. De beek die in de doline verdween, werd vroeger al 300 meter omgeleid naar een ander verdwijngat. Sindsdien staat de grot droog. De oorspronkelijke doline is nu een effen weiland geworden, ook al verdwijnt er in een hoek van het perceel nog steeds een miniscuul stroompje water in de bodem.

Het was deze plek die in het midden van de jaren '90 de aandacht trok van Speleo Nederland. In een rotsband die de scheiding vormt met de aanpalende weide vonden de Nederlanders er een spleet van nauwelijks enkele centimeters. De opening tochtte echter voldoende om een werf op te starten. Weekend na weekend kwamen de Nederlandse speleologen naar de Condroz om er de opening te verbreden tot een min of meer comfortabele doorgang. Overnachten deed de ploeg in de toenmalige UBS-gîte in het nabije Villers-St-Gertrude. Daar kwamen ze in contact met speleoclub Nooit Te Smal.

Tochtend spleetje

“In die tijd waren wij aan het werk in de Lembrée”, vertelt voorzitter Guido Verhoeven. “s Avonds gingen wij overnachten in Villers-St-Gertrude. Logischerwijze raak je met elkaar aan de praat. En zo vertelden zij over hun werf en wij over de onze. Van het ene kwam het andere en op een dag wilden ze graag onze mening over hun project horen. Op dat moment zat Speleo Nederland op een diepte van 4-5 meter, maar men was de tocht kwijt geraakt. Ik slaagde er echter in om ze terug te vinden. De tocht kwam niet uit het zaaltje waar ze op dat moment aan het werken waren, maar aan de linkerkant van de ingangspunt tussen twee blokken. Daar was een tochtend spleetje van amper 2 cm breed.”

Nadat ze het blok hadden geëlimineerd dat de doorgang versperde, vonden de speleologen een schacht van zo'n 4 meter diep. “We hebben prijs. Het gaat naar beneden, riep ik”, herinnert Guido Verhoeven zich. “Omdat ik de spleet had opgemerkt, mocht ik als eerste gaan kijken. Ik kwam terecht in een zaaltje. Logischerwijze zoek je eerst dat zaaltje rond, maar op het diepste punt was er niets van tocht. We vonden de tocht echter opnieuw aan de ingang van het zaaltje. Net als de vorige keer kwam de tocht er vanuit een put, die halfweg geblokkeerd werd door een rotsblok. Met een stang slaagden we er in om het blok te laten vallen. Opnieuw hadden we er die dag enkele meters bij gevonden.”

Vruchtbare samenwerking

Na die vruchtbare dag groeide als vanzelfsprekend een samenwerkingsverband tussen Speleo Nederland en Nooit Te Smal. Een paar jaar werkten beide clubs op die manier intensief samen, met een gemiddelde van twee exploweekends per maand. Een team van zo'n zeven gravers vormde de harde kern exploratoren, van wie zo'n vijf mensen van Speleo

Nederland en twee leden van Nooit Te Smal. Op nauwelijks tien meter van de ingang vond Nooit Te Smal bovendien een tweede tochtend spleetje. Van een gaatje van een paar centimeter groeide deze spleet gestaag uit tot een tweede ingang. Het is echter pas op 45 meter diepte dat de beide ingangen met elkaar verbinding geven.

Achtien jaar na de ontdekking kunnen we met Spelerpes nog eens samen met Guido Verhoeven de ontdekking overdoen. De nu 58-jarige speleoloog neemt ons mee voor een gidsbeurt door de grot. Van de twintig leden die Nooit Te Smal ooit telde, is Guido de laatste die is overgebleven. Dit belet hem echter niet om nog actief te graven en te exploreren. Ook Olivier Homs van de Waalse speleoclub GRPS gaat op de trip doorheen de Chantoir de Morville mee.

De ingang van de grot is opgemetseld met betonstenen. Mocht de boer ooit plannen hebben om de doline verder te vullen, dan blijft de toegang op die manier gevrijwaard. De grot is vrij toegankelijk, ook al ligt er voor de veiligheid een los deksel op. Voorbij de ingang komen we meteen in de blokken terecht. Guido toont ons de putten die hij ontdekte evenals het zaaltje waar hij tevergeefs de tocht zocht. Een verrotte plank stut er een verdacht blok in het plafond. “Die plank mag verder rotten. In dat zaaltje moeten we in principe toch niet meer zijn”, wijst hij.

Aanvankelijk is er nog geen modder, maar hoe dieper we komen, hoe meer de blokken met slijk bedekt zijn. Het blokkenstort ontpopt zich bovendien als een regelrechte speleobox, waarbij smalle passages en onmogelijke bochten elkaar onafgebroken opvolgen. Hier en daar komen de aanwijzingen van Guido aardig van pas om ons min of meer comfortabel doorheen deze mikado te plooiën. De meest opmerkelijke passage is in elk geval De Polsstok, waarbij je jezelf met je voeten om-



Guido Verhoeven aan de ingang van de Chantoir de Morville.

De 'snottieten' meer in detail.

Ook in speleokringen heeft de zelfie zijn intrede gedaan.

hoog in een gat moet opduwen, om je daarna met een eigenaardige kronkel in een put te laten zakken. Pas na een half uur wroeten komen we in een eerste ruimte waar je ietwat op adem kan komen: de 'Salle à Trois', zo genoemd omdat je er net met drie mensen kan zitten. Het is duidelijk: deze grot is misschien niet uitgestrekt, maar heeft wel een sportief karakter. Veel foto's bestaan er niet van, en zeker geen professioneel gemaakte beelden met verschillende flitsen. Ook daar leent de grot zich niet toe.

Topo te hernemen

Tot drie à vier jaar geleden werd er regelmatig in de grot gewerkt. De Chantoir de Morville groeide op die manier uit tot een grot van 94 meter diepte. Daarmee is ze de diepste van de provincie Luxemburg. De exacte lengte van de grot is niet bekend. De exploratoren hebben tot op heden nog geen topo kunnen maken. Er bestaat slechts een eerste 'draad-topo', waarbij enkel de grote lijnen werden opgemeten. Op die manier werd al 950 meter in het computersysteem ingevoerd. Enkele delen werden echter nog niet opgemeten, waardoor aangenomen kan worden dat de grot langer dan een kilometer is. De grot bestaat uit een viertal parallelle schachten tussen de blokken, waarvan er twee aan de oppervlakte uitkomen en de twee ingangen vormen. De twee andere puttenreeksen – voor zover die tussen de blokken als verticale réseaus herkenbaar zijn – sluiten dieper in de grot op het systeem aan.

"Eigenlijk moet de grot helemaal opnieuw opgemeten worden", geeft Guido Verhoeven toe. "De diepte en de lengte zijn volgens ons vrij exact opgemeten, maar we vrezen dat er fouten in de kompasmetingen geslopen zijn.



De omstandigheden om te topograferen zijn echt niet ideaal. Als je ondersteboven in een vernauwde opening naar beneden ligt, is dat niet bevorderlijk voor een accurate meting." Tot op heden werden echter nog geen vrijwilligers gevonden om gedurende enkele weekends alle metingen opnieuw te doen. "Maar eigenlijk volstaat het om een hoop blokken te tekenen, en te zeggen dat dit het plan is", lacht Guido. Ook een tochtbeschrijving is onmogelijk te maken. Om de grot toch toegankelijk te maken, werden in de grot fluorescerende pijltjes opgehangen. Witte pijlen wijzen de weg naar beneden, gele weer naar boven. Dieper in de grot staan er ook twee wegwijzers.

Hoe dieper we in het blokkenstort doordringen, hoe minder moeite we hebben om te begrijpen dat het geen cadeau is om hier een topo te maken. Slechts op enkele plaatsen in de grot kom je aan de vaste rots. Je vordert vrijwel onophoudelijk tussen blokken, gaande van het formaat van een stevig kussen tot blokken ter grootte van een kleine gezinsauto. Het is een verademing als we op -25 meter in een eerste echte zaal in vaste rots terecht komen. Het is de eerste van drie grotere volumes in de grot. Een naam heeft de zaal echter niet. "We hebben ons nooit echt beziggehouden met naamgeving", verontschuldigt Guido zich. De zaal is meteen een van de mooiste van de grot. We staan eigenlijk op de bodem van een 25 meter diepe put, die leidt naar de tweede uitgang. Bij de première werd deze put afgedaald op touw. "Eenmaal iedereen beneden werd er naar alle kanten gezocht naar een vervolg. Zo ging er iemand tussen de blokken naar boven en kwam hij onderaan het eerste deel van de put.", vertelt Guido. "Daar zag hij natuurlijk het touw hangen. Hé, jongens, riep hij. Hier is al iemand geweest. Er hangt hier al een touw... Natuurlijk was dat ons eigen

touw", lacht hij bij de herinnering. Een natuurlijk gevormde trap aan de zijkant van de put laat echter perfect toe om ze vrij af te dalen en weer uit te klimmen. Deze reusachtige trap houden we straks voor de terugkeer.

De ontdekking van de zaal bracht de speleologen in euforie. Was men er eindelijk in geslaagd om het blokkenstort te passeren? Zou men dan nu terecht komen in een meer klassiek type grot, met mooie galerijen en ruime geconcretioneerde zalen? De realiteit zette de ontdekkers echter meteen weer met beide voeten op de grond. De grot ging inderdaad verder, maar opnieuw tussen de bemodderde blokken van het oneindige blokkenstort.

Op zo'n 80 meter diepte komen we opnieuw terecht in een zaal. Het is de grootste ruimte van de grot, ook al kun je dit niet zien omdat de zaal de vorm van een zandloper heeft. We zijn intussen bijna op het diepste punt van de grot. Het is een van de drie plaatsen waar de grot dieper dan 90 meter gaat. De twee andere diepste punten liggen in twee andere parallelle réseaus. Het allerdiepste punt gaan we niet bekijken. De modder in de zaal is er immers diep en heeft de structuur van drijfzand. Blijven trappelen is de boodschap om er niet in weg te zinken. Ooit werd hier een poging gedaan om een gang uit te graven, maar de onmenselijke omstandigheden lieten dit niet lang toe.

Verhoogd CO₂-gehalte

Als we dieper in de grot doordringen, worden we geconfronteerd met een verhoogd CO₂-gehalte. Dit laat zich al voelen vanaf 25 meter diepte, maar wordt intenser in de diepere zones van de grot. "Daarom doen we het in deze grot altijd rustig aan. Op die manier heb je er

minder last van. Als je te vlug wil gaan, hap je meteen naar adem”, zegt Guido. “Bovendien hebben we geleerd dat een groep van vier personen vanwege de slechte atmosfeer in deze grot wel het maximum is. We hebben ook geleerd om geen twee trips in één week-end meer te doen. Nu laten wij tussen twee trips altijd minstens een week, zodat de lucht zich enigszins kan verversen.”

Op een diepte van 80 meter is het verhoogde CO₂-gehalte niet meer weg te denken. Nochtans waait hier een behoorlijke tocht, maar die brengt geen verse lucht aan. Via de ‘Luchtgebreggang’ komen we uit in de parallelle réseaus, die ook voor het grootste deel bestaan uit blokken. Een van deze réseaus bevat een P15. Verder dan deze P15 is de exploratie nog niet gebeurd. Wel is er daar een enorme tocht voelbaar. In de parallelle réseaus vinden we op -65 meter diepte ook de enige concreties van de grot. Een aantal ervan zijn wat zwart uitgeslagen. Het zijn de resten van dierlijke mest die zijn binnengesijpeld toen een boer op dezelfde plek, maar dan aan de oppervlakte, een tijdlang een voederbak voor de koeien had geplaatst. “Toen konden we de koeiendrek niet alleen veel beter zien dan nu, maar ook ruiken”, herinnert Guido zich.

Toch kent de grot een type concreties waar nog weinig over geweten is. Her en der hangen aan de rotsen slijmraden van 5 tot 20 cm lang, die op enkele plaatsen met elkaar verweven zijn tot slijmgordijntjes. Mogelijks gaat het om afzettingen van bacteriële oorsprong. Door opeenvolgende periodes van hoog water heeft er zich op de slijmraden ook een laag modder afgezet. In afwachting van een meer wetenschappelijke naam noemde Guido Verhoeven ze toepasselijk ‘snottieten’.

Water, maar geen actieve rivier

Ondanks een diepte van 94 meter is er in het vroegere verdwijngat bijna nergens een actief gedeelte te bespeuren. Toch komt de grot regelmatig onder water. Na weken regenval stond het water een keer zelfs tot op 7 meter van de oppervlakte. In de wintermaanden staat de grot vaak voor de helft gevuld met water. Ooit zagen de exploratoren het in een kwartier tijd met 40 centimeter stijgen, nogal stresserend als je weet dat je voor sommige sleutelpassages weer wat dieper de grot in moet. Guido Verhoeven vermoedt dat het water niet afkomstig is van een ondergrondse waterloop, maar veeleer van stijgend grondwater. “Het water is namelijk kristalhelder. Bovendien is er op de balisage die we hier en daar geplaatst hebben amper modder afgezet. Pas na vijftien jaar begint er zich een laagje modder op de balisagelinten af te tekenen. Daarin zien we een bewijs dat het om grondwater gaat. Een beekje in crue is namelijk bruin van de meegevoerde sedimenten, die zich op de balisage zouden moeten afzetten. In de doline naast de grot is het water van het beekje in crue echter wel weer bruin. Blijkbaar komt dat water niet in de grot terecht.”

Ondertussen hebben we de voornaamste gedeeltes van de grot gezien. Ons rest enkel nog de weg terug naar boven, wat ondanks

Guido bij de ‘snottieten’.

Kleurproef zonder resultaat

Waar gaat het water in de doline van Morville naar toe? Om die vraag op te lossen, voerde Nooit Te Smal lang voor de ontdekking van de Chantoir de Morville een kleurproef uit. Van een samenwerking met Speleo Nederland was toen nog geen sprake en het water liep toen nog tot nabij de ingang van de grot. De kleurstof werd in het kleine beekje gegoten, in de hoop de stof terug te vinden in de Aisne, in de Ourthe of eventueel zelfs zeven kilometer verderop in de bron van Ny. Drie weken lang werden er elke dag stalen van het water genomen, maar geen enkele kleurde positief. Een tweede kleurproef werd sindsdien nooit meer gedaan. Hierdoor is het nog altijd niet bekend waar het water uiteindelijk weer aan de oppervlakte komt.

de gele pijltjes geen sinecure blijkt. Zelfs Guido Verhoeven – die bij de exploratie meer dan honderd sessies in de grot doorbracht – moet op één plaats nog wat zoeken alvorens het juiste gat tussen de blokken terug te vinden. Uiteindelijk komen we opnieuw terecht in de zaal met de grote staatsietrap. Het is een plezier om op die manier de P25 vrij uit te klimmen die leidt naar de tweede uitgang. Enkel een rood gemarkeerd blok vraagt om aandacht. Dit blok raak je beter niet aan, anders riskeer je een steenlawine met verregaande gevolgen te veroorzaken. Vlak voor de uitgang wacht ons nog een laatste hindernis. Een P10 moet vrij uitgeklimmen worden. De eerste vijf meter gaan in spreidstand in een nauwe diaklaas; de laatste vijf meter wordt de put breder en moet je steun zoeken in de zijkant ervan. Uiteindelijk staan we weer buiten. Net als de eerste ingang is ook deze opgehoogd, en bovendien bedekt met een betonnen plaat. Aanvankelijk lag de tweede ingang een meter verder op het weiland van een buurman-boer. Die zag op zijn weiland

liever geen grot ontstaan, uit schrik dat zijn vee er in zou vallen. Met de nodige werkzaamheden kon de ingang echter een meter opgeschoven worden, tot hij zich evenals de eerste op het terrein bevindt van de landbouwer die geen problemen met de grot heeft.

We brachten vijf uur in de grot door, wat een behoorlijk gemiddelde heet. Voor de exploratoren van toen hebben we in die vijf uur een diep respect gekregen. Voor de meeste speleologen is de Chantoir de Morville wellicht net iets te masochistisch. Het is dan ook nauwelijks te geloven dat Speleo Nederland en Nooit Te Smal er meer dan honderd expedities aan besteed hebben.

Praktisch

Ligging volgens stafkaart:

X-Coördinaat: 232986.17

Y-Coördinaat: 114887.86

Geeft als omzetting in Google Earth:
50°20'22.74" en 5°31'59.74"



De tweede ingang van de grot laat een kleine doorsteek toe.



De exploraties van SC Les Fistuleuses sinds 1993

De dolines van de Thiers des Falizes



Door:
Marc Legros
en Willy Adriaensen
(Spéléo Club les Fistuleuses)

Vertaling:
Kris Carlier

Dit artikel beschrijft de dolines van de Thiers des Falizes in Rochefort en de werken die Spéléo Club les Fistuleuses er sinds 1993 tot op heden heeft ondernomen. Deze werken leidden tot de ontdekking van vijf nieuwe grotten en ongeveer 750 meter nieuwe ontwikkeling. Sommige van deze werken werden uitgevoerd met de hulp van SC Rochefortois en SC Cascade. De werken van SC Cascade in de Grotte de la Fosse aux Ours werden niet in dit artikel opgenomen omdat ze al aan bod kwamen in vroegere publicaties.

Het hydrologisch systeem Wamme-Lomme

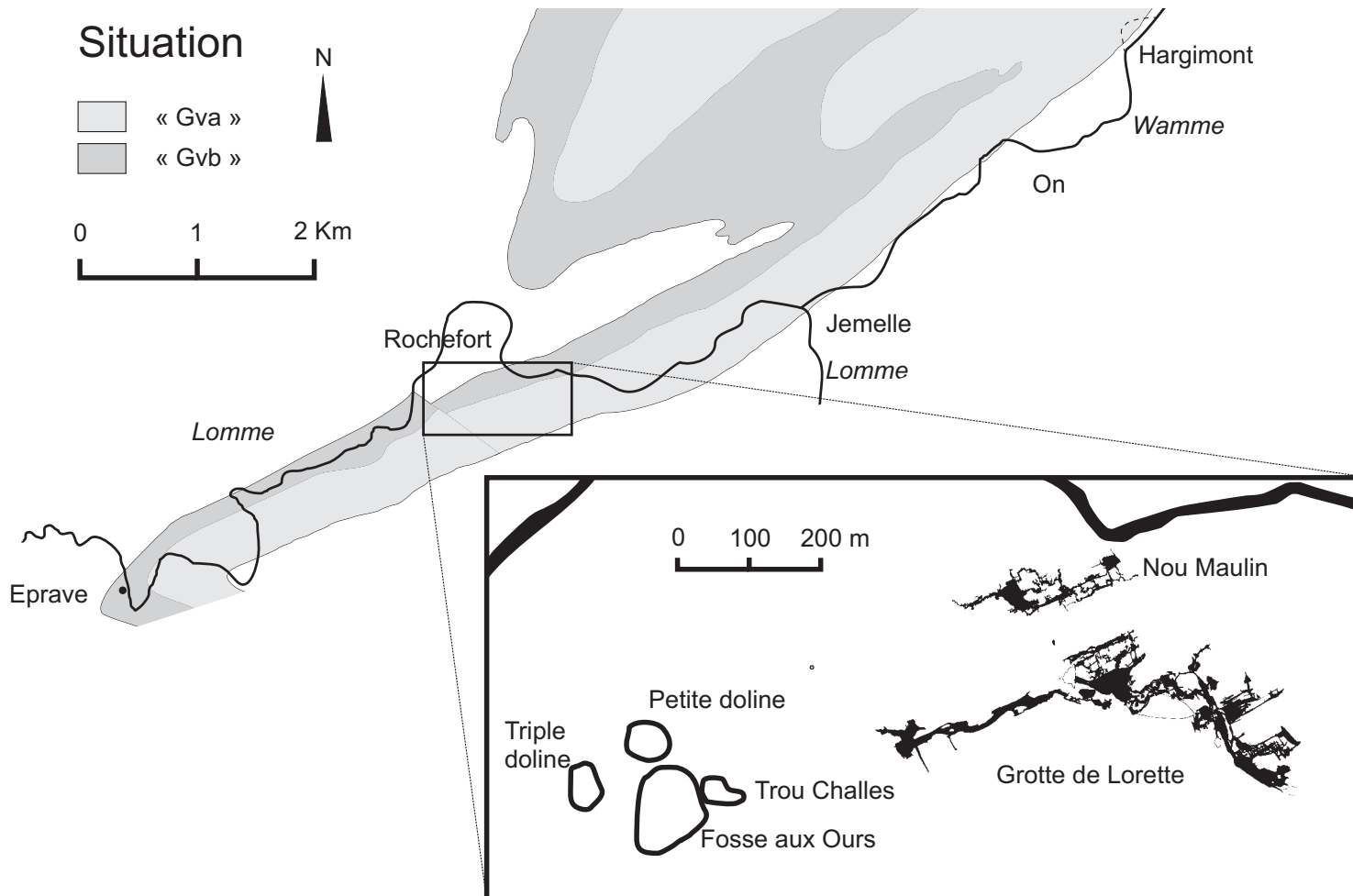
Het hydrologisch systeem van de Lomme en de Wamme strekt zich uit aan weerszijden van Rochefort. Het is gevormd in de kalkbanden van de Caléstienne (Givetiaan). In vogelvlucht is er 9,6 kilometer tussen de meest stroomopwaartse verdwijnpunten van de Wamme in Hargimont en de voornaamste resurgentie van het systeem in Eprave. Het gaat om een systeem van het type 'ondergrondse meanderafsnijding', maar dan wel met die bijzonderheid dat de twee rivieren de meeste tijd parallel met de kalklagen stromen in plaats van een echte afsnijding te maken.



De Trou de l'égout na crue: let op de hoogte van de afgezette modder.



Trou du Muret bij crue: bijna de volledige grot is nu verdronken en de ingang is veranderd in een krachtige bron.



Ter hoogte van Rochefort – ongeveer in het midden van het systeem – bevindt zich echter wel een klassieke ondergrondse meanderafsnijding. Terwijl de bovengrondse Lomme in een grote bocht over de schist rond Rochefort stroomt, gaat haar ondergrondse zuster rivier rechtdoor. In vogelvlucht komt de bovengrondse rivier ongeveer een kilometer verder weer in contact met de kalksteen. Op dat moment heeft ze ongeveer tien meter hoogte verloren.

Logischerwijze vindt men in deze sector de grootste dichtheid aan karstfenomenen, en ook de grootste karstfenomenen zelf. Het is deze zone die we geselecteerd hebben als ons onderzoeksterrein. Stroomopwaarts vinden we het verdwijnpunt van de Pré-au-Tonneau, de Grotte de Lorette-Rochefort en het verdwijnpunt van de Nou-Maulin.

Stroomafwaarts bevinden zich over een oppervlakte van verschillende hectaren vier grote dolines. De grotten eronder werden recent ontdekt. Het gaat om de Mine du Couvent, de Trou de l'Hôtel, de Trou du Muret en de Grotte de la Fosse aux Ours. Eerlang was in deze zone ook al de Grotte du Thiers des Falizes bekend. Tussen de grotten stroomopwaarts en stroomafwaarts van Rochefort staat er geen enkel opmerkelijk karstfenomeen genoteerd.

De dolines worden doorsneden door de breuk van de Thiers des Falizes. Ten oosten van deze scheidingslijn is de anticline gekanteld in noordelijke richting; ten westen loopt die rechtop. Aan weerszijden van deze breuk zijn de rotslagen dus omgedraaid.

Van oost naar west zijn de vier dolines de volgende:

Trou Challes

Afmetingen: 50 x 44 m en 17 m diep (diepste punt op 189 meter boven de zeespiegel).

Op de oude kaart van Vander Maelen van rond 1850 staat deze plek bekend onder de naam Trou Poucet. Ook vandaag nog staat de doline op het kadastraal plan genoteerd met de plaatsnaam Trou d'Pouces. Deze doline lijkt een verdwijnpunt van de vallei uit Hamerrenne, maar het is vrij gevaarlijk om deze interpretatie als een zekerheid te beschouwen, want de noordelijke en oostelijke kant ervan werd grondig verbouwd. Zo werd de doline gedeeltelijk opgevuld om er het atheneum te kunnen bouwen. Bovendien fungeerde de doline tientallen jaren als illegale vuilnisbelt, terwijl de gemeente er ook een overloop van de riolering in bouwde. Bij hevige regen kan er op die manier tot één meter water in de doline stromen. Het water verdwijnt daarna langzaam door insijpeling.

Aan de zuidelijke wand van de doline zijn de kalkbanken nog gekanteld naar het noorden, zoals bij de Trou du Nou Maulin, maar hier staan de kalklagen bijna verticaal. De breuklijn van de Thiers des Falizes bevindt zich enkele meters verder, onder de rots die de Trou Challes scheidt van de aanpalende doline van de Fosse aux Ours.

Fosse aux Ours

Afmetingen: 140 x 100 m en 64 m diepte



Stijn Schaballie bij een duik in de Salle de l'Arche. Via deze sifon is een verbinding met de Grotte de la Fosse aux Ours mogelijk.



De uitgegraven ingangspuit van de Trou du Muret

(diepste punt op 178 meter boven de zeespiegel).

De Fosse aux Ours is een halfopen doline in de flank van de helling, met de opening in de richting van de Lomme. De vorm en de oriëntatie van de doline doen denken aan een voormalige resurgentie. Ze vertoont bovendien duidelijke sporen van instortingen, terwijl je in het bovenste gedeelte nog een restant van een meander en enkele stalactieten kan zien. Tijdens onze werken vonden we er zelfs een gebroken stalagmiet van 10 cm diameter. Beneden in de doline bevindt zich de Trou

en Formation, een oude werf van speleoclub CARSS. Wanneer het warm is, waait uit deze opening een krachtige en zeer koude wind. Hierdoor is er op de bodem van de doline een microklimaat dat steeds kouder is dan de omgeving. De doline van de Fosse aux Ours is minder door mensen onder handen genomen dan de Trou Challes. Toch diende ook deze doline een tijdlang als afvalstort, en als dump voor het steenpuin uit de Mine du Couvent. Tijdens de Tweede Wereldoorlog was er naar verluidt ook een munitiedepot. Tijdens onze werken vonden wij er alvast een lader van een mitrailleur.

Stroomopwaarts voorbij de Spéléoluve in de Trou de l'Hôtel



Petite Doline of Doline Heylens

Afmetingen: 64 x 56 m en 10 m diepte (diepste punt op 171 meter boven de zeespiegel).

In tegenstelling tot de drie eerdere dolines heeft de doline Heylens een vrij regelmatige komvorm, een afgerond profiel en een vlakke bodem. Als men weet dat de hele zone geïnd heeft als stortplaats, is het niet uitgesloten dat het actuele uitzicht van de doline eveneens het werk is van mensen. De doline ligt op privé domein, bovenop de breuklijn van de Thiers des Falizes.

Triple Doline of uvala

Afmetingen: 64 x 44 m en 21 meter diepte (diepste punt op 169 meter boven de zeespiegel).

De Triple Doline wordt zo genoemd omdat hij bestaat uit drie kommen, op verschillende niveaus. Net als bij de Fosse aux Ours gaat het om dolines in de flank van de heuvel, die geopend zijn naar de Lomme. Het laagste punt van de Triple Doline is de Trou de l'Egout.

De resultaten van onze werken

Sinds 1991 – tevens het stichtingsjaar van de club – heeft Spéléo Club les Fistuleuses zich toegelegd op de meanderingsnijing onder Rochefort. De club werkte van 1991 tot 1995 in de Grotte de Lorette; van 1996 tot 2004 was de club samen met de Spéléo Club Rochefortois actief in de waterput van het grafelijk kasteel van Rochefort, in de nieuwe ingang van de Nou Maulin en in de dolines. Vanaf 2005 werkten we uitsluitend in de dolines stroomafwaarts van Rochefort. In dit artikel hebben we dan ook geprobeerd om een overzicht van onze werken te geven. Sommige ervan zijn intussen al enige tijd geleden, maar werden tot op heden nog nooit gepubliceerd. We presenteren ze hier in min of meer chronologische orde, zonder in te gaan op de vele kleinere graafwerken of sonderingen zonder verder vervolg.

Grotte-mine du Couvent

Tijdens de winter van 1992-1993 vonden we bovenaan de Fosse aux Ours een stippellijn van plaatsen waar de sneeuw was gesmolten. In de doline zelf zijn dergelijke plekken niet ongewoon, en vele clubs hebben hier al tevergeefs gezocht. Bijzonder was echter dat we deze vaststelling deden aan de rand van de doline, en dus in principe in de vaste rots. In de zomer zochten we het blaasgat van de voorbije winter weer op, om er de meest evidente plek aan te vallen. Enkele wortels en blokken bezorgden ons een behoorlijke klui, maar toen we een blok wegtrokken, kwam er plotseling een ruimte bloot te liggen waarvan we de bodem niet zagen. Een mooie luchtstroom kregen we er bovendien gratis bij. Op een dergelijke verrassing waren we niet voorbereid. We maakten de opening dan ook weer dicht en camouflerden de plek. Het spreekt vanzelf dat we vlug terugkeerden, met volle hoop en met onze volledige speleo-uitrusting. De ingang werd verder verbreed en geëquipeerd. De ingangsp5 werd gevolgd door een steile helling. De grot voelde eerder ongewoon aan, heel zanderig en met ok-



Marc Legros in de Trou des Blaireaux

kleuren, tot we plotseling een oud stuk staalplaat ontdekten. Het was duidelijk dat we hier niet de eersten waren. Een beetje verder vonden we volledig verrotte stutten, die al lang niet meer de blokken ondersteunden waarvoor ze geplaatst waren. Onze frank viel dat we in een oude mijn terecht waren gekomen. We onderzochten alle hoeken en uithoeken. Zo vonden we een benedenréseau, met een tweede put van 6 meter diep, maar zonder vervolg. We vonden ook de vermoedelijke ingang van de mijn terug ten tijde van de exploitatie, maar die volledig dichtgevallen is. De luchtstroom verdwijnt in de noordelijke tak doorheen een instorting die we toen met rust lieten.

Vervolgens keerden wij terug om een toegangsluik te installeren. We brachten ook een bezoek aan de mijn met mineraloog Michel Blondiau. Uit wat hij observeerde, leidde hij af dat de mijnwerkers een limonietader van hoogstens 15 cm dikte exploreerden, waarin er misschien ook wat looderts te vinden was. Vermoedelijk werd de mijn uitgebaat tussen 1860 en 1870.

Voor een speleoloog is deze mijn niet zo interessant. Anderzijds bevat ze kwetsbare getuigenissen van de vroegere artisanale mijnbouw. We hebben er dan ook voor gekozen om de precieze ligging niet bekend te maken. Onlangs hebben wij het onderste deel vrijgemaakt van de instorting aan het uiteinde van de noordelijke benedengang. Dit resulteerde in een gevaarlijke doorgang waarin men zich best niet waagt.

Trou du Flair

Bij een prospectie in de doline van de Trou Challes waagden we in 1994 een desobstructie aan de voet van de westelijke wand. Vrij vlug kwam het begin van een spleet te voorschijn. We verwijderden de blokken die in de weg lagen en zo konden we een grotje van een dertigtal meter ontwikkeling binnen, gevormd tussen losgelaten rotslagen. De grot eindigt op de breuklijn van de Thiers des Falizes. In de benedenste meander van het grotje ondernamen we twee desobstructiepogingen, maar dat leverde ons hoogstens een stukje fluoriet op. Bovenaan in de grot maakt een bijzonder onstabiele doorgang de verbinding mogelijk met de Trou Delomme, een klein grotje waarvan de ingang zich in het midden van de wand van de doline bevindt.

Trou de l'Egout

De naam van de Trou de l'Egout is goed gekozen: boven de grot ligt een buis die bij hevige regen de stinkende overloop van de riolering van de Rue de France uitspuwt. De plek is al lang bekend en wordt onder meer vernoemd in de VMR. Bij gewoon weer fungeert de grot als een verdwijnpunt. Nu verdwijnt het water van de riolering er in, vroeger wellicht van de rivier. Bij crue wordt de grot echter een resurgentie. Het water dat eruit komt, stroomt weg via een klein, en bij normaal weer droog valletje tot aan de Grotte du Thiers des Falizes, waar het ook weer verdwijnt. Een ander deel van het water verdwijnt via een kanalisatie onder de Route de Han naar de bovengrondse Lomme.

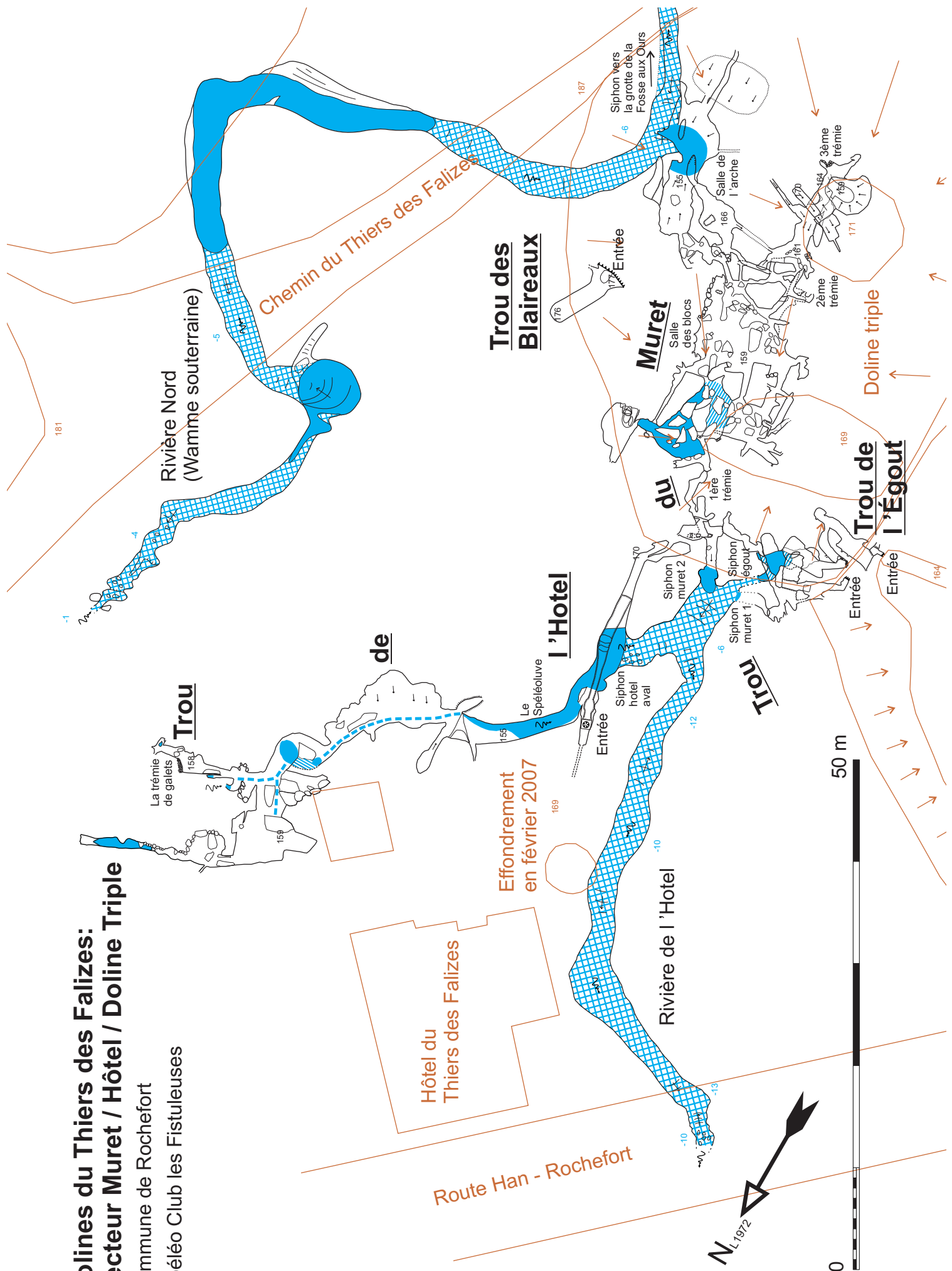
In 1996 overwonnen we onze afkeer en we brachten een bezoek aan de grot. Beneden is er een vrij selectieve dalende laminoir die eindigt op een blokkenstort. Na het verleggen van een paar blokken slaagden we er in om er ons door te wurmen om uit te komen aan een passage in de vaste rots. Daarop volgde een afstapje van 2 meter tot aan een sifon. Zo hadden we een vlotte weg naar het actieve gedeelte ontdekt, maar deze route is ronduit walgelijk. Vervolgens konden we grotduiker Michel Pauwels overtuigen om een kijkje in deze smerelapperij te nemen, om te zien of het mogelijk was om in deze sifon te duiken. Michel wilde voor dit hol echter nog zijn laarzen niet aantrekken, laat staan zijn palmen...

Trou des Blaireaux

Zoals zijn naam verradt, was deze grot aanvankelijk niet meer dan een dassenhol, maar wel goed gelegen in de oostelijke wand van de Triple Doline. De ingang deed bovendien denken aan een galerij. In 2005 deden we een poging om het gat te verbreden, en we vonden inderdaad een vervolg dat deed denken aan het bovenste deel van een galerij. De gang ging lichtjes naar beneden en was opgevuld met sediment. In vier sessies boekten we acht meter vooruitgang in een gang van 2 op 1 meter. De dassen maakten ons werk gemakkelijker door de sedimenten met hun graafwerken wat zachter te maken. Anderzijds waren we gedwongen om te graven in hun nest. Dit deden we niet zonder stress, want elk moment vreesden we oog in oog te staan met een van deze in het nauw gedreven dieren. Op de bodem werden de sedimenten harder en harder, zonder dat er de minste

Dolines du Thiers des Falizes: Secteur Muret / Hôtel / Doline Triple

Commune de Rochefort
Spéléo Club les Fistuleuses



tocht was. Daarop besloten we de werken tijdelijk stil te leggen.

Toen we een jaar later terugkeerden, hadden de dassen onze werf weer helemaal opgevuld! De rommel kwam echter niet van buiten, maar van binnen. Dit betekende dat de dassen dieper hadden gegraven en ons hadden geholpen! We maakten de galerij opnieuw vrij en haalden opnieuw zo'n drie kubieke meter sediment uit de grot. Op die manier drongen we nog wat dieper in de bodem binnen, maar nog altijd was er geen luchtstroom, terwijl de sedimenten opnieuw harder en harder werden. Andermaal besloten we de werken stop te zetten.

Enkele maanden later hadden de onvermoeibare dassen het gat opnieuw opgevuld. Ditmaal gaven we ons definitief gewonnen. Op heden is de Trou des Blaireaux opnieuw een dassenhol geworden. Door de ontdekkingen die sindsdien gebeurden, weten we intussen dat de plek zich precies boven de onderaardse Wamme bevindt.

Trou de l'Hôtel

De Trou de l'Hôtel was aanvankelijk niets meer dan een onbetekende inzinking van 1 meter diameter en 60 cm diepte. Het was echter ook de plek waar de vroegere uitbater van het Hôtel des Falizes zijn afval dumpte, dat geleidelijk in de bodem werd opgeslokt. Toen het hotel in 2006 leeg stond, waren we dan ook heel benieuwd om deze depressie in de bodem te onderzoeken. Het was niet zo moeilijk om in de rommel te graven, maar wel instabiel. Daarom bouwden we een eerste bekisting, waardoor we een meter diep raakten. Een tweede bekisting van 2,5 meter diameter liet ons toe om in alle veiligheid verder in de

bodem te graven. Bij de vierde sessie waren we zelfs al twee meter onder deze ruime bekisting gezakt. De coffrage rust momenteel op balken.

Gelukkig hoefden we niet dieper onder deze angstwekkende constructie te zakken, want we kwamen aan de top van een grote verticale diaklaas. We equipeerden deze P10 en aan de voet ervan ontdekten we een mooi wateroppervlak. Naast de Trou de l'Egout en de Grotte du Thiers des Falizes is dit de derde plek waar je tot aan het water kan komen. De volgende sessies werden gewijd aan de constructie van een bezoekerskamer boven de diaklaas, met daarboven 3,5 meter PE-buizen van 60 cm diameter, dit alles afgesloten met een plaat.

In de grot was het vervolg niet makkelijk te vinden. Zo kun je bovenaan de diaklaas proberen te traverseren of je kan het wateroppervlak verkennen. In 2008 profiteerden we van de extreem lage waterstand op het einde van de zomer om te zien of er rondom het meer niets te passeren viel. Een kort duikje in apnée bracht ons in een stroomopwaartse laminoir van 10 meter lang, met 15 cm lucht (de Spéléoluve). Voorbij dit obstakel kwamen we terecht in een beekje dat eindigde tussen blokken. Die dag maakten we een modderige première van in totaal zo'n 50 meter. Verschillende aanwijzingen tonen aan dat het beekje bij crue verandert in een heuse rivier.

In 2009 ondernamen we dan weer de traversée van de ingangsdiaaklaas. Aan het zuidelijke uiteinde zijn er twee kleine vertrekken. We zijn er op slechts enkele meters van de Trou du Muret. In 2010 zocht en vond Stijn Schaballie in het meer de stroomafwaartse sifon. Deze

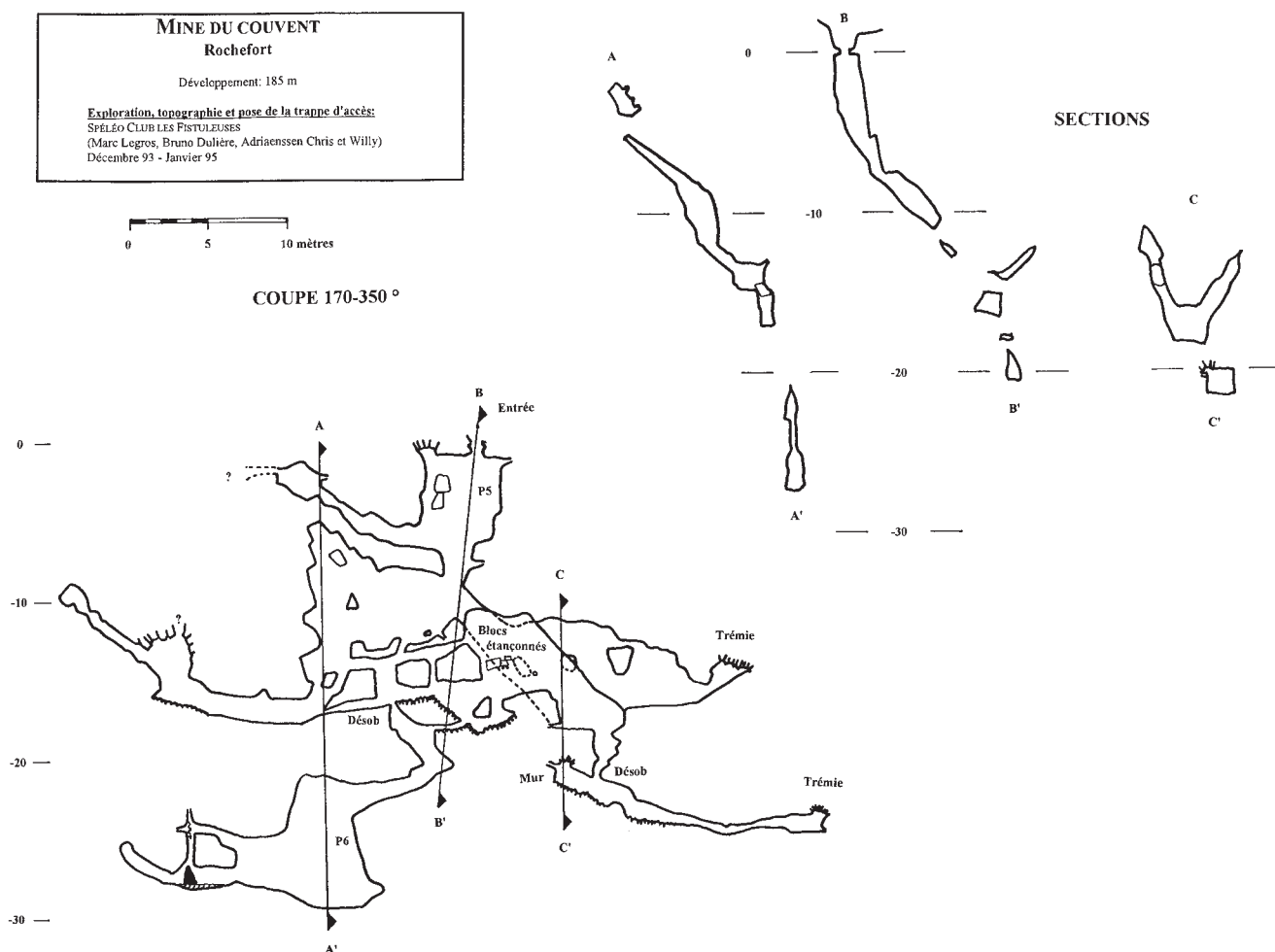
is vrij ruim, maar de zichtbaarheid is uiterst beperkt. Stijn kon er 40 meter draad afrollen, met het diepste punt op -11 meter.

Trou du Muret

De ingangsspleet van de Trou du Muret werd opgemerkt in 2006. De grot bestond in die tijd uit een kleine lage zaal met daarachter een diaklaas. Deze ging dieper in de bodem als een spleet van nauwelijks enkele centimeters in de vaste wand. Uit deze spleet kwam een koude tocht. De spleet verbreden betekende zware werken, maar net ernaast konden de sedimenten uit de bodem van de diaklaas worden gegraven. Toen begonnen wij een nieuwe werf. Deze zou de langste worden uit de geschiedenis van onze club, maar dat wisten we toen nog niet.

In eerste instantie slaagden we er in om de sedimenten drie meter uit te graven. Deze werden opgeslagen in de diaklaas, op anderhalve meter van de put die door het graven gaandeweg was ontstaan. Om alles tegen te houden, werd gaandeweg een muurtje gebouwd. Op die manier kreeg de grot ook zijn naam (nvdr. muret = muurtje). Beneden aan de put vertrok de tien centimeter brede spleet in een zachte helling opnieuw dieper de grond in. Nog altijd waren we aan het werk in de vaste rots. Hier was er geen mogelijkheid meer om het steviger werk uit de weg te gaan. In normale omstandigheden hadden we misschien opgegeven, maar de luchtstroom was dermate sterk dat we besloten door te zetten.

Over een periode van negen maanden hadden we 21 sessies nodig om een put in de sedimenten uit te graven, de spleet te verbreden



en een versmalling en een stijgende laminair te overwinnen. Alles samen ging het om 13 meter, voornamelijk in de vaste rots en telkens met de verplichting om alle puin eruit te sjouwen om het boven achter het muurtje te stockeren, dat hoger en hoger werd. Het vervolg was echter niet evenredig met onze hoop en het geleverde werk. We vonden een kleine zaal en een onwelriekende sifon die naar onze mening in verbinding moest staan met de Trou de l'Egout. De tocht was echter feller en ijziger dan ooit geworden, maar hij kwam doorheen een weinig aantrekkelijke instorting. Twee keer hebben we er gewerkt, maar het vervolg was werkelijk ijzingwekkend waardoor we besloten om onze aandacht weer naar onze andere werkplaatsen te verleggen.

Een donderslag bij heldere hemel kwam er in 2008 toen Kris Carlier van SC Cascade me belde dat SC Cascade op 200 meter van de Trou du Muret een werf had gestart in de Fosse aux Ours, waar ze vlug in een groot systeem terecht waren gekomen. We hadden over de werf ingelicht moeten zijn, maar deze had zich zodanig vlug gewonnen gegeven dat de mensen van Cascade zelf in snelheid gepakt waren. Door deze nieuwe ontwikkeling en deze uitgemaakte zaak waren we in onze mond geblazen, maar deze episode resulteerde vlug in een vruchtbare samenwerking en een hernieuwde interesse voor deze zone.

In mei 2009 vielen we de instorting in de Trou du Muret opnieuw aan. Een eerste dalende stukje stelde niet veel problemen, maar na een bocht was er vervolgens geen enkele mogelijkheid meer om verder te gaan zonder de blokken van het plafond of de wanden aan te vallen, en dat bovendien met het hoofd naar beneden. De wijsheid gebood ons om hier te stoppen, maar als we riepen, klonk er vlakbij een interessante echo... Nu volgden een lange reeks desobstructiesessies: bijzonder stresserend voor de persoon op kop en uitermate verkoelend voor de persoon die het puin wegvoerde. Het enige wat ons enigszins kon gerust stellen was het feit dat er bij crue niets bewoog. Na twaalf sessies kwamen we in september 2009 eindelijk uit in een zaal met grote blokken en een diep meer.

Alle hoeken en kanten van deze gruyère werden onderzocht en opgemeten. Een korte desobstructie gaf toegang tot een zaal met een nieuwe sifon: de Salle de l'Arche. We zouden het pas zeven maanden later weten, maar de avond ervoor was Stijn Schaballie in deze zaal opgedoken, na een duik in de stroomopwaartse sifon van de Grotte de la Fosse aux Ours. Met onze toestemming equipeerde SC Cascade de Trou du Muret met looplijnen om het transport van duikmateriaal gemakkelijker te maken. De Salle de l'Arche is namelijk de meest eenvoudige toegang tot de onderaardse rivier. Het is dan ook via deze toegang dat de nieuwe ontdekkingen in de stroomopwaartse rivier gerealiseerd werden, evenals een duikpoging in de stroomafwaartse sifon van de Grotte de la Fosse aux Ours en de ontdekking van een tweede ondergrondse rivier in deze grot.

In de blokkenzaal was het een stuk moeilijker om de tocht terug te vinden. De wind sijpelde door de spleten van een tweede en bijzonder modderige instorting. Het lijkt er zelfs op dat

er op deze plek buitenlucht naar binnen komt, zich mengt met de koude lucht in de grot en condenseert. We herbegonnen onze stresserende activiteiten, waarbij het laatste blok zelfs delicaat met 'éclateurs' werd gebroken. Voorbij het blokkenstort kwamen we terecht in het Réseau Plein Sud. Dankzij de topo konden we bovendien een shunt in de opvullingen graven waarlangs we het blokkenstort konden vermijden.

Bij de ingang begon intussen echter een risicovolle situatie te ontstaan. Als gevolg van de opeenvolgende cruces was de rand van de put weggeërodeerd die we in het sediment hadden gegraven. Tussen de put en de twee meter hoge muur waarachter alle puin van de desobstructies gestockeerd lag, was er nog hooguit 20 centimeter. Er moest dan ook dringend iets gebeuren of we riskeerden de toegang tot onze grot te verliezen. Een eerste voorlopige maatregel werd ondernomen door SC Rochefortois, die meer dan de helft van het puin naar buiten bracht. Om verdere erosie te voorkomen, metselden we vervolgens een muur over de volledige hoogte van de put.

Op heden blijft het uiteinde van het Réseau Plein Sud nog altijd weerstand bieden. De wind komt er doorheen een derde blokkenstort. Hier hebben we al enkele sessies aan gewerkt, maar tot op heden verdedigt de instorting zich nog met volle kracht.

In 2014 profiteerde Stijn Schaballie van een periode zonder stroming in de riool om sifon 2 te duiken. Hij vond er zijn lijn terug die hij stroomafwaarts vanuit de Trou de l'Hôtel had gelegd. Stijn ging nog een vijftiental meter verder stroomafwaarts, in noordelijke richting, om er te eindigen op een versmalling.

Observaties

De temperaturen in de Trou du Muret zijn abnormaal laag. We veronderstellen dat er voorbij de derde instortingszone – waar de koude tocht duidelijk voelbaar is – nog een belangrijk blokkenstort ligt die de winterkoude opslaat wanneer de grot lucht aanzuigt, om deze koude weer vrij te geven in het zomerseizoen. Vanuit hydrologisch oogpunt lijkt de Trou du Muret een overloop te vormen van de ondergrondse Wamme naar buiten en naar de rivier in de Trou de l'Hôtel. Getuige van deze hypothese zijn de sporen die door bij crue worden achtergelaten evenals de stroming in noordelijke richting die men op het einde van de crue kan observeren aan de bodem van de ingangspuit. Het meer in de blokkenzaal lijkt dan weer los te staan van de rivier. Het water blijft immers helder, zelfs als het water van de sifon in de Salle de l'Arche modderig wordt. Nochtans moet het water op een of andere manier weg kunnen, want anders zou de zaal na de opeenvolgende cruces intussen al volledig dichtgeslibd zijn.

Aanbevelingen bij een bezoek

De Trou du Muret is niet afgesloten door een poort. We leggen simpelweg enkele stenen voor de ingang. OPGEPAST: bij crue stijgt het water 10 tot 15 meter. De Trou du Muret wordt dan een resurgentie. Alle zalen en galerijen, op twee kleine luchtklokjes na komen

dan onder water te staan. Bovendien is er bij het verlaten van het eerste blokkenstort een sleutelpassage die zich maar 2 meter boven de laagwaterstand bevindt. De eerste resultaten van het project KARAG hebben intussen aangetoond dat het water bijna 3 meter per uur kan stijgen. Een bezoek is dan ook af te raden bij het minste vermoeden van crue. We geven zelfs de raad om na een crue één tot twee maanden te wachten, tenzij je van een modderbad houdt. Tot slot – maar dat heeft u wellicht al geraden – hoeft je de Trou du Muret niet bezoeken voor zijn mooie concreties...

Epiloog

Achteraan de Trou du Muret koesteren we nog altijd de hoop om het derde blokkenstort te passeren, uit de zone van de doline te raken en dieper in het massief door te dringen om er opnieuw de rivier te vinden. Al deze werken – samen met deze van SC Cascade in de Grotte de la Fosse aux Ours – hebben toegelaten om onder de dolines drie afgescheiden waterstromen te ontdekken. Een algemene studie over de ondergrondse waterstromen van het systeem Wamme-Lomme is momenteel bezig in het kader van het project KARAG (Amaël Poulain, Gaëtan Rochez et Vincent Hallet). Deze studie zal ongetwijfeld tot nieuwe inzichten leiden.

Summiere bibliografie

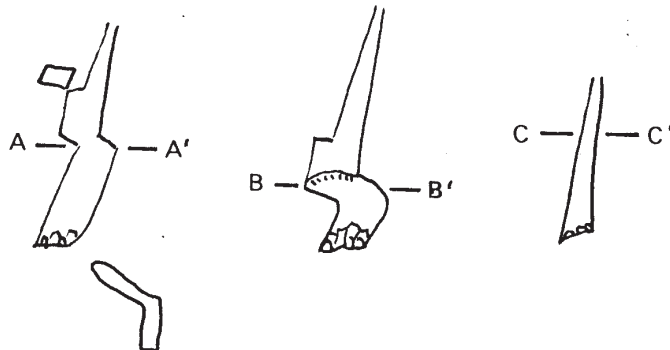
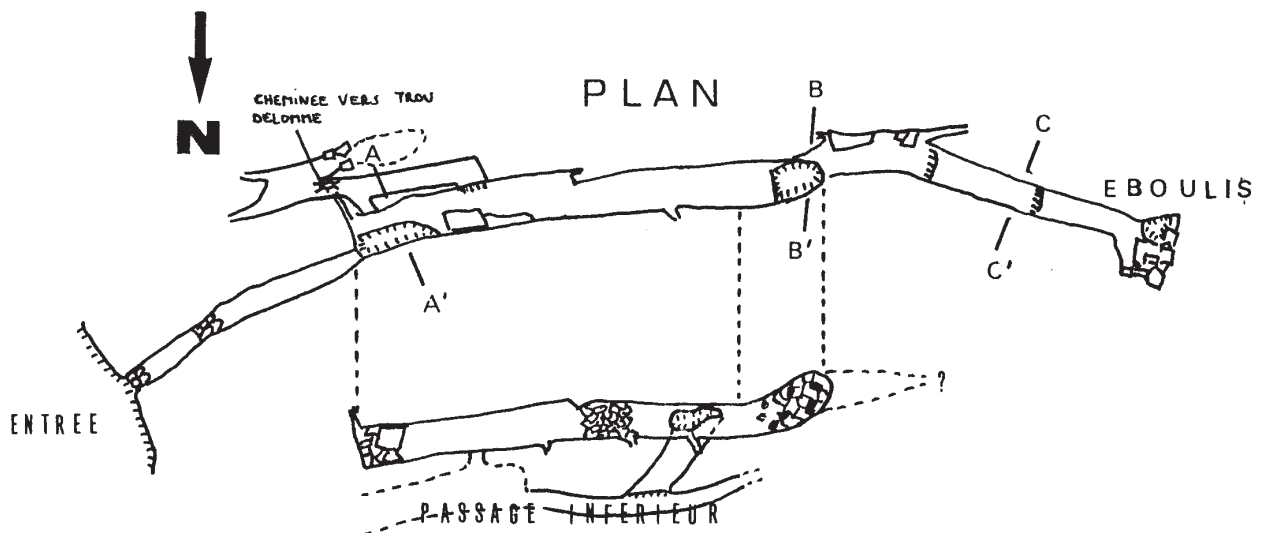
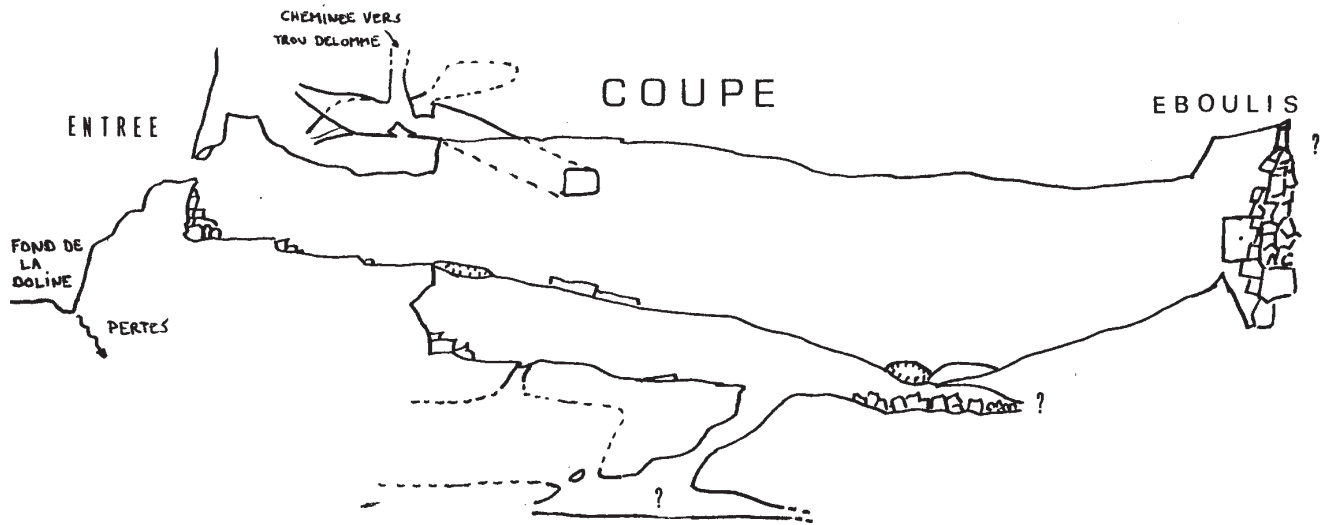
Delvaux de Fenffe D., 1985, Géologie et tectonique du parc de Lesse et Lomme au bord sud du bassin de Dinant (Rochefort, Belgique), pp 81-95, Bulletin de la société belge de géologie, T 94 fasc. 1, 1985

Domange Christian, 1972, Contribution à l'étude géomorphologique du karst de la Lomme, ses rapports avec les cycles d'érosion fluviale, studie voorgesteld aan de Université de Liège, 114 p.

Montage van de buizen die de ingang van de Trou de l'Hôtel beschermen tegen instortingen.



Trou du Flair



ECHELLE 1/125

SPELEO CLUB LES FISTULEUSES

TOPO: ADRIAENSEN W — ADRIAENSEN E

LE 23-1-1994

Karstfenomenen in de streek van Furfooz

Door:
Dewaide L., Poulain A., & Hallet V. (Afdeling Geologie, Universiteit van Namen)

Vertaling:
Erik Van den Broeck, Nature-Témoin

De studie achter dit artikel werd ondernomen in 2012 door de Universiteit van Namen in het kader van een doctoraatsthesis getiteld 'Karstfenomenen in de mudmounds van het waulsortien en hun hydrologisch gedrag'. De studie concentreert zich rond de karstogenese en de hydrogeologie van de rotsen behorend tot het waulsortien (Formatie van Waulsort en Leffe). In België komen deze rotsen voor in de streek van Dinant, en momenteel is de studie geconcentreerd op het massief van Furfooz. Dit is een ideaal observatiepunt voor de talrijke karstverschijnselen die er voorkomen, onder meer het systeem verdwijnpunt-resurgentie Chantoir des Nutons – Trou de la Loutre, langs waar de ondergrondse Lesse een dubbele meanderingsnijding maakt van de bovengrondse Lesse.

Karstogenese

Het aantal karstverschijnselen op de geologische kaart van de streek Hastière-Dinant laat een zeer sterke densiteit van de karst in de Formatie van Waulsort uitschijnen. De rotsen uit de Formatie van Waulsort zijn van on-



In de Puits des Vaux kun je nog net een blik werpen op een 30 meter diep meer.

gestratificeerde grijs-beige kalksteen die een sterke dolomitisering (vervanging van kalk door dolomiet) vertonen, die zich op zeer heterogene manier voordoet (plekken dolomiet in de kalksteen zelf).

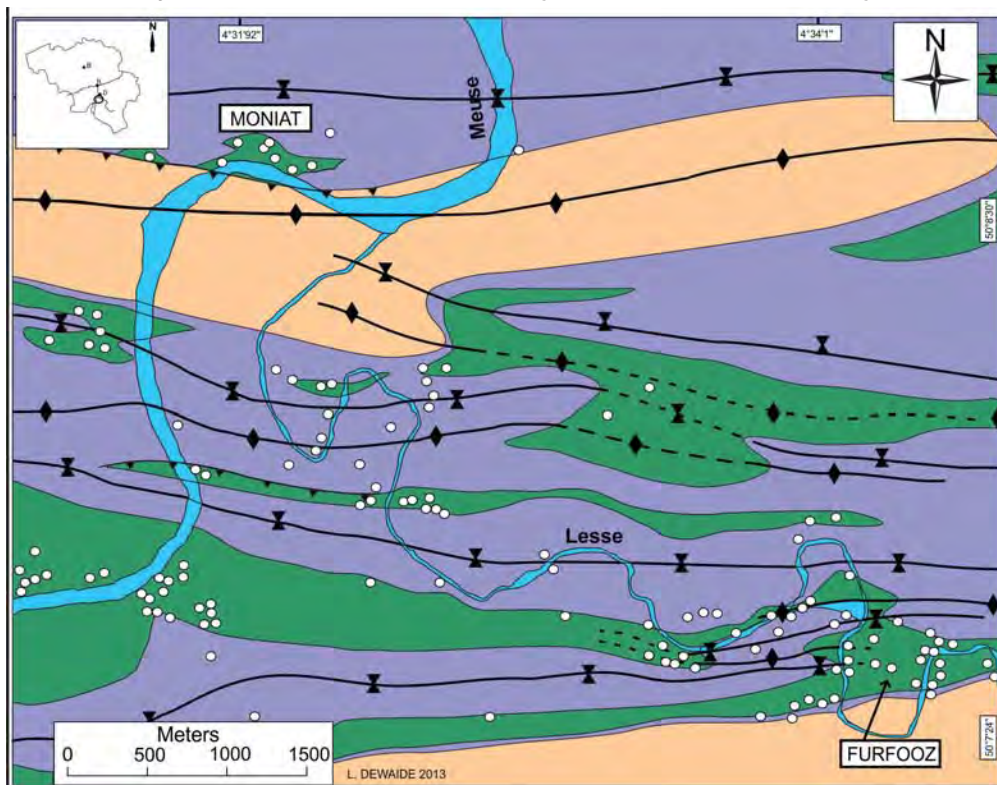
Observaties

Veel van de karstfenomenen die voorkomen

in de waulsortienrotsen, ontwikkelen zich net binnen die gedolomitiseerde secties. Het gaat in het algemeen over holtes van middelmatige, maximaal plurimetrische afmetingen die morfologisch overeenstemmen met het type koepel, spelonk en hol in de rots, maar die geen echte karstische gangen ontwikkelen.

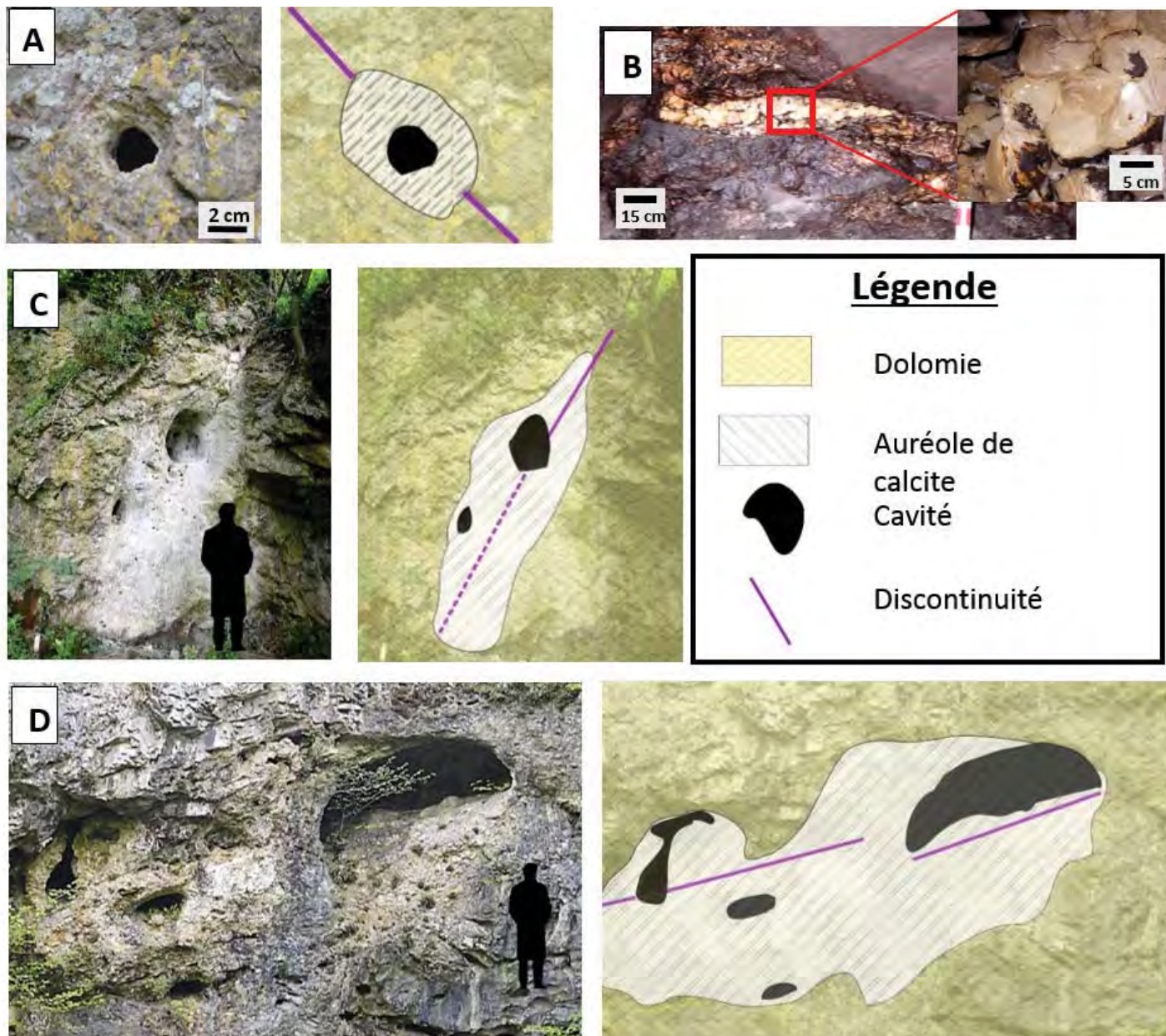
Het is over deze laatste verschijnselen dat ons onderzoek gaat, vanwege de ongewone karakteristieken die zij vertonen. Allereerst is het een verrassend feit dat deze holtes voor-

Fig. 1: Vereenvoudigde geologische kaart van de streek van Hastière-Dinant die de concentratie van de karstverschijnselen in de Formatie van Waulsort (in het groen) toont. Naar Delcambre en Pingot, 1993.



Viséen	MOL	MOLIGNEE : Calcaire noir finement grenu, bien stratifié
	LEF	LEFFE : Calcaire violet stratifié; parfois dolomitisé
Tournaisien	WAU	WAULSORT : Calcaire gris clair massif en lentilles à intervalles très dolomitisés
	BAY	BAYARD : Encrinite bien stratifiée; parfois dolomitisée
	MAU	HASTIERE, LANDELIES, MAURENNE: Calcaires argileux et crinoïdiques
	LAN	
Devonien Sup.	HAS	
	CIN	CINEY: Grès gris et siltites

- Axe synclinal
- Axe anticlinal
- Faïlle
- Karst



Figuur 2 toont enkele van de geobserveerde fenomenen, die de karakteristieke eigenschappen van de karst van de Formatie van Waulsort in de verf zetten, en toont deze verschijnselen op verschillende (centrimetrische tot plurimetrische) schaal. A) Verschijnsel op centrimetrische schaal; B) Holte gevuld met zeskantige ruitvormige kristallen; C) Fenomeen van metrische schaal en D) van plurimetrische schaal in de Puits des Vaux (Furfooz). De persoon in silhouet stelt de schaal voor.

komen in dolomiet. Dolomiet is namelijk minder oplosbaar dan kalksteen, en het lijkt op zijn minst ongewoon dat de karstificering op het dolomiet zou geconcentreerd zijn. Daarnaast zijn de hollen omringd met een aureool van microkristallijn calciet of grote kristallen. Grote rhomboëders, kristallen met zes ruitvormige facetten, kunnen de wanden van de hollen bedekken. Het gehele verschijnsel ontwikkelt zich telkens pal op een discontinuïteit (laagvoeg of breuk).

Voorstudie en eerste resultaten

Deze uiterst speciale karakteristieken van waulsortienkarst, en vooral het feit dat deze voorkomt in dolomiet met aanwezigheid van calcietaureolen, hebben geleid tot een grondiger onderzoek en metingen in het laboratorium. Er zijn stalen genomen voor observatie onder kathodeluminescentie, een microscopische techniek die de groeifasen in mineralen

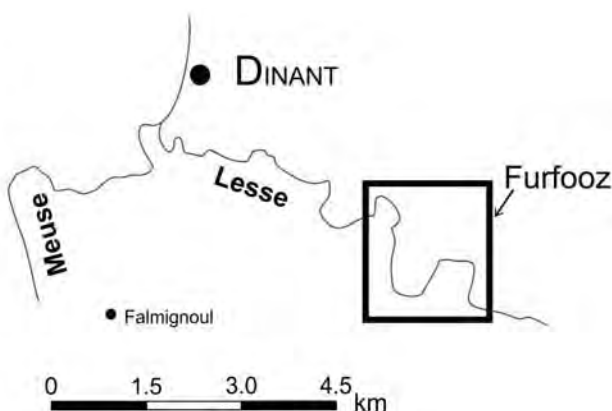
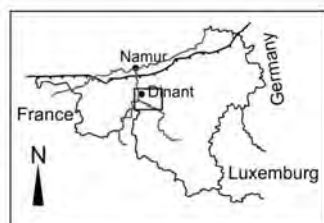
kan onderscheiden, waardoor men de relatie van de verschillende bestanddelen van de rots beter kan begrijpen.

De interpretatie van de microscopische observatie wijst in de richting van een complexe geschiedenis van grootschalige oplossing van het dolomiet, voorafgaand aan fasen tijdens dewelke het dolomiet door calciet is vervangen, het zogenaamde proces van dedolomitiseren, en tenslotte het toesmeltten van de holtes door nog later gevormd calciet.

De geschiedkundige timing en de paleo-omgevingscontext van dit uitzonderlijke proces zijn nog niet gekend. Nog aan de gang zijnde studies zullen ongetwijfeld de omstandigheden ervan aantonen, waaronder de vormings-temperaturen en de oorsprong van de betrokken vloeistoffen.

Hydrogeologie

Bij haar contact met de Formatie van Waulsort ter hoogte van Furfooz verdwijnt een deel van het water van de Lesse in de Chantoir des Nutons, om 1.200 meter verder stroomafwaarts uit de Trou de la Loutre te stromen. Dit ondergrondse netwerk is uitzonderlijk door zijn dubbele meanderafsnijding van de bovengrondse rivier. Een ander speciaal kenmerk van dit systeem verdwijnpunt-resurgentie is dat zijn



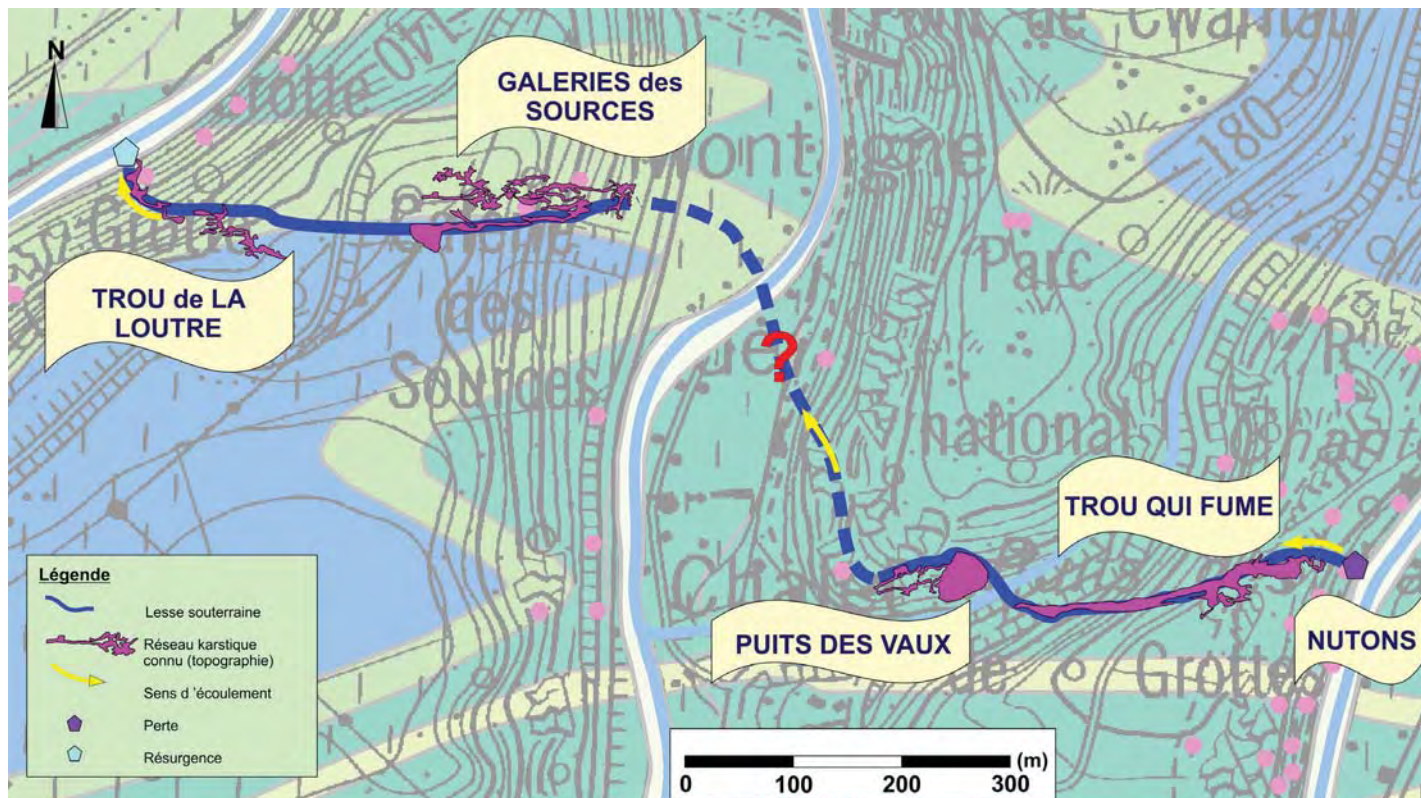


Fig. 3: De ondergrondse Lesse te Furfuz

tamelijk kleine debiet (5 tot 50 liter per seconde, naargelang de hydrologische omstandigheden) na een kwart van zijn parcours uitmond in de omvangrijke watermassa van het onderaardse meer van Trou Qui Fume – Puits des Vaux. De ondergrondse loop van de rivier is tamelijk goed bekend dankzij de vier toegankelijke karstsystemen die zij passeert. Dit zijn de Trou Qui Fume, de Puits des Vaux, de Galerie des Sources en de Trou de la Loutre. De verbinding tussen de Puits des Vaux en de Galerie des Sources blijft nog een groot onbekend deel van het traject van de onderaardse Lesse.

Kleurproeven

Wij hebben drie kwantitatieve kleurproeven uitgevoerd bij normale waterstand (in maart en april 2013) en bij laag water (in september 2013). Het debiet kan enkel regelmatig worden gemeten in de Galerie des Sources, waardoor men onmogelijk de regelmatigheid van het debiet kan schatten over het ganse systeem. Bij de interpretatie van de tot nu toe uitgevoerde kleurproeven, is een benadering

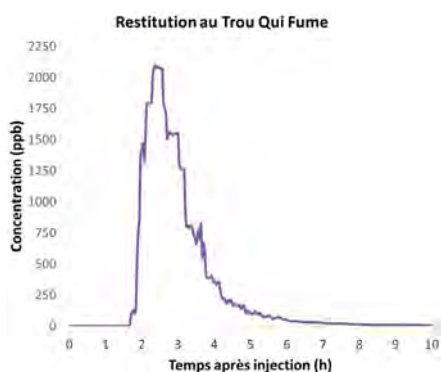
van een constant debiet gemaakt. De toegang tot de ondergrondse rivier was mogelijk door de ontwikkeling van de karstnetwerken op verschillende plaatsen langs het traject, waardoor ook de injectie van de kleurstoffen (uranine en rhodamine) kon worden uitgevoerd vanop diverse punten (aan de Perte des Nutons, in de Puits des Vaux en in de Galerie des Sources). De verschillende sites (Trou Qui Fume, Puits des Vaux, Galerie des Sources en Trou de la Loutre) werden gevolgd met fluorimeters voor staalname.

De verschillende weergavecurves, bekomen door deze kleuringen, vertonen verrassende gelijkenissen. Het meest in het oog springende feit is de aanwezigheid van een dubbele restitutiepiek stroomafwaarts van Puits des Vaux (dus in de Galerie des Sources en in de Trou de la Loutre). Figuur 4 stelt de resultaten voor van één van de kleurproeven in april 2013, na injectie van 200 g uranine in de Chantoir des Nutons. De weergavecurve toont een snelle aankomst van een hoge concentratie kleurstof in de Trou Qui Fume. Dit type curve getuigt van een hoofdzakelijk advectief transport met zeer weinig verspreiding of vertragingseffect. Daarna zijn de snelheid en de concentratie van de kleurstof aanzienlijk ver-

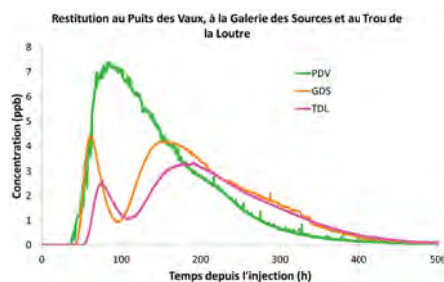
minderd ter hoogte van Puits de Vaux, die een zeer langzame restitutie vertoont met uitgesproken vertragingseffecten. Tenslotte registreren de Galerie des Sources en de Trou de la Loutre twee weergavetypes, een eerste smalle en snelle curve van het advectieve type, en een tweede die nog meer vertragingseffecten vertoont.

Teneinde de dubbele piek te begrijpen in de weergavecurve, werd tevens kleurstof direct in de Puits des Vaux geïnjecteerd. Geen enkele dubbele piek werd daaruitvolgend stroomafwaarts geobserveerd (Fig. 5).

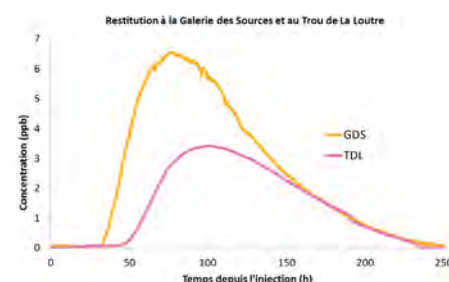
Rekening houdend met het geheel van onze waarnemingen, de kleurproeven met opvolging van de temperatuur en de conductiviteit van het water, is de meest voor de hand liggende verklaring voor de dubbele restitutiepiek een scheiding van de kleurstofwolk door een proces van deelstromen in het ondergrondse meer tussen de Trou Qui Fume en de Puits des Vaux. Wanneer de stroom afkomstig van Chantoir des Nutons aankomt in het meer langs de hoofdstroomrichting, onderscheidt men twee deelstromen die een scheiding van de kleurstof veroorzaken: een deel van de kleurstof zal zich langzaam in de



Figuur 4a. Restitutie van de kleurstof in Trou Qui Fume (boven) en in de rest van de loop (onder) na injectie in Chantoir de Nutons. PDV: Puits des Vaux, GDS: Galerie des Sources, TDL: Trou de la Loutre.



Figuur 4b. Restitutie in Galerie des Sources (GDS) en Trou de la Loutre (TDL) na injectie in de Puits des Vaux.



Figuur 5. Proces van dubbele stroming binnenin het ondergrondse meer



Fintro Bankagentschap
Verzekeringsmakelaars



Naamloze Vennootschap
Zetel : Sint Maartensplein 11
B-8940 Wervik

Telefoon 056/31 35 80
Fax 056/31 47 94
Bank : BE92 1400 5026 1023
kantoor.delva@portima.be

FSMA : 023080A-cB
BE0421587635
RPR Ieper

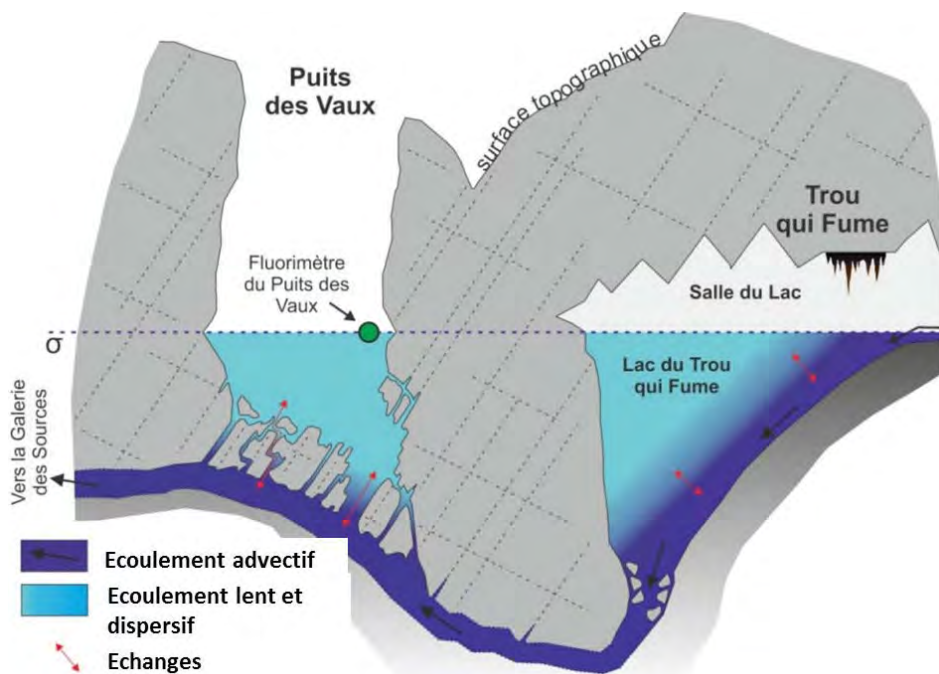
Steeds tot uw dienst voor info ivm reisbijstandscontracten van :



En ook voor een aanrader voor alle sportmannen :

online en offline /
**bescherm uw gezin tegen de risico's
van het dagelijkse leven**





Figuur 6: De donkerblauwe kleur duidt de hoofdstroom aan, waarlangs de kleurstof relatief vlug weer naar buiten spoelt.

ganse kom van het meer verspreiden, waarin zij tijdelijk zal blijven zitten, terwijl de rest van de kleurstof door een snellere, geconcentreerde stroom in de diepte meegevoerd wordt (Fig. 6).

De snelle stroming zou dus de kleurstof direct naar de stroomafwaartse zone van het meer meevoeren om tenslotte in de Galerie des Sources en de Trou de la Loutre de eerste piek in de weergavecurve te veroorzaken. De rest van de kleurstof die verspreid werd in het meer, vormt de curve gemeten in de fluorimeter aan de oppervlakte van Puits des Vaux, en die kleurstof bereikt later de Galerie des Sources en de Trou de la Loutre, waardoor de tweede piek gevormd wordt, die een groot vertagingseffect vertoont.

Wat betreft de eventuele invloed van de dubbele meanderingsnijding door de ondergrondse Lesse, is er tijdens de kleurproeven geen enkele indicatie die wijst op enige uitwisseling tussen de ondergrondse en bovengrondse loop van de rivier. Indien zulke uitwisseling zou bestaan, bijvoorbeeld een verschijningspunt van de onderaardse Lesse in de boven-

grondse Lesse, zou deze enkel kunnen bestaan tijdens periodes van hoge waterstand bij een overbelasting van de ondergrondse loop ten opzichte van de bovengrondse Lesse. Bijkomende kleurproeven, bij hoge waterstand, en een piëzometrisch onderzoek van de lokale waterstanden zouden uitsluitsel kunnen geven over deze problematiek.

Conclusie

Het massief van Furfooz is een uitzonderlijke site door zijn rijkdom en diversiteit aan karstverschijnselen. Daaronder hebben onze studies zich geconcentreerd op de grotten in het dolomiet. Merkwaardige vormingsprocessen van deze fenomenen zijn daarbij aan het licht gekomen. De precieze omstandigheden waarin deze uitzonderlijke processen zich hebben ontwikkeld, zijn nog niet bekend, maar het bestaan daarvan is reeds een hele stap in het begrijpen ervan. Dit zou ons onder meer toelaten te verklaren waarom deze hollen een beperkte grootte hebben en niet direct geassocieerd lijken met het karstnetwerk van de ondergrondse Lesse te Furfooz.



De fluorimeter in de Galerie des Sources

Het tweede luik van ons onderzoek is de hydrogeologie van de ondergrondse Lesse. De kleurproeven en de opvolging ervan in het netwerk van de ondergrondse Lesse te Furfooz hebben als doel het hydrogeologisch gedrag te verklaren. De tot nu toe uitgevoerde onderzoeken hebben een uniek gedrag van de kleurstof aangetoond, namelijk zijn scheiding in twee restitutiepieken, elk kenmerkend voor een andere stroming. De oorsprong van deze dubbele piek lijkt verwant aan het bestaan van twee stromingen in het ondergrondse meer Trou Qui Fume – Puits des Vaux. Er is een snelle, geconcentreerde stroming in de diepte, en een verspreide, trage stroom in de kom van het meer. De opvolging en de piëzometrie zou ons toe kunnen laten dit proces van dubbele stroming beter te begrijpen. Daarnaast zou het nuttig zijn om bijkomende kleurproeven uit te voeren bij hoog water. Tenslotte concentreren onze hydrogeologische studies zich ook op een modelisatiewerk met als doel het actief systeem van het netwerk van Furfooz te dimensioneren.

Een kleurproef met rhodamine in de Trou qui Fume



De fluorimeter in de Trou qui Fume



Zomer vol succes

Door:

Paul De Bie (SC Avalon)

Voor het achttiende jaar op rij organiseerden we met SC Avalon (België) de afgelopen zomer een expeditie op het Massief van Anialarra. We waren er drie weken in augustus en een week in september actief. In dit artikel geven we een kort overzicht van de voornaamste resultaten.

AN6 (Sima de Frontenac)

De AN6 (Sima de Frontenac) is een 'oude' (1977) ingang van het Systeem van Anialarra. In 2013 hernamen we de grot met het doel ze helemaal te hertopograferen en te exploreren. Dit werd in 2014 afgerond. Links en rechts vonden we wat nieuwe putten maar vooral in de eindput (een machtige P87) werd via een van de vensters een zijréseau ontdekt, twee grote ébouleuze zalen en een riviértje dat over 100 m kon gevolgd worden. De diepte (punt van verbinding met het Systeem) bedraagt -396 m.

AN669 (Sima de la Babosa)

De AN669 (Sima de la Babosa) is een zeer nauwe, lastige grot waarin zestien dagen zware desob nodig waren (gespreid over drie jaar) om vorig jaar een doorbraak te maken op -60 m. Nadat we daar nog een jaar over droomden, kenden we het plezier om zonder nog een steen te verleggen door te stoten tot -345 m. We vonden onder meer indrukwekkend grote putten vanaf -170 m (Puits du Ricochet, Puits des 7 Méandres enz.) We zitten hier boven de amonts van Anialarra, maar een mogelijke verbinding zal rond de -450 m gebeuren. Dit zou 'het Systeem' maar liefst 73 m dieper maken, dus we kijken daar echt naar uit. In de grot zijn momenteel drie verschillende réseau's in exploratie; er wacht ons nog veel werk in 2015. Het blijft een bijzonder pittige grot, vooral dan de zone tussen 0 en -60 m.

AN622 (Sima de la Basura)

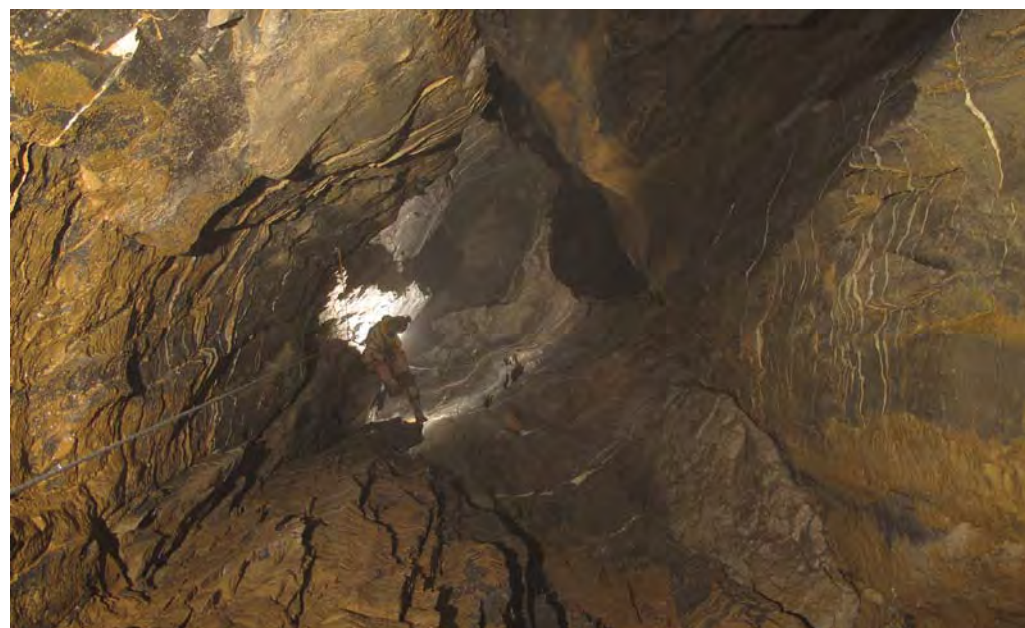
Een andere grot, AN622 (Sima de la Basura), leverde een snelle doorbraak op: in deze doline hadden we vorig jaar tonnen puin verzet. Nu geraakten we in een ruime zaal (in feite een put). Jammer genoeg zit alles dicht met puin op een spleet na, niet zo evident. De bereikte diepte bedraagt -30 m.

AN594 (Sima de la Verdad)

In AN594 (Sima de la Verdad), de grot die zo gedroomd mooi boven de Rivière Tintin ligt, werden vijf desobsessies gehouden in de meander op -30 m in de westelijke tak. Ter herinnering: in de oostelijke tak strandden we vorig jaar op -186 m op een levensgevaarlijk blokkenstort. De meander gaf zich na 15 m gewonnen. Ze werd gevolgd door een mooie



De Puits de la Résonance in de Sima Estúpida (Foto: Paul De Bie)



De Puits du Ricochet in de Sima de la Babosa (Foto: Paul De Bie)

P7 en een ruim zaaltje... en dan de bijna verwachte nieuwe meander. Maar deze is wat menselijker en met wat geluk zijn we daar op enkele dagen doorheen! Vervolg in 2015.

AN563 (Sima Estúpida)

AN563 (Sima Estúpida) dan. Deze grot was tot de voorbije zomer slechts een 55 m diepe ingangsput vol sneeuw. Op de laatste dag van onze expeditie ontdekten we er vorig jaar echter het begin van een nieuwe en immense put. We stonden dan ook te springen om te weten wat er ons daar te wachten stond! Die put, met een fenomenale nagalm (vandaar de naam Puits de la Résonance), bleek een klepper. We vonden een magnifieke, cilindrische schacht van zowat 120 m diep. Daarop

volgde de al even mooie 50 m diepe Puits du Distrain, dan een reeks grote trappen (45 m) en toen stonden we aan de rand van een nieuwe, zeer diepe afgrond. Deze nieuwe Puits Jackpot konden we niet ver afdalen wegens gebrek aan touw, maar we schatten hem minstens 100 m diep. Maar omdat we hier al op -245 m zaten, staat het vrijwel vast dat de -400 binnen het bereik is. Mogelijk is er dus een negende ingang van het Systeem van Anialarra in de maak.

We ondernamen ook wat prospectie. Zo ontdekten we in de buurt van de Verdad twee beloftevolle gaten. In beide gevallen zitten we boven een flinke put en is er een goede tocht. Om de expeditie ludiek te besluiten, volgde nog de explo van een grot die we vlakbij ons



Een deel van de groep (Foto: Patrice Dumoulin)

kamp ontdekten. De Sima Conchita telde maar één put (de 10 m diepe Puits Wurst), maar beneden is er een desobstructie in een geventileerd gangetje aan de gang.

Het Systeem van Anialarra

Het spektakelnummer was het verder zetten van de klim geheel stroomopwaarts, in de Réseau de Nostradamus. Al in 2003-2004, toen onze explo's in Nostradamus daar doodliepen in een enorme instorting, veronderstelden we dat zich boven die trémie een grote zaal moest bevinden. We begonnen de trémie toen artificieel te beklimmen in een omhooglopende schacht. In 2011-2012 gingen we er opnieuw klimmen, ditmaal met een drie-daags bivak op de plaats van de actie. En dit jaar trokken er opnieuw drie acrobaten heen. Na een artificieële klim van +/- 112 m hoog, geraakten ze via een onwaarschijnlijke weg in de voorspelde zaal. De Salle des Passionés bleek enorm te zijn. Ze is 70 m lang, 40 m breed en 30 m hoog. Op diverse plaatsen zijn er nog mogelijkheden, echter het materiaal (touw) en de tijd ontbraken om dit alles te doen. Ook een topo werd niet gemaakt. Dat zal voor volgend jaar zijn.

Voor het eerst in vele jaren hadden we geen tijd om te bivakkeren nabij de fond van de grot. Het moet ook gezegd dat na de verbinding vorig jaar, met de stroomafwaarts gelegen AN43 (Sima del Sarrio), de prioriteiten niet meer daar liggen. Wel deden we enkele dagtrips en daarop werden nog enkele mooie ontdekkingen gedaan, o.m. wat zijrivieren die tot nu toe aan ons speurend oog waren ontsnapt. Vooral de Affluent de la Discordance bleek ruim en lang en we eindigden voor een banaal (te smal) gat waarachter het verder loopt. We maakten het Systeem in totaal een kleine kilometer groter.

Annette tijdens de première in de Puits de la Victoire in de Sima de la Babosa (Foto: Paul De Bie)



De drie klimmers na hun artificiële klim van meer dan 100 meter hoog. (Foto: Hans Verhulst)

Overigens vorderden ook onze collega's van de Interclubs Aniabercandia (Rodez/Bilbao/Millau/Tokyo etc) in de AN43 en zodoende bereikt het Systeem van Anialarra net geen 40 km (lengte nu 39.832 m). De diepte wijzigde niet en blijft voorlopig op -838 m. Het was een zeer vruchtbare expeditie, met de

geboorte van twee nieuwe 'grand gouffres' (Babosa en Estúpida) en met vele ontdekkingen en vooruitzichten. Het weer was het enige minpunt: we hadden het instabielste weer sinds vele jaren. Gelukkig heeft het ons niet echt zwaar gehinderd.



Afzien in het systeem Félix Trombe

Door:
Saskia Klerk (Speleo Nederland)

De Gouffre du Pont de Gerbaut begint met een met gras begroeide stenen boog.

Begin dit jaar vernam ik dat enkele mensen van Speleo Nederland plannen koesterden om de Henne Morte te bezoeken: een grot met een rijke geschiedenis. Deze grot in de Franse Pyreneeën werd in 1943 ontdekt en groeide door de jaren uit tot het langste systeem in Frankrijk. Het staat tegenwoordig bekend als het Réseau Felix Trombe/Henne Morte. Momenteel is de grot al meer dan 117 kilometer lang, voor een diepte van 1.001 meter. Het systeem telt bovendien 54 ingangen, wat heel wat doorsteken mogelijk maakt. Met twaalf mensen van Speleo Nederland brachten we van 20 tot en met 25 juli een bezoek aan het systeem.

Het was Marcel Loubens (1923-1952) die begon met de verkenning van de grot, met onder andere medewerking van Norbert Casteret (1897-1987). Casteret maakte de speleologie en zichzelf vanaf de jaren '40 bekend bij een breder publiek door boeiende verslagen van zijn verkenningen, vol met onverwachte plotwendingen en anekdotes over de exploraties. Zijn exploratie van de Henne Morte heeft hij beschreven in het boek 'Avontuur ondergronds'¹ (zie kader). Deze verhalen geven meer inzicht voor welke uitdagingen speleologen destijds stonden en met welke

¹ Casteret, Norbert 'Avontuur ondergronds' (uit 'Sondeurs d'abîmes exploration en Dix ans sous terre'), Prisma Pocket 209, Uitgeverij Het Spectrum Utrecht/Antwerpen (uitgave uit de jaren '50). Prijzen variëren van 1,50 euro tot 5,50 euro. Te bestellen via <http://www.boekwinkeltjes.nl>



beperkte middelen zij deze moesten beslechten. Voor Loubens betekende een dergelijke exploratie tevens een fatale val. Ondanks mijn veel bescheidener talenten, valt het nu aan mij om in Casterets voetsporen te treden door te schrijven over ons bezoek aan de Franse Pyreneeën.

Een maand voor onze reis kwamen een aantal van de deelnemers bij elkaar om de expeditie een eerste keer algemeen te bespreken. Een grote topo van het Réseau Félix Trombe werd voor ons uitgerold. Om de organisator van de reis, Sjoerd van der Schuit, te citeren: "In dit complexe systeem zijn vele doorsteken te doen die mede afhankelijk zijn van de tijd die je hebt, de samenstelling van de ploeg en het weer." Zoals gebruikelijk bij een reis naar een niet eerder bezocht gebied of grotsysteem, had Sjoerd bij de plaatselijke speleologen informatie ingewonnen en contact gelegd met de secours ter plaatse. Op aanraden van een lokale speleoloog vonden we een overnachtingplaats in le Hameau de La Baderque.

Twee doorsteken

Nu werden ook de verschillende manieren ter tafel gebracht om het systeem te benaderen. Al gauw besloten we om twee doorsteken te trachten te maken. Op aanraden van de Franse speleologen zouden we van de Gouffre du Pont de Gerbaut naar Grotte de Pène Blanque bewegen. Ons tweede doel was een doorsteek van de Henne Morte naar de Grotte des Commingeois. Beide doorsteken zouden minimaal

8 uur duren, met behoorlijk veel koordwerk. Bovendien was er ook het weer. Tijdens onze tien dagen durende trip kon dit wel eens een factor van belang worden, aangezien de passage tussen de Gouffre du Pont de Gerbaut en de Grotte de Pène Blanque cruegevoelig is. Na de bijeenkomst wist ik nog niet goed wat ik van de reis moest verwachten, behalve dat ik voor de eerste keer een doorsteek zou maken en dat we bij een van deze doorsteken met relatief veel water te maken zouden krijgen en daarom een neopreenpak nodig hadden.

Het dossier dat Sjoerd na de bijeenkomst opstelde, bracht meer duidelijkheid. Daarin bevonden zich onder andere een achtdaagse planning, de naderingsroutes naar de verschillende grotingangen, een voorlopige planning van het materiaalgebruik en een aantal topografieën uit het 'rode boek' over het Réseau Felix Trombe. Ook werd erop gewezen om een brandertje met iets warmes om te eten mee te brengen.

Op de bewuste vrijdag vertrokken mijn bijrijder Wim van der Linden, en ik vroeg naar het zuiden. Na de verwachte vertraging bij Parijs was het doorrijden naar Herran, waar een getapt biertje op ons wachtte. Nee, we zouden de enigen van ons gezelschap zijn die vrijdag nog aan zouden komen. Voor ons chalet was echter een driedaags dorpsfeest georganiseerd. Wim en ik werden uitgenodigd voor het eten, iets wat we om 21.30 uur en zonder warme maaltijd in onze maag, graag aannamen.



Marion Gijbels bij een eerste verkenning van de Pont de Gerbaut

Eerste verkenning

Met de versterking van de speleo's die 's ochtends waren aangekomen, verkenden we de volgende dag alvast de ingang van de Pène Blanque en de Pont de Gerbaut. Een korte rit bergop bracht ons tot de bocht in de weg waar we parkeerden. We bereikten de Col de Pène Blanque (ook bekend als de Col de Couenque) na ongeveer een halfuur lopen. Via een blokkenstort aan de noordkant van de berg kwamen we bij de ingang van de Pène Blanque. Deze bevindt zich een meter of acht hoog in de rotswand van de Rochers de Pène Blanque. Met een hulpkoortje was de ingang echter gemakkelijk te bereiken.

Op de terugweg naar de top van de Col de Couenque vonden we een veel begaanbaarder en gemarkeerd pad. Bovenop de Col de Couenque markeerden we dit pad duidelijk voor de volgende dag. Om de Pont de Gerbaut te vinden, moesten we een stuk terug langs het pad aan de zuidkant van de Col de Couenque en een zijpad nemen dat gemarkeerd was met een grote steenman. De Gouffre du Pont de Gerbaut bleek een zeer gepaste naam voor wat we aantroffen. De grot begint met een indrukwekkende ingestorte zaal met daar overheen een met gras begroeide stenen boog die de beide kanten van de vroegere zaal met elkaar verbindt. De ingang van de grot was als het ware gemarkeerd door het in kruisvorm gespannen touw ernaast. Twee van ons ontdekten er ook een eerste uil.

Die avond bespraken we het plan voor de volgende dagen en de doorsteek van de Pont de Gerbaut naar de Pène Blanque. Een belangrijke vraag was of we deze laatste in drie kleinere groepen, dan wel twee grotere groepen zouden ondernemen. Beide mogelijkheden hadden hun voordelen en nadelen. Met kleinere groepjes beweeg je sneller door de grot, zeker als er veel touwwerk is. Omdat de tocht relatief vochtig was, zou snelheid belangrijk

zijn. Met kleinere groepjes zou de derde groep echter pas op dinsdagochtend kunnen vertrekken. Een argument voor grotere groepen was bovendien de grotere flexibiliteit bij het oplossen van lastige of onverwachte situaties. Mocht het nodig zijn, konden we immers de groep nog in tweeën splitsen. Met grotere groepen konden we bovendien allemaal al op maandag de doorsteek maken. Een stemming voor een van beide opties bracht geen duidelijke uitkomst en dus moest Sjoerd beslissen. Het werden drie groepen: twee van drie en een van vier. Nog even spraken we over de samenstelling. Ervaring en lichamelijke capaciteiten moesten ongeveer gelijk over de groepen verdeeld worden. Uiteindelijk vormden Marty van Osch en ik onder leiding van Patrick van den Berg een groep.

Grotten equiperen

Als eerste werk moesten we de volgende dag de grotten aan beide kanten van de doorsteek verkennen en equiperen. Voor de Pène Blanque gebeurde dat met een groep van zeven, de Pont de Gerbaut equipeerden we met vier mensen. Ik zat in de PB-groep, maar door het feestgedruis voor de deur van het chalet had ik die nacht nauwelijks geslapen. Na het geëquipeerde eerste deel van de grot viel de groep al gauw uit elkaar. Hoewel we niet bijzonder veel hadden te equiperen, was er meer tijd verstreken dan verwacht. De voorste groep wilde snel en volgens het tijdschema de Puits Arrosés bereiken: het eindpunt van de doorsteek.

Het tweede deel van de groep gaf ondersteuning aan de zwakste deelnemer en plaatste bovendien stukjes fluorescerende stof, ofwel 'blinkers' om de weg naar de uitgang te markeren. Pas bij het Point d'Eau besloten we de groep in tweeën te splitsen. Iedereen zou tot aan de Puits Arrosés gaan, met uitzondering van de persoon die de doorsteek niet zou maken. Met twee anderen bereikte ik via een in-

teressante klim van vijf meter de Puits Arrosés. Door middel van een stalen beveiligingskabel kwam ik aan de andere kant van de smalle put. Nu wierp ik een blik op het vijf meter koord en de kabel erboven die permanent in de grot waren aangebracht. Dit was het punt waar ik de gehele volgende dag naar zou uitkijken, namelijk het einde van de doorsteek en het begin van de Pène Blanque.

Op de terugweg werden we al gauw herenigd met de rest van de groep. Bij de Boite aux Lettres kon ik me voegen bij de drie voorlopers. Vanuit de ingang gezien, bestaat deze P30 uit een smalle, hellende doorgang, gevolgd door een vrijhangend gedeelte. Buiten, tijdens de klim naar de Col de Couenque werd me duidelijk dat ik echt te weinig te drinken mee had genomen. Dat moest ik de volgende dag dus niet doen. Ook was de communicatie in de groep tijdens deze klim niet optimaal. Twee mensen liepen in een vrij rap tempo langs de rotswand omhoog. Marty en ik bewogen echter langzamer en sloegen eerder af naar rechts in de hoop daar het gemakkelijker pad van die ochtend te kunnen vinden. Als resultaat moesten we ons door de bomen omhoog worstelen, in plaats van over het pad te lopen.

Rond zeven uur kwamen we aan bij de auto's. De equipeerploeg van de Pont de Gerbaut was er nog niet, tegen onze verwachtingen in. Later hoorden we dat ze na het equiperen van de putten lang hadden moeten zoeken naar de juiste weg naar het water, waar de doorsteek begint. Toevallig hadden ze echter een Franse speleoloog ontmoet die hen vriendelijk de juiste weg had gewezen. Patrick en Maarten waren vlakbij het water geweest, maar door twijfel bij de beschrijving waren ze toch net niet ver genoeg doorgelopen. Bij het water probeerde de groep de richting van de stroom te bepalen door er een haar op te leggen. Die bewoog een fractie naar rechts. Een blinker werd in die richting op een steen dichtbij het water gelegd.

's Avonds bespraken we de doorsteek opnieuw. Groep één zou om 9 uur vertrekken; wij twee uur later. De secourstijd werd afgesproken op dinsdag om 6 uur 's ochtends. Als alles goed ging zou de derde groep diezelfde ochtend vertrekken. Deze bestond uit Marion Gijbels, Frans van Kesteren en Teresa Ramos Gullon.

Puffen in neopreen

Met neopreen aan begaven Patrick, Marty en ik ons de volgende ochtend naar de Pont de Gerbaut, een stuk de Col de Couenque op, gevolgd door een stijl pad verder omhoog. We hadden elk een slaapzak bij ons, met daarin touwen, eten, een brandertje, een flinke voorraad drinken, onze droge onderkleding voor na de doorsteek en toch ook het EHBO-tonnetje. Het verschil tussen mijn normale onderpak en het neopreen was duidelijk te merken op de klim. Neopreen is stugger en houdt het zweet en dus ook de lichaamswarmte bij. Patrick moedigde me aan om het vooral op mijn eigen tempo te doen. Ik troostte me met de gedachte dat het pak me straks zou helpen om op temperatuur te blijven. Als we bij de ingang van de Pont de Gerbaut aankwamen, was aan de warmte te merken dat het midaguur intussen genaderd was.

Al bij de eerste afdaling ging het met mij niet erg soepel. Het was te merken dat het een tijdje geleden was dat ik voor het laatst aan een koord hing. Beneden riep Patrick me om op te passen voor de vallende stenen. Ik liep de kant op waar al losse keien op de vloer liggen. Dat is niet de beste plek om vallende keien te ontwijken, maar gelukkig werd ik niet geraakt. Patrick liet mij en Marty zien waar hij de vorige dag ook gelopen had en dit keer kwamen we zonder aarzeling en veel moeite bij het water. Het waterpeil leek volgens Patrick iets hoger dan de vorige dag, maar volgens de Fransman bij wie Patrick en Marty de vorige dag navraag hadden gedaan, zou het niet veel uitmaken.

Point of no return

We begonnen de ondiepe meander te volgen. Het water was koud en daar kwamen onze neopreenpakken goed van pas. Toch deden we veel moeite om zoveel mogelijk op de hogere gedeelten te blijven. Hier begint mijn herinnering van het tijdsverloop te vervagen. We kwamen op het punt van de eerste afdaling van de doorsteek. Als laatste daalde ik het koord af. Ik verzekerde me dat ik op het juiste einde van het koord afdaalde en nam de koordzak mee naar beneden. Wisten we zeker dat we goed zaten? In de tochtige ruimte bestudeerden we de topo en de beschrijving. Ja, dit zat goed. We haalden het touw door. Ik wierp nog een blik naar boven. Dit was dus dat point of no return waarover ik gehoord had.

Een aantal afdalingen volgden; wel geteld elf volgens de topo. Tussen de afdalingen en de steeds dieper wordende stukken meander door, keken we nu en dan op de topo en de beschrijving. Bij de derde afdaling ging ik als tweede naar beneden en dat was goed ook, want mijn stapkoord bleef achter op een fractie. Marty nam hem voor me mee. Dit



Onze uitvalsbasis in le Hameau de La Baderque



Maarten van der Eijk, Sjoerd van der Schuit, Bert Tindemans, Marty van Osch en Patrick van den Berg bij de ingang van de Henne Morte.

was misschien niet zoals het hoort, maar het moest maar zo.

Bovenaan iedere afdaling is er een relatief aangename temperatuur. Het verschil met de onderkant is groot. Patrick klappertandde al een tijdje, toen ik ook begon. We moedigden elkaar aan om echt in dat minder tochtige hoekje te komen staan en om de taken te verdelen bij het opbergen van het koord in de slaapzak. Na ongeveer de vijfde afdaling wisten we niet goed meer waar we waren. We bestudeerden onze papieren; Patrick met heftig schuddende armen. Volgens de topo waren er geen andere mogelijkheden; het kon dus niet anders of we zaten goed. We gingen opnieuw door en weer volgden enkele afdalingen.

Tussendoor at en dronk ik wat. Bij iedere afdaling hoopte ik vurig dat het de laatste was. Hoe laat het precies was, hield ik niet bij, maar we wisten dat we flink op het schema achter zaten. We bereikten de étroiture, waardoor we nu zeker wisten waar we waren. Volgens de topo hadden we nu nog minstens drie afdalingen te gaan. Waar we eerder op de dag steeds voorzichtig aftastten en onderzochten hoe we zoveel mogelijk droog konden blijven, zwom ik hier kleine stukjes. Patrick ging

meestal voorop, maar hield Marty en mij in de gaten en een aantal keren moesten we de weg zoeken. Erg gemakkelijk ging het allemaal niet. Het einde moest nu echt wel in de buurt zijn. De bekende traversée en het koord naar beneden kwamen geen moment te vroeg. Ik zag het blinkertje liggen dat ons naar de uitgang zou wijzen.

Pas in de Salle de Bivouac rustten we uit. We besloten geen warm eten te maken omdat we al zoveel vertraging hadden opgelopen. De veiligheidsdekens bleven in onze kitzakken, evenals onze droge onderkleding. Voor we het koud kregen, pakten we ons boeltje weer op. Op dit vlakke gedeelte liep ik flink door. Met mijn licht uit wachtte ik op Patrick en Marty. Bij het blokkenstort dat volgde, kreeg ik het echt moeilijk. Ik vertrouwde mijn spieren, maar vooral mijn evenwicht niet meer. Steeds moesten Patrick of Marty me helpen om een stuk hogerop te komen. De weg duurde op deze manier veel langer dan gisteren.

Tweede licht uit

Inmiddels waren zowel mijn eerste als mijn tweede licht uitgevallen en Patrick gaf me zijn reservelamp. Aan de tocht door de Pène

Blanque, die de vorige dag goed te doen was, leek nu geen einde te komen, ook al droeg Patrick op bepaalde trajecten mijn kitzak. Na de P30 waren we er nog niet, maar na een tijdje werd alles weer wat makkelijker begaanbaar. Alsof ik de uitgang rook, liep ik hier flink door. Marty had het nu moeilijk en Patrick bleef bij hem. Intussen was ik weer herenigd met mijn slaapzak. Ik passeerde enkele hulpkoordjes omhoog en merkte het ijzeren hekje op dat in een van de gangen langs de kant staat. Beide zijn belangrijke herkenningspunten, ook voor Patrick die nog niet eerder in de Pène Blanque was geweest. Enthousiast riep ik mijn ontdekkingen naar de anderen. Aan het laatste stuk naar de ingang van de Pène Blanque begonnen we samen, maar Patrick nam een voorsprong. Marty en ik volgden een eind achter hem door de lamiñoir.

Zoals verwacht was het donker buiten. We rustten even uit, dronken en aten wat en begonnen aan de laatste klim naar boven. Vaag was ik me ervan bewust dat er iets vreemds aan de hand was met het licht. Het was een heldere nacht. Vergeleken bij het beklimmen van de blokkenstort in de grot, ging het me hier vrij goed af. Als ik boven was, verloor ik het contact met Marty en Patrick achter mij. Op de top voegde Patrick zich bij me en pas als het vogelgefluit tot me doordrong en ik eens goed om me heen keek, besepte ik dat het geen nacht meer was. Hoe was dat nu mogelijk? Nog steeds begreep ik het niet. Een van de mogelijke tijden die mijn horloge aangaf, was 6.08 uur. Dat moest de juiste tijd zijn. En de secourstijd was afgesproken om 6 uur... Ik riep dit naar Patrick, die Marty aan het bijstaan was. Ik begon alvast te lopen tot de kruising met het pad naar de Pont de Gerbaut om de secours tegemoet te gaan.

Op amper honderdvijftig meter van de auto's moest ik even rust nemen. Ik sloot mijn ogen, maar moest ze steeds weer openen omdat ik anders vreesde van de ingebeelde helling naast mij te rollen. Patrick kwam langs en liep na een kort overleg alvast door naar de auto's terwijl ik op Marty zou wachten. Even later hoorde ik een auto en een verraste uitroep.

Marion Gijbels, Teresa Ramos Gullon, Frans van Kesteren, Wesley van Osch, Saskia Klerk en Maarten van der Eijk op de eerste zaterdag. (Foto: Patrick van den Berg)



Réseau Trombe praktisch

Onontkoombaar bij het plannen van een trip in het Réseau Félix Trombe is het rode boek, of 'le Livre Rouge'. Dit is het lijvige standaardwerk over het systeem dat in eigen beheer is uitgegeven door de Franse speleoclub CDS 31. Dit boek is enkel te bestellen via hun website www.cds31.net. Wij kochten dit boek door een mail naar een van de leden te sturen en 30 euro te storten (exclusief verzendkosten) naar het opgegeven IBAN-nummer.

Overnachten kun je het beste doen in het Chalet de Paloumère. Deze gîte bevindt zich in het centrum van het plaatsje Hameau, in de buurt van Arbas. Ze biedt slaapplekken aan 45 personen en beschikt over WiFi. Voor 2014 zijn de tarieven 17/14 (hoog-/laagseizoen) euro per persoon per nacht; voor groepen van minimaal 10 personen is dit 12 euro, maar daar komen dan nog wel de elektriciteitskosten bij en een borg van 300 euro. Meer informatie is te vinden op de website: <http://chaletdepaloumere.jimbo.com>.

"Frans", dacht ik nog. Nog even later opende ik opnieuw mijn ogen en ik zag twee mannen aankomen. Het was Patrick, met iemand naast hem. Of neen, het was Frans, alleen. "Bij de auto is thee en eten", zei hij, terwijl hij verder door ging om Marty te zoeken.

Compleet doodop

Uiteindelijk raakte ik weer bij de auto's, compleet doodop. Honger, kou of dorst registreerde ik niet meer. Ik kreeg een kop thee en werd geholpen bij het omkleden. Inmiddels was ook het chalet gebeld om te melden dat we allemaal veilig uit de grot gekomen waren. Tijdens ons ontbijt van spaghetti bolognese hoorden we hoe het boven de grond was geweest. Natuurlijk vroegen zij zich af wat er met ons gebeurd was. De contactpersoon van de secours had hun verhaal aangehoord en hun verteld dat er waarschijnlijk niets aan de hand was. Er verdwaalden wel vaker mensen in de Pène Blanque. Hierop ging ik naar bed.

Pas bij de nabespreking 's avonds realiseerde ik me wat onze vertragingen voor het schema van de groep betekenden. De groep die 's ochtends had moeten vertrekken, had die dag al de ingang naar de Henne Morte ver-

kend en gemarkeerd. Ze zou nu de volgende dag, op woensdag, de doorsteek maken. Misschien had deze veel meer ervaren groep iets aan onze aanwijzingen. We bespraken wat er de dag voordien verkeerd was gegaan. We kwamen tot de conclusie dat de vertraging veroorzaakt werd door een veelheid aan kleinere factoren: mijn gebrekkige vlotheid op de koorden, de zoektocht om de weg te vinden door de meander, geen warm eten en niet warm blijven tijdens de pauzes. Ik onthield vooral dat we de trip onderschat hadden. Ik had vooraf meer kunnen oefenen en ik had beter moeten onderzoeken naar wat ik kon verwachten. Nu kwam ik er bijvoorbeeld pas in de grot achter wat je moet doen om een koord door te halen.

Die avond overlegden we ook welke consequenties onze grondig uitgelopen doorsteek had voor de rest van het plan. Wat wilden de verschillende leden van de groep doen en wat was er mogelijk met de beschikbare tijd en de capaciteit aan mensen? Het oorspronkelijke doel van de reis was een doorsteek van de Henne Morte naar de Grotte des Commingeois. Daar kwamen nu vraagtekens bij te staan. Er moest nog gedesequipeerd worden in de Pène Blanque en de Pont de Gerbaut. In de Henne Morte moest ook nog koord uitgehangen en opgehaald worden.

Bijgestuurde plannen

De groepsleden die de volgende dag de doorsteek van de Pont de Gerbaut naar de Pène Blanque zouden maken, zouden hiervoor wellicht niet volledig beschikbaar zijn. Voor wie gekomen was om de doorsteek van de Henne Morte te maken, begon het steeds meer te dagen dat dit doel waarschijnlijk niet gehaald kon worden. Het nieuwe doel werd om de Puits de la Tentation te bereiken. De volgende dag zou een gedeelte van de groep de Henne Morte uithangen tot en met de Puits de la Mort, de twee putten van de Puits de la Tentation bezoeken en meteen weer desequiperen. Ondertussen werd ik pas in het schema gezet voor vrijdag om dan de Henne Morte te bezoeken en te helpen met desequiperen.

De volgende ochtend bleken vooral mijn knieën nog niet hersteld van de doorsteek. Meelopen naar de ingang van de Henne Morte viel dus af. 's Middags zette Wim mij en Wesley een flink eind omhoog op de berg af. Daar was een opstijgbaan voor paragliders gemaakt en

even keken we in het zonnetje hoe een aantal gliders vertrokken en boven het dal zweefden. Vanaf daar liepen we in een paar uur een gemarkeerd wandelpad oostwaarts over de bergkam en verderop de berg af naar Herran. We zagen het gehucht waar we verbleven op de volgende heuvel liggen. Het was een fijne, zonnige dag geweest. De equipeergroep van de Henne Morte had echter een nieuwe te-leurstelling te verwerken gekregen. Ze hadden koorden meegenomen op basis van een equipiefiche. Op deze fiche ontbrak echter een put van 15 meter, waardoor ze koord tekort kwamen en het equiperen in het honderd liep. De bodem van de Puits de la Tentation was nu praktisch onbereikbaar geworden. Anderen hadden intussen ook last gekregen van lichamelijke gebreken en ze wensten ook nog wat tijd boven de grond door te brengen. Voor de volgende keer hadden we in elk geval geleerd om de equipiefiche vooraf goed te vergelijken met de topo! Laat in de avond arriveerden Frans, Teresa en Marion: moe maar voldaan. Vooral het uitklimmen van de Pène Blanche was hen tegengevallen, maar de tocht had hen veel mooie foto's opgeleverd.

De volgende dag was voor mij weer een dag om in de zon te zitten en te wandelen, dit keer wel de berg op. We maakten onder andere de korte wandeling naar de Cascade de Planque. In de kloof waarin de waterval uit komt, heerst een eigen warm en vochtig klimaat, waardoor er een wonderlijke sfeer hangt. Anderen desequipeerden de Pène Blanche. Vrijdag was er weer werk aan de winkel voor ons bezoek aan de Henne Morte. Dit vergde opnieuw wat organisatie. Een eerste groep zou de Puits de la Mort en de wand naar de Salle du Camp equiperen, de tweede en grotere groep zou later volgen en helpen bij het desequiperen. Dat betekende onder andere dat degene die equipeerden lang op het verste punt zou moeten verblijven. Een brander om eten op te warmen kwam hier dus van pas. Bij de P6 aan het begin van de grot was er behoorlijk wat gevaar van vallende stenen; daarom werden we geïnstrueerd te wachten tot de persoon onder ons weg was, voor we probeerden deze helling te passeren.

De regenachtige dag was erg geschikt om de grot te bezoeken. Dit keer reden Wesley en ik mee met Frans, Theresa en Marion. Het was een mooie wandeling naar de ingang, maar een stuk minder voor de hand liggend dan bij de Pène Blanche of de Pont de Gerbaut. Nadat ik twee dagen niets meer had gedaan, voelde ik me niet zekerder over mijn koordtechniek. Met aanwijzingen en onder aanmoediging van Theresa leerde ik hier weer veel en ben ik de Puits de la Mort goed uitgekomen. Het was een mooie en leuke, maar tochtige grot zodat het ook hier de zaak was om in beweging te blijven. Toch was het wel vreemd om te bedenken dat we in zo'n beroemde grot waren.

Bij het desequiperen werd het mij gemakkelijk gemaakt. Ik hoefde niet eens een kitzak te dragen. Ik had graag iets meer willen doen. Waarschijnlijk zagen mijn teamgenoten er het nut niet van in mij meer te belasten. Zij konden heel wat meer aan. Op de terugweg zagen we twee herten de helling omhoog van ons wegvlugten. Nadat we drie kwartier hadden gewacht in een van de auto's, begonnen de anderen zich bij ons te voegen. Inmiddels



In de meanders van de Réseau Trombe

was het beginnen te regenen. Goed gemust reden we de berg af naar de voor ons verzorgde maaltijd.

Betere voorbereiding vereist

Bij de nabeschuiving die avond noemden we ieder een leerpunt. Mijn voornaamste leerpunt van eerder die week was die dag bevestigd. Een betere voorbereiding had alles een stuk prettiger gemaakt, voor mijzelf en voor mijn medereizigers. Nu had ik erg veel hulp gekregen van mijn mede-speleo's. Bij het bezoek aan zowel de Pont de Gerbaut, de Pène Blanche als de Henne Morte bleek bovendien dat topo's en beschrijvingen niet helemaal de kennis van het terrein en de grot konden vervangen. De topo van de doorsteek bleek geen recht te doen aan de weg die we gegaan zijn. In relatief onbekend terrein kostte het tijd om de ingang van de grotten te vinden, terwijl we ook moesten zoeken naar de meest geschikte manier van equiperen. Bij een volgende tocht zal ik meer beschrijvingen met elkaar proberen te vergelijken, me realiserende dat een situatie op veel verschillende manieren geïnterpreteerd kan worden.

De volgende dag wisten we de koorden en de rest van het materiaal en we lieten alles in de zon drogen. Met een barbecue sloten we de dag en tegelijk ook ons bezoek aan de Pyreneeën af. Het bezoek had de groep zeker op de proef gesteld, maar was wat mij betreft zeer de moeite waard. Bij dezen bedank ik dan ook graag alle deelnemers: Sjoerd en

De ingang van de Pène Blanche op een mistige dag

Anita van der Schuit, Frans van Kesteren, Teresa Ramos Gullon, Maarten van der Eijk, Wim van der Linden, Patrick van den Berg, Bert Tindemans, Marion Gijbels, Wesley en Marty van Osch.



De ontdekking van de Grotte Chauvet en aangrenzende grotten

Een heiligdom van tienduizenden jaren oud

Door:
Erik Van den Broeck
(SC Nature-Témoin)

Foto's:
Jean-Marie Chauvet, Eliette Brunel
en Christian Hillaire

Jean-Marie Chauvet, Eliette Brunel en Christian Hillaire tussen de pas ontdekte prehistorische tekeningen.
(copyright foto's Brunel/Chauvet/Hillaire)

Op 18 december 2014 is het precies twintig jaar geleden dat de ontdekkers van de Grotte Chauvet de eerste voet in de grot zetten. Met deze voetstap deden ze tegelijk één van de meest belangrijke archeologische ontdekkingen ooit, want deze grot in de Franse Ardèche herbergt een ware schat aan prehistorische kunst. Op 22 juni 2014 kreeg de grot zelfs het statuut van Unesco-werelderfgoed. Over de Grotte Chauvet hebben de ontdekkers nu een boek uit. In avant-première kreeg Spelerpes van ontdekkers Jean-Marie Chauvet, Eliette Brunel en Christian Hillaire de toestemming om enkele fragmenten uit het boek te publiceren.

Sinds enige tijd hebben de ontdekkers van de grot een eigen Facebookpagina 'Les Inventeurs de la Grotte Chauvet' waarop zij hun ervaringen delen. Zij hebben het grote plezier om op hun website¹ in het Frans, het Engels, het Spaans, het Italiaans en het Nederlands de publicatie van hun boek aan te kondigen: 'De ontdekking van de Grotte Chauvet-Pont d'Arc. Eerste emoties, eerste beelden. De ontdekkers vertellen...' (Copyright Brunel/Chauvet/Hillaire 2014). "Net zoals wij, stap voor stap, zullen jullie onze voorouders leren kennen, die ons meer dan 30.000 jaar geleden hun getuigenis achterlieten van de perfecte beheersing van hun kunst", beloven de auteurs.

Ontdekkingen rond de toekomstige Grotte Chauvet

"Tijdens de jaren 1993-1994 hebben wij,



Jean-Marie, Eliette en Christian, alle drie voornamelijk de Cirque d'Estre gefrequenteerd. Dit is de meander die de Pont d'Arc omcirkelt (n.v.d.r. de beroemde rotsboog in Vallon Pont d'Arc) – en waar de Grotte Chauvet gesitueerd is, toen nog onbekend voor allen.

Met behulp van touwen gingen we van de ene richel naar de andere. In die periode ontdekten we in de rots wanden verscheidene onbekende afbeeldingen van rotskunst. We vonden deze in grotten in de buurt van de latere Grotte Chauvet. Zonder te weten wat er zich daarachter bevond, hadden we zelfs al de holte onderzocht die later het ingangsaaltje van de Grotte Chauvet zou worden.

Na de ontdekking van de Grotte Chauvet hebben zich verscheidene personen gemeld die de grot al zegden te kennen: speleologen, een houthakker, jagers en zelfs een speleo die ondertussen jammer genoeg overleden is, maar die ons glimlachend toevertrouwde dat hij en zijn vrouw er meer dan 30 jaar geleden hun huwelijksnacht doorbrachten...

Onder onze ontdekkingen van eind 1993 noemen we een Venus in de nabije Grotte du Plancharde. Wij hebben onmiddellijk het bestaan ervan gemeld bij de DRAC Rhône-Alpes, waarbij professor Gerhard Bosinski, wereldexpert op het gebied van de vrouwelijke paleolithische representatie, het beschouwde als een belangrijk werk in de symboliek van de versierde grotten. Deze schildering van ongeveer 20 cm hoogte, getekend met rode oker,

was toen het hoogtepunt van onze speleologische pelgrimstocht in deze sector.

Enkele maanden later, begin 1994, hebben we in de daarnaast gelegen Bergerie de Charmasson met de vingers gemaakte trekken gevonden die bedekt waren met calciet. Deze werden eveneens aan de DRAC gemeld, maar daar wekten ze slechts een bijkomstige interesse. Na de ontdekking van de Grotte Chauvet in december 1994 werden deze twee grotten echter heel belangrijk omdat ze onderling slechts enkele tientallen meters van elkaar verwijderd zijn.

Uit deze periode dateert eveneens de ontdekking van een gegraveerd hinkelspel nabij de ingang van de Grotte de la Vacheresse, op één van de hoogst gelegen richels onder het plateau, alsook veel oudere gravures van mammoeten, die we hebben gevonden in de spelonken van de eerste zaal."

Een weinig aantrekkelijk tochtgat

Om terug te komen op die 18^{de} december 1994 dreigde Jean-Marie Chauvet solo te gaan indien niemand hem wilde volgen. Per slot van rekening is de sector bijzonder aange naam in volle winter: blootgesteld aan de zon en volledig uit de wind.

We verlaten onze parkeerplaats aan de Pont d'Arc bij het begin van de namiddag en volgen de bosweg die langs de helling stijgt. Het zicht is mooi, het weer is aangenaam.

Al hijgend overwinnen we de honderd meter hoogteverschil die ons naar de voet van de rotswand leiden, terwijl we onderweg verschillende volledig droge grotten opnieuw bezoeken. We blijven er niet rondhangen, want Jean-Marie staat erop dat we een ultiem bezoek brengen aan een kleine holte wat ho-gerop onder de rotswand.

Tijdens de lente van hetzelfde jaar, toen we ons in de buurt bevonden met andere speleo-vrienden - Sylvane Lucot, Michel 'Baba' Rosa en Didier Lanthelme - en hen terloops onze ontdekking van de rotstekeningen in de Grotte du Planchard en de Bergerie de Charmas-son onthulden, waren we nog eens gestopt in deze *abri*. En zoals in de vorige grotten, bezochten we er opnieuw alle hoekjes van, op zoek naar de minste luchtstroom, tot we een gaatje vonden en samen probeerden een doorgang te vinden, zoals altijd in de hoop op

een mirakel... Na een tweetal onvruchtbare uurtjes zakte de moraal van de troepen jam-mer genoeg zodanig dat we het gat zonder vervolg hadden geklasseerd. De tocht was on-getwijfeld afkomstig van een gewone 'door-steek', die enkele meter verder in de rots zou uitkomen.

De luchtstroom in wat voor sommigen een ge-woon tochtgat bleef, was voor anderen wind en werd niet unaniem als tocht bestempeld. "Tochtgaten zoals dit kennen we genoeg in de Gorges... We gaan onze dag hier niet passe-ren", voegde Michel 'Baba' Rosa er nog aan toe. ... Het was inderdaad slechts een extra tochtend gat op onze lange lijst en om drie uur 's namiddags besloten we om ergens an-ders te gaan kijken.

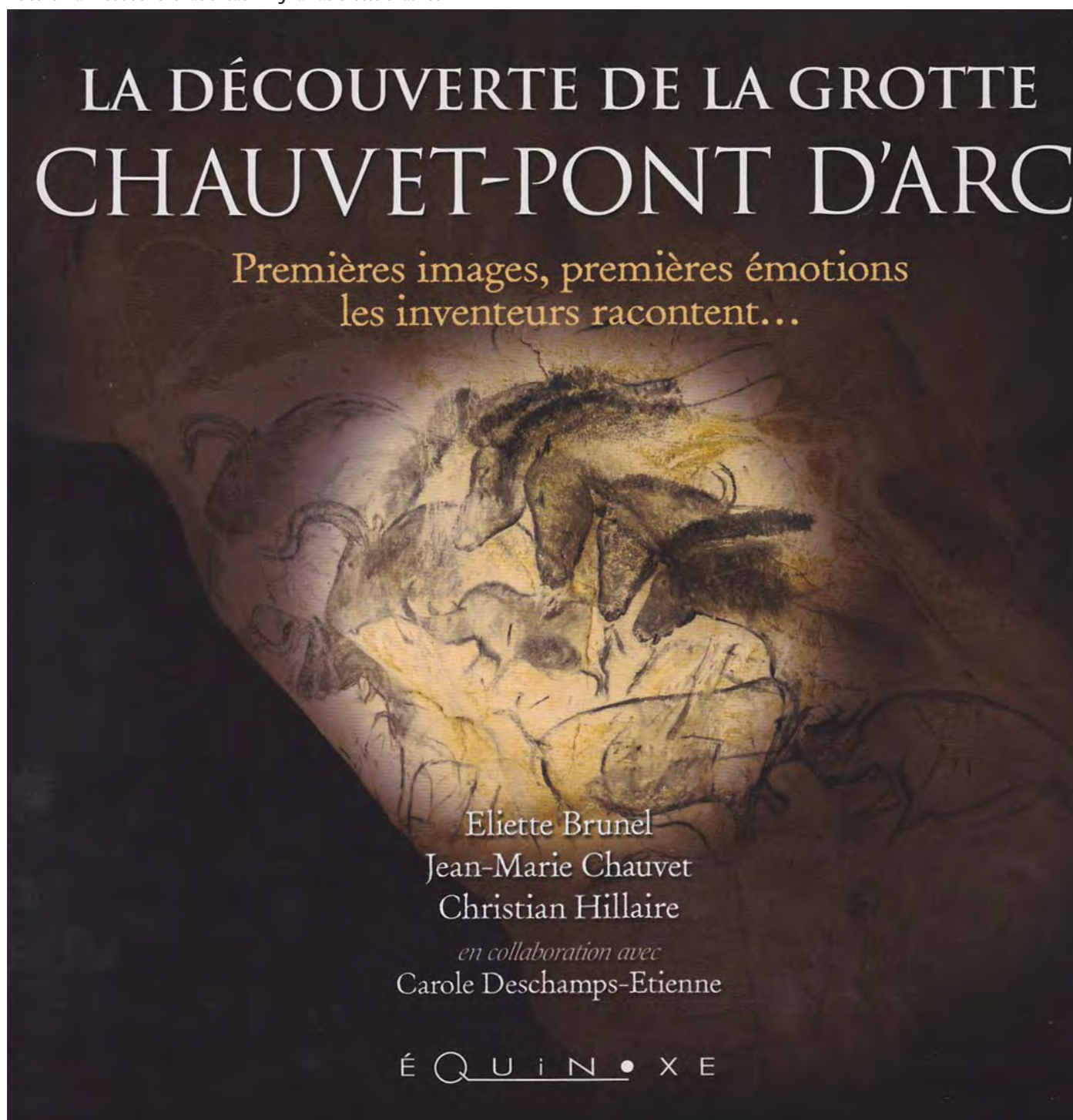
Terwijl Didier en Baba hun richel volgden naar het plateau, daalde de rest van de ploeg ver-

der af om een andere ingang te exploreren. Dit was overigens een porche van waaruit we vol de vlooiën terugkeerden... De gevaren van de speleologie zijn van verschillende aard!

De ontdekking van de Grotte Chauvet

Maar deze 18^{de} december waren we alle drie, Jean-Marie, Eliette et Christian, ter plaatse. Klaarblijkelijk was er niets veranderd sinds onze sessie in de lente en het aspect was nog steeds weinig uitnodigend. We brandden een wierookstokje aan de ingang van het gaatje en de rook kwam naar ons toe. Dat was voor ons de bevestiging dat er een lichte tocht doorheen de keien filterde, wat ons er toe aanzette om blokken te beginnen ruimen. Voor ons was dit niet slechts een gewone ope-ning door een rotslaag. We waren zulke gaten intussen al gewoon.

De cover van het boek over de ontdekking van de Grotte Chauvet



Zonder tijd te verliezen groeven we centimeter per centimeter een smalle doorgang, terwijl we elkaar aflosten. Om in deze buis vooruit te komen, was er slechts één manier: al liggend met het hoofd naar beneden, met de hamer in de ene hand en de beitel in de andere, de armen vooruit in het gangetje (anders passeert men niet). Op die manier verbrijzelden we gaandeweg het conglomeraat. Om het puin naar buiten te halen, moesten de twee anderen diegene die vooraan lag te beitelen bij de voeten weer uit het gangetje trekken, terwijl die de armen vol steengruis hield. Er was immers geen sprake van om met lege handen terug te komen.

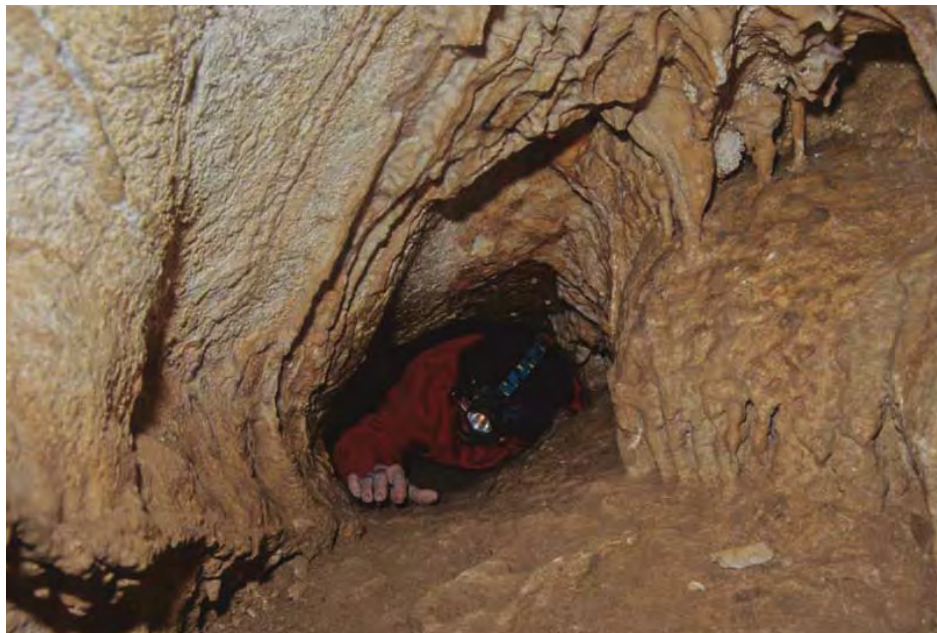
De harde realiteit van de desobstructie was die van dikwijls op de vingers slaan, gepaard gaande met het nodige gevloek, de twijfel over enig vervolg en de zekerheid dat we het niet zouden doen als men er ons toe zou verplichten. Maar bij desobstructie hoort ook de blik van diegene die op kop op zoek gaat naar de minste verwijding van de kruipgang, of de hoop dat een kleine steen plots plaats maakt voor een enorme leegte met een echo die verloren gaat in kilometers gangen daar net voorbij een bocht in de galerij... Zoals voor alle speleologen: de spieren, het hoofd, de hoop, de passie en een beetje gek zijn.

Langzaam veranderde de versmalling in een kleine bochtige gang. Pas na zeven uren desobstructie en evenveel meters verder, en na een veelvoud aan aflossingen en onophoudelijk heen en weer kruipen, ploeterde Eliette, de magerste van de drie, zich voorbij de versmalling. Ze kwam uit in een groter deel waar ze rechtop kon zitten. Verderop strekte de galerij zich nog enkele meters horizontaal uit. Ze ging verder en plots kwam het onverwacht! Ze stond aan een overhang, met een grote leegte onder haar voeten...

Jean-Marie en Christian waren intussen behoorlijk ongeduldig geworden en wilden zelf de ontdekking zien. Ze wisten echter dat ze niet konden passeren omdat ze corpulenter waren dan Eliette. Daarop dook zij de versmalling opnieuw in en klopte met hamer en beitel een maximum aan bultjes weg zodat ook Jean-Marie en Christian de hindernis konden passeren. Nadat ze in de versmalling, die nauwelijks groot genoeg voor hen was, een beetje huid en bloed hadden achtergelaten, slaagden ook zij er in om Eliette te vervoegen.

Carole, de dochter van Eliette, vertelt: "Ze zijn overdonderd teruggekomen, en vertelden uitgeput dat ze een grot 'erger dan Lascaux' hadden gevonden. De explo is nog niet voorbij, maar hun lampen vielen uit. We zijn tijdens diezelfde decembernacht met z'n allen terug vertrokken, opeengeperst in een Citroënnetje. Met nieuwe batterijen in onze lampen gooiden we de kits op onze rug en verlieten de parking van de Auberge du Pont- d'Arc, doorheen de bossen, achter mekaar slingerend over het rotsige, gladde pad.

We voelden ons plots naar een andere onbekende wereld geprojecteerd, zonder enig aanknopingspunt in de ruimte, noch in de tijd... We hadden de indruk alsof we iets onbeschrijflijks in de grot hadden wakker gemaakt. Een aanwezigheid, die er al duizenden jaren opgesloten zit, en ons nu met zijn blik blijkt te



De zeven meter lange kruipgang die toegang geeft tot de grot.

volgen. Een gevoel van onderdrukking barstte beetje bij beetje uit.

Het was al na middernacht wanneer we uit de grot komen, gedwongen door de noodzaak van teveel emoties...

Terug buiten werden we ons ineens bewust van wat ons was overkomen, terwijl we machinaal stenen opeenstapelden om de versmalling te camoufleren. We waren binnengetreden in een ruimte die tienduizenden jaren ongeschonden was gebleven. We hadden een intact heiligdom gevonden, dat op miraculeuze wijze gedurende millennia in optimale omstandigheden was bewaard. Al wat we hadden gezien, vormde stof tot nadenken over de oneindige studiemogelijkheden van de site en over de verantwoordelijkheid die op ons woog als ontdekkers er van.

We zijn de eerste schakel geworden in een onzichtbare keten die de link vormt tussen onze voorouders, ons verleden en de komende generaties, de toekomst...

De prioriteit was nu een doeltreffende bescherming van dit alles te verzekeren. Het volgende weekend zouden we terugkomen!

De zaterdag daarop, 24 december, gingen we terug naar de grot, om een pad op de bodem af te bakenen, vooraleer de officiële verklaring af te leggen.

Tijdens de week vooraf hadden we, overlopend van emoties, en mits de eed van geheimhouding, onze ontdekking meegedeeld aan Jean-Louis Payan, een jeugdvriend van Jean-Marie, en aan twee andere speleologische kennissen, Michel Chabaud en Daniel

André. Natuurlijk wilden ze de grot zien, en we namen hen mee voor een uitzonderlijk gunst-bezoek.

Onze genodigden waren geschokt en bedankten ons onophoudelijk voor de uitnodiging, het mooiste en meest onverwachte kerstcadeau dat hen ooit werd aangeboden.

Na ongeveer 500 meter plastiekvellen te hebben uitgerold om de grot te beschermen, was de grot klaar om de autoriteiten en wetenschappers te ontvangen, die ongetwijfeld op onderzoek zouden komen. Terwijl we naar en van de grot gingen, moesten we Sioux-praktijken aan boord leggen om niet op te vallen bij de everzwijnenjagers in volle seizoen. We hebben aangifte gedaan bij de autoriteiten, nadat de versmalling zorgvuldig terug was dichtgemaakt en zelfs gecamoufleerd met stof dat zich in de loop der jaren in het ingangsaaltje had verzameld.

De ochtend van 29 december 1994, na ook aan hen uitgebreid over onze ontdekking te hebben verteld, gidsten we op hun beurt Jean Clottes, in die tijd wetenschappelijk raadgever van het ministerie van Cultuur voor wat betreft prehistorische kunst, Jean-Pierre Dugas die conservator was aan de DRAC Rhône-Alpes, en Bernard Gély die gemachtigde was voor het departement Ardèche."

"Jullie kunnen ons werk vinden in de boekhandel, supermarkt of direct bij uitgeverij² 'Equinoxe'. Wij hopen dat jullie evenveel plezier beleven bij het lezen als wij bij het schrijven er van!"

¹ <http://www.grottechauvet-pontdarc.com>

² http://www.editions-equinoxe.com/product_info.php?products_id=744: La découverte de la grotte Chauvet-Pont d'Arc. Premières images, premières émotions. Les inventeurs racontent... (Eliette Brunel, Jean-Marie Chauvet en Christian Hillaire).

72 pagina's, 84 illustraties - 15€ - 2014



Plezantstraat 11
B-9220 Hamme
052 478522
www.berghut.be
info@berghut.be

Uw materiaal en kleding
voor elke tocht.

Bestel ook online.



Grotten scannen op Borneo

Door:
Guy Van Rentergem (SC33)

Foto's:
Keith Christenson
(National Geographic Society)

*Don in de ingang van Simud Puteh
(door Keith Christenson)*

In 2011 kreeg ik een mail van Don McFarlane met de vraag of ik wou meewerken aan een wetenschappelijk project gesteund door National Geographic Society. De bedoeling was om in de zomer van 2012 de Gomantong grotten in Borneo heel nauwkeurig in kaart te brengen met behulp van een 3D-scanner. Natuurlijk was ik geïnteresseerd! Dit jaar keerden we er terug voor bijkomende metingen.

Beschrijving van de Gomantong grotten

De Gomantong grotten liggen in een geïsoleerde kalksteenheuvel op zo'n 30 km ten zuiden van Sandakan in Sabah in het noordoosten van Borneo. Het hele gebied is een natuurreservaat van zo'n 3.000 hectare groot: de Gomantong Forest Reserve. De Gomantong grotten zijn bekend voor de eetbare vogelnestjes die op spectaculaire manier via touwladders worden geoogst.

Het Gomantong systeem bestaat uit twee grotten die boven elkaar liggen. De beneden-grot noemt men Simud Hitam of de Zwarte Grot. Daarboven ligt de Simud Puteh of Witte Grot. Simud Hitam wordt toeristisch uitgebaat. Via een houten knuppelpad kan men een rondgang maken. Ik vraag mij wel af of een bezoek enige positieve ervaring nalaat bij de gemiddelde toerist. Al op 100 meter voor de ingang hangt er een penetrante guanolucht. De grot is spectaculair ruim en is nog het best te vergelijken met een gotische kathedraal. De meeste bezoekers zullen echter meer oog hebben voor het glibberige houten pad dat bedekt is met een laag speggladde guano. Je vast grijpen aan de balustrade is niet echt een optie daar deze even smerig is en vol met kakkerlakken zit. Verder kan je getraakteerd worden op een bombardement verse guano. En dan het lawaai! Zowel zwaluwen als vleermuizen doen hun uiterste best om het meeste kabaal te maken. Tijdens de nacht wordt het geluid zelfs oorverdovend! Alle zwaluwen zitten dan in de grot gezellig



te kwetteren. Het is mij een raadsel of deze beestjes ooit kunnen slapen.

Wat direct opvalt in Simud Hitam zijn de enorme verticale groeven die over de volledige hoogte van de wanden lopen. Dit bizarre karstfenomeen is uniek. Joyce Lundberg, expeditielid en geologe, heeft deze groeven *flutes* gedoopt¹. Hierbij maakt ze een verwijzing naar de verticale groeven die we kunnen terugvinden op de Dorische en Korinthische zuilen in de tempels van het oude Griekenland. In het Nederlands vertalen we dit in *cannelures*. Ze hebben wel iets weg van rillenkarren maar in Gomantong zijn ze veel groter en perfect verticaal. Verder lijkt dit karstverschijnsel ongevoelig te zijn voor de verschillende gelaagdheden en ze lopen met een onveranderde doorsnede over de hele hoogte perfect verticaal door. Een sluitende verklaring is er nog niet, maar alles wijst erop dat dit een nieuwe en unieke vorm van bio-erosie is¹.

De ingang van de niet toeristisch toegankelijke Simud Puteh ligt zo'n 85 meter boven de

Simud Hitam en is enkel bereikbaar via een steile klim over een ruw pad. In de blakende zon is dit geen pretje. Deze grot heeft niet de grote volumes van zijn benedenbuur, maar is uitgestrekter. Er zijn ook *cannelures* te vinden, maar die zijn minder uitgesproken. Ook in deze grot wonen er grote kolonies vleermuizen en zwaluwen. In het zuidwestelijk deel van Simud Puteh bevindt zich een spectaculair lichtgat dat 142 meter hoger uitkomt op het hoogste punt van het massief: Bung Bulud. Deze put wordt afgedaald om vogelnesten te kunnen oogsten.

Morfologisch zijn beide grotten een verzameling oost-west georiënteerde freatische drukgangen die de gelaagtheid van de kalksteen volgen, dalend naar het westen onder een hoek van ongeveer 20 graden. Deze drukgangen verzamelen in grote N-Z en NO-ZW georiënteerde zalen die ontstaan zijn op verticale breuklijnen. Deze zalen zijn na de oorspronkelijke speleogenese enorm gewijzigd en door bio-erosie vergroot¹.

De indrukwekkende afmetingen van Simud Puteh (door Keith Christenson)



Simud Hitam is ooit op fantastische wijze in beeld gekomen in de bekende documentaire reeks Planet Earth van de BBC (2006). In de aflevering die over grotten ging, is er een ongelooflijk shot: de camera vliegt over een schier eindeloze guanohelling waarin miljoenen kakkerlakken krioelen. Dit beeld bezorgt je sowieso de koude rillingen. Deze 60 meter hoge guanohelling bevindt zich in het zuidelijkste deel van Simud Hitam en ligt buiten het toeristisch parcours. Het is inderdaad een imposant zicht. Deze 20 meter brede en 60 meter hoge helling verdwijnt in het duister naar de grootste vleermuiskolonie van deze grot. De hoeveelheid guano is onvoorstelbaar en de kakkerlakken ontelbaar. Voor de filmploeg moet het een heel gedoe geweest zijn om dit te filmen. De opstelling bestond uit katrollen, stalen kabels en tegengewichten. Het duurde ettelijke dagen om dit werkend te krijgen. Maar het resultaat mag gezien zijn. Chapeau voor de filmploeg! Het is echt geen cadeau om daar te werken. Je zakt tot je kuit in de guano en de stank van ammoniak is echt niet te harden. Zonder gasmasker hou je het geen 10 minuten vol en sta je zo te schreien. En het is er nog loeiheet op de koop toe. Stilstaan of -zitten is geen optie, want je krijgt ogenblikkelijk het bezoek van honderden kakkerlakken en kleine zwarte lijkevertjes die gemeen kunnen bijten. Alles wat naar beneden valt, is sowieso gedoemd. Het is een heel onaangename en lugubere plaats.

De eetbare vogelnesten van Gomantong

Een Chinees gerecht dat tot de verbeelding spreekt zijn de eetbare vogelnesten. Het zijn inderdaad de nestjes van twee soorten Aziatische gierzwaluwen: de eetbaar-nestsalangaan (*Aerodramus fuciphagus*) en de zwart-nestsalangaan (*Aerodramus maximus*) die van de muren worden geschrapt, gekuist en verkocht. De nestjes bestaan uit gehard speeksel van de zwaluwtjes. Die van de *Aerodramus fuciphagus* zijn het zuiverst en brengen het meeste op. Deze soort woont vooral in de Simud Puteh. De nestjes van de *Aerodramus maximus* zijn minder zuiver en zijn gemengd met veren, takjes en mos. Je vindt ze voornamelijk in Simud Hitam.

Er worden allerlei geneeskrachtige en stimulerende werkingen toegeschreven aan het nuttigen van vogelnestjes. Maar geloof me, het smaakt naar niets en ze zijn ongelooflijk duur. Voor 15 g (ongeveer 3 nestjes) betaal je vlug 50 euro. Deze hoge prijzen maakt het slechtste wakker in de mens. Zo heb je het voorbeeld van de Niah Caves in Sarawak in het noordwesten van Borneo. Nog niet zo lang geleden was dit het centrum van de vogelnestindustrie van het eiland. Maar door roofoverval en wanbeheer zijn deze grotten nu leeg. De zwaluwen zijn samen met de vleermuizen vertrokken. Deze voor de streek erg belangrijke industrie is nu bijna volledig verdwenen. Met Gomantong is het gelukkig nog niet zo erg gesteld. De vele ingangen worden dan ook permanent goed bewaakt en zelfs in de grot zijn er tientallen bemande wachtposten. Jammer genoeg dienen we ook hier vast te stellen dat de vogelpopulaties zwaar onder druk staan.

Omdat de vraag naar zwaluwnestjes nog steeds stijgt en er slechts een beperkt aantal grotten zijn, kweekt men tegenwoordig de

zwaluwen in grote verduisterde stallen. Mocht je zin hebben dan mag het boek 'Make Millions From Swiftlet Farming: A definitive Guide' van Dr Christopher Lim niet ontbreken in uw boekenkast. Je kan zelfs CD's aanschaffen bij Dr Lim met vogelgeluiden om de zwaluwen te lokken om zo je nu nog lege stal te vullen.

De 3D-scanner of Terrestrial Lidar

LiDAR staat voor Light Detection And Ranging. Deze gesofisticeerde toestellen maken met behulp van een laserstraal een oppervlaktescan van de omgeving. In principe werken ze nog altijd zoals de klassieke huis-, tuin- en keukenlaserafstandsmeters van Leica of Bosch. Maar met behulp van een draaiende precisiespiegel worden er nu in een korte tijd miljoenen metingen uitgevoerd. Zo krijg je een heel gedetailleerde 3D-puntenwolk van de omgeving. Dit is een lijst van ruimtelijke coördinaten met nog extra gegevens over reflectie- en kleurwaarden. Met gespecialiseerde software kan je deze dan bekijken en analyseren.

Nog niet zolang geleden, in de eerste helft van de jaren negentig, was een draagbare laserafstandsmeter nog iets nieuws. Het allereerste model was de Leica Disto. Het was een lompe bak, die als het goed ging in 5 seconden één meting deed. In die tijd droomde ik nog van een combinatie van een dergelijk toestel met een kompas en een hellingsmeter. En zie, anno 2014 bestaan er dergelijke toestellen. Het toestel dat we in 2014 gebruikten, was het laatste nieuwe model van Faro, de Laser Scanner Focus 3DX330. De specs zijn niet mis... Het doet 976.000 metingen per seconde en heeft een ingebouwde gps, kompas, hoogtemeter en automatische horizon. De meetfout is +/- 2 mm en de meetafstand is tussen 60 centimeter tot 330 meter. Het verticaal bereik is 305° en horizontaal de volle 360°. In de praktijk betekent dit dat enkel het statief waarop de scanner staat niet wordt gemeten.

Hoe gaat dat scannen praktisch te werk? In 2014 waren Manfred Buchroithner en Benjamin Schroeter, beiden van het Cartografisch Instituut in Dresden, verantwoordelijk voor de scans. Met zijn tweeën hadden ze hun handen meer dan vol. Naast proviand en de vijf kilogram zware scanner met statief dien-

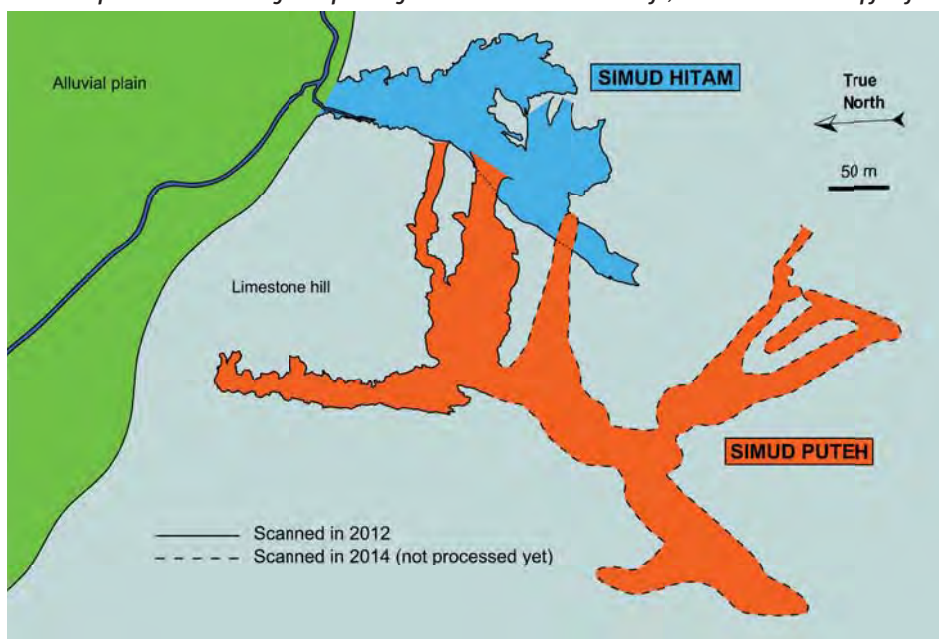


Ben is Bung Bulud (142 m) aan het scannen. (door Keith Christenson)

den er ook nog meerdere referentiepunten te worden meegesleurd. Dit zijn plastic bollen van zo'n 15 centimeter diameter die met een reflecterende verf zijn behandeld. Ze weerkaatsen het laserlicht heel sterk en zijn zo gemakkelijk herkenbaar in de scans. Het is de bedoeling de referentiepunten zo te plaatsen dat ze terug te vinden zijn in de overlappende scans. Zo kan nadien met gespecialiseerde software de verschillende puntenwolken aan elkaar worden gekoppeld. Dit koppelen heet het registreren van de scans. Het goed plaatsen van de referentiepunten vraagt wel het nodige ruimtelijke inzicht. Er zijn minimum drie referenties nodig om twee puntenwolken aan elkaar te kunnen koppelen. Verder is het aangewezen dat ze niet allemaal in hetzelfde horizontaal vlak liggen. Voor Gomantong waren er op bepaalde momenten zestien referentiepunten in gebruik. Het was dan ook een heel gedoe en gesleur om alles op de goede plaats te krijgen.

Het scannen zelf gaat vrijwel automatisch. Na

Overzichtsplan van Gomantong. De opmetingen van 2012 staan in volle lijn; die van 2014 in streepjeslijn.



de nodige instellingen op het vrij kleine bedieningspaneel start het scannen. Je hebt net genoeg tijd om uit het beeld te verdwijnen, anders heb je een scan van jezelf. In de toeristische grot van Simud Hitam dienden we zelfs politieagent te spelen om er voor te zorgen dat de bezoekers niet door de scans liepen. Een scan duurt, naargelang de gewenste nauwkeurigheid, tussen de 5 minuten en een uur. De data worden weggeschreven op een SD-kaart. Een scan van 10 minuten levert een datafile van zo'n 230 MB. Op het einde van de dag zit je dus met meerdere gigabyte aan gegevens. Hiervan werden telkens back-ups genomen op verschillende pc's. Een moderne computer met snelle disk I/O is gewenst. Bij sommige pc's duurde het bijna twee uur om de gegevens weg te schrijven terwijl op de moderne machines dit slechts 10 minuten duurde.

De expeditie van 2012

We hadden gedetailleerde satellietgegevens nodig om een goed idee te hebben van het reliëf van de Gomantong heuvel. Het probleem was dat we slechts over beelden konden beschikken met een resolutie van 30 meter: veel te grof voor onze toepassing. Er werd besloten om luchtfoto's te nemen met behulp van een gerobotiseerd vliegtuigje, een drone. Het toestel dat we mochten gebruiken was een Gatewing X100. Dit fantastische robotvliegtuigje werd op voorhand geprogrammeerd en heeft in twee vluchten een serie van 150 overlappende luchtfoto's genomen met de gewenste resolutie van 30 centimeter.

Het toestel heeft wel op zijn limiet gevlogen. De actieradius was zo'n 5 kilometer en laat dit nu net de afstand zijn tussen het doelgebied en onze landingsbaan. Het starten was niet echt een probleem, want het toestel werd afgeschoten met een katapult. Maar het landen was problematischer. Om veilig te kunnen landen was er een open gebied nodig van 100 x 200 meter. Hier kan je in het dichte tropisch oerwoud echter lang naar zoeken. Maar in de buurt hebben we gelukkig een bereidwillige aannemer gevonden die met een bulldozer een stuk van zijn grond een beetje effen heeft getrokken.

Aan de hand van de overlappende foto's was het ook mogelijk om informatie over het reliëf te berekenen. Met gespecialiseerde software werd er een digitaal hoogtemodel of DEM gemaakt van het terrein. Meer specifiek hadden we nu een DEM van het bladerdak van het oerwoud. De heuvel zat immers verborgen onder de dichte begroeiing. Daarom heeft Warren Roberts, de gps-specialist van onze ploeg, heel het oerwoud doorkruist met een nauwkeurige differentiële gps van Trimble. Door de gps-gegevens te combineren met de DEM werd een min of meer betrouwbaar beeld gecreëerd van het effectieve kalksteenmassief. Dit resultaat gecombineerd met de 3D-scans gaf dan een duidelijk beeld van de ligging van de grotten in de heuvel.

Tijdens de campagne van 2012 werd de volledige Simud Hitam en een deel van Simud Puteh in kaart gebracht. Tijdens de verwerking van de gegevens bleek dat er hoog in het plafond van Simud Puteh verborgen ruimtes waren. Het werk was dus niet af en er werden



Don op de beroemde guano helling in Sumud Hitam (door Keith Christenson)

plannen gesmeed voor een volgende expeditie.

De kaart

Met een 3D-puntenwolk kan je met de computer heel wat leuke dingen doen. Zoals een virtuele tocht maken door de grot^{2,3}, of zelfs een plastic schaalmodel printen met een 3D-printer. Hoewel dit allemaal heel spectaculair is, zit het echte werk nog altijd in het maken

van het grotplan. En laat dit nu net iets zijn dat (nog) niet geautomatiseerd is en nog altijd de interpretatie en vakmanschap vraagt van een cartograaf.

Gedurende de campagne van 2012 werden 115 scans geregistreerd, goed voor 5.000.000.000 meetpunten. Dit doet me herinneren aan een uitspraak van Aaron Addison⁴ die in 2011 een stukje van Mammoth Cave in Amerika heeft gescand: "The ability to collect massive point data sets appears



Overzicht van Gomantong, links de ingang van Simud Puteh. Rechts ligt Simud Hitam_2



Eén van de vele wachthutjes in Gomantong (door Keith Christenson)

to be well beyond the ability to do anything meaningful with the data back at the office.” Opmerkelijk is dat hij deze uitspraak deed bij 18.000.000 meetpunten. Wij hadden in 2012 250 keer meer meetpunten...

Er bestaat jammer genoeg nog geen magische software die een 3D-puntenwolk kan omzetten in een kaart. Het is een monnikenwerk van telkens de goede hoek en schaal kiezen, screenshots nemen en aan elkaar plakken en daarna de gewenste informatie overtekenen in een vectorieel tekenprogramma. Het proces is heel wat langzamer dan de klassieke manier van topograferen. Normaal gebeurt de interpretatie reeds in de grot. Maar met een 3D-scan gebeurt dit enkele maanden of jaren later achter de computer. Het is dan ook aangewezen om zo veel mogelijk foto's in de grot te nemen. Deze kunnen achteraf veel helpen bij het interpreteren van de scans. Verder is het werken met een 3D-puntenwolk niet zo simpel. Je kijkt immers naar een soort röntgenfoto van de grot en je verliest snel je oriëntatie. Daarom is het beter om de 'doorzichtige' puntenwolk te converteren naar een mesh. Dit doe je door alle naburige punten onderling te verbinden met een netwerk van ondoorzichtige aaneensluitende vlakjes. Hierdoor worden de wanden ondoorzichtig en zie je de grot alsof je er zelf bent. Het probleem is dat deze conversie niet simpel is. Naast de geschikte software heb je heel wat rekenkracht nodig. En dan nog crasht de software heel regelmatig. De oplossing is de data eerst enorm te filteren zonder de essentie te verliezen. Het is een eindeloos proces van trial and error.

Het 3D-scannen biedt ook nieuwe mogelijkheden. De scanner ziet immers veel verder dan

wat je als topograaf kan waarnemen met je eigen verlichting. Zeker in systemen met grote dimensies heb je al rap geen zicht meer op de wanden en het plafond. De scanner ziet echter ieder detail. Een geweldig voordeel zijn de perfecte coupes dat je nu kan maken. Zeker in hoge passages waar de plafonds ver weg in het duister zitten is dit vernieuwend. Waar we op de klassieke manier ons tevreden dienen te stellen met vage schetsen, hebben we nu van het plafond evenveel detail als van het grondniveau. En omdat het plafond meestal de geboortegrond is van een grot kan dit heel nieuwe inzichten geven in de speleogenese. In Gomantong bleek het ook mogelijk om de zwaluwnestjes te onderscheiden. We konden zelfs het verschil zien tussen een vogelnest en een vleermuis die daar 60 meter boven de grond hangt. Dit biedt de mogelijkheid om automatisch de nesten te tellen. De eerste experimenten zijn alleszins veelbelovend.

De expeditie van 2014

Tijdens de eerste expeditie in 2012 hadden we ongeveer de helft van het grottencomplex gescand. Bij de expeditie van 2014 stond de rest op onze verlanglijst. Daar er veel werk op de planning stond, verbleven we één week langer in Borneo. Er waren verschillende problemen te tackelen. Tijdens het analyseren van de 3D-gegevens van 2012 hadden we

enkele verborgen ruimtes ontdekt hoog in de plafonds van Simud Hitam. We waren natuurlijk gebrand om deze nu ook effectief te bezoeken. Met het nodige touwwerk zijn we er in geslaagd deze plaatsen te exploreren en te scannen. Verder was er de 140 meter diepe put van Bung Bulud. De Faroscanner die we in 2012 gebruikten had een te klein bereik en we waren allerlei scenario's aan het verzinnen om deze put toch nog te kunnen scannen. Van een hachelijke afdaling naar onzekere richels waarop we halvelings de scanner konden plaatsen tot het ontwerp van een gyroscopisch gestabiliseerde platform. Gelukkig was dit allemaal niet nodig en konden we deze zomer gebruik maken van de laatste nieuwe scanner van Faro. Dit toestel had het indrukwekkende bereik van 330 m! En inderdaad, de put werd in één keer gescand tot boven, echt wel fantastisch. Het is nu wachten op het registreren van alle scans van 2012 en 2014. Zodra ik deze data heb, kan ik verder werken aan de kaart. Ik weet wat te doen de komende tijd...

Met dank aan Keith Christenson voor zijn mooie foto's.

(Endnotes)

- 1 Lundberg, J., McFarlane, D.A., Post-speleogenetic biogenic modification of Gomantong Caves, Sabah, Borneo, *Geomorphology* (2011), doi:10.1016/j.geomorph.2011.04.043
- 2 <https://www.youtube.com/watch?v=0fYU0Z3dnM0>
- 3 <http://youtu.be/eVhPadSFZ-U>
- 4 Addisson A, 2011. LiDAR at Mammoth Cave. *Civil Engineering Surveyor*. April 2011. 22-25.

De complete scan van de Gomantong grotten



*Guy en Don in Simud Puteh.
(door Keith Christenson)*



SIMUD HITAM or BLACK CAVE Gomantong Hill

Lower Kinabatangan area, Sandakan division
in the Malaysian state of Sabah, BORNEO

BCRA survey grade: XD

Instrument: Faro Laser scanner Focus 3D S 120

Survey Group: Manfred Buchroithner, Joyce Lundberg,
Don McFarlane, Christian Petters, Warren Roberts,
Stephan Schoen, Guy Van Rentergem

Date: 10 - 16 July 2012

Map Layout & Design: Guy Van Rentergem (2013)

CAVE MAP LEGEND

Bedrock wall	Fluvial / intermittent water
Unsurveyed wall	Spring
Dip line (beginning of the cave)	River
Dip (dashed) (continued to the lower side)	Quarry
Overhanging (points overhead) to the lower side	Fluvial covered floor
Overhanging (points overhead) to the lower side	Bedrock
Overhanging (points overhead) to the lower side	Rocks
Overhanging (points overhead) to the lower side	Compacted floor
Lower level	Rubble
Bedrock (Contour lines) Height is relative to datum	Vegetation
Vegetation	Woodpile
Gradient arrow	Building
Elevation of cave floor above datum	Fence
PG (depth in meters)	Spans, old indicates the top
SL (height in meters)	Ladder, old indicates the top
Flowline	Large column
Large column	

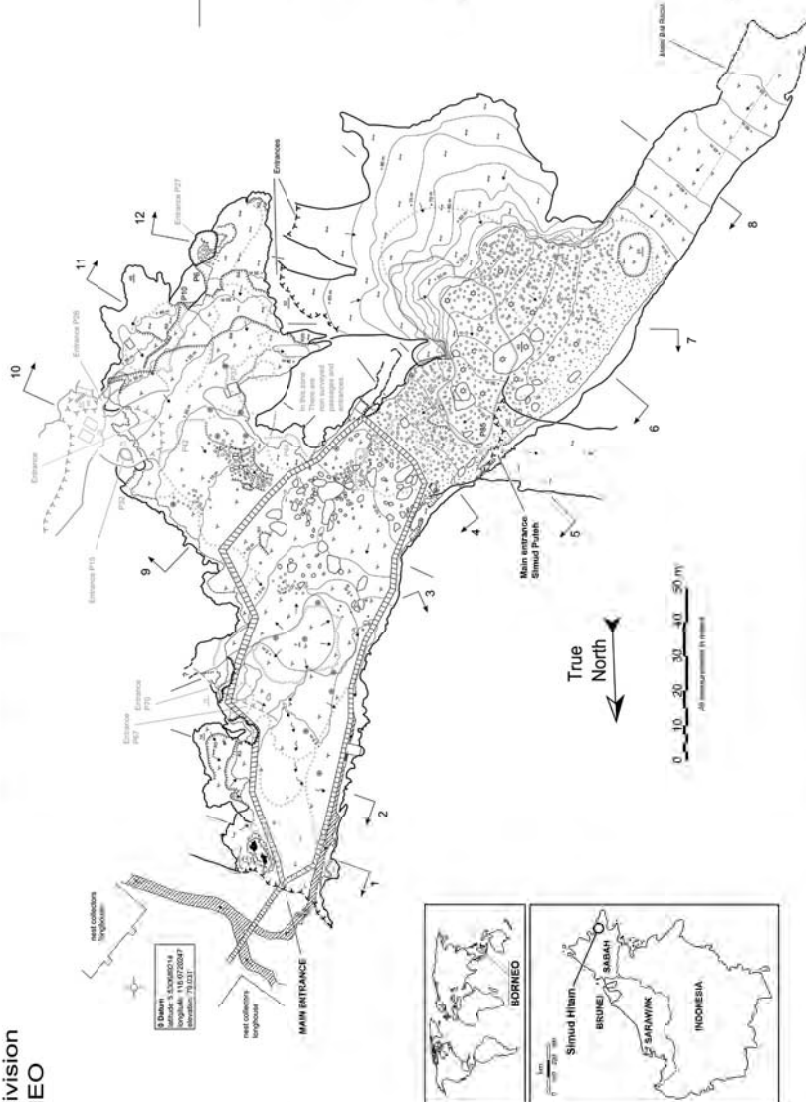
EXTENDED PROFILE

Half scale



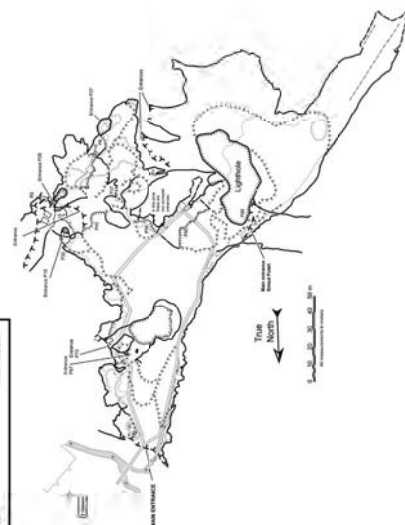
PLAN VIEW of floor level

The upper levels are grayed out



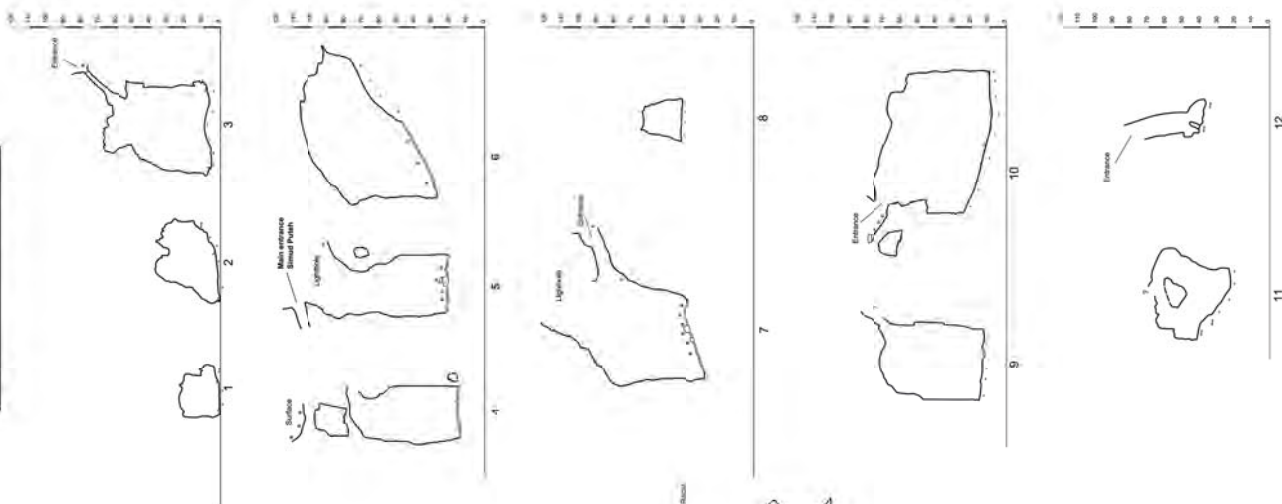
PLAN VIEW of top levels

Half scale



CROSS SECTIONS

Half scale



Google Street View onder de grond

Door:
Vincent Gerber
(Collectif du Nou Bleû)



*Een tevreden zucht:
het fotowerk in de rivier zit erop.*

Enkele maanden geleden vroeg een kennis of ik plannen had voor het weekend – natuurlijk! En of ik die stante pede wilde annuleren om met mijn kit vol fotomateriaal mee te komen naar een enorme grot! Zo verzilde ik in een collectief van speleologen dat net een grote ontdekking hadden gedaan, die evenwel spoedig verloren dreigde te gaan. Iedere deelnemer was aangeworven voor een specifieke taak, en mij was gevraagd om de grot maximaal te documenteren om zo veel mogelijk informatie te kunnen bewaren in het geval de grot gedeeltelijk of volledig van de kaart zou worden geveegd. Deze grot was de Grotte du Nou Bleû, waarover je in Spelerpes 2014/1 al een eerste relaas kon lezen.

De enige overlevingskansen voor deze grot was het bewaren van een absolute stilte, omdat we ons in het grootste geheim en clandestien uit de slag moesten trekken met de beschikbare middelen en personen. De operatie was van hoogdringend karakter, aangezien we bij ieder bezoek konden vaststellen dat het kalksteenmassief verder ontgonnen werd. Elke keer was er de drang om goed en snel alle objectieven af te werken, in soms delicate omstandigheden, wetende dat deze exploratie de laatste kon zijn...

Ik ben dus begonnen met hetgeen het snelst vooruit ging: filmen wat ik kon, maar ik was niet zo tevreden met het resultaat omdat ik niet beschikte over degelijk materieel, noch acteurs noch scenario. Ook op het gebied van fotografie kon ik zeggen dat er veel meer tijd nodig was om mijn kiekjes een zeker artistiek karakter te kunnen geven. Bovendien kon er slechts een deel van het plaatje worden weergegeven.

Toen kwam een idee bij me op: waarom niet een virtueel bezoek produceren, een soort on-

dergrondse Google Street View, waarin men van zone naar zone in de grot kan rondreizen en men virtueel kan rondkijken in alle richtingen via bolvormige panorama's, inzoomen op details, enz. Nadat ik de zeer mooie site van J.Ph. Degletagne¹ in Frankrijk had gezien, wist ik dat mijn idee realiseerbaar was, maar ik had geen enkel idee hoe ik tewerk moest gaan... Ik heb dus een tijdje documentatie bij mekaar gezocht over de 'klassieke' methodes, en heb tijdens mijn afdalingen al doende een persoonlijke werkwijze op punt gesteld, aangepast aan de bijzondere omstandigheden. Ik beschrijf mijn werkwijze hier, maar het staat iedereen vrij om zich verder te informeren met de bestaande documentatie op het web, of om te vernieuwen...

Het doel van dit artikel is niet zozeer om nieuwe roepingen te promoten, maar om op zijn minst te informeren en ideeën te bieden aan zij die zich willen lanceren. Dit gedetailleerde virtueel bezoek aan een volledige grot is volgens mij uniek in België, evenals de beschrijving er van.

Materieel

Ieder virtueel bezoek begint met het maken van foto's. De procedure is de volgende: terwijl men draait rond een vast punt, maakt men een reeks beelden tot men vanuit dit punt een volledig bol oppervlak heeft gefotografeerd. Vervolgens worden alle beelden gecorrigeerd en geassembleerd en wordt het bezoek gecreëerd met gespecialiseerde programma's. Omdat alles goed zou verlopen, kan men zich best van bij het begin voorzien van goed materieel en men moet vooral aandachtig zijn voor enkele belangrijke punten.

Methodisch en bijna automatisch te werk gaan is onmisbaar. Het foto-apparaat en de lens zijn natuurlijk belangrijke factoren. Een groothoeklens is wenselijk, en een oriënteerbaar scherm is zeker geen overbodige luxe. Het aantal foto's dat men nodig heeft is afhankelijk van de openingshoek van je lens en van de gewenste resolutie. Met een professioneel apparaat en een zogenaamde 'fish-eye' lens, volstaan drie tot vier foto's. Zo'n onbetaalbaar toestel zal niemand je natuurlijk even lenen om door de modder te kruipen, en men moet meestal roeien met de riemen die men heeft. Met mijn 24 mm lens, moet ik dus vijftig tot zeventig foto's maken! Maar toch blijkt het eindresultaat nog niet zo slecht als men beschouwt dat men hetzelfde bereikt met een oud toestel dat men door en door kent.

Een kleine test vanuit de hand heeft me al gauw geleerd dat een stevig statief met een beugel voor bolpanorama's onmisbaar is. Het gebruik van zo'n beugel laat toe het apparaat rond zijn optisch centrum te roteren, en niet rond zijn fixatiepunt, hetgeen toelaat de parallaxen tot een minimum te herleiden en mooi aaneenlijmbare foto's te produceren. Eerst moet men het nodaal punt bepalen: een soort van ingangspupil van je lens voor een gegeven brandpuntsafstand. Bij een groothoeklens ligt dit punt net achter de lens. Men kan dan de panoramische beugel afregelen voor een horizontale en verticale rotatie rond dat punt.

En daar begint het al: men vindt niet zo maar een panoramische beugel in de doorsnee winkel, en zeker geen model dat weerstaat aan de omstandigheden ondergronds. Ik heb dus een oud, stevig aluminium statief met individueel regelbare poten omgebouwd, en heb daarop een eenvoudige maar doeltreffende

¹ www.jphtd360.net

panoramische beugel gebricoleerd, met behulp van microfoonbeugels. Hier kan men zich eveneens laten inspireren door verwante blogs, maar onder de grond is de wet van de stevigste het beste advies. De maximale doeltreffendheid hangt af van de configuratie statief-apparaat.

Een cruciaal punt voor speleologen is natuurlijk de verlichting. De verschillende methodes in mijn korte syllabus² zijn natuurlijk mogelijk, maar ze zijn niet allemaal even evident te realiseren. Persoonlijk heb ik de kuren van mijn radiogeleide elektronische flitsers achterwege gelaten en ik ben sinds geruime tijd overgeschakeld op de 'daglichtfotografie' met mijn zelfgemaakte ledverlichting³. Ik heb dezelfde logica gevolgd: ik heb een helmverlichting op maat gemaakt, aangevuld met omgebouwde lampen. Het grote voordeel is de snelheid en de eenvoud van de kadrering en de afregeling, het beheer van schaduwen, diepte en figuranten...

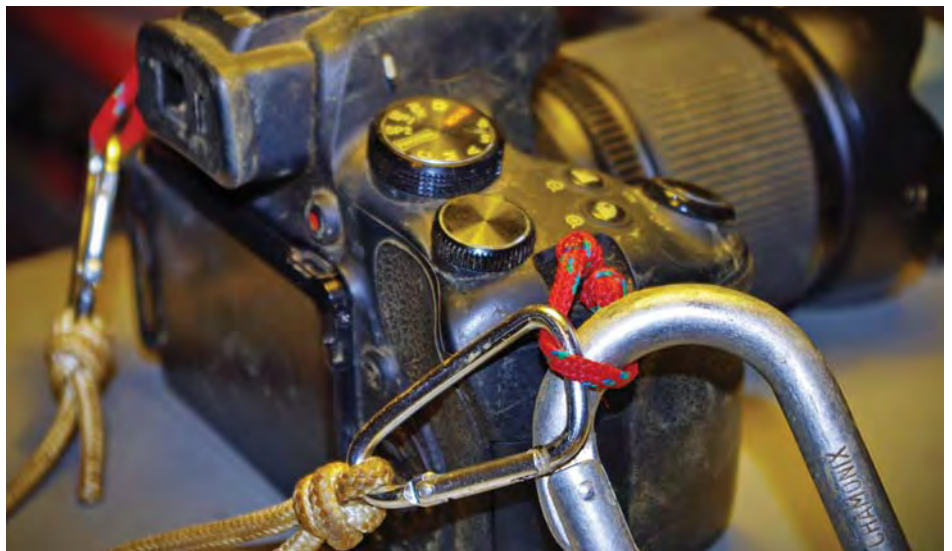
Tenslotte moet al dit moois degelijk beschermd worden tegen schokken, vocht en tegen alles wat maar mis kan gaan bij het transport door de grot: waterdichte valiesjes voor apparaat en verlichting, PVC-buizen en kit voor het statief, enz. Je kan er ook je kleine accessoires in kwijt, zoals een papier voor de witbalans of om notities te nemen, reinigingsdoekjes, mini-statief, reservebatterijen, enz.

Ik heb ook de originele riem van het apparaat vervangen door dun touw en mini-karabijnen die eenvoudig vast- en losgemaakt kunnen worden van de bevestiging van het apparaat, dat ik aan eender wat kan beveiligen. Idem voor de voet, waarvan de leeflijn kan dienen als transportriem, en voor de lampen die verstelbare riemen en steunen hebben.

De opnames

Eens je materieel compleet, moet alles nog ter plaatse gesleurd worden tot op een plek die nauwkeurig moet worden gekozen, in functie van het aantal elementen dat je wil zien verschijnen in je virtueel bezoek. Meestal is het onmogelijk de ideale plek te vinden die voldoet aan alle eisen, van waaruit men alles correct kan zien, en waar apparaat, fotograaf en verlichting hun plaats vinden. Voor een optimaal resultaat ter plekke, en om het geduld van je personeel niet overbodig op de proef te stellen, is het aangewezen om vooraf een verkenning te maken. Denk ook aan de opvolging van de sites over de ganse lengte van de grot, aan de variatie in de aangeboden panorama's, en aan alles wat je maar wil bieden in je virtueel bezoek. Het is ook belangrijk zich te kunnen beperken: het is moeilijk en tevens oninteressant om iedere 10 meter een panorama te maken in een kilometers lange grot...

Een panorama maken neemt tijd in beslag: de installatie van het materieel en de figuranten, tientallen foto's maken, alles opnieuw inpakken... Reken een dik uur per stuk, exclusief de progressie tussen de verschillende punten, dus ongeveer 6 tot 8 panorama's per tocht. Dat lijkt niet enorm, maar je komt afgepei-



De originele riem van het apparaat werd vervangen door dun touw en mini-musketons.



Een overzichtsfoto van alle materiaal dat mee onder de grond moet.

gerd buiten, met lege batterijen en geheugenkaartjes vol met probeersels, dubbele en mislukte foto's, waarvan het totaal gauw oploopt tot een duizendtal die men thuis moet uitsorteren. Wie te veel forceert om absoluut in één tocht alles te doen, ziet zijn inspanningen dikwijls teniet gedaan en moet de volgende keer alles opnieuw doen.

Installeer je statief zorgvuldig: de rotatie van de camera, in combinatie met een beugel die het zwaartepunt telkens verplaatst, kan het statief doen kapseizen. Denk er aan dat je volledig rond en zelfs onder je statief door moet kunnen stappen of kruipen in functie van de veldhoek van je opname. Dit kan problematisch kan zijn wanneer je half ontkleed in geconcreteerde stukken gehurkt zit, of in labiel evenwicht op een richel boven een diepe put laveert... In een rivier kan zelfs de stroming je statief doen vibreren en je foto's troebel maken. Eens de positie vast staat, gebruik je de zelfontspanner of een afstandsbediening om je apparaat te bedienen en het zo onbeweeglijk mogelijk te houden.

De aangeraden afregeling van de camera is nogal klassiek: lage gevoeligheid (100-200

iso), vaste witbalans, manuele focus (veranderingen in de afregeling bemoeilijken de aaneenschakeling van de foto's), grote opening voor een goede scherptediepte, en manuele sluitertijd. Dit werkt zeer goed voor buitenopnamen of bij open-flash en laat toe de belichting tussen opeenvolgende foto's stelselmatig te compenseren wanneer er te grote verschillen zijn. Maar ik ben me er van bewust geworden dat het met mijn lampen ook anders kan. Eerst en vooral is er voldoende licht om het apparaat automatisch de belichting te laten regelen, hetgeen de procedure versnelt. Idem voor de afregeling, maar men moet alles goed in het oog houden en eventueel meerdere versies van de serie maken. De witbalans aangepast aan de hoofdverlichting gaf niet altijd de beste resultaten, vooral niet in het begin toen ik lichtbronnen van verschillende kleurtemperatuur gebruikte. Goed nieuws voor degenen die enkel een automatische instelling op hun apparaat hebben: men kan die gerust gebruiken, op voorwaarde dat men op een intelligente manier de zaken beheert en verschillende versies van hetzelfde panorama maakt, die men achteraf kan uitsorteren of combineren.

² <https://sites.google.com/site/speleovig/Photo-spleo/technique-photo>

³ <https://sites.google.com/site/speleovig/viglight>

De verlichting is hét cruciale punt voor het eindresultaat van je presentatie. Aangezien het hier gaat om een documentatie en niet om het artistieke resultaat, plaats ik mijn lichtbronnen dichtbij de as van het apparaat, om overal goed te zien. Als belichting van grote volumes⁴ heb ik een lamp van 3.300 lm omgebouwd en een diffusiefilter toegevoegd. Ik hou deze in de hand en hou ze dicht of verder van het apparaat in functie van de scène, om fijne schaduwen te bekomen die het reliëf geven. Indien ik de lamp precies in de as van het apparaat hou, verlies ik het perspectief en lijkt alles plat. Indien ik teveel diepte aan de foto geef, kan de assemblage van de foto's problematisch worden omdat de programma's sterk gecontrasteerde zones detecteren, dus met veel reliëf. Ik verfijn de belichting, vooral van de achtergrond, met mijn helmlamp van 2.500 lm met onafhankelijke bundels van 90°, 60° en 10°. In de meeste gevallen is het centrum van de foto meer belicht dan de randen. Daarom moet men soms meerdere foto's maken van bepaalde zones, ofwel de sluitertijd vertragen om wat te 'schilderen'. Daarnaast moet men de camera in alle richtingen draaien, hetgeen soms zeer acrobatisch wordt. Indien je verschillende en getimede bewegingen combineert van de lamp in je hand en de helm op je hoofd tijdens eenzelfde opname, wordt het al gauw een psychomotorische oefening, die soms zeer grappig kan worden... Let er vooral op dat geen van je lichtbronnen, in de meeste gevallen je helmlamp, per ongeluk je lens belicht of je krijgt gegarandeerd een overbelichte foto. Ter aanvulling kan je beroep doen op het klassieke belichtingsarsenaal: helmlamp van de figuranten, tegenlicht van achter je onderwerp, een klein lampje achter een blok of in een sinterbekken... Allemaal elementen die het een beetje aantrekkelijker kunnen maken!

De volgorde waarin je je foto's neemt is ook niet onbelangrijk: om het je achteraf gemakkelijker te maken, heb je een systematische techniek nodig. In de praktijk zal de configuratie van het terrein of het gebrek aan middelen en helpers of lichtbronnen je verplichten het te fotograferen boloppervlak onder te verdelen in zones, en de elementen te verplaatsen

⁴ <https://sites.google.com/site/speleovig-vig-light/visite-des-souks-pourlesgrandsvolumes>

van de ene kant naar de andere, of meerdere foto's te maken met en zonder personages die de schaal aangeven, en deze te herintegreren in de post-productie... Men moet tenslotte voldoende kennis hebben om alles achteraf opnieuw samen te stellen, maar ook de beperkingen te kennen van de programma's die soms problemen hebben bij het creëren van panorama's van foto's die te weinig overlapping hebben. Vooral de nadir (de foto van de bodem onder het statief) is meestal zeer moeilijk te maken. In het slechtste geval kan men die foto vanuit de hand maken en als hij niet goed is, kan men het onderste deel van de bol maskeren. Ik stop meestal mijn handschoenen, valiezen en kits onder mijn statief, of ik laat ze gewoon in beeld om als schaal te dienen: aan jou om te beslissen.

Eén mislukte foto en het ganse panorama komt in gevaar: controleer dus alles en aarzel niet om te herbeginnen bij de minste twijfel. Meerdere versies van één bepaalde zone is soms een pluspunt. Wees er zeker van dat de overlapping van de foto's steeds voldoende is om ze achteraf aan elkaar te lassen. Mijn techniek is om zodanig veel overlapping te hebben dat ik zelfs een volledige foto kan weglaten indien nodig. Delicate zones vereisen meerdere foto's; vooral als het onderwerp te dichtbij staat kan je 'gaten' in je montage krijgen. We zullen zien dat men die meestal efficiënt kan maskeren.

Je grootste vijand is, zoals steeds, je eigen condensatie, vooral op foto's naar boven toe, en condensatie op het objectief. Een brillendoekje of een toiletpapiertje in je valies is nooit overbodig, en een UV-filter is onmisbaar om je objectief niet te bekrassen. Gebruik indien mogelijk de afstandsbediening of de zelfontspanner van je camera om te vermijden dat je dampende handen je foto verstoren. In moeilijkere gevallen moet je gewoon weggaan van je toestel en wachten tot je opgedroogd bent, anders verdwijnt je ganse scène in de mist. In rivieren is het interessant om te wachten tot het water weer helder is, dus neopreen is aangeraden voor alle deelnemers!

In alle gevallen is het noodzakelijk telkens alles te controleren. Een draaibaar scherm is een echte plus, want je kan constant je kadering en belichting controleren en zien of



De panoramische beugel laat toe om het toestel te draaien rond zijn nodaal punt.

het eindresultaat bevredigend is. Eens het panorama compleet, moet je nogmaals de volledige sequentie controleren door te bladeren doorheen je foto's als ware het een film. Je zal gauw genoeg voelen wanneer er iets mankeert... Realiseer je dat het soms moeilijk of zelfs onmogelijk is om op een bepaalde plaats terug te komen met je hele ploeg en uitrusting, en dat je bij de minste fout gegarandeerd de hele procedure moet herbeginnen...

Tenslotte is het belangrijk de assistenten en mannequins correct te trainen en hen uit te leggen wat je van hen verlangt. In moeilijke gevallen (grote volumes, rivier, waterval, diepe put) kan het interessant zijn om met fluitjes te communiceren, wanneer je dit vooraf afgesproken hebt. Als je hen nog terug wil zien, beheer dan ook hun geduld en besef dat ze kou kunnen lijden terwijl jij steeds in beweging bent. Laat ze meespelen en gebruik hun verlichting, daardoor gaan ze zich niet vervelen en dat zie je zelfs aan de foto's.

Informatica

Wanneer je gebroken uit de grot komt denk je dat het grootste werk gedaan is. Niets is minder waar: dit is maar het begin! De nabehandeling van de foto's is 80-90% van het werk en is meestal geen lachertje. Maar als het goed gedaan wordt, zal het eindresultaat je belonen. Ik beschrijf hetgeen ik doe, maar het is ook mogelijk andere programma's en methodes te gebruiken.

Je moet beschikken over een goede en recente computer, want er zijn lange en zware berekeningen nodig. Je moet ook voldoende stockageruimte hebben, vooral wanneer je in RAW-formaat werkt. Twee schermen zijn een pluspunt: eentje voor de beelden, eentje voor de programma's. Om je een idee te geven: deze montage heeft me per panorama 15 uur voor het scherm gekluisterd, en iedere pano beslaat ongeveer 5 gigabyte, of 200 gig en 600 uren voor de totale montage!

Een beeld zoals op de website te zien is, inclusief de situering ten opzichte van het geheel van de grot.



Je hebt ook een batterij aangepaste programma's nodig, waarbij minimaal een beeldcorrectieprogramma, een assemblageprogramma voor panorama's, en een programma dat het virtuele bezoek genereert. Ook hier moet ieder het doen met de programma's die hij kent of beheert. Ingaan op een bepaald programma hoeft niet, maar ik beschrijf wat die programma's moeten doen.

Om de massa beelden van je geheugenkaartjes te sorteren en te bewaren, is het aangeraden om een duidelijke structuur van mappen en submappen te hanteren, met een nummer en een naam om de tussenversies en de finale versies te bewaren. Daarna moet je je foto's sorteren, de dubbele en slechte elimineren maar niet weggooien, want je weet maar nooit...

Zelfs al is het niet onmisbaar, raad ik toch aan om de beelden te corrigeren. Een algemene correctie van het ganse lot, en nadien één voor één, ook voor de RAW-formaten. Daardoor maak je de foto's klaar voor de assemblage door de belichting, kleur, contrast, schaduwen, detail en lensvervalsing te corrigeren. Een klassiek geval is een deel dat overbelicht is, of de invloed van een te gebundelde belichting: dat stoort de assemblage en zal schaduw- of onscherpe zones creëren. Elimineer voorwerpen die er niet thuishoren: een stuk van je statief, laars,... Ik gebruik ACDSee Pro6 om snel foto's te sorteren en te retoucheren en ik kan wijzigingen ongedaan maken in functie van het resultaat van de volgende etappe.

Het assemblageprogramma zal individuele foto's omvormen tot een bolvormige foto, meestal in een afgeplatte vorm van 360° x 180°. Deze programma's worden steeds performanter, maar ze hebben ook hun beperkingen, die ondergronds snel bereikt worden. De ene kei is de andere niet, ook al ziet je programma door de schaduwen en de diepte het verschil niet meer en lijkt het resultaat nergens op. Laat het programma dus het meeste werk in automatischeodus doen, hopen op een maximaal aantal overeenkomstige punten tussen de foto's. Maar eindig steeds op manueel om zelf de belangrijke gemeenschappelijke punten aan te duiden op aanliggende foto's en hun acht tot twaalf burens. Het ergste wat kan gebeuren is dat het programma twee gelijkaardige punten 'vindt' die helemaal niet op dezelfde plaats liggen. Het panorama zal dan vervormd zijn en het is soms erg moeilijk om te achterhalen waar het precies is misgelopen.

Orde is de basis van je welslagen, en je beelden in een logische volgorde nummeren zal je veel tijd besparen en vooral vele uren wachttijd terwijl je computer ze herrekent. Het is niet altijd evident om de fouten te zien in stapels foto's en het zijn vooral het zenith en de nadir die geweldig uitgerokken worden om ze passend te maken aan de rest van de beelden. Daarom gebruik ik een snelle vorm van voor-rendering op middelmatige kwaliteit in QuickTime VR-formaat, die ik bekijk op het tweede scherm om grote fouten te detecteren en tijdig te herstellen. Soms kan een slechte las tussen twee beelden verholpen worden door een detail op te vissen uit een wegge laten foto. Eens het resultaat bevredigend is,

kan ik exporteren op een correcte resolutie, soms op een meerlagig formaat van dikwijls meer dan 3 gigabyte, hetgeen een tijdje rekenwerk vergt van je processor...

Deze grote foto open je dan in een retoucheerprogramma als Gimp of Photoshop, om de details te verfijnen. Dat wordt ons 'eind'-panorama met een kopie van elke originele foto in een aparte laag. Het doel is gaten te maken in de gemaskeerde zones van de overlappingsen, en de ongewenste stukken uit te wissen, om alleen het beste over te houden van ieder beeld. Dit neemt telkens enkele supplementaire uurtjes in beslag. Wees dus methodisch, werk van onder naar boven en zoek vooral uit hetgeen interessanter is dan hetgeen je processor voorstelt. Ook hier is het nog mogelijk om foutjes te verbergen of stukjes te verplaatsen, maar het verschil in perspectief maakt de zaak niet gemakkelijker. Het is nochtans in deze etappe dat je elementen of personages kan toevoegen of met je kopieerstempeltje overbodige objecten kan wegtoveren. Je eindbeeld is nu goed geassembleerd en gecorrigeerd, maar je kan er dus nog een kleine afwerkingsbeurt aan geven om de laatste foutjes weg te werken in de belichting of kleur.

Nu gaat je beeld naar het programma dat het virtueel bezoek genereert. Eerst moet natuurlijk alles verzameld worden in een structuur van goed geordende mappen en vooral in het juiste formaat. Dit programma zal je panoramische vlakken of je kubusvlakken omvormen tot bolvormige oppervlakken, waarin men naar hartelust kan navigeren en zoomen. Door het aanmaken van 'hotspot'-zones kan men met een muisklik navigeren tussen de verschillende panorama's. Men kan zelfs supplementaire illustraties en media integreren, beeld, geluid, topografie, een logo, links naar websites, tekst en uitleg... Natuurlijk pompt al dat moois de grootte van het bestand aanzinnig op. Dit is niet te verwaarlozen ten opzichte van de snelheid waarmee het bestand geladen wordt en... het geduld van de kijker op de proef wordt gesteld! Ga gerust een stukje eten of doe je dutje terwijl je computer rekt, of vastloopt! Tot nu toe was Flash een veelgebruikt formaat, maar momenteel maakt html5 opmars, om nog niet te spreken

van de toekomstige formaten voor tablets en smartphones.

Om je mooi virtueel bezoek te delen met anderen, heb je natuurlijk een website nodig. Naargelang het type site en het formaat van je bestanden, bestaan er tal van mogelijkheden die ik hier niet ga beschrijven, maar die nog een tikje meer geduld en doorzettingsvermogen vereisen.

Conclusie

Het lijkt een beetje op een uitputtingsslag, maar het plezier bij het eindresultaat doet alle leed vergeten. Zelfs wanneer je, zoals ik, nooit tevreden genoeg bent met je werk en al zal je zelf eeuwig je onvolmaaktheden zien, je virtueel bezoek zal de moeite waard zijn voor anderen, klaar om later bij gelegenheid verbeterd te worden. In ons geval was het een soort première, uit nood, waaruit men zeer veel kan leren om het resultaat te optimaliseren.

Dit virtueel bezoek, met als doel te documenteren en te conserveren, dient ook om informatie te verspreiden, niet alleen bij speleologen die zich een idee kunnen vormen alvorens ter plaatse te gaan, maar ook voor het grote publiek dat zich buiten de gebetonneerde paadjes deze ondergrondse pracht kan voorstellen. Men kan enkel beschermen hetgeen men kent en voor een bedreigde grot als deze, is sensibilisering van een maximaal aantal mensen een element dat de balans kan doen overslaan. Dit bezoek dient tenslotte ook als basis voor wetenschappelijk onderzoek, zoals de morfologische cartografie van de grot, zonder dat de onderzoekers systematisch ondergronds moeten gaan.

Nog dit: het virtueel bezoek aan de Grotte du Noû Bleû kun je zien op <https://sites.google.com/site/grottenouBleû/visite-virtuelle>

Informatie op het internet

Algemene tips

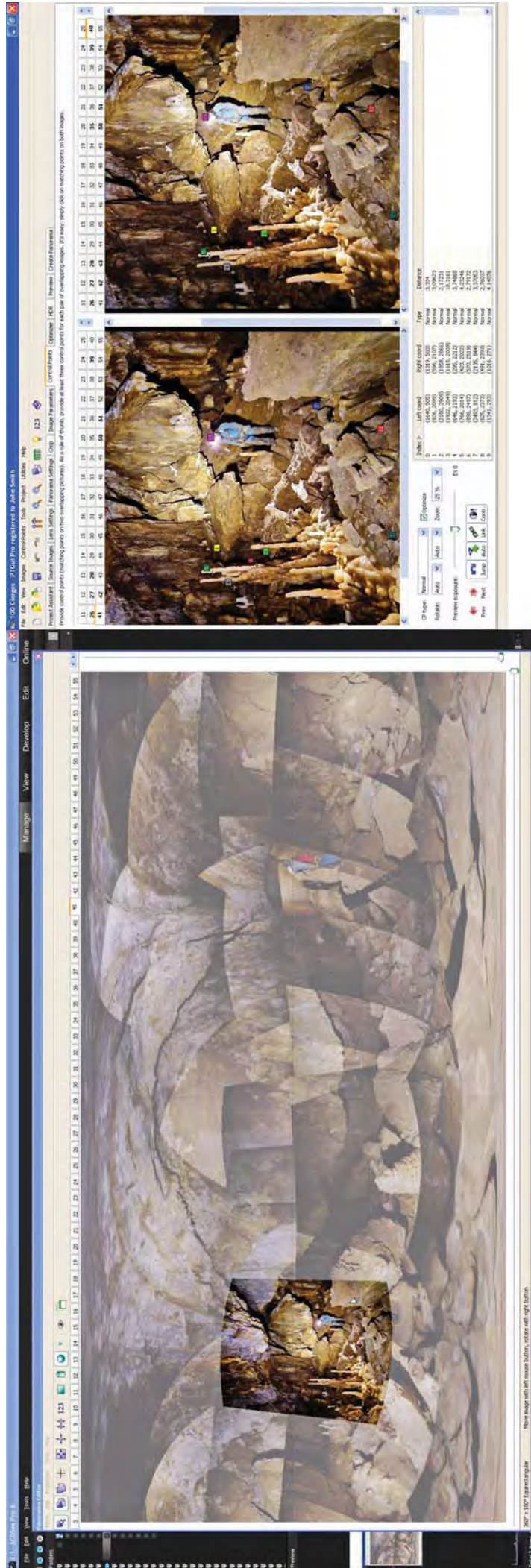
<http://www.guide-photo-panoramique.com/sommaire-photo-panoramique.html>
<http://sfphotos.fr/2013-01-22-5-1-astuces-de-jet-dail-pour-la-photo-panoramique-par-assemblage/>
<http://www.panoramas.dk/panorama/nadir/>
<http://www.commentcamarche.net/forum/affich-13287321-creation-d-une-visite-virtuelle-360>
<http://www.alloparticuliers.com/comment-creer-une-visite-virtuelle>

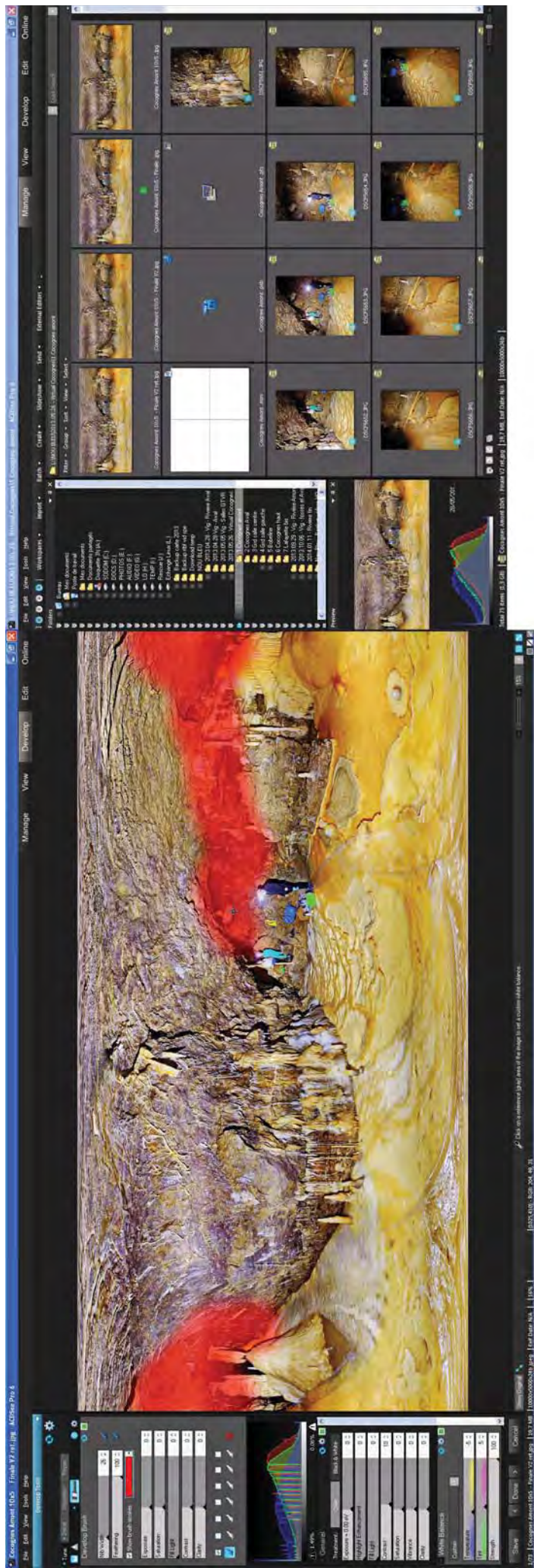
Zelf een panoramische kop maken

<http://www.tetepanoramique.fr/references.htm>
http://www.pbase.com/philway/home_made
<http://www.photob.be/2009/01/18/tete-panoramique-homemade/>

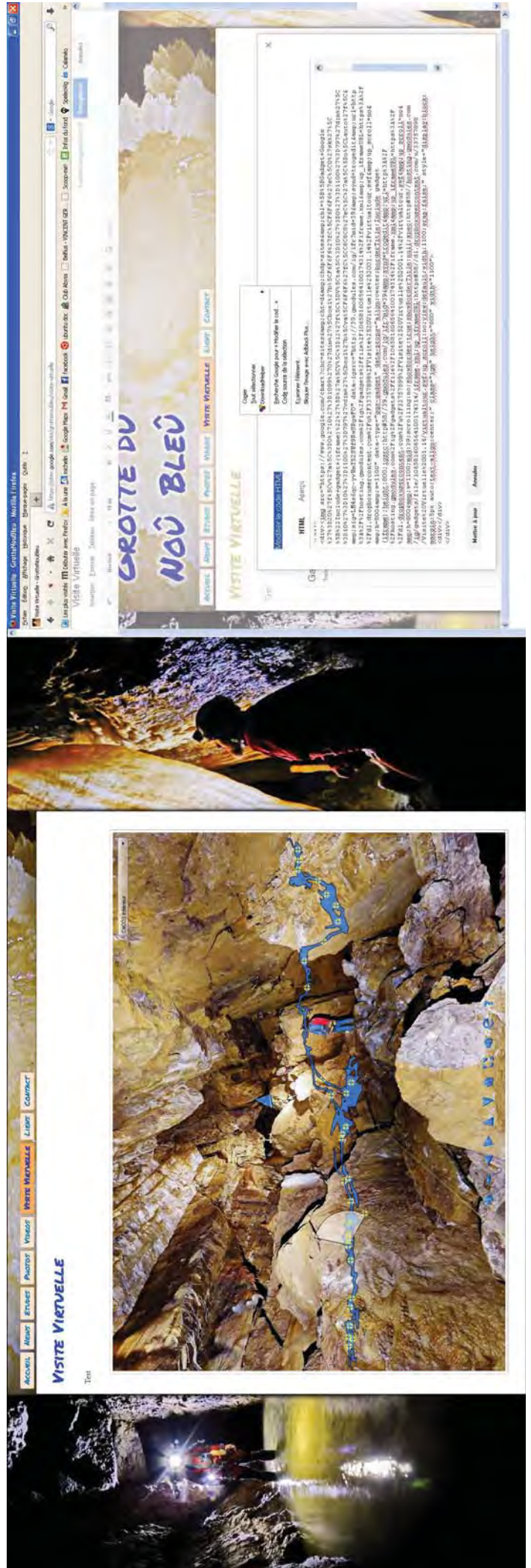
Software

<http://www.guide-photo-panoramique.com/logiciels-panoramiques-assemblage-panorama.html>
<http://astuce-photo.com/3-logiciel-gratuit-pour-creer-montage-photo-panoramique/>
<http://www.commentcamarche.net/download/retouche-photo-88>
<http://www.gimp.org/downloads/>
<http://hugin.sourceforge.net/>





Verdere retouchering van de geassembleerde beelden



Nog wat extra aanvullingen en de presentatie is klaar voor de website.

De kleinste speleoverlichting

Stoots Evomax

Door:
Paul De Bie (SC Avalon)

Foto's:
Paul De Bie

Als ze mij vragen waarmee in speleologie de laatste 20 jaar de grootste vooruitgang is geboekt, dan is er maar één antwoord op die vraag mogelijk: de verlichting. In enkele decennia is carbuurverlichting vrijwel dood en begraven, en dat geldt evengoed voor de flauwe gelige halogeenverlichting (genre FX2-FX3, Petzl Duo) waarmee we destijds trachtten iets van de ondergrondse omgeving te zien. Wie had dat ooit gedacht!

Ledverlichting in combinatie met krachtige lithium-ion accu's heeft een onvoorstelbare vlucht genomen. Ik heb verschillende artikelen over de laatste modellen of evoluties geschreven. In 2008 maakte ik in Spelerpes nog zo een stand van zaken (zie Spelerpes 2008-1 - Evoluties in Ledland door P. De Bie en T. Dedroog): toen kwamen vijf ledverlichtingen ter sprake. Twee van hen staken boven de anderen uit: Stenlight en Scurion. De Stenlight werd overigens mijn persoonlijke keuze omdat ik compactheid en gewicht belangrijker vind dan pure lichtopbrengst. Ik heb met die lamp bijna zeven jaar probleemloos en zeer intensief gegrot en ze doet het nog prima.

Intussen zijn er zoveel ledverlichtingen op de markt dat het amper mogelijk is door het bos de bomen te zien. Een lukrake opsomming: Petzl Ultra Vario (Frankrijk), Stenlight (USA), Scurion (Zwitserland), Tech Tonique LedLampe IV (Zwitserland), Little Monkey Rude Nora 2 (Engeland), Elspeleo 2000 (Spanje), Pulsar Explorer enz.

Toch zijn vele van deze lampen variaties op eenzelfde thema. Velen ervan zijn overigens Scurionklonen, meestal dan wel wat kleiner en lichter. En dat mag overigens wel want Scurions (maar evengoed de Petzl Ultra Vario) zijn kanjers van lampen! Want ook al zijn de moderne speleoverlichtingen steeds krachtiger en gesofisticeerder geworden, bij sommige producenten is van enige miniaturisatie geen sprake. Raar toch, in een wereld van elektronica! Terwijl het perfect kan; het bewijs daarvan zijn de Stoots lampen.

Ik heb nooit begrepen waarom speleo's, die als geen ander begaan zijn met de factor 'gewicht', zonder nadenken een verlichting van een halve kilo op een helm (die zelf +/- 350 g weegt) schroeven! Want je eindigt wel met een kleine kilo op je hoofd en dat is zoveel als een brik melk! Na een dag grotten is het dan niet te verbazen dat je die helm met een zucht van verlichting kan afzetten en je pijnlijke nek masseren.

Het was dan ook met verbazing en bijna ongelof dat ik via een Franse vriend het bestaan vernam van de Stoots Evomax: een speleover-

lichting die er radicaal anders uitzag dan al de rest (en dat geldt zowel voor de lamp als de accu) en zo klein en licht was dat ze wel een kinderspeelgoedje leek: 160 gram voor het geheel! En toch 500 à 600 lumen sterk, meer dan genoeg, en zoveel als het merendeel van de concurrentie. Fan als ik ben van alles wat licht en compact is, moest ik die lamp hebben! Intussen gebruik ik ze al enkele maanden en ik kan jullie zeggen: dit is topmateriaal.

De Stoots wordt gemaakt door Florian Desserée uit Lille, een elektronicien. Hij maakte aanvankelijk ledverlichtingen voor ultralopers en fietser (en vandaar de noodzaak om een extreem compacte lamp te maken) maar heeft sinds kort een speleolamp in zijn gamma. De lamp, de elektronica, de accu's: het is allemaal handwerk 'Made in France' dat zeer secuur wordt uitgevoerd.

Wat maakt deze verlichting zo speciaal?

De lamp

De lamp zelf is ongelooflijk klein. Het gewicht van dit juweel: 31 gram. Het cirkelvormige huis waarin zich de drie leds (elk met een lensje) en de elektronica bevinden, heeft de diameter van een stuk van 50 eurocent en is een centimeter dik. Onvoorstelbaar! Dit zit op zijn beurt in een vierkant aluminium huis (voor koeling en de noodzaak voor een scharnierende helmbevestiging) maar ook dat meet slechts 3,2 x 4,1 cm. De dikte van het geheel bedraagt 1,3 centimeter. Deze lamp heeft dus een volume van 17 cm³. Ze is dus pakweg zeven keer kleiner dan haar Zwitserse concurrent, waarvan de lamp het formaat en gewicht van een vol blik 'Paté du Randonneur' heeft!

De Evomax wordt met een plastic clip op de helm gezet (twee bijgeleverde boutjes). Ze zit goed vast en kan naar wens gekanteld worden. De bedieningsschakelaar? Die is de achterkant van de lamp zelf. Die is drukgevoelig: een zachte, korte druk volstaat. Een geniale vondst voorwaar, want deze oplossing is volstrekt waterdicht. Bij een lamp met een draaischakelaar, bv. Scurion of Rude Nora 2, zijn o-ringen nodig om de as van de schakelaar af te dichten. Maar hier is dus geen draaiende mechaniek en men heeft geen last van een ander vervelend fenomeen: de schakelaar die zich verzet doordat men er even mee tegen de wand of het plafond botst. Overigens: de Evomax is zo compact dat je er in de grot gewoon niet meer mee tegen het plafond botst! De lamp (en de accu) is waterdicht (IP67, d.w.z. onderdompeling, dit is net als de meeste andere speleolampen). Ik deed er al enkele malen een zeer natte grot mee; geen probleem. Maar het is geen duiklamp, natuurlijk.

De leds zijn drie stuks Cree XT-E, de best presterende enkelvoudige led die Cree momenteel maakt. Uiterst krachtig (min. 180 lumen à 200 lumen per Watt) en warmwit (5000K). Elke led is voorzien van een hoge kwaliteitsoptiek (rendement 92%), deze geven een diffuse bundel van 24° (fabrikant) wat in realiteit eerder



De Stoots wordt gemaakt door Florian Desserée uit Lille.

op 48° neerkomt. De lamp is niet magnetisch (hoewel dit aspect minder belangrijk is geworden nu de meeste explorators niet meer met een kompas maar een DistoX topograferen).

De batterij

De accupacks van de meeste verlichtingen zijn groot (want vaak een rij van vier cellen in 18650 formaat) en bovendien zitten ze in een of andere behuizing. Dat alles wordt op de achterkant van de helm gemonteerd. Het steekt een flink eind erboven uit en is 3 tot 4 centimeters dik. Je blijft er dan ook frequent mee haperen, zeker in onze smallere Belgische grotten. Over het gewicht zwijgen we best, behuizing + accu schommelen meestal zo tussen de 250 en 300 gram.

Florian wilde een accu die de vorm van de helm volgde, er niet bovenuit stak en zo plat mogelijk was. Hij vond de oplossing door de zaak op te splitsen in drie kleinere packs die hij zelf bouwt van stevige aluminiumbehuizingen. De drie packs zijn boogvormig gemonteerd en aan elkaar gelijmd met twee kunststofdeksels. Het geheel meet 5,3 x 10,5 cm en is ongelooflijk plat (11 mm). Het volume draait rond de 61 cm³, wat een vierde is van een Stenlight of Scurion batterij-in-behuizing! Het gewicht is ook een meevaller: 129 g. De accu zou zelfs in de helm kunnen worden gemonteerd, maar ik denk niet dat het echt veilig is bij een val op het achterhoofd.

Nog een reden dat alles ongeveer de helft zo groot en licht is als de reguliere accupacks: de



Boven een Stenlight, tot voor kort een van de kleinste en meest compacte verlichtingen. Eronder de Stoots Evomax.

meeste lampen werken op 7,4 V Li-ion accu's, dit omdat vele samengestelde leds (bv quad- leds als de Cree XT-E een spanning van 6 V behoeven). De Stoots gebruikt andere, enkelvoudige leds die rond de 3 V behoeven en dus kan er gebruik worden gemaakt van 3,7 V Li-ion accu's: half zo groot voor eenzelfde capaciteit. De Stoots accu heeft een capaciteit van 21Wh of 5700 mAh (nl. drie packs van 1900 mAh).

De accu monteert je heel gemakkelijk door middel van een u-vormige beugel die je met twee bijgeleverde boutjes op de helm zet. Hij klikt daarmee keivast, en het weer uitklikken (enkel nodig om van accu te wisselen) kost overigens nogal wat moeite. Opm: mocht je helm wat minder bol staan dan de kromming van het accupack, dan zal je onder de beugel een opvulplaatje moeten monteren.

De kabel

De kabel is een speciale ultrasterke en toch soepele kabel (met tyvek binnenmantel) en is voorzien van waterdichte miniconnectors (schroef). Deze zijn volgens mij niet zo geschikt voor modderige omstandigheden en zijn echt wel klein. Ik heb ze dan ook vervangen door Stenlightconnectors, hoewel andere gebruikers van de Evomax nog geen problemen zijn tegengekomen. De autonomie van de accu is zeer groot, maar zou je toch een accu moeten vervangen in een grot, doe dat dan zorgvuldig zodat er zeker geen modder in het connector-tje komt.

De oplader

Er is een USB-ladertje bijgeleverd. Je kan dus laden vanaf je PC, of anders via een 220 V/USB adaptertje. De USB-lader is begrensd op 500mA laadstroom. Een volledig ontladen pack moet 15 u laden en dat vind ik nogal lang. Ik heb dus een oude Li-ion lader opgevest waarmee ik nu de Stoots laad; dat gaat prima. Maar intussen is de maker van de Stoots Evomax bijna klaar met een nieuwe USB-lader die drie keer zo snel zal laden (500 of 1600 mA, naar keuze).

Gebruik van de lamp

Inschakelen/uitschakelen doe je door de bedieningsknop twee seconden in te drukken. De lamp schakelt zich steeds in de stand in waarin je haar had uitgezet. Met elke druk op de knop schakel je een stand hoger. Er zijn vijf standen:

Positie	Autonomie	Lichtsterkte
1	120 u	40 lum
2	39 u	100 lum
3	18 u	200 lum
4	9 u	350 lum
5	6 u	500 lum à 600 lum

Ter vergelijking: een Stenlight S7 1ste generatie geeft op de stand 3 (de meest gebruikte denk ik), 45 lumen en op stand 4, de hoogste, 140 lumen. Een Stenlight S7+ (met Rebel 100 leds) geeft 130 lumen op stand 3 en 360 lumen op stand 4. De autonomie van de Evomax is zeer vergelijkbaar met de Stenlight, overigens.

Natuurlijk is het steeds opletten met die lumen. Het is gewoon een indicatie voor de totale lichtopbrengst van de lamp zonder enige bundeling van het licht. En dat laatste is zeer belangrijk. Zelfs een lamp met weinig lumen

kan je heel ver doen schijnen mits het licht te bundelen tot een nauwe spot... De Scurion is daarvan een goede illustratie. Bv. een Scurion 700 heeft twee leds, die elk tot maximum 360 lumen kunnen geven. De ene is niet gebundeld, de andere wel (met lens). Hoewel we hier dus over een identieke lichtsterkte spreken, is het resultaat totaal verschillend.

Mijn ervaring

Ik heb de Stoots nu al in een scala aan grotten gebruikt, van nauwe tot en met zeer ruime (bv. Anialarra). De stand 3 is het ideale compromis tussen veel licht en lange autonomie (2 dagen grotten!). De lamp geeft een mooi gespreid licht (iets gespreider dan de Stenlight), zeer aangenaam om mee te vorderen en zonder enig tunnелеffect. Een spot ontbreekt wel, maar op stand 4 of 5 ziet men tientallen meters ver. Stand 1, met vrijwel eindeloze autonomie, volstaat ruimschoots om in noodgeval uit een grot te geraken, of tijdens het putten klimmen. Qua compactheid is het een droom: voor de eerste keer in mijn leven kan ik met mijn helm op in een gangetje liggen graven! Dankzij de ultraplatten accu en ultraplatten lamp wordt de totale lengte van je helm amper langer (bij andere ledverlichtingen kan dat oplopen tot 9 cm extra). Het draagcomfort is ongeëvenaard: met slechts 165 g aan verlichting op je helm heb je geen last meer van een zere nek. Je helm zakt ook minder scheef of voor je ogen.

Ik had mijn twijfels over de koeling van deze lamp. Immers, de meeste ledlampen zijn gigantische blokken aluminium en dat zou dan moeten zijn omdat ze anders te heet lopen. Doch de Evomax wordt nauwelijks warm. Op maximum stand verbruikt ze slechts 3,8 W! Enkel op stand 5 warmt het lamphuis een beetje op: na een uur mat ik een temperatuur van 39 °C: de moeite niet!

Hoe kan dit? Het antwoord zit in het slimme ontwerp. Neem een led met een typische lichtopbrengst van 200 lumen per Watt. Echter, dat rendement neemt af met het vermogen. Bij een vermogen van 3 Watt bv. zal de led geen 600 (zoals we zouden verwachten) maar slechts 450 lumen produceren. M.a.w. het rendement op vol vermogen bedraagt dan slechts 150 lumen/Watt! Kortom, het meest efficiënte (d.w.z. het meeste licht voor het minste verbruik) is om de led niet voluit aan te sturen. Dus in plaats van een lamp met één led 'volle bak', verkoos Florian drie leds te monteren, die elk slechts op 40% van hun capaciteit worden aangedreven (+/- 1 W per led). Hij beperkte dus opzettelijk de lichtopbrengst tot +/- 200 lumen per led. Bijkomend voordeel is dat de leds dan koel blijven, waardoor hun rendement nog beter is en hun levensduur langer, en dat men helemaal geen nood heeft aan een reusachtig aluminium lamphuis. Het resultaat is een lamp met de beste verhouding lichtopbrengst/gewicht die momenteel op de markt is.

De lamp heeft nog twee verrassingen in petto. Wanneer je ze inschakelt en tegelijk de bedieningsknop blijft ingedrukt houden (min. 4 sec), dan zal ze een aantal maal knipperen. Dat geeft de ladingstoestand van de accu aan. 4x knipperen = 75 à 100% geladen, 3x = 50 à 75%, 2x = 25 à 50%, 1x = 0 à 25%. Wanneer de lamp is ingeschakeld en de accu zakt onder een bepaalde minimumcapaciteit (5%), dan zal ze 3 keer opvallend knipperen en overscha-

kelen naar een noodprogramma van 25 lumen. Dit is een waarschuwing om de accu te wisselen of je reservelicht bij de hand te houden. In dit noodprogramma heb je nog vier uur licht.

De prijs: het leukste heb ik voor het laatste gehouden: de lamp, inclusief accu en lader, kost 175 €. Dat is een verademing, want doorgaans kosten de kwaliteitsspeelverlichtingen minimaal 300 €. Een losse extra accu kost 50 €.

Besluit

Ik vind deze lamp uiterst geslaagd. Onkloppbaar wat betreft gewicht, compactheid en draagcomfort. Zeer degelijke materialen en afwerking, goede waterdichtheid, eenvoudige en robuuste no-nonsense bediening. Doordacht spul. Qua lichtopbrengst en autonomie vergelijkbaar met een Petzl Ultra Vario, Scurion Basic of Stenlight. En dat aan de helft van de prijs, een derde van het gewicht en een kwart van de omvang.

Meer informatie vind je hier: <http://www.stootsconcept.fr/> (opgelet: sommige technische gegevens zijn wat achterhaald). Je kunt er ook de lamp bestellen (betaling via Paypal) maar weet wel dat er een levertijd van 4 à 6 weken is. Florian maakt nog andere lampen die ook allen even licht zijn, ingenieus en goedkoop en erg geschikt voor andere activiteiten zoals alpinisme, kamperen, VTT, trailrunnen, enz.



Montagebeugel voor de accu. Ik heb er een dun plastic opvulplaatje onder gestoken.



Montage van de lamp op de helm.



De accu volgt perfect de helm en steekt amper een cm uit.

Karstverschijnselen aan de oppervlakte

Door:
Herman de Swart (Speleo Nederland)

In deze derde aflevering van 'Over grotten en grotvorming' gaan we dieper in op karstverschijnselen aan de oppervlakte. Speleologie is in de eerste plaats de studie van grotten. Maar speleologen bestuderen ook de oppervlakte van gebieden waar grotten voorkomen, zoals karstgebieden. In dit artikel geef ik dan ook een overzicht van de 'bovengrondse' karstverschijnselen.

De vertaling van speleologie in het Duits is Karst- und Höhlenkunde, en dat is duidelijker. Het gaat om de studie van grotten én karstverschijnselen. Want niet alle grotten zijn karstgrotten, zoals we in het vorige artikel (Spelerpes juni 2014) hebben gezien, en niet alles wat speleologen onderzoeken zijn grotten. Trimmel's Höhlenkunde uit 1968 geeft daarvan een overzichtelijk schema (afb. 1): de linkercirkel geeft het onderzoek van (alle typen van) grotten aan, de rechtercirkel de studie van karstverschijnselen (ondergronds én aan de oppervlakte), en waar beide cirkels overlappen, situeert zich het onderzoek van karstgrotten. De pijlen om de cirkels geven aan welke wetenschappen gezamenlijk de speleologie of Karst- und Höhlenkunde vormen. Daar mogen er overigens nu, bijna vijftig jaar later, wel een aantal aan worden toegevoegd. De studie van bacteriën, de astronomie (vanwege de grotten op andere planeten en manen), en vooral de 'system earth theory of earth science', waarbij de diverse disciplines veel meer als onderling afhankelijk worden gezien.

Enkele begrippen

Misschien is het goed om op dit moment eerst even stil te staan bij de verschillende benamingen waarmee het onderzoek van karst en grotten wordt aangegeven. De studie van

karstverschijnselen is duidelijk een onderdeel van de geologie, en wordt dan ook met de term karstgeologie aangeduid. De Fransen hebben de studie van de karst tot een min of meer zelfstandig terrein van onderzoek bevorderd en spreken van karstologie. In het Engels wordt soms de term karst science gebruikt. Als het de landschapsvorming betreft kunnen we de karststudie ook onderbrengen bij de geomorfologie, en van karstgeomorfologie spreken. Karstmorfologie is de beschrijving van de verschillende vormen in het karstlandschap. In de hydrologie of karsthydrologie ligt het accent op de studie van de ondergrondse waterlopen en het ontstaan van grotten. Bestuderen we mineralen in grotten, dan is er sprake van speleomineralogie. Al deze 'geologische' wetenschappen gezamenlijk worden ook wel met de term fysische speleologie aangeduid.

Maar speleologie omvat meer dan alleen de studie van geologische processen. Ook biologie (zoölogie, botanie, microbiologie), paleontologie, archeologie, klimatologie, astronomie en zelfs psychologie hebben bijgedragen tot de vorming van wat nu de (wetenschappelijke) speleologie inhoudt. Die disciplines krijgen dan vaak het voor- of tussenvoegsel speleo – bijv. biospeleologie. Ook het (economisch en sociaal) gebruik van grotten, culturele speleologie (bijv. grotten in de beeldende kunst en literatuur) en de ontwikkeling van technieken voor grotexploratie worden tot de wetenschappelijke speleologie gerekend.

Speleologie is natuurlijk ook een fascinerende sport, al is de naam daarvoor misleidend (logos betekent immers kunde, wetenschap). Naar analogie van bergsport zou dan ook beter van grotsport gesproken kunnen worden. In het Engels zijn hier wel verschillende woorden voor: speleology voor de wetenschap en caving of potholing voor de sport. Ook in het Amerikaans is er onderscheid: speleology en spelunking. In het Nederlands wordt voor de sport meestal 'grotten' als werkwoord gebruikt.

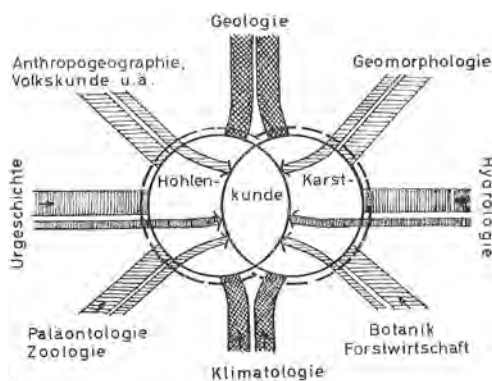
In de beide vorige artikelen in deze vierdelige reeks is al een groot aantal begrippen uit het onderzoek van grotten en karst aan de orde geweest. In dit artikel over oppervlaktekarst moet ik er daar nog twee aan toevoegen: cryptokarst en paleokarst.

Cryptokarst - letterlijk 'verborgen karst' - is het ontstaan van karstfenomenen onder een bodem, die het kalkgesteente bedekt. Verderop wordt daarvan een mooi voorbeeld genoemd: het ontstaan van rundkarren. Het ontstaan van grotten gebeurt natuurlijk ook vaak in het verborgene, maar dat wordt niet met cryptokarst bedoeld.

Paleokarst - letterlijk 'oude karst' - is precies wat de term zegt: karstfenomenen ontstaan in het geologisch verleden. Zo wordt bij boringen vaak op grote diepte karst aangetroffen die lang geleden ontstaan is. Maar ook in bijvoorbeeld het hooggebergte, waar nu geen grote rivieren meer stromen, vinden we grotten die lang geleden door rivieren gevormd moeten zijn. En soms worden karrenvelden (zie hierna) aangetroffen in bijvoorbeeld Devonische kalksteen, die door sedimenten uit het Mesozoïcum zijn bedekt. Ook dat is paleokarst.

Karren, limestone pavements en karrentafels

Het eerste wat we in het veld waarnemen waar de ondergrond uit kalk bestaat, waar voldoende neerslag valt en waar bovendien weinig of geen plantenbedekking is, zijn de zogenaamde karren (lapiaz, lapiez). Het ontstaan hiervan is betrekkelijk simpel: regenwater neemt CO₂ uit de lucht op, komt op de kalk terecht en lost daar tijdens het wegstromen een beetje van op, zodat een geultje ontstaat. Steeds meer water zal via dit geultje wegstromen; het gaat als een gootje fungeren, en zo zal het steeds dieper worden. Juist in die gootjes ontstaat een humuslaag(je), dankzij de kleimineralen die achterblijven als de kalk corrodeert, door bacteriën en algen en later ook door rottend plantenmateriaal. Want hier



Afb. 1. Speleologie ('Karst- und Höhlenkunde') als multidisciplinaire wetenschap (Trimmel, 1968).



Afb. 2. Karrenveld op het Massif de Parmelan (Frankrijk).

zullen plantjes (algen, mossen) gaan groeien, die door dissimilatie ('ademhaling') en rotting op hun beurt ook weer voor CO₂ zorgen. Op de lange duur zal zo een karrenveld of karrenlandschap ontstaan (afb. 2).

Er zijn vele vormen van karren te onderscheiden. Belangrijke factoren die bij het ontstaan van deze verschillende typen een rol spelen zijn de structuur van het kalkgesteente, de helling van de lagen, de aan- of afwezigheid van een humusrijke bodem, de hoeveelheid neerslag of het voorkomen van breuken en diaklazen. Enkele kenmerkende vormen zal ik hierna kort noemen, waarbij men wel dient te bedenken dat er vele overgangsvormen bestaan.

Stroomt het water snel weg, dan zullen vele, naast elkaar liggende en betrekkelijk ondiepe geultjes ontstaan: de zgn. rillenkarren. Deze komen vooral voor op hellende oppervlakken. Op vlakker liggende kalkoppervlaktes, waar het water langzamer wegstroomt en de tijd heeft om diepere plaatsen op te zoeken, zullen enkele relatief diepe geulen ontstaan: de kluftkarren. Veelal zullen die voorkomen op plaatsen in het gesteente waar breuken of diaklazen al voor een zwakkere of lagere plek hebben gezorgd. Deze bepalen dan ook de richting van kluftkarren. Ook in kluftkarren kan een humuslaag en plantengroei ontstaan. Hierdoor zal het corrosieproces sneller en ook zijwaarts verlopen. Op de lange duur worden zo de kluftkarren bedekt, worden de wanden tussen de karren ondermijnd, en uiteindelijk verdwijnen ze.

Rundkarren ontstaan onder een bedekking door een bodem of gletsjerijs, waardoor de wanden tussen de karren geen spitse top hebben, maar afgerond worden.

Kamenica zijn kleine bekkens in het (horizontale) kalkgesteente, enkele tientallen centimeters in doorsnede, waar regenwater zich verzamelt en het bekken langzaam groter en dieper wordt tot er een uitstroomopening ontstaat en het water wegloopt. Deze uitstroomopeningen verdiepen zich natuurlijk ook, en vormen dan een meanderkarren.

Daar waar de kalk (zo goed als) horizontaal ligt en geen bodembedekking heeft, bijvoorbeeld omdat die in de laatste ijstijd door gletsjers is weggeschaapt, kunnen limestone pavements ontstaan. Prachtige voorbeelden van deze karrenlandschappen vinden we onder meer in de Burren aan de Ierse westkust (afb. 3). Zo'n limestone pavement lijkt inderdaad wel op een pavement (plaveisel of bestrating), alsof het door mensen is gemaakt. Ze bestaan uit grikes (of grykes): de soms meters diepe kluftkarren, en clints of de blokken ertussen.

Afb. 3. Limestone pavement (Burren, Ierland).



Afb. 4. Hier verdwijnt een beekje in een kalkwand in de buurt van Remouchamps (België).

Op karrenvelden vinden we vaak karrentafels. Het ontstaan daarvan is min of meer op dezelfde manier te verklaren als het ontstaan van de veel bekendere gletsjertafels, vandaar ook de naam. Een zwerf- of morenekei bedekt een deel van het kalkoppervlak. Om de kei heen vindt corrosie plaats en ontstaan karren. Onder de kei echter is de kalk beschermd. De kei komt dus t.o.v. zijn omgeving steeds hoger te liggen.

Verdwijngaten en bronnen

In het eerste artikel (Spelerpes 2013/2) hebben we gezien dat grotten op verschillende manieren kunnen ontstaan. Ondergrondse afwatering speelt daarbij in karstgebieden een belangrijke rol, en verdwijngaten (sinkholes, pertes, chantoirs) en bronnen zijn dan ook de eerste karstfenomenen die we aan de oppervlakte kunnen waarnemen. Rivieren en regenwater verdwijnt in de ondergrond en komt soms vele kilometers later weer tevoorschijn, nadat het water dus niet via de poriën in het gesteente maar 'vrij' stromend een ondergronds traject heeft afgelegd. De verdwijngaten vinden we meestal op de grens van kalk en een ander, niet (of veel minder) oplosbaar gesteente (afb. 4). Het water stroomt bijv. over zandsteen of leisteen en waar het de kalk ontmoet, vervolgt het via laagvoegen of diaklazen z'n weg ondergronds. Een mooi voorbeeld daarvan is de Trou Belvaux in België, waar de Lesse in de Grotten van Han verdwijnt. Alleen bij uitzonderlijke neerslag of het smelten van de sneeuw in het voorjaar stroomt de Lesse ook nog deels bovengronds, via de vallei van de Chavée, die de rest van het jaar droog staat.

Afb. 5. De (karst)bron van de (Grotte de la) Diau (Frankrijk).



In het Engels wordt zo'n drooggevalle rivier in een karstgebied een 'dry valley' genoemd. Daar waar het water nog bovengronds stroomt, over zandsteen bv., is soms ook een vallei uitgesleten die plots kan eindigen, dikwijls tegen een rotswand van kalk. Zo'n vallei noemen de Engelsen, ook weer toepasselijk, een 'blind valley'.

Bronnen in karstgebieden worden onderscheiden in twee types, waar helaas ook weer geen goede Nederlandse benamingen voor bestaan. Is er sprake van een rivier die ondergronds verdwijnt en later weer als rivier tevoorschijn komt (met weer de Grotten van Han-sur-Lesse als een spectaculair voorbeeld), dan spreken we van een résurgence. Is het regen- of smeltwater dat in een groot gebied min of meer diffuus in de ondergrond verdwijnt, zich daar verzamelt, en dan uit één bron als rivier tevoorschijn komt, dan spreken we van een exurgence (afb.5).

Exsurgences en résurgences kunnen soms stroomopwaarts migreren, door een combinatie van ondergrondse corrosie en (vorst) erosie van de wand boven de bron. Dat begon soms al tijdens de ijstijden in het Pleistocene. Ook dan ontstaat er een blinddal. Die dalen worden cirques genoemd, letterlijk arena of amfiteater, en moeten niet worden verward met gletsjercirques, zoals de Cirque de Gavarnie in de Franse Pyreneeën. Door 'terugschrijdende erosie' van die cirques kunnen soms kilometerlange 'doodlopende' valleien ontstaan, 'reculées' genaamd. In de Franse Jura (geologisch bedoeld – voornamelijk in de départements Doubs en Jura) is dit verschijnsel mooi waar te nemen. Ze heten daar vaak 'bout du monde', einde van de wereld. De reculée van Baume-les-Messieurs is een prachtig schoolvoorbeeld.

Een bijzondere karstbron is de vauclusebron, genoemd naar de Fontaine-de-Vaucluse, in het Zuid-Franse stadje van dezelfde naam. Hier welt onder een loodrechte wand vanuit een diep gat het water op. De waterspiegel rijst en daalt al naar gelang de hoeveelheid neerslag op het karstplateau boven de bron. Na extreme regenval of bij smelten van de sneeuw kan er per seconde 200 m³ water uitstromen, of 200.000 liter. De bron voedt de rivier de Sorgue. Bij laag water gebeurt dit via een niet toegankelijke ondergrondse stroom; bij hoog water direct vanuit de Fontaine zelf. Duikers zijn tot 200 m diepte in de bron afgedaald, en met een tv-camera is de bron tot 315 m diepte verkend, maar nog steeds gaat de waterloop omlaag en is er geen horizontaal gedeelte gevonden. De Fontaine de



Afb. 6 Estavelles op de bodem van de drooggevalen Radensko Polje in Slovenië. Als het grondwater hoog staat – in het voorjaar bij de sneeuwsmelt in de omliggende bergen bijv. – functioneren de estavelles als bronnen waardoor de polje (zie hierna) vol loopt. Is de aanvoer van water later in het jaar gering, dan zijn het juist verdwijngaten waardoor de polje – zoals nu – weer langzaam leeg raakt.

Vaucluse is een van de meest fascinerende objecten voor (Franse) grotduikers. Dat deze bron zo diep gaat is veroorzaakt in de 'crisis van het Messiniaan' (Mioceen, zo'n 5 tot 7 miljoen jaar) geleden, toen de Middellandse Zee goeddeels droog gevallen was en het grondwaterpeil tot wel duizend meter lager stond dan tegenwoordig.

Ook een bijzonder fenomeen vormen de zgn. estavelles: openingen in de ondergrond die afwisselend verdwijngaten en bronnen zijn. Als de grondwaterspiegel laag is kunnen regen, smeltwater of een stroompje via een gat in de ondergrond verdwijnen en ondergronds verder stromen. De opening fungeert dan als verdwijngat. Maar als het grondwaterniveau stijgt, bijv. na heftige regenval of het smelten van de sneeuw, wordt het gat een bron (meestal een exurgenge, maar soms ook een resurgence) (afb.6). Een mooi voorbeeld is de Puits de la Brême bij Ornans (Doubs), waar soms een rivier uit te voorschijn komt en soms een rivier in verdwijnt. De Puits de la Brême is dan ook soms een spectaculaire, meters diepe put en soms gewoon een meer-tje aan de oppervlakte!

De ondergrondse afwatering in een karstgebied heeft een aantal nare kanten. Zo is de oppervlakte dikwijls ontdaan van alle vocht en kan er nauwelijks iets groeien, zodat zelfs schapenteelt niet mogelijk is. Ook kunnen verbindingen tussen verdwijnpunten en bronnen onbekend zijn. In Frankrijk had dit in het nabije verleden nogal eens tot gevolg dat het ene dorp z'n afval (bijvoorbeeld kadavers van aan hondsdelheid gestorven dieren) in een diepe karstput gooide, die echter via een ondergrondse waterloop in verbinding stond met een bron die een ander dorp van drinkwater voorzag. De gevolgen laten zich raden. Ondanks allerlei wetten die dankzij de bekende Franse speleoloog E.-A. Martel in het begin van de vorige eeuw tot stand kwamen doet zich dit soort situaties zich helaas nog steeds voor.

Dolines in allerlei soorten en maten

Nauw verwant aan de verdwijngaten zijn dolines. Deze uitdiepingen in het landschap kun-

nen tot vele tientallen meters breed en diep worden. Doline is het Sloveense woord voor dal. Dolines kunnen geïsoleerd voorkomen, maar liggen vaak ook met vele bij elkaar. Globaal zijn ze in categorieën te onderscheiden: oplossingsdolines en instortingsdolines.

De oplossingsdolines zijn ontstaan doordat de kalk oplost en via spleten in de ondergrond wordt afgevoerd, dikwijls op een plek waar bijv. twee diaklazen elkaar snijden. Steeds meer water zal via deze spleet wegstromen en de wanden raken door corrosie steeds verder uit elkaar. Er ontstaat een soort trechter. Oplossingsdolines zijn veelal komvormig, en dikwijls is er een vruchtbare bodem. Die bestaat uit de niet of minder oplosbare mineralen die achterblijven als de kalk verdwijnt, kleimineralen vooral, en ijzer. In de tropen en subtropen heeft die bodem door de geoxideerde ijzermineralen vaak een roodbruine kleur, en die wordt dan ook 'terra rossa' genoemd. Zijn er veel aluminiummineralen in de achtergebleven bodem, dan spreken we van bauxiet. Karstgebieden zijn dan ook vaak plaatsen waar bauxiet gewonnen wordt.

Instortingsdolines worden gevormd als het plafond van een zaal in een grot dermate instort dat dit aan de oppervlakte zichtbaar is. Instortingsdolines hebben vaak rechte wanden. Dikwijls speelt een combinatie van beide factoren een rol. Verdwijngaten komen ook vaak in dolines voor.

Oplossingsdolines liggen soms in grote aan-

tallen bij elkaar. Niet ver van Postojna in Slovenië is een gebied waar 400 oplossingsdolines per vierkante kilometer zijn geteld, allemaal van enkele meters doorsnede en een paar meter diep. Instortingsdolines liggen vaak op een lijn en volgen het traject van de grot die daar onder ligt (afb. 7). Vaak vormen instortingsdolines de toegang tot een grot, maar soms sluit het ingestorte materiaal de ingang juist af. Ook als het plafond van de grot (de bodem van de doline dus) heel dik is, is er geen toegankelijke verbinding. Mooie voorbeelden daarvan zijn te zien in de Pyreneeën boven de gangen en zalen van de Gouffre de la Pierre-Saint-Martin, een van de grootste (80 km) en diepste (1.410 m) grot-systemen van Europa.

Als dolines aan elkaar 'groeien', en zo een onregelmatige vorm krijgen, spreken we van uvala's (letterlijk inham of baai). In de wanden van een uvala zijn soms nog de vormen van de individuele dolines te herkennen. Langere uvala's worden soms ook blinde dalen genoemd, maar zijn dan 'blind' aan beide kanten. Als een reeks instortingsdolines aangroeit, krijgen we in feite een grot zonder plafond, een 'openluchtgrot'. Dikwijls is aan beide kanten de nog wel overdekte grot toegankelijk. Veel kloven in karstgebieden worden op deze manier verklaard, door het instorten van grotssystemen. Een prachtig en spectaculair voorbeeld van een dergelijk karstfenomeen is het dal van Rakov Škocjan in Slovenië (niet te verwarren met de toeristengrotten van Škocjan, Škocjanske jame, ook in Slovenië, waar naast spectaculaire grotten trouwens ook fraaie instortingdolines te zien zijn).

Bijzondere dolines

Er zijn enkele bijzondere vormen van dolines die ik nog even afzonderlijk noem.

Om te beginnen zijn er de cenotes in onder meer Mexico. Dat zijn instortingsdolines waarvan de onderliggende grot nu vol water staat, en die een eldorado vormen voor grotduikers. In veel cenotes in Yucatan (Mexico) worden op de bodem offergaven van uit de Mayacultuur gevonden. De cenotes zijn gevormd toen de zeewaterspiegel aanzienlijk lager stond. In de grotten zijn druipstenen gevormd (dat gebeurt alleen maar in de vrije lucht, niet onder water), die na de zeespiegelstijging nu onder water staan of hangen. Het water in de cenotes en grotten die nabij de kust liggen heeft vaak een halocline, een



Afb. 7. Dolines op een rij boven een van de grotssystemen in de Frans-Spaanse grens in de Pyreneeën.



Afb. 8. De Fondry des Chiens bij Nismes (België) (zie persoon met paraplu voor de schaal).

overgangslaag tussen het lichtere zoete regenwater en het zwaardere zoute zeewater. Die halocline lijkt op een band van 'mist', maar dan onder water.

Dan zijn er de sinkholes, ook instortingsdolines. Vooral die in Florida (V.S.) krijgen veel aandacht omdat ze nogal eens ontstaan midden in woonwijken en er complete huizen in verdwijnen, of recent zelfs een zaal van een automobielmuseum met acht antieke auto's. De grotten onder Florida, dat grotendeels uit kalkgesteenten bestaat, staan vol water dat oorspronkelijk tegen het plafond tegendruk leverde, waardoor dit stelsel intact bleef. De laatste decennia is er echter veel water ten behoeve van ondermeer de landbouw opgepompt, waardoor het waterniveau in de grot-

ten daalde. Hierdoor kan het plafond veel gemakkelijker instorten. Ook zijn er sinkholes ontstaan omdat de bodem uitsluitend nog uit kleilagen bestond, en alle kalk was weggecorrodeerd. Als die bodem dan belast wordt, door bebouwing bijvoorbeeld, stort die gemakkelijk in. Ook bij heftige regenval kan de klei wegspoelen en ontstaan er sinkholes.

In de tropen komen enorme megadolines voor, die met de Chinese naam tiankeng (≈ gat of put naar de lucht, hemel) worden aangeduid. Bij het ontstaan van deze reusachtige instortingsdolines speelt waarschijnlijk ook tektoniek een rol. Vooral uit China zijn ze bekend. De grootste is de Xiaozhai tiankeng, met een diameter van de ingang van ongeveer 600 meter, een diepte van 662 meter

diep, en een volume van 120.000 m³ !

Een bijzonder karstfenomeen in België: de Fondry des Chiens

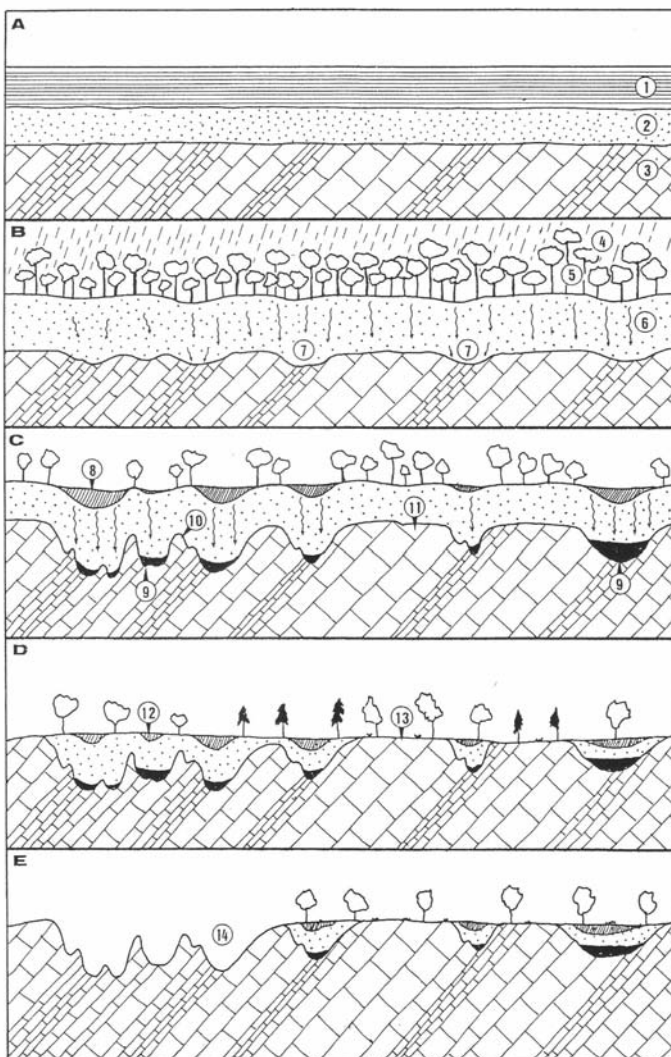
Nabij Couvin in het zuiden van België ligt een spectaculair karstgebied, de abannets met daarin de fraaie karstputten van de Fondry des Chiens. Deze streek bestaat vooral uit Givetien-kalk (Midden-Devoon), waarin veel karstverschijnselen voorkomen (o.a. de toeristengrot Grotte de Neptune in Petigny). Op het hoogste punt liggen een aantal spectaculaire putten, tot veertig meter diep (afb.8).

Een oudere theorie verklaart het ontstaan van de abannets uit het instorten van grotten. Het probleem daarbij was dat de abannets op het hoogste punt in de omgeving liggen. Waar kwamen dan de rivieren vandaan die de grotten gevormd hebben? De verklaring daarvan werd gezocht in de 'omkering van het reliëf'. De Givétienkalk (nu berg) ligt tussen leisteen- en schalielagen (nu dalen). In het tertiair lagen die hoger dan de kalk, rivieren stroomden over de schalie en leisteen tot ze de kalk ontmoetten, en verdwenen dan in de ondergrond, waarbij door corrosie de grotten gevormd werden. Later, in het pleistoceen, was er minder neerslag, waardoor de kalk minder werd aangetast, maar door vorsterosie de leisteen en schalie juist gemakkelijker wegerodeerden. En op een zeker moment stak de kalksteen, met de grotten, dus boven de schalie en leisteen uit. Het plafond van de grotten stortte in, en de abannets waren daar!

Tegenwoordig is er een aannemelijker verklaring. De wanden van de abannets zijn in feite enorme rundkarren. Het schema (naar Quinif, afb. 9) laat in vijf stappen het ontstaan zien: In het oligoceen (A) bedekt de zee dit gebied (1) en er wordt zand afgezet (2) op de dan relatief vlakke oppervlakte van de devonische kalkgesteenten (3). Nadat de zee zich heeft teruggetrokken (B) ontwikkelt zich in het dan tropische klimaat (4) een uitbundige begroeiing (5). Regenwater infiltreert, spoelt het ijzer uit het tertiaire zand (6) en lost de kalk op (7). Aan de oppervlakte (C) ontstaan moerassen en venen (8), en de kalk onder het zand corrodeert (9). Op het contact met de kalk worden ook de uitgespoelde ijzermineralen afgezet. Tussen de diepere gecorrodeerde plekken blijven wanden en punten van kalk staan (10), en ook blijven er minder steile kalk 'plateautjes' achter (11). Die onder een bedekking ontstane karren worden (naar analogie van cryptokarst) cryptokarren genoemd. Dan, gedurende het kwartair (D), verandert het klimaat sterk. Behalve in de depressies (12) verdwijnt door erosie de zandbedekking (13). En vanaf de ijzertijd tot aan de 19de eeuw (E) worden de ijzerafzettingen gewonnen en de abannets leeggehaald, en ontstaat het huidige landschap (14). Een karstverschijnsel staat dus aan de wieg van de ijzerindustrie van Wallonië! Niet verbazingwekkend heeft heel recent toch ook het idee postgevat dat fantomisatie en misschien zelfs bacteriën een rol hebben gespeeld: een uitdaging voor de onderzoekers van nu!

Grotten zonder dak

Als grotten niet al te diep liggen, en in de loop van de geschiedenis de oppervlakte boven de



Afb. 9 De ontstaansgeschiedenis van de 'abannets' in de Fondry des Chiens (Quinif, 1990).



Afb. 10 De polje van Comeya (Picos de Europa, Spanje).

grot denudeert door chemische en mechanische erosie, kan het dak – het plafond van de grot – verdwijnen. De denudatiesnelheid hangt van allerlei factoren af (gesteente, klimaat enz.) maar twintig meter per miljoen jaar is niet ongewoon. Instortingen, zoals bij het ontstaan van dolines, spelen daarbij geen rol. De grotgangen, zalen, druipstenen en klastische bodemsedimenten zoals grind en leem, worden dan aan de oppervlakte zichtbaar. Zo'n zogenaamde roofless cave lijkt op een dal, maar er stroomt geen rivier en de bodem bestaat uit grotsedimenten. In de 'Klassieke Karst' in Slovenië zijn er zulke roofless caves van tot bijna drie kilometer lengte bekend.

Poljes

In veel karstgebieden komen poljes (polje = veld) voor: een gebied met een relatief vlakke bodem dat aan alle kanten omgeven is door wanden. Soms stromen er riviertjes, maar een in- of uitgang aan de oppervlakte is er niet. Het water komt aan de ene kant uit een grot of uit grotten, en verdwijnt aan de andere kant via een verdwijngat weer ondergronds (afb.10). Sommige poljes staan in de winter en het voorjaar vol, als er veel neerslag en smeltende sneeuw is. De polje is dan een meer en de bewoners uit de omgeving zijn dan vissers. In de zomer en de herfst daarentegen staat de polje droog, en wordt hij gebruikt voor landbouw en veeteelt, de bewoners zijn dan boeren. Een beroemd en spectaculair voorbeeld is Cerknjško Jezero (het meer van Cerknica) in Slovenië. Als deze polje vol staat is vormt hij met bijna 40 km² het grootste meer van Slovenië, maar in de

Afb. 11 'Dolomietruïne' in het Bois de Païolive (bij Les Vans, Frankrijk).



zomer is er geen druppel water te vinden! Bij het ontstaan van poljes speelt tektoniek een rol. Er zijn poljes bekend tot 700 km². In Ierland kennen we de Turloughs (= droog meer). Een turlough is een 'kruising' tussen een (grote) doline en een (kleine) polje, die, zoals de naam al aangeeft, een wisselend waterregime kent. Soms staan ze vol, dan weer zijn ze droog. Bij hun ontstaan speelt tektoniek echter geen (grote) rol. Waarschijnlijk zijn ze gevormd als oplossingsdolines.

Tropische karst

In tropische en subtropische gebieden kunnen grote aantallen dolines vlakbij elkaar liggen. Dit wordt een cockpitlandschap genoemd. Wanneer deze dolines zich door corrosie nog verder uitbreiden dan ontstaat een vlakte met daarin alleen nog ronde of kegelvormige restbergen op die plaatsen waar de dolines elkaar niet raakten. Dat is de bekende 'tropische karst' bijv. van Java (Gunung Sewu), of Vietnam, het decor van vele speelfilms. Torenkarst (tower karst) heeft steile wanden en min of meer ronde toppen, kegelkarst (cone karst) bestaat uit kegelvormige bergen met schuine wanden en spitse toppen. Dat we soms ook in gematigde gebieden op aarde 'tropische' karstbergen tegenkomen, bijv. in de Franse Jura, is een aanwijzing voor andere klimaten in het verre verleden.

Even een zijstapje over de invloed van het klimaat: in de tropen en subtropen is veel meer begroeiing, en door dissimilatie (ademhaling van planten) en rottingsprocessen is er dus meer CO₂. Door verdamping is er ook meer regenwater (de tropische moessons bijv.). Bovendien verlopen chemische reacties bij hogere temperaturen sneller. Dus in de tropen en subtropen is er veel corrosie, met als

Afb. 14. Populieren met maretak in de Belgische karststreek nabij Namen, België.



gevolg de enorme grotten in Maleisië en de typische tropische karst. Aan de andere kant kan in koud water meer CO₂ worden opgelost (denk maar aan een koel biertje, dat bevat veel meer 'prik' dan een lauw biertje), dus in koude gebieden heb je ook veel corrosie; denk aan de grotten in bijv. het hooggebergte, in Noord-Noorwegen en Patagonië. Karstverschijnselen komen door corrosie dus overal op onze aarde voor.

Dolomietruïnes

Waar de ondergrond uit dolomiet bestaat [CaMg(CO₃)₂], een carbonaatgesteente dat eveneens oplosbaar is, maar minder dan kalk, kunnen we een bijzonder karstfenomeen zien: de dolomietruïnes. In de Zuid-Franse Causses zijn daarvan enkele mooie voorbeelden: de Chaos van Montpellier-le-Vieux (bij La Roque-Sainte-Marguerite bij Millau), de Chaos van Nîmes-le-Vieux (bij Florac) en het Bois de Païolive (bij Les Vans), alle drie trouwens ook prachtige wandelgebieden. Bij de oplossing door corrosie van de dolomietgesteenten zijn mede door de gelaagdheid spectaculaire formaties ontstaan, in een labyrintachtig landschap (afb.11). Maar ook elders in karstgebieden treffen we ze aan.

Biokarst

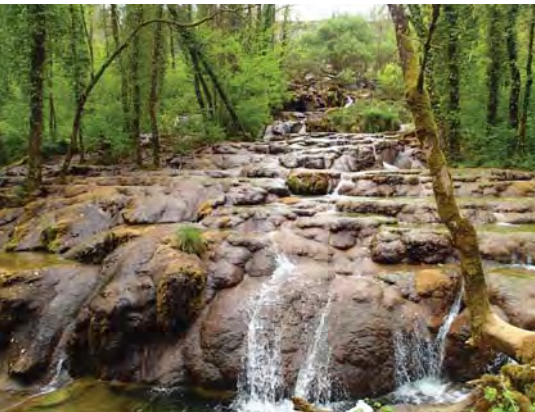
Het zal u niet verbazen dat er ook publicaties zijn die de corrosie van carbonaatgesteenten toeschrijven aan 'kalketende' (calciphage) bacteriën. Al in 1982 verscheen een artikel van Triat over biocorrosie van oppervlaktekalk in de Luberon in Zuid-Frankrijk door de bacterie microcodium: een bacteriesoort die we verderop nog tegen zullen komen, maar dan juist bij het afzetten van kalk! Ook algen hebben een invloed; er wordt dan gesproken over phytokarst. Aan kusten zien we heel kleinschalige oplossing van kalk door allerlei diersoorten (schelpdieren, zeekomkommers, zee-egels). Vaak is er dan sprake van een samenwerking of symbiose van deze dieren met bacteriën. Al deze vormen van karst, waarbij organismen een rol spelen, worden 'biokarst' genoemd.

Kalkafzettingen

Tot zover de karstfenomenen die door corrosie (en instorting) gevormd zijn. Ook de afzetting van kalk kan soms tot 'karst' worden gerekend. Dikwijls is dat natuurlijk volstrekt duidelijk. Niemand zal er aan twijfelen dat druipstenen karstverschijnselen zijn en tot de speleologie behoren. Maar ook aan de oppervlakte kunnen we ook dergelijke vormen



Afb. 12. De bijzondere vormen – zowel wat ontstaan als corrosie betreft – van Les Moutres (Luberon, Frankrijk).



Afb. 13 Tufdammen in de Dard bij Baume-les-Messieurs, Doubs, Frankrijk

waarnemen. Travertijn of kalktuf (zie Spelerpes 2014/1 p. 45) is daarvan een bekend voorbeeld.

Misschien is het goed nog even kort in te gaan op het ontstaan van kalkgesteenten. Kalk is natuurlijk een veel voorkomend sedimentgesteente, dat op de bodem van zeeën en oceanen is afgezet. Neritische kalkgesteenten worden gevormd door de skeletten van vastzittende organismen, zoals koralen. Deze noemen we ook riffen, die in het algemeen in ondiep water voorkomen. Daarnaast zijn er pelagische kalken, die worden gevormd uit de skeletjes van vrij levende dieren en planten zoals foraminiferen, kalkalgen of coccolithen, die naar de bodem van in het algemeen diepere zeeën zinken. Overigens ook weer niet té diep, want dan lost de kalk weer op! Als derde categorie zijn er de chemische sedimenten, die neerslaan uit kalk in oplossing, bijv. onder invloed van de warmte waardoor water verdampst en oververzadigd raakt. Een voorbeeld is de afzetting van (kalk)gesteenten in tropische zeeën en vooral lagunes.

Maar niet alleen in de (diep)zee wordt kalk afgezet. Er zijn ook zoetwaterkalkgesteenten, afgezet in meren, of kalkgesteenten afgezet in of door rivieren. Een voorbeeld van het eerste zijn de bijzondere formaties gevormd in het zuidwesten van Frankrijk, waarbij op planten en plantenwortels door bacteriën kalk is afgezet. Een voorbeeld van biolithogenese; de vorming van gesteenten door organismen. De bacteriën in dit geval behoren tot de Micrococcidumsoorten, die we eerder al zagen bij juist de corrosie van kalk! Door de combinatie van kalkafzetting op waterplanten - en als die later droog vallen - de corrosie van diezelfde structuren, ontstaan merkwaardige formaties

die lijken op enorme paddenstoelen (afb. 12).

Eerder zagen we ook al de afzetting van kalktuf, waarbij formaties en zelfs grotten gevormd worden. Ook in rivieren in karstgebieden, die verzadigd zijn aan kalk, kan kalk worden afgezet. Er kunnen dan dammen ontstaan, soms van een meter of hoger. Waar het water in een dun laagje over de dam stroomt, wordt opnieuw kalk afgezet en zo groeien de dammen steeds hoger (afb.13). Ook hier spelen bacteriën naar alle waarschijnlijkheid een belangrijke rol. Tussen de dammen blijven diepe bekkens achter, in de speleologie meestal 'gours' genoemd. Door sommige auteurs worden juist de dammen 'gours' genoemd. Die dammen en bekkens zien we ook in grotten. Maar daarover meer in het volgende artikel.

Karst en flora

Tot slot nog een paar opmerkingen over karst en plantengroei – ook iets dat aan de oppervlakte goed is waar te nemen.

De relatie tussen de ondergrond en plantengroei rechtvaardigt een heel artikel, of meerdere. In karstgebieden, waar de ondergrond uit kalk bestaat, zien we vaak een kenmerkende flora, of toch op z'n minst enkele kenmerkende, kalkminnende, planten. Die helpen bij het herkennen van het gesteente en zelfs bij het vinden van nog niet ontdekte grotten!

Een van de meest voorkomende kalkminnende planten is de maretak (*viscum album*), een groenblijvende halfparasiet die op verschillende bomen voorkomt (afb.14). Het is een halfparasiet, want hij gebruikt niet meer dan water (met daarin kalk) van zijn gastheer. Het bijzondere is dat de maretak alleen voorkomt als er kalk in de bodem aanwezig is, terwijl z'n gastheer dat niet nodig heeft. Zo groeien bijvoorbeeld appelbomen en populieren overal, maar met maretaken alleen in kalkgebieden. Ook zo'n kenmerkende kalkminnende plant is de bosrank of clematis (*clematis vitalba*), een klimplant die tot tientallen meters hoog kan groeien, en die in de herfst en winter goed te herkennen is aan de witte vruchtpluizen als de groene bladeren zijn afgevallen. Tijdens een autoritje door hoog België kun je van het najaar tot het vroege voorjaar dankzij de bosrank vrij nauwkeurig zien waar de ondergrond uit kalk bestaat.

Talrijke varen-, orchideeën- en bessensoorten zijn ook kalkminnaars. Als voorbeelden zijn er de schildvaren (*dryopteris submontana*), de bruinrode wespenorchis (*epipactis atrorubens*), de Noordse aalbes (*ribes spicatum*),

Literatuur

- Zie voor algemene literatuur over de geologie van grotten en karst het artikel in Spelerpes van december 2013; in het bijzonder beide encyclopedieën.
 Marjorie M. Sweeting, Karst Landforms, Macmillan, London, 1972
 Hubert Trimmel, Höhlenkunde, F. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1968
 Angel Ginés et al., eds. Karst rock features: Karren sculptures, Založba ZRC, Postojna/Ljubljana, 2008
 Tony Waltham et al. Sinkholes and Subsidence, Springer, Berlin/Heidelberg/New York, 2005
 Arthur R. Kruckeberg, Geology and Plant Life – the Effects of Landforms and Rock Types on Plants, University of Washington Press, Seattle and London, 2002
 J.E. Lousley, Wild Flowers of Chalk & Limestone, Collins, London, 1950, 19692 (series The New Naturalist, vol. 16)
 E. Charles Nelson, Wendy Walsh, The Burren – a companion to the wildflowers of an Irish limestone wilderness, Boethius Press & The Conservancy of the Burren, Aberystwyth, 1991



Afb. 15. Typische karstflora in de karren van de Burren in Ierland.

de zwarte gifbes (*actea spicata*), en de jeneverbes (*juniperus communis*), in het Duits Wacholder. De in Duitsland nog schaars voorkomende en beschermde Wacholderheiden zijn in feite ook karstfenomenen. Vaak groeien op kalkrotsen bepaalde varensoorten, in of boven de ingang van een grot waar de temperatuur dikwijls net iets hoger is dan elders in de omgeving door de uit de grot stromende warmere lucht. Als die varens dan ook groeien op een rotswand waar geen grot bekend is, kan het de moeite zijn daar in de winter terug te komen om te kijken of juist op die plek de sneeuw smelt. Is dat het geval, dan kan met wat graafwerk in het losse sediment misschien een grotingang worden vrijgelegd. Dit is niet alleen theorie; dankzij de varens zijn ook in de Ardennen grotten gevonden.

Als u echt iets moois wilt zien over de 'samenwerking' tussen ondergrond (kalk), karst (de limestone pavements), klimaat én flora is een bezoek aan de Ierse Burren zeer aan te bevelen (afb. 15). Dankzij het zeer gematigde klimaat door de warme golfstroom, de zuivere lucht vlak bij de oceaan, het vele licht door het ontbreken van bomen, en het feit dat kalksteen warmte vasthoudt is er een bijzonder microklimaat ontstaan. Er groeien daar dan ook tientallen bijzondere, vaak endemische planten (d.w.z. planten die alleen daar voorkomen), zoals de talrijke kalkminnende orchideeën. Bijzonder is ook dat sommige planten vaak uit een heel andere klimaatzone afkomstig zijn. We vinden bijvoorbeeld vlak bij elkaar de varen venushaar (*adiantum capillus-veneris*), een van oorsprong mediterrane plant, en zilverkruis (*dryas octopetala*), een noordelijke plant die hier als 'ijstijdrelict' is achtergebleven.

