

# Le Bärenschant (Berne, Suisse): Etat actuel de la recherche et méthode de la retopographie à l'aide de Toporobot et Geo3D

Rolf Kummer / Sabine Siegenthaler  
Blockweg 5 – 3007 Bern - Suisse

## Abstract

This article describes the actual state of the research in three main zones of the Baerenschacht, which is a draining system of the Réseau des Sieben Hengste: Zone Jessica, ESI and KWL. In this complex 3D-labyrinth the Analyse-function of the program Toporobot was used with success to reduce the workload of remeasuring major passages. The proceeding is demonstrated on the example of a small schematic cave.

## Résumé

Cet article décrit l'état actuel des recherches dans trois zones du Bärenschant, qui représente une partie du système de drainage du réseau des Sieben Hengste: Les zones Jessica, Ecoulements Symétriques Interconnectés et Karstwasserlabyrinth. Les fonctions d'analyse du logiciel Toporobot combinés avec Geo3D ont été utilisés avec succès dans ce système 3D très complexe, en réduisant les travaux de retopo de manière importante. Le procédé est présenté à l'aide d'une petite grotte schématique.

## Etat des zones de travail

### Zone Jessica

Cette zone peut être considérée comme terminée à part de quelques départs non éclaircis voisins de la zone des Ecoulements Symétriques Interconnectés et des descriptions des galeries principales. Après avoir commencé les explorations détaillées à partir du bivouac I, le développement de la zone était de 3'348 m - aujourd'hui il s'agit de 5'921 m, donc environ 75% de plus.

Jusqu'à l'ouverture du tunnel en décembre 1995 le développement totale du Bärenschant était d'environ 40 km. Les audacieux peuvent ainsi calculer une longueur potentielle du trou... aujourd'hui, 5 ans plus tard, on est déjà à plus que 54 km.

### Zone Ecoulements Symétriques Interconnectées (ESI)

Cette zone est située au sud de Jessica, et ainsi on l'a choisie comme prochaine cible pour les explorations détaillées. Dans l'intersection complexe des deux zones déjà beaucoup a été topographié. Une séparation nette des zones est difficile à faire, mais a été déterminée arbitrairement au cours de l'histoire d'exploration.

Lors de la dernière expédition en décembre 1999 l'espérance de trouver une suite menant dans un système supérieur n'a pas été réalisée. L'escalade d'une demie journée a abouti à une petite étroiture horizontale infranchissable. Mais de nombreuses cheminées sont encore à vérifier. Un problème qui se pose est que l'accès depuis le bivouac I prend plus qu'une heure, c'est-à-dire il y a une perte de deux heures sur une expédition. On pense donc d'installer un mini-bivouac temporaire dès qu'on trouve un endroit approprié. L'accès par une petite zone de puits a été équipé pour éviter une partie avec des concrétions très sensibles. Actuellement les ESI ont un développement d'environ 3'600 m (dont 500 m ont été trouvés après l'ouverture du tunnel) et consistent en 35 galeries individuelles.

De première vue il semble y avoir plus de première potentielle que jadis dans le Jessica. On est particulièrement curieux de

la suite d'un méandre immense qui est une forme de galerie peu fréquente dans le Bärenschant.

### Zone Karstwasserlabyrinth (KWL)

Cette zone a été visitée principalement à raison de retopo qui est présentée en suite. La découverte du Glücksschant a complètement changé l'apparition de la partie inférieure au-dessous du P60. Au moins deux anciens écoulements ont été découverts qui jonctionnent la grande série des puits (P40 et P60) avec le KWL. On y a trouvé un système de puits et de galeries horizontales qui mesure en totale environ 800 m. La topo de plusieurs jonctions KWL - Longs Couteaux a également été effectuée. Un groupe de la SSS Lenzburg travaille aussi dans la zone KWL. Ainsi on a pu rallonger cette zone de 4'566 m à 6'260 m. Et le travail continue!

## Retopo et recherche des erreurs

En générale la recherche des erreurs devient plus difficile avec la complexité d'un système. Le Bärenschant est déjà très complexe et c'est pour cela que les fonctions d'analyse de Toporobot étaient utilisées pour encercler les erreurs présumées. Pour faciliter cette „chasse“ M. Heller a modifié son logiciel de façon que la **visualisation** du fichier „compensation“ devenait possible. Cela permet, même sans connaître une grotte en détail, de localiser facilement des erreurs potentielles dans un système:

### Standard values of tolerances are:

MinError=200	→ generates “!”	→ orange
MidError=400	→ bad	→ red
MaxError=2000	→ very bad	→ black
No loop	→ No Compensation	→ grey

*tableau 1: Valeurs de tolérance de Toporobot*

Basé sur le fichier „compensation“ Toporobot peut assigner aux sections des galeries des couleurs qui varient en fonction

de l'erreur de bouclage estimée. Comme auparavant en calculant l'analyse (cf tableau 2) un fichier XXX@.Comp est généré automatiquement. Maintenant les fichiers XXX@.Color et XXX@.Palette sont générés en supplémentaire. A l'aide de ces deux fichiers les galeries peuvent être visualisées en couleur soit dans la vue „Plan“ de Toporobot, soit avec le logiciel Geo3D. Les couleurs peuvent être choisis selon les besoins individuels. Ainsi une exploration virtuelle d'un système est beaucoup plus confortable!

en noir ne sont pas précises et peuvent contenir des erreurs dans l'ordre de 10 m. Cet effet peut être observé à l'aide d'un petit modèle qui consiste en une grande boucle idéale dans laquelle est introduit une jonction incorrecte (cf tableau 3). Les erreurs introduites sont de 0m, 1m, 2m, 5m et 10m, une après l'autre. On a effectué les analyses. Les résultats sont présentés dans l'annexe 1.

Comme les galeries principales dans la zone Jessica se bougeaient encore trop à l'adjonction des nombreux jonctions

#### Proceeding of analysis:

1. Actualiser les données
2. Vérifier tout les jonctions (!)
3. Démarrer l'analyse par le menu FICHER -> LISTES -> ANALYSE (accrocher en minimum la compensation)

➔ Toporobot<sup>(\*)</sup> démarre le calcul qui prends beaucoup de temps  
(dépende fortement du processeur / un Power Mac est recommandé au minimum)

4. Appliquer les couleurs obtenues par le menu EDITION -> ATTRIBUER -> COULEUR  
Charger le fichier xxx@.Palette et après le fichier xxx@.Color.
5. Démarrer une compensation normale par EDITION -> VERIFIER -> COMPENSATION.
6. Voir les résultats dans le menu ECRAN -> PLAN
7. Voir les résultats avec Geo3D (si installé) par ECRAN -> GEO3D
8. Interprétation des résultats

\* (☞ Ce procédé fonctionne dès la version 8.6.2)

**tableau 2: Procédé d'analyse avec Toporobot**

Qu'est-ce que c'est une **erreur tolérable ou non tolérable**? Sur l'exemple du Bärenschacht une définition plutôt pragmatique était trouvé sur cette question: „La qualité de la topo n'est pas suffisamment bonne tant qu'une section de galerie bouge plus qu'environ 1 cm sur le plan en jonctionnant une nouvelle boucle ( ce qui fait déjà 5 m sur une échelle 1:500!).“

A part de la somme des erreurs aléatoires et systématiques Toporobot tient compte de **deux facteurs** pour l'interprétation d'une boucle: premièrement la **longueur d'une section**, deuxièmement les **valeurs de tolérance** (cf tableau 1) déterminées individuellement. Au menu „Préférences / Compensation“ les marges „MinError“ (limite inférieure), „MidError“ (=mauvais) et „MaxError“ (=très mauvais) peuvent être modifiées. Par exemple MidError=400 signifie que si le bout du segment est débranché celui-ci se bougeait d'une distance de l'ordre de quatre fois l'erreur estimée.

Mais attention à l'**interprétation de la présentation colorée**: il se peut qu'une boucle très précise (avec un code sévère approprié; notre standard:  $\pm 0.02$  cm sur la longueur et  $\pm 1^\circ$  pour la direction et la pente) est représentée faux parce qu'elle est jonctionnée avec des grandes boucles qui ont un code relativement large. C'est pour cette raison que les codes sont toujours standardisés pour les analyses, ce qui veut dire que le même code sévère est attribué à toutes les galeries.

Pour l'interprétation il faut de nouveau tenir compte de l'importance de la **longueur d'une boucle**: Une erreur de 2 à 3 m sur une boucle de 80 m n'est pas du tout la même chose que la même erreur sur une boucle de 800 m. En même temps cela veut dire que des **grandes** boucles colorées en rouge ou

récemment topographiées, on a fait quelques retopos dans la zone elle-même. Par exemple "Jessey Crackers Gallery", "Boulevard Pot-en-Poche", "Joyaux du Nord" et "Erjebel Street" – c'est loin de devoir retopographier tout!

En plus on doit partir de ce que la série des puits et le KWL en-dessous contiennent quelques erreurs par ce que ceux-ci ont été topographiés en 1982 sous conditions extrêmement difficiles (expéditions de très longue durée sans bivouac, situation d'eau difficile). Et une reconstruction du matériel et les défauts visuels des topographes de l'époque n'est probablement pas possible. A l'époque tout avait indiqué qu'il devait y avoir des erreurs dans la série des puits et le KWL. C'est pour cela que la plupart a été contrôlée. Ainsi quelques écarts dans l'ordre de 6 à 8<sup>m</sup> ont été trouvés (changement de déclinaison inclus) et un écart systématique significatif de moins de 2<sup>m</sup> ne peut pas être exclu. La qualité de la topographie dans la zone Jessica est heureusement nettement meilleure. On n'a trouvé qu'un petit nombre d'erreurs accidentels, qui ne sont pas évitable lors d'une topographie.

Résultat: La retopo a pu stabiliser dans une certaine mesure toute la région autour la zone Jessica (pour un exemple, voir annexe 2); on peut donc se mettre à faire le plan propre de cette zone.

A la suite des erreurs potentielles doivent être cherchées dans les parties du KWL s'étendant vers les "Longs Couteaux", dans les "Longs Couteaux" eux-mêmes et dans la série des puits du "Petit Poucet". Le but de minimiser la somme des travaux autant que possible a été atteint surtout grâce à M. Heller.

## Remerciements

Pour conclure nous remercions beaucoup à tous ceux qui ont rendu possible les recherches dans le Bärenschacht et qui le font toujours: Ce sont nos collègues de la SSS-Berne qui soutiennent continuellement toutes les installations à partir de

l'entrée jusqu'au bivouac 1 - l'éraillage des cordes est énorme et en conséquence leur soutien! Et à ne pas oublier nos collègues belges qui sont des collaborateurs fantastiques et des vrais amis pour nous! Sans leur confiance on n'aurait jamais atteint tous ces résultats qui contentent tout le monde.

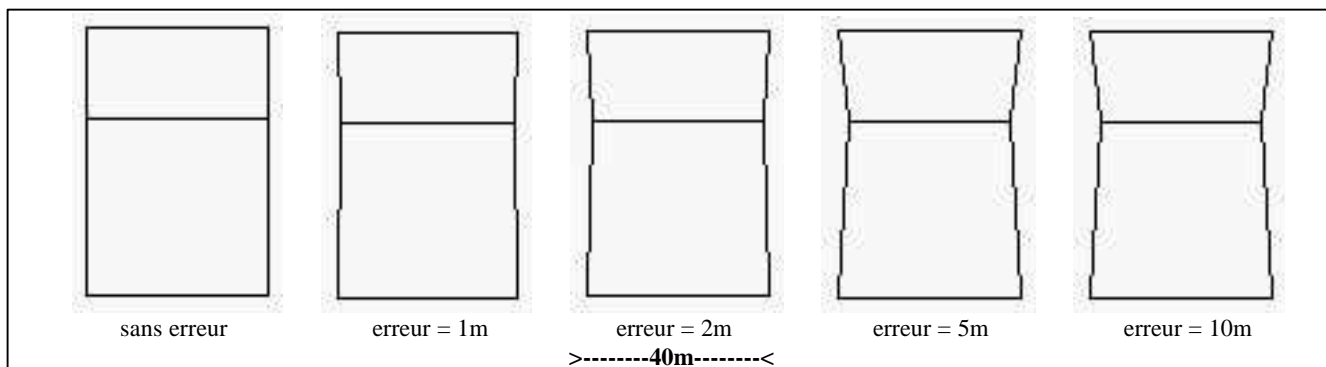


tableau 3: Effet de la compensation dans Toporobot

Testloch_sans erreur																											
s	from	to	n	d/e	d	dx	dy	dz	actual / estimated			actual			actual / stations			estimated			Block						
1	1	0	1	1	1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.03	0.63	1		
1	1	5	1	0	3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.45	0.77	1
2	1	1	1	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.44	0.44	1
1	1	1	1	5	4	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.45	0.63	1
Testloch_avec 2m																											
s	from	to	n	d/e	d	dx	dy	dz	actual / estimated			actual			actual / stations			estimated			Block						
1	1	0	1	1	1	2.2	1.98	1.98	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.63	0.03	0.63	1				
1	1	5	1	0	3	1.8	1.98	1.98	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.63	0.45	0.77	1				
2	1	1	1	5	2	3.3	2.00	2.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.42	0.42	1				
1	1	1	1	5	4	2.2	2.00	-2.00	0.00	0.00	4.47!	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.45	0.45	0.63	1				
Testloch_avec 10m																											
s	from	to	n	d/e	d	dx	dy	dz	actual / estimated			actual			actual / stations			estimated			Block						
1	1	0	1	1	1	5.6	4.95	4.95	0.00	0.00	3.96!	0.00	0.00	2.49	0.00	0.00	2.49	0.00	0.00	0.63	0.03	0.63	1				
1	1	5	1	0	3	4.5	4.95	4.95	0.00	0.00	3.97!	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	0.63	0.45	0.77	1				
2	1	1	1	5	2	9.0	5.00	5.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.39	0.39	1				
1	1	1	1	5	4	5.6	4.99	-4.99	0.00	0.00	11.17!	0.00	0.00	-4.99	0.00	0.00	2.49	0.00	0.00	0.45	0.45	0.63	1				

Annexe 0: Application d'une erreur artificielle

Etat Galerie 4 - avril 1998																							
s	from	To	n	d/e	d	dx	dy	dz	actual / estimated			actual			actual / stations			estimated			Block		
4	4	29	4	48	19	9.3	7.54	5.54	-3.3	3.9	3.55!	1.46	1.1	1.72	-0.8	0.43	0.4	0.17	0.1	0.48	0.51	0.4	0.31
4	4	48	4	58	10	4	1.75	-0.9	-1.1	0.95	1.73	1.15	0.89	-0.3	-0.3	0.27	0.1	0.09	0.08	0.19	0.26	0.3	31
4	4	58	4	59	1	1.9	0.66	-0.2	0.11	0.63	0.25	0.1	0.53	-0	0.02	0.13	0.04	0.02	0.13	0.15	0.2	0.24	31
4	4	59	4	71	12	8.9	7.64	6.9	-1.5	2.93	8.48!	1.24	2.05!	3.15	-0.6	1.23	0.91	0.18	0.36	0.37	0.5	0.6	31
4	4	71	4	72	1	20.8	6.73	5.97	-2.4	1.98	2.70!	1.18	0.74	0.27	-0.2	0.17	0.27	0.24	0.17	0.1	0.21	0.23	31
4	4	72	4	74	2	12.9	10.8	7.09	-7.2	3.99	4.37!	5.92!	2.31!	0.98	-3.3	1.36	0.7	2.31	0.96	0.23	0.55	0.59	31
4	4	74	4	83	9	15.9	25.1	14.2	-16	12.7	6.23!	3.68!	2.76!	4.31	-3.3	3.08	1.44	1.08	1.03	0.69	0.88	1.11	31
4	4	83	4	88	5	19.7	25.1	14.2	-16	12.7	4.66!	3.09!	2.22!	2.4	-2.3	1.99	1.08	1.03	0.89	0.52	0.74	0.9	31
4	4	88	4	93	5	28.1	25	14.2	-16	12.7	2.45!	2.36!	1.55	0.67	-1.4	0.97	0.3	0.6	0.44	0.27	0.57	0.63	31
5	4	58	4	72	11	4.1	5.33	-3.2	-4.2	0.85	4.14!	3.85!	0.67	-2.3	-3	0.61	0.69	0.89	0.18	0.55	0.77	0.91	31
Etat Galerie 4 - janvier 2000*																							
s	from	to	n	d/e	d	dx	dy	dz	actual / estimated			actual			actual / stations			estimated			Block		
4	4	30	4	35	5	22.9	6.23	-1.24	-4.71	-3.89	0.4	1.01	0.69	-0.06	-0.15	-0.12	0.03	0.07	0.05	0.15	0.14	0.18	31
4	4	35	4	50	15	4.1	3.11	-1.02	0.75	-2.84	1.32	0.74	2.35!	-0.67	0.31	-0.87	0.17	0.08	0.22	0.51	0.42	0.37	31
4	4	50	4	61	11	2.2	0.87	-0.03	-0.68	0.54	0.07	0.69	0.51	-0.01	-0.16	0.14	0	0.05	0.04	0.17	0.24	0.27	31
4	4	61	4	62	1	3.9	1.31	-0.46	-1.15	0.43	0.77	1.12	0.39	-0.11	-0.23	0.09	0.11	0.23	0.09	0.14	0.2	0.23	31
4	4	62	4	74	12	7.7	6.65	-3.56	-5.31	1.83	4.81!	4.53!	1.37	-1.91	-2.16	0.82	0.55	0.62	0.24	0.4	0.48	0.6	31
4	4	74	4	75	1	9.6	3.07	-1.4	-2.3	1.48	0.74	1.1	0.55	-0.09	-0.22	0.12	0.09	0.22	0.12	0.12	0.2	0.23	31
4	4	75	4	77	2	4	3.34	-0.37	-1.96	2.68	0.26	1.64	1.56	-0.06	-0.88	0.92	0.05	0.63	0.65	0.25	0.54	0.59	31
4	4	77	4	86	9	4.5	7.36	1.43	-5.04	5.16	0.64	1.25	1.19	0.45	-1.15	1.37	0.15	0.38	0.46	0.71	0.92	1.15	31
4	4	86	4	91	5	5.7	7.35	1.43	-5.06	5.14	0.49	1.01	0.95	0.26	-0.76	0.86	0.11	0.34	0.38	0.52	0.75	0.91	31
4	4	91	4	96	5	8.4	7.35	1.42	-5.04	5.16	0.26	0.75	0.65	0.07	-0.42	0.4	0.03	0.19	0.18	0.27	0.56	0.62	31
5	4	61	4	75	11	2.3	3.06	2.16	2.14	0.29	2.85!	2.02!	0.23	1.55	1.57	0.21	0.47	0.06	0.54	0.78	0.91	31	

\*(la structure de la topo a changé car on à pas trouvé tout les anciens points topo.)

Annexe 0: Effet de la retopographie dans la galerie 4