

Auriga en trois temps*

Par Luc LE BLANC

La petite histoire

En mars 2002, à l'aube de notre départ pour Mexpé, notre expédition quasi annuelle dans la Sierra Negra mexicaine, je réalisai que le traitement numérique des données topographiques (conversion en coordonnées XYZ des longueurs, azimuts et pentes relevés dans la grotte) se ferait encore une fois avec le programme en basic de notre calculette Sharp. Hélas, ce programme a vécu : son interface en mode texte reste bien primitive et la correction en cas d'erreur y est laborieuse. Certes, il existe déjà une douzaine de logiciels de topographie souterraine tournant sous Windows et Mac OS, mais le camp de Mexpé étant installé à Hoya Grande, à une heure et demie de marche du village de Tepepa, où l'électricité ne se rendait pas encore, la recharge des piles d'un ordinateur portable (autonomie de 2-3 heures) posait problème.

Possédant un ordinateur de poche Palm (autrefois appelé "Palm Pilot"), je me demandai alors s'il n'existait pas déjà un logiciel de topographie souterraine pour cette "plate-forme" matérielle. Après tout, on trouve près de 20 000 programmes, souvent gratuits ou peu chers, pour le Palm. Nous avions déjà réalisé une feuille de calcul Excel de conversion de données topographiques et l'avions installée dans un tableau de chiffres tournant sur Palm ; une exportation subséquente de ladite feuille de calcul vers un logiciel sur PC

nous permettait ensuite de visualiser ces données. Cherchant quelque chose de plus adapté encore, je lançai une requête dans le Cavers' Digest, une liste américaine de discussion spéléologique.

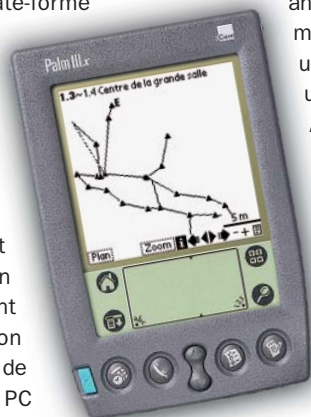
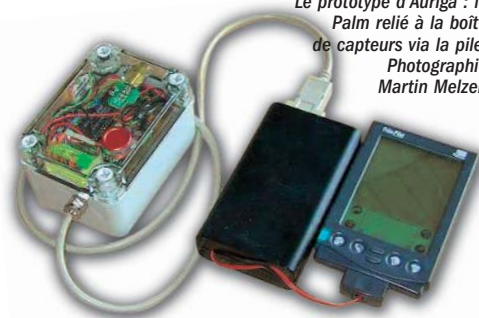
Quelques jours avant le grand départ, je recevais une réponse de Martin Melzer, un spéléologue allemand reconverti à l'escalade et vivant désormais en Suisse ; un ami lui avait réacheminé mon message. Quatre ans plus tôt, estimant les méthodes courantes de topographie souterraine par trop manuelles, Martin s'était lancé dans un ambitieux projet d'automatisation : concevoir et fabriquer un dispositif électronique d'acquisition des données topographiques. D'un volume de 800 cm³ (plus petit qu'une boîte Topofil), son appareil jumelait dans un boîtier en plastique un compas et un clinomètre électroniques. La saisie des données se faisait simplement en visant la station topographique et en appuyant sur le seul bouton externe de l'appareil ; les données angulaires étaient transmises par câble à un Palm où tournait un logiciel maison : Auriga, tout simplement nommé d'après la constellation du Chariot.

Après un court échange de correspondance, je partis à Mexpé avec Auriga et les données de deux

grottes de démonstration dans mon Palm ; je fus immédiatement conquis. Un soir, au retour de la topographie de Las Ratas, une grotte découverte la veille avec La Rouille, je transcrivis dans Auriga les données du carnet de lever topographique. Je pus immédiatement voir l'aspect de la grotte que nous allions tracer sur papier millimétré le lendemain.

En effet, destiné à mettre au point le prototype de boîte de capteurs, Auriga permettait aussi la saisie manuelle des données et l'affichage du plan de la grotte. Concepteur de logiciels de métier et souhaitant collaborer à ce projet inachevé, je dressai la longue liste des améliorations souhaitables et je proposai mon aide pour les implanter.

Le prototype d'Auriga : le Palm relié à la boîte de capteurs via la pile. Photographie Martin Melzer.



* Adapté d'un article paru en décembre 2003 dans le magazine Sous Terre de la Société québécoise de spéléologie.



Photographie Annick Normandin.

Auriga aujourd'hui

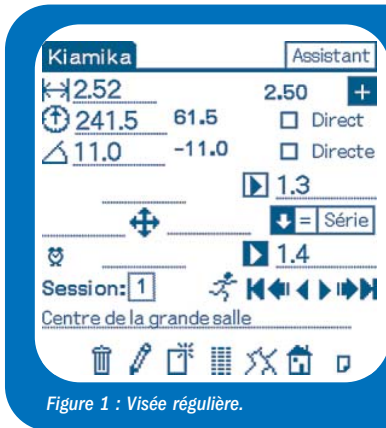


Figure 1 : Visée régulière.

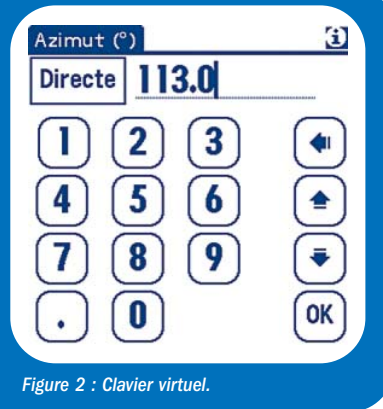


Figure 2 : Clavier virtuel.

- lier une note à chaque visée ;
- naviguer parmi les visées à l'aide des boutons matériels du Palm ;
- être averti de certaines erreurs de saisie (ex : 365°) ;
- pouvoir utiliser commodément un clavier pliant (ex : saisie additionnelle de notes une fois de retour au camp).

Les dispositifs électroniques de saisie des données n'étant encore qu'à l'état de prototypes, je décidai plutôt de me concentrer sur la saisie manuelle obtenue avec des instruments traditionnels (ruban décimétrique, Topofil, compas et clinomètre). Cependant, l'exploration simultanée d'un réseau par plusieurs équipes utilisant des instruments différents (ex : décimètre dans les petites galeries et Topofil dans le collecteur) posait de nouveaux défis. Auriga devait pouvoir s'accommoder de cette variété d'instruments et fusionner toutes les données recueillies en un ensemble cohérent.

Dès le début, j'ai pressenti la difficulté de convaincre les spéléologues de passer d'une technologie simple et éprouvée comme un carnet en papier, à un Palm, plus fragile et potentiellement bogué, ce dernier aspect étant hélas trop bien illustré par nos ordinateurs et leurs applications souvent instables. Cependant, mon penchant personnel pour des logiciels conviviaux, fût-ce au prix d'une tâche de programmation accrue, m'a convaincu qu'Auriga saurait être presque aussi flexible qu'un bon vieux carnet topographique, malgré l'inévitable formalisme lié à l'automatisation de la saisie d'information. En contrepartie, j'avais la certitude que cette légère perte de flexibilité pourrait être amplement compensée par des fonctions nouvelles très intéressantes.

Toutes mes séances ultérieures de topographie avec Christian Chénier aux grottes du Lac-du-Cerf ont donc été l'occasion de réfléchir longuement à cette flexibilité et à ces fonctions nouvelles. Ainsi prit progressivement forme la définition fonctionnelle du logiciel.

Au terme de ces réflexions, l'interface d'Auriga (figure 1) permet de :

- saisir rapidement les données topographiques numériques (longueur, azimuth, pente et dimensions de la galerie à la station) grâce à un assistant intelligent et un clavier virtuel spécialisé permettant de saisir les données avec le doigt, sans le stylet (figure 2) ;
- afficher et/ou saisir l'azimut et la pente inverses, pour fin d'auto-validation ou pour une précision accrue des calculs ;
- effectuer, à sa guise, pour chaque visée, une mesure directe ou inverse ;

Afin de permettre la cohabitation, au sein d'une même base de données de grotte, de mesures réalisées avec des instruments différents, possédant potentiellement une calibration différente (ex : tel clinomètre a un décalage de 1° vers le bas, tel compas tire 2° vers l'est), le concept de session a été implanté (figures 3 à 5 : les volets du dialogue de configuration des sessions). Désormais, chaque visée est associée à une **session**, correspondant à une séance de topographie, et comportant un jeu d'instruments, un ensemble d'unités de mesure (ex : longueurs en mètres ou en pieds, azimuts en degrés et pentes en pourcentage), une calibration et des choix par défaut (ex : mesures directes). De cette façon, il suffit d'indiquer les paramètres d'une session, pour ensuite saisir telles quelles les mesures lues des instruments, sans devoir se soucier de les corriger pour tenir compte, par exemple, de la déclinaison magnétique ou d'un décimètre dont les dix derniers centimètres sont coupés. Les données sauvegardées dans la base de données d'Auriga et restituées à l'écran sont fidèles à la mesure lue : ce n'est qu'au moment des calculs que la calibration des instruments est utilisée pour la conversion en coordonnées cartésiennes des données saisies, sans altération des données sauvegardées. Si le topographe



Figure 3 : Session, onglet Calibration 1.



Figure 4 : Session, onglet Calibration 2.



Figure 5 : Session, onglet Visées.

s'aperçoit plus tard, par exemple, que l'erreur de son compas n'était pas de 2° mais bien de 3°, ou qu'il a confondu l'échelle en % du clinomètre avec celle des degrés, il lui suffit de corriger la session elle-même, pour que tous les calculs soient corrigés, sans impact sur les données sauvegardées.

Un autre concept présent dans Auriga, celui-là inspiré de Toporobot (un logiciel suisse tournant sous Mac OS), est celui des **Séries**. Les séries sont constituées d'une suite de visées topographiques sur lesquelles on souhaite pouvoir agir globalement ; elles correspondent habituellement à une galerie. Une série doit comporter un début, c'est-à-dire une visée virtuelle de longueur nulle (ex : 2.0 = 1.5), et un ensemble de visées comportant une même racine de numérotation (ex : 2.1-2.2, 2.2-2.3, etc.). Auriga permet de naviguer d'une série à l'autre (donc d'une galerie à l'autre) dans la base de données, de les masquer sélectivement dans la carte (ex : pour alléger le dessin), de les exclure du calcul du développement total (cas des visées de surface menant à la grotte), d'en choisir le sens de projection dans la vue en coupe projetée, ou de fixer la localisation géographique d'un début de série.

Outre ces ajouts majeurs, Auriga offre également une multitude d'options permettant à l'utilisateur d'en ajuster le comportement à ses préférences personnelles.

Au-delà du carnet topographique classique, Auriga implante :

- une fonction de recherche des visées par numéro de station ou par mot-clé dans les notes ;
- l'affectation possible d'altitudes, de positions en latitude et longitude, UTM ou XYZ à des stations déterminées pour utilisation dans les calculs ;
- la transmission des données via le lien infrarouge de l'appareil vers un autre Palm, pour disposer d'une sauvegarde des données (l'équivalent d'une photocopie du carnet papier) ou mettre en commun les relevés topographiques de plusieurs équipes (une opération d'une dizaine de secondes pour quelques centaines de visées) ;
- l'affichage du cheminement topographique de la grotte en plan, coupes ouest-est, sud-nord, développée ou projetée, avec zoom ou

déplacement et localisation des stations en XYZ ou en coordonnées géographiques, avec possibilité d'impression (figure 6) ;

- la présentation de statistiques sur la grotte (développement, dénivelé, longueur topographiée, etc.) ;
- des outils graphiques permettant de tirer des informations pratiques de la topographie affichée à l'écran (ex. angle d'une diaclase, distance entre deux galeries, hauteur d'un puits, etc.) ;
- la détection des erreurs de bouclage et des visées orphelines.

L'interface pour l'utilisateur, initialement réalisée en anglais, a été traduite en français et les deux versions évoluent désormais simultanément. Un manuel d'utilisation et de l'aide contextuelle dans les deux langues accompagne maintenant le logiciel offert gratuitement.

Auriga a désormais trois utilisations possibles :

- 1** Saisie directement dans le Palm des données numériques recueillies sous terre (sans risque d'erreur de transcription ultérieure vers un autre logiciel, le carnet classique, en papier, ne servant alors qu'à dessiner les galeries), puis conversion des données topographiques et affichage de la topographie.
- 2** En surface, transfert vers le Palm des données topographiques saisies dans un carnet classique pour conversion des coordonnées et affichage de la topographie.
- 3** Conservation de données topographiques pour les emporter sous terre à des fins de vérification ou d'orientation.

Outre la saisie rapide des données topographiques, l'intérêt principal d'emporter Auriga sous terre est d'orienter le travail du topographe : en pouvant immédiatement visualiser où il se dirige, il lui est possible de choisir les galeries à privilégier en fonction de leurs possibilités de jonction ou de poursuite vers des lieux plus favorables. En outre, disposant immédiatement du résultat des calculs, le topographe est désormais à même de détecter et de corriger les relevés en erreur avant de ressortir à la surface.

Mais apporter un Palm sous terre ? C'est possible, avec un peu de précau-

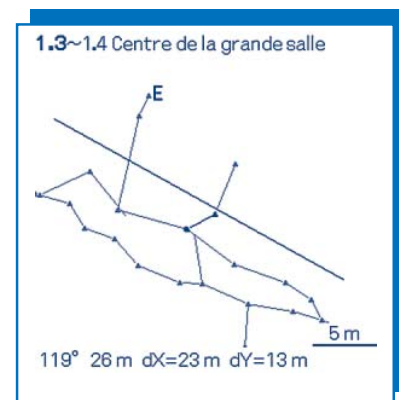


Figure 6 : Choix de l'angle de projection à partir de la topographie en plan.

tions, sachant qu'un Palm reste malgré tout un instrument fragile (comme nos compas et clinomètres). À cet effet, on trouve sur le marché une boîte de protection munie d'un couvercle fait d'une membrane à travers laquelle on peut écrire. Conçue dans le but spécifique d'abriter un Palm dans un environnement hostile, cette boîte permet d'emporter Auriga sous terre.

En avril 2003, Auriga était de retour à Mexpé. Ne voulant pas mettre en péril le travail de nos longues séances de topographie avec un logiciel pas encore au point, je n'ai pas osé inciter mes collègues à l'utiliser sous terre. Auriga a cependant permis d'économiser la pile de l'ordinateur portable (rechargée avec un panneau solaire) : les données inscrites dans les carnets en papier étaient saisies dans Auriga avant d'être transmises en bloc vers un logiciel spécialisé (Visual Topo) tournant dans l'ordinateur portable, grâce au conduit réalisé par Christian Chénier. Un conduit est une application spécialisée permettant la synchronisation bidirectionnelle entre une application Palm et son équivalent sous Windows ou Mac OS. À Mexpé, ce conduit n'était encore qu'unidirectionnel (Palm vers PC), mais une version bidirectionnelle est en cours de développement.

La richesse des données d'Auriga (sens des visées, mesures inverses, calibration, etc.) trouvant rarement son pendant dans les logiciels topographiques usuels, Christian devra installer, dans l'ordinateur exécutant le conduit, une base de données qui sera le miroir de celle d'Auriga dans le Palm et qui permettra d'exécuter une synchronisation en deux phases. Ainsi, dans le cas où le logiciel cible ne pourrait reconnaître certaines données d'Auriga (ex : les sessions), le conduit adaptera les données d'Auriga au logiciel cible (ex : intégration de la

calibration aux mesures) avant de les lui transmettre. Si les données sont ensuite modifiées dans le logiciel topographique tournant dans l'ordinateur (ex : correction d'une mesure), elles devront par la suite être resynchronisées avec celles d'Auriga (dans le Palm), afin de les maintenir à jour si la topographie doit se poursuivre. Dans ce cas, les informations abandonnées par le conduit lors du passage des données au logiciel cible seront reprises dans la base de données miroir au moment du retour vers le Palm. Le processus semble complexe, mais Christian assure qu'une fois un premier conduit bidirectionnel réalisé, ceux des autres logiciels cibles suivront facilement.

Au camp de Mexpé 2003, le recours à un logiciel topographique tournant dans l'ordinateur portable demeurerait encore nécessaire pour pouvoir connaître les coordonnées calculées et les reporter sur papier ; Auriga affiche maintenant sous forme de listes les coordonnées calculées des stations et les liens entre elles.

Ce premier essai de terrain fut malgré tout un succès et un encouragement à poursuivre le projet. La possibilité de consulter les données des grottes explorées dans l'un ou l'autre des trois Palm présents sur place (contre un seul ordinateur) a plus d'une fois rendu service, en ménageant les piles du portable, que nous rechargeons en sept heures de soleil. Les bogues et lacunes constatés à Mexpé ont été corrigés et des ajustements ergonomiques ont été apportés pour notamment supporter automatiquement l'alternance des visées, selon la méthode dite "basque" (en raison de nos invités), aussi appelée "leapfrog", par exemple : 1.2->1.1, 1.2->1.3, 1.4->1.3, 1.4->1.5, 1.6->1.5.

Un second test, cette fois "sous" le terrain, a permis de topographier une des petites grottes du réservoir Kiamika lors du rassemblement annuel 2003. Quelques bogues furent constatés (corrigés depuis), mais l'expérience fut riche d'enseignement, permettant encore d'améliorer l'ergonomie, notamment par l'ajout de la possibilité de saisir des mesures incomplètes, à terminer plus tard (ex : mesure qui doit être prise allongé dans l'eau, qu'on réserve pour juste avant de sortir).

Une première version beta publique a été émise le 1^{er} décembre 2003 ; elle permet de recueillir commentaires et avis de problèmes. En parallèle, se poursuit le développement de nouvelles fonctions (fermeture des boucles, support de la notion de réseaux de grottes, avec affichage géo-référencé des grottes d'un même réseau, et implantation de quelques options mineures). De son côté, Christian Chénier travaille à développer des conduits adaptés aux logiciels topographiques les plus courants (Visual Topo, On Station, Survex, Compass, Toporobot, etc.), de façon à permettre à Auriga d'échanger ses données. ●

Le futur d'Auriga

Quelque 1 000 heures de lecture, de conception et de programmation plus tard, le code source initial a été entièrement transformé et a triplé en longueur. Auriga assurera bientôt toutes les fonctions nouvelles que j'avais imaginées lors de mon premier contact durant Mexpé 2002. Combinant la fidélité et la souplesse d'un carnet topographique à la richesse d'un ordinateur portable, Auriga est maintenant un outil assistant la saisie manuelle des données obtenues par des moyens classiques, adapté à la topographie d'un réseau, par des équipes multiples pouvant combiner divers instruments pour la lever topographique d'une même grotte. Son utilisation permet de plus en plus de se passer d'un ordinateur sur le terrain, sous terre et au camp.

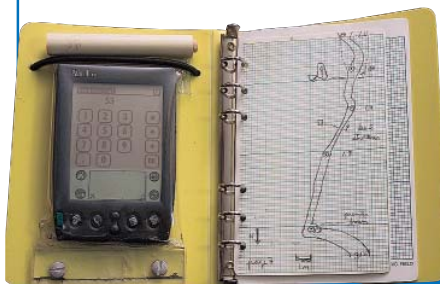
Outil de terrain, Auriga n'a cependant pas la prétention de se substituer aux logiciels topographiques tournant sur micro-ordinateur une fois de retour à des conditions confortables : la rotation des affichages 3D ou multicouches, les calculs poussés ou les synthèses topographiques sont au-delà de son domaine d'application.



L'auteur utilisant Auriga sous terre.
Photographie Daniel Caron.

La boucle sera peut-être bouclée dans un proche avenir : devant la disponibilité nouvelle d'équipements de mesure électroniques (même Martin Melzer songe à reprendre le développement de sa boîte de capteurs à l'origine d'Auriga), le lien sériel permettant à Auriga de communiquer avec ces dispositifs sera réintroduit dès qu'ils deviendront couramment disponibles.

Jusqu'où Auriga ira-t-il ? L'ultime fonction me semble la possibilité de dessiner les galeries de la grotte directement sur l'écran du Palm, ce qui permettrait de sortir de la grotte avec la topographie quasi terminée ! Les puristes crieront sans doute à l'hérésie, mais si on y pense, l'écran du Palm pourrait offrir à chaque visée tout son espace de dessin selon une échelle correspondant à la longueur de la visée dessinée, et donc à la perception visuelle qu'en a le topographe... De meilleures topographies en perspective ? ●



Carnet de saisie simultanée des données numériques et du croquis des parois grâce à un étui étanche de fabrication maison (bricolage Luc Le Blanc).
Photographie Alain Goupil.

Remerciements

Martin Melzer, dont le prototype a démontré la faisabilité d'un logiciel de topographie souterraine sur Palm, notamment en ce qui a trait à la puissance de calcul et à l'affichage graphique. Je n'aurais sans doute pas démarré ce projet sans cette impulsion initiale. Christian Chénier, ami, collègue spéléologue et informaticien, dont les conseils et les encouragements, dans les moments où je doutais de l'utilité de tout ce temps investi, m'ont convaincu de mener à terme ce projet.

Site Web : www.speleo.qc.ca/auriga