Traçage du scialet Zakapouet
(1ère partie)

Baudouin Lismonde, version du 2 novembre 2009

Un projet de traçage du nouveau scialet Zakapouet (sous les rochers du Playnet en Vercors) a réuni le Comité départemental de spéléologie de l'Ardèche, explorateur de la cavité (Judicael Arnaud) et le Comité départemental de spéléologie de l'Isère (Baudouin Lismonde).

Dans le même secteur et par le passé, la société Environnement Karst Services (Bruno Ducluzaux) a effectué deux traçages pour le compte de la SMARD. Ils concernaient la grotte du Gour Fumant et des Déramats.

Les participants au traçage et aux prélèvements ont été : Judicael Arnaud, Dominique Artru, Delphine Bon, Emmanuel Fouard, Pierre-Bernard Laussac, Baudouin Lismonde, Yann Lurand, Françoise Magnan, Cécile Pacaud, Domie Parein, Cyann Pitiot, Emmanuel Pitiot, Nicolas Renous, Lionel Revil, Michel Roche, Henri-Jacques Sentis, Daniel Vérilhac.

Remerciements à Jérôme Biju-Duval de la DDAF Isère pour le prêt d'un fluorimètre Turner 450 et à Didier Cailhol de la Commission scientifique de le FDS pour le prêt d'un fluorimètre GGUN-FL, et enfin Marie-Hélène Fabry de la Diren-Lyon pour les données de débit sur l'Adouin.

Dans cette première partie du rapport, nous présentons le gouffre, les sources et les conditions géologiques. Dans la deuxième partie du rapport nous présenterons les mesures et les enseignements que l'on peut en déduire.

1- Le point d'injection : situation et contexte géologique

Situation : le scialet Zakapouet se trouve près des crêtes des hauts plateaux du Vercors, sur la commune de Saint-Andéol en Isère.

Coordonnées UTM31E : 699,187 x4982,521x1855 m.
Coordonnées Lambert 3 : 851,550 x 3301,325 x 1855 m.

Il est situé sous les rochers du Playnet, 300 m au sud de la faille de Carrette et à 300 m de la ligne de crête. Il a été découvert en 2007 et il est en cours d'exploration par un interclub ardéchois.

La profondeur était en 2008 de -380 m, arrêt sur étroiture à agrandir. Un actif susceptible d'être coloré se perd à la profondeur -265 m. En 2009, les explorations se sont poursuivies, et la cote -600 a été atteinte dans une galerie passant des couches hauteriviennes et des calcaires Urgoniens. Arrêt en 2009 sur puits.

Étude géographique
C'est une région de lapiaz et de pins à crochet avec de maigres pelouses. Le sol en est réduit. Les transferts dans la zone profonde sont rapides. La pente est conditionnée par le pendage des couches.

Étude géologique

Le gouffre s'ouvre non loin de la bordure Est des assises barrémo-bédouliennes à rudistes (faciès Urgonien). Ces calcaires descendent globalement vers l'Ouest. Des failles strient le plateau et

fournissent des guides aux écoulements d'eau. En particulier la faille de Carrette est à considérer avec attention.

Côté Ouest, la faille de Carrette est un chevauchement Nord-Sud qui fait surmonter les couches à l'ouest par celles plus à l'est. Ce chevauchement s'incurve vers le Sud-Est et passe progressivement vers l'Est à une faille décrochante sénestre puis à une faille inverse. Le flanc Nord étant remonté, c'est un bon indice pour penser que l'eau ne passera pas la faille, même si elle la longe.

La topographie présentée ci-dessous n'est pas complète. Elle présente la zone des puits. La veille de l'injection du colorant, la chatière de -380 a été franchie et la suite des galeries dans l'Hauterivien a été trouvée avec l'actif.

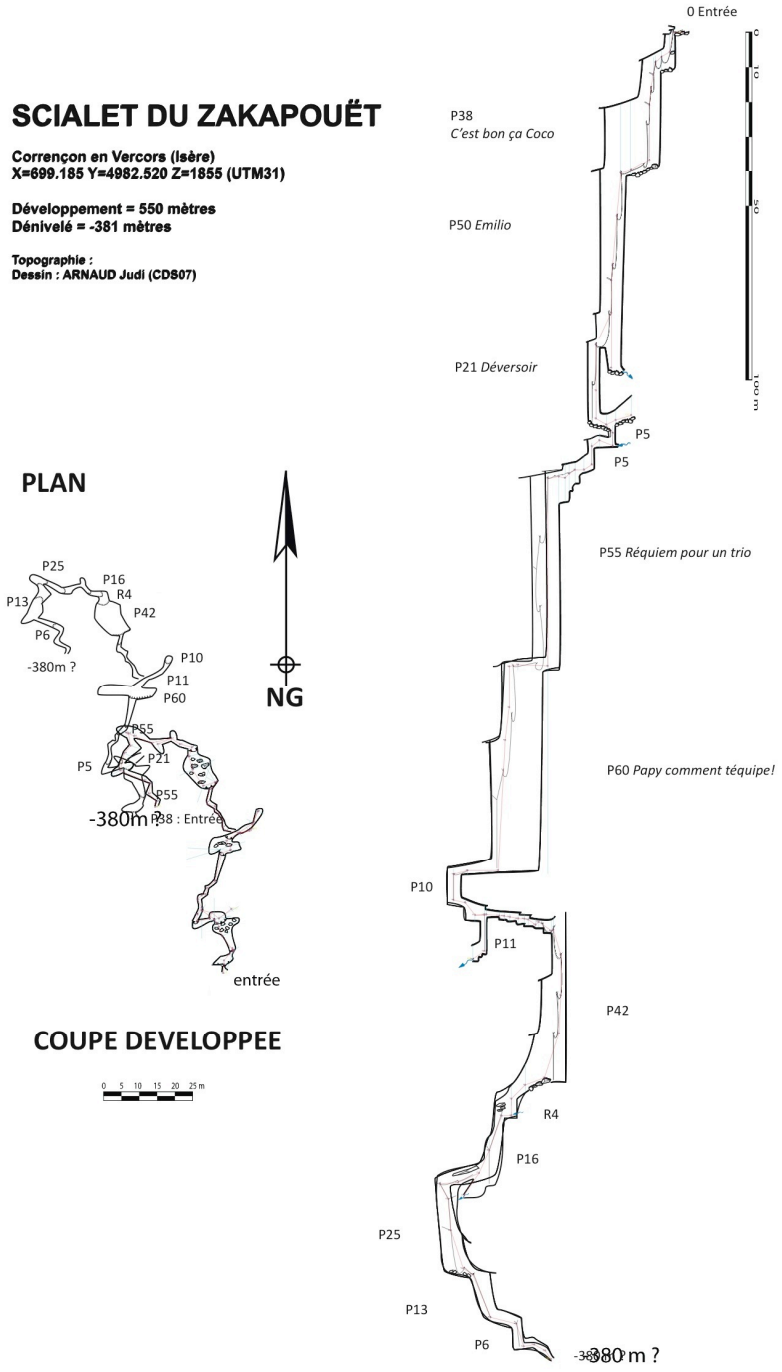

Fig. 1- Topographie de la cavité

Description (Judicael Arnaud, début septembre 2009) :

L'entrée s'ouvre dans un éboulis sur le flanc d'un important verrou glaciaire. Une première série de puits nous conduit à la cote -110 mètres. De là, un petit actif temporaire s'écoule dans un court et étroit méandre qui se jette dans une seconde série de puits axés sur une "faille" pour atteindre rapidement la cote -250 mètres. L'actif temporaire se perd ici dans un méandre impénétrable, mais la partie supérieure de celui-ci, bien qu'étroite permet de rejoindre un P42 fossile, suivi d'une série de puits (où nous retrouvons un actif temporaire) et permet de rejoindre le terminus de 2008 à la cote -380 mètres.

Au-delà, la morphologie de la cavité change, en raison de la proximité des marnes, et nous progressons maintenant dans une galerie ébouleuse pour rejoindre l'actif pérenne par une verticale de 10 mètres au contact des marnes hauteriviennes à la cote -410 mètres. Nous suivons donc l'actif qui s'écoule dans les blocs de marne, après un court méandre dans l'Urgonien (où nous recoupons un actif "malheureusement pénétrable" en rive droite), la galerie devient plus étroite. Un méandre étroit et humide d'une trentaine de mètres permet de rejoindre un méandre plus confortable (3 mètres de haut pour 80 cm de large) presque entièrement creusé dans l'Urgonien. Ce méandre long de 200 mètres est entrecoupé de nombreux ressauts et vasques (encore verte à la led lors des explorations) et permet de rejoindre à la cote -500 le sommet d'un P46 (marqué par l'arrivée de deux petits affluents). À sa base, nous retrouvons des bancs de marnes qui impliquent une zone horizontale et ébouleuse, mais rapidement nous retrouvons à la faveur d'une faille (clairement) un P52. La vaste base de puits est encombrée de nombreux blocs, mais dans un coin, un départ de puits estimé à 25 mètres se laisse envisager...

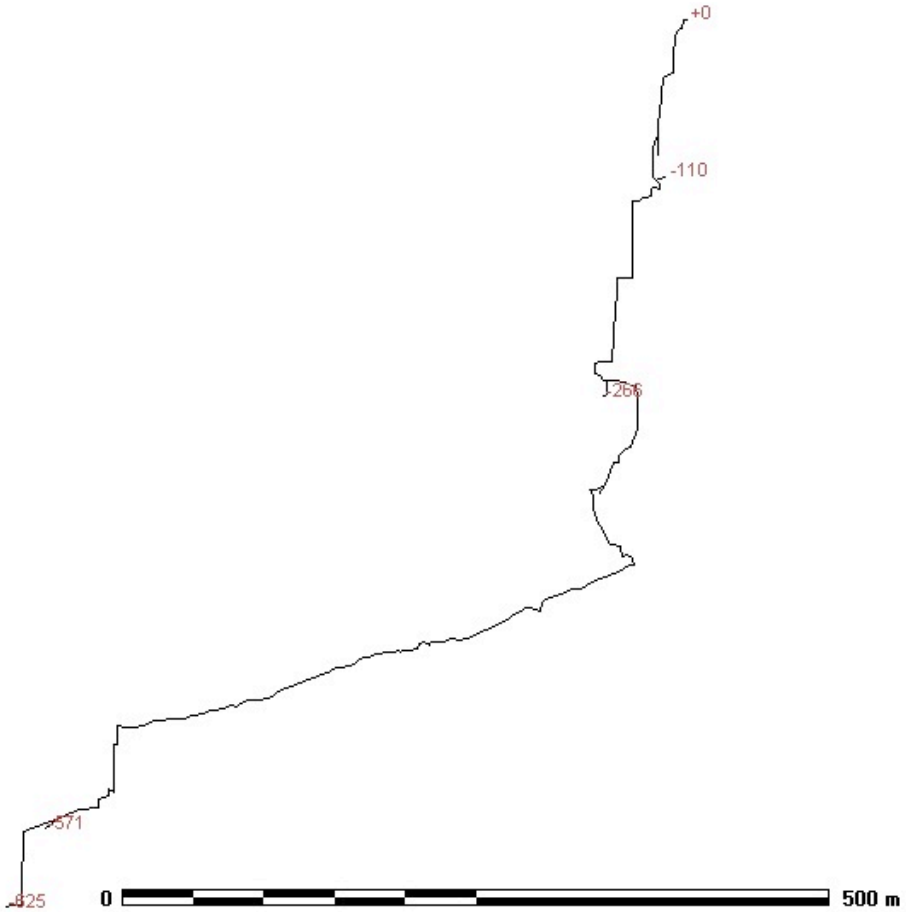

Fig. 2- Coupe développée (8 septembre 2009) du gouffre Zakapouet

Fig. 3- Le gouffre en plan (en rouge) sur le fond de carte

Observations des courants d'air : la cavité est soufflante jusqu'à la cote -110 mètres, le courant d'air provient d'un départ de puits impénétrable. Ensuite nous n'arrivons pas à déceler le courant d'air dans les puits suivants. La cavité devient aspirante clairement à partir du méandre au sommet du P42 fossile jusqu'au terminus, où le courant d'air s'engouffre entre les blocs au départ du puits estimé à 25 mètres.

Observations biologique : de nombreux papillons dans la zone d'entrée et une chauve-souris une fois observé à la cote -200 et une seconde fois dans le puits d'entrée (peut-être la même).

Fin de la description de Judicael Arnaud.

Le schéma structural géologique voisin du gouffre

Sur le schéma au-dessous, sont représentés les axes synclinaux (en pointillés) et les anticlinaux (en tiretés). Les deux axes synclinaux du plateau sont de direction Sud-Nord et donnent bien l'impression de déverser vers la faille de Carrette. Mais cette faille constitue un écran qui oblige l'eau à la suivre. Il peut donc exister, à son contact et dans les creux synclinaux, deux zones noyées de peu d'importance avec déversoirs à l'ouest. La faille joue ainsi le rôle de drain vers le Nord Ouest. Plus à l'Ouest, l'eau aborde le grand synclinal de la Vernaison.

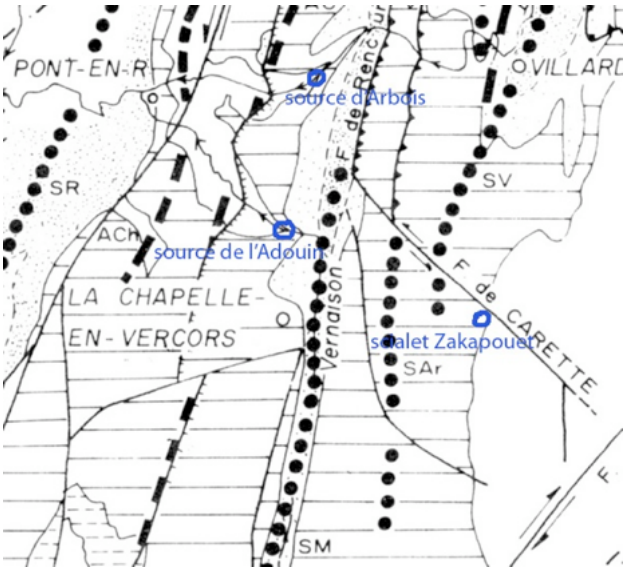

Fig. 4- Schéma structural du secteur, avec les axes synclinaux (ronds) et anticlinaux (en tiretés)

Le synclinal de la Vernaison est très creusé puisque le bas de l'Urgonien doit être à moins de 600 m d'altitude. Mais l'eau ne s'enfonce pas dans le cœur de l'Urgonien. Sans doute, peut-elle passer facilement dans le Sénonien qui se trouve de plain-pied, du fait de la plongée des couches vers l'Ouest. Cette question sera reprise plus loin.

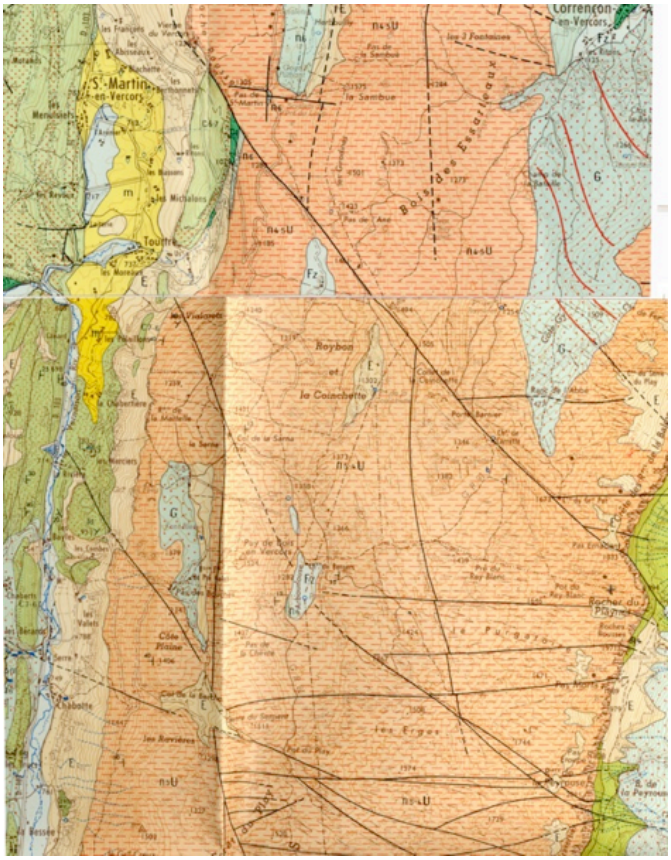

Fig. 5- Carte géologique (BRGM) du bassin versant de l'Adouin
Le scialet est marqué d'une croix +. La résurgence est à Tourtre

2- Les sources concernées

Il y en a plusieurs dans le secteur. Certaines sont à l'Ouest, d'autres sont à l'Est. La topographie montre que le réseau s'éloigne vers l'Ouest dans le pendage mettant les sources côté Est quasiment hors-concours.

Source de l'Adouin. Elle est située sur la commune de Saint-Martin-en-Vercors dans le hameau de Tourtre, Drôme. Les coordonnées Lambert sont 846,13 x 304,90 x 790 m. Elle est située à 5,14 km du trou Zakapouet. Son débit moyen est estimé à 500 l/s. Son débit d'étiage peut descendre à 20 l/s. Elle se trouve 1065 m plus bas que le gouffre.

Les griffons sont disposés dans un éboulis à gros blocs. Un barrage placé une vingtaine de mètres en aval permet à une société privée de turbiner une partie des eaux (usine à Tourtre). La faiblesse des mises en charge de l'éboulis au moment des crues laisse penser que l'eau sort d'une grotte située à une vingtaine de mètres derrière les éboulis. Un captage a été réalisé, il y a une dizaine d'années, à 40 m en amont de la source, et le forage est tombé sur des vides et de l'eau.

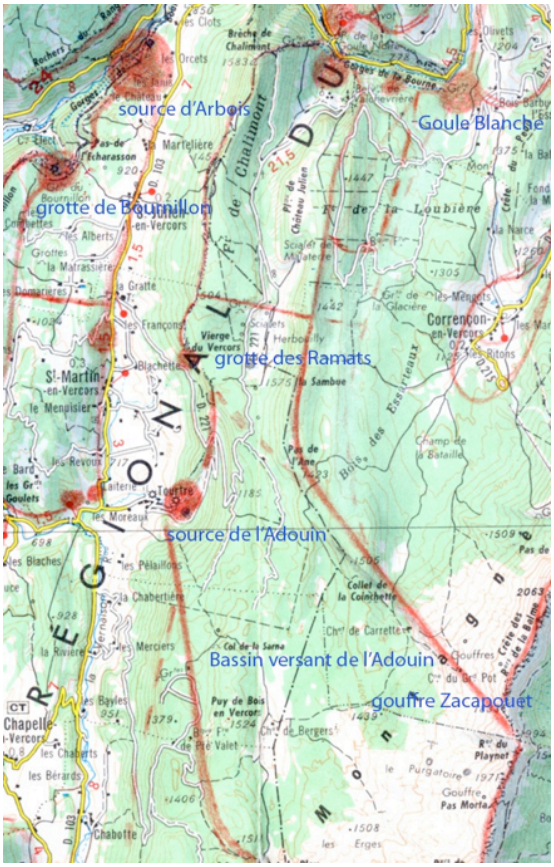

Fig. 6- Carte topographique des lieux. On a représenté (ronds rouges) les résurgences principales et en traits rouges les limites hypothétiques du bassin versant

Début septembre 2009, le conseil Général de la Drôme a fait installer par le bureau d'étude Hydrophy de Saint-Julien-en-Vercors un seuil calibré muni d'un capteur de pression afin de déterminer les débits d'étiage de la source. Indépendamment, la Diren (Lyon) entretient un limnigraphe qui fournit sur Internet, les débits du ruisseau à 2 km environ en aval au pont Nora (taper « débit adouin » sur google).

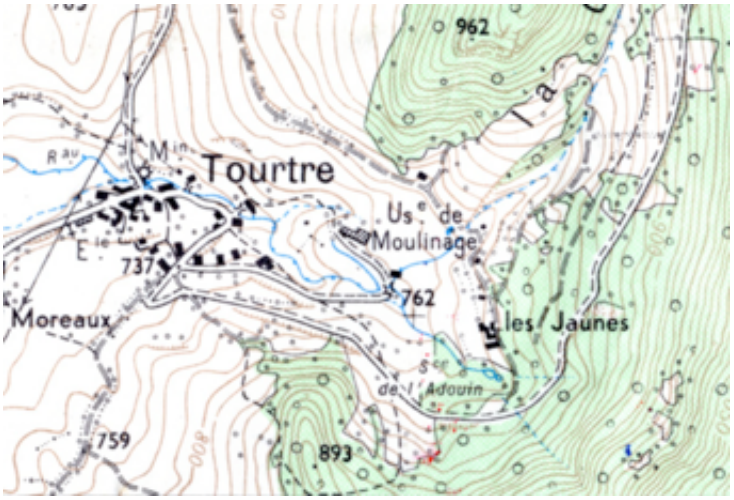

Fig. 7- La source de l'Adouin et son environnement

Les calcaires Urgoniens (n 4-5U en orange) laissent la place vers l'Ouest aux calcaires Sénoniens (C 6-7 en vert clair). Le cheminement de l'eau au voisinage de la source est difficile à prévoir.

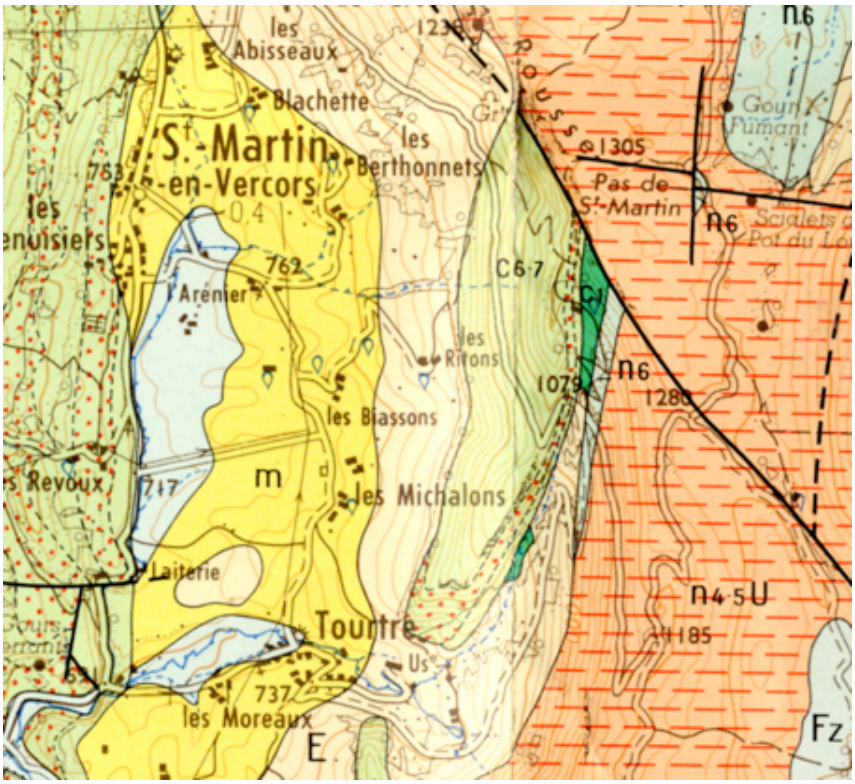

Fig. 8- Carte géologique de la source de l'Adouin
Avec la faille de Carette dont les relations avec la source seraient très intéressantes à comprendre

La question de la capture partielle de l'Adouin par Arbois

La source de l'Adouin présente la particularité d'avoir un débit d'étiage faible, ce qui pourrait indiquer qu'une partie de l'eau est soutirée au profit de la source d'Arbois. Ce n'est pas étonnant vu la proximité de la grande résurgence. Ce qui est plus étonnant c'est que la capture ne soit pas complète comme à la Luire qui occupe une situation similaire à l'Adouin, mais ne fonctionne plus qu'en crue.

Sur le schéma ci-dessous, nous avons indiqué les positions hypothétiques des collecteurs sur des bases géologiques et sur des bases hydrauliques. La position du collecteur de Bournillon en position latérale (à l'ouest) du synclinal s'explique par la théorie du creusement épinoyé qui indique que le collecteur se place sur le niveau piézométrique (celui de la sortie de Bournillon supérieur). Les deux collecteurs venant du sud (Vassieux et le synclinal de la Vernaison) confluent. Maurice Chiron plaçait la confluence plus au nord, du côté de Saint-Martin. Mais un collecteur à cet endroit aurait sûrement capturé l'Adouin. C'est donc cette capture nulle ou seulement partielle qui nous fait mettre la confluence plus au sud, sous la Chapelle. La faille décrochante de Thiolache offrirait un passage à l'eau.

La diffluence entre Bournillon et Arbois est placée au hasard. On n'a pas d'élément pour la fixer sauf qu'elle plus au sud que les réseaux connus de Bournillon. La théorie des captures régressives de l'aval vers l'amont nous fait penser que la diffluence n'est pas très éloignée de Bournillon.

L'eau de l'Adouin qui serait soutirée par Arbois aurait donc un trajet assez long, ce qui expliquerait le soutirage nul ou minime.

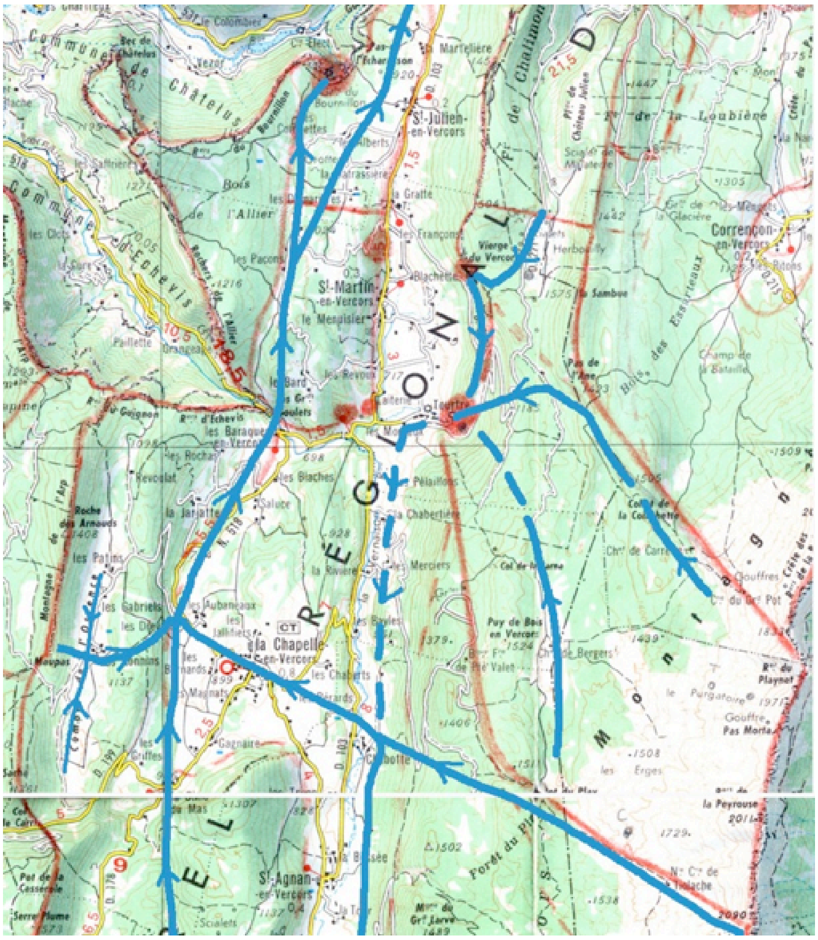

Fig. 9- Schéma hypothétique expliquant pourquoi
l'Adouin n'a pas été complètement capturée par Arbois
Les collecteurs hypothétiques sont en traits bleus
En tiretés bleus, la capture partielle probable de l'Adouin par les sources d'Arbois

Goule Blanche. Elle est située à Villard-de-Lans en Isère. Ses coordonnées Lambert sont : 850,41 x 312,28 x 832 m. Le collecteur a été atteint en perçant la paroi au fond du porche. L'eau est utilisée par EDF pour être turbinée (usine de Basse Valette). Elle est captée par la commune de Villard-de-Lans et un débit réservé est envoyé dans la Bourne pour les pêcheurs. Elle est située à 10,95 km du trou. Le débit moyen est estimé à 1,5 m^3/s.

Source d'Arbois – Bournillon - Siphon d'Arbois. La source d'Arbois est sur la commune de Chatelus en Isère. Ses coordonnées Lambert sont 844,90 x 312,56 x 406 m. Elle possède un trop-plein qui coule souvent, la grotte de Bournillon, de coordonnées 843,79 x 310,61 x 418 m, et un autre trop-plein le siphon d'Arbois : 845,22 x 312,83 x 470 m sur la commune de Saint-Julien-en-Vercors dans la Drôme. La source d'Arbois est située à 12,93 km du trou Zakapouet. Le débit moyen est énorme et se partage entre les différentes sorties. Le débit d'étiage est de 1,7 m^3/s. Le débit de Bournillon est turbiné par EDF jusqu'à 9 m^3/s (au-delà, le déversoir du barrage sert de trop-plein). La source d'Arbois est captée par un barrage juste en aval et elle est turbinée par EDF à l'usine de Bournillon.

Comment démontrer une capture partielle (surtout à l'étiage) de la source de l'Adouin par Arbois ? Cela paraît très difficile directement, mais une étude des courbes de tarissement de l'Adouin doit facilement le démontrer. Les mesures du conseil Général de la Drôme devraient apporter des éclaircissements en 2010 (bureau d'étude Hydrophy).

Les autres sources : la goule Verte semble totalement hors de cause. La résurgence temporaire des Déramats est un trop-plein au bassin d'Herbouilly, et cette résurgence temporaire a pour sortie pérenne la source de l'Adouin, il y a donc forcément une connexion. Mais il semble inutile de la surveiller.

Bassin versant

Si on admet que la limite des bassins versants entre Goule Blanche (au nord) et la source de l'Adouin (plus au sud) est la faille de Carrette, on en déduit que le nouveau trou est tributaire de l'Adouin. Mais la proximité de la faille rend le traçage très intéressant. On peut aussi penser que la faille de Carrette pourrait ramener vers l'Adouin une partie de l'eau attribuée actuellement à Goule Blanche. Malheureusement, ce traçage ne permettra pas de le savoir.

La connaissance générale des circulations souterraines montre qu'en cas d'emboîtement des systèmes hydrologiques, c'est le bassin versant le plus en amont qui risque d'être capturé par la source la plus lointaine en aval. Le gouffre Zakapouet étant en tête de réseau, on peut imaginer que le bassin versant voisin soit drainé uniquement par Arbois, auquel cas la source de l'Adouin ne serait pas colorée. Mais cette éventualité semble peu probable car les écoulements sont sans doute vadoses dans la partie supérieure du plateau.

La limite au sud de l'Adouin est traditionnellement la faille du ravin des Erges (c'est la limite retenue par Ducluzeau). Mais on peut penser aussi à la faille du Pas Morta plus au nord.

3- L'opération de traçage

Quantité de colorant. Le débit de l'Adouin est de 500 l/s en moyenne et très faible à l'étiage (jusqu'à 20 l/s). La distance entre le trou et la source est de 5,14 km.
La formule de Martel donne M = Q L = 0,5 x 5,14 = 2 kg.

La grotte de Goule Blanche est à 10,95 km du trou Zakapouet. Le débit moyen est de 1,5 m^3/s. La formule de Martel conduit à une masse de colorant M = 1,5 x 10,95 = 16 kg.

On sait que la formule de Martel conduit à une coloration visible à l'œil nu. Avec l'utilisation d'un fluorimètre, on peut diviser la quantité par un facteur 10.

Le colorant préparé. La pesée donne 3,18 kg de solution de fluorescéine avec le récipient. Le récipient pèse 0,167 kg. La solution a une masse volumique de 1185 kg/m^3. Ce qui fait 3 kg de mélange. Finalement, on prend 3 kg de fluo diluée à 435 kg/m^3, soit un volume de 3/1,186 = 2,53 litres, soit une masse 0,435*2,53 = 1,1 kg de colorant pur.

Fourniture du colorant. C'est Baudouin Lismonde qui l'a fourni (1,1 kg de fluorescéine pure diluée dans l'eau).

Organismes prévenus. Les maires des différentes communes concernées : Saint-Andéol, Villard-de-Lans, Saint-Martin-en-Vercors, auraient dû être informés du traçage. Les DDAF de l'Isère et de la Drôme, les DDAS de l'Isère et de la Drôme, le parc du Vercors, les sociétés de pêche de la Bourne et de la Vernaison, EDF pour la Goule Blanche, la Générale des Eaux pour le captage de Goule Blanche, la société qui turbine l'eau de l'Adouin, la pisciculture de Tourtre. En réalité, suite à un oubli de mise à la boîte aux lettres des PTT, les organismes cités n'ont été avertis que par le bouche-à-oreille. En revanche, une lettre a été adressée au Parc du Vercors et à la mairie de Saint-Martin-en-Vercors le 6 octobre.

La source de l'Adouin est captée pour Saint-Martin-en-Vercors par une régie communale. (Comité de Défense de l'Adouin – Mairie – 26420 Saint Martin en Vercors). Un réservoir se trouve en hauteur de l'autre côté de la vallée vers le Bois de l'Allier.

Réunion préparatoire aux Orcets (le 21 août 2009 chez Corinne Lebaud)
9 Présents : Judicael Arnaud, Élisa Boche, Delphine Bon, Pierre-Bernard Laussac, Baudouin Lismonde, Françoise Magnan, Cécile Pacaut, Raphael Sauzéat, Michel Roche (arrivé vers 22 h). Judi a expliqué les camps ardéchois dans le secteur, la découverte du gouffre, la topographie, les écoulements d'eau. On trouve l'eau vers -110 et on la suit jusqu'au méandre de -220 m où on la perd. Mais il semble que l'actif retrouvé vers -300 soit le même. L'injection devra se faire après une pluie. Baudouin a continué en montrant un ppt, déjà présenté à Samoëns, montrant la géologie, les conditions de l'hydrologie souterraine avec la sortie probable à l'Adouin, le rôle de la faille de Carrette et la capture partielle possible par Arbois de l'Adouin. Petite partie pratique sur les prélèvements et leur fréquence. Discussion sur les modalités de l'injection et des prélèvements. Baudouin donne les recommandations pour les injecteurs et les préleveurs. Le fluorimètre de la FFS sera placé à l'Adouin (Michel Roche et Baudouin). Judi récupère le bidon de 3 kg de fluo. Pierre-Bernard prend 14 flacons de prélèvements pour la Goule Blanche, Françoise Magnan 8 flacons pour Arbois (ou Bournillon) et Michel Roche 15 flacons pour l'Adouin.

Fluorimètre GGUN-FL30F

Le 25 août, Daniel Vérilhac, Michel Roche et Baudouin Lismonde ont installé à la source de l'Adouin le fluorimètre envoyé par Didier Cailhol et appartenant à la FFS (fédération française de spéléologie). Le capteur a été placé à 40 cm de profondeur dans l'eau, juste en aval des griffons et 4 m environ en amont du barrage. Un fil, accroché aux branches des arbres au-dessus, reliait le capteur à l'enregistreur placé à côté du panneau de la source. Des pierres recouvraient les deux appareils et un papier expliquait la présence de l'appareil avec un numéro de téléphone.

Déclenchement des mesures à 12 h 25 mn. Fréquence d'acquisition 15 mn. Le fluorimètre a été arrêté à cause du début de travaux sur le déversoir du barrage le 8 septembre à 13 h 23 mn. La température de l'eau a été mesurée à 7,07 °C.

Injection du colorant le 25 août

Judi et ses amis (qui ?) ont injecté le colorant à la cote -380 m dans le gouffre Zakapouet le 25 août vers 16 h 45 mn. Le soir, un orage a éclaté sur le plateau, mais n'a donné que 15 mm d'eau.

La crue du 26 août. Au matin, l'Adouin a débordé du barrage de 5 cm suite à l'orage qui s'est abattu sur le Vercors la veille au soir.

Surveillance de l'Adouin. L'accès à la source est facile et il n'y a eu aucun problème pour prélever.

Surveillance de Goule Blanche. La grotte de Goule Blanche n'est que le trop-plein du cours d'eau que l'on trouve dans la grotte. L'eau de ce collecteur est captée pour l'alimentation de Villard-de-Lans et l'exploitation hydroélectrique de l'usine de Basse Valette à Goule Noire. Avec la résurgence à sec, il a fallu faire des prélèvements derrière la grille qui empêche l'accès au captage. On s'est contenté de faire les prélèvements à l'entrée de la grotte au niveau du débit réservé pour les pêcheurs.

Les travaux sur la route des gorges de la Bourne à partir du 1er septembre ont conduit à la fermeture de la route. Les prélèvements ont dû avoir lieu à l'usine électrique de la Goule Blanche (qui se trouve en aval du pont de Goule Noire).

Surveillance d'Arbois. La résurgence n'est accessible en partant du nouveau tunnel de la route (ancienne baraque des Cantonniers) que par basses eaux. Un prélèvement demande une heure aller-

retour. Sinon, il faut partir de l'usine de Bournillon et remonter en rive gauche de la Bourne jusqu'à la prise d'eau d'Arbois. Cela demande une heure et demie de marche. À partir du 7 septembre, le chemin d'accès à la source d'Arbois a été interdit et les prélèvements arrêtés.

Prélèvements. On trouvera dans le rapport 2 le détail des prélèvements effectués.

Conclusions à la première partie

Le traçage du scialet Zakapouet paraît assez facile. Son intérêt est de bien séparer les bassins versants de Goule Blanche et de l'Adouin. En cas d'échec, il faudra repenser à Goule Blanche (colorant peut-être en dessous du seuil de détection) et Arbois. La possibilité de montrer une capture partielle de l'Adouin par Arbois existe, mais nécessiterait sans doute un deuxième traçage dans les mêmes conditions hydrologiques (étiage).