

Hydrogéologie karstique du massif des Bauges : état des connaissances et contributions de Michel Lepiller aux recherches fondamentales et appliquées

**Fabien Hobléa⁽¹⁾, Laurent Cadilhac⁽²⁾, Gérard Nicoud⁽¹⁾, Christian
Dodelin⁽³⁾, Dominique Lasserre⁽³⁾**

⁽¹⁾ Laboratoire Edytem, CISM, Université de Savoie, Technolac -73 376 Le Bourget du Lac
cedex – fabien.hoblea@univ-savoie.fr

⁽²⁾ Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse / DPP Unité Méthodes et prospective / eaux
souterraines, 2-4 allée de Lodz - 69363 Lyon cedex 07 - laurent.cadilhac@eamc.fr

⁽³⁾ Comité Départemental de Spéléologie de la Savoie (CDS 73), Maison des Sports, rue Henri
Oreiller - 73 000 Chambéry

Résumé

Le massif subalpin des Bauges est fortement karstifié et contient un grand nombre de systèmes karstiques de modestes dimensions et de grande vulnérabilité mais que leur omniprésence et l'abondance des débits spécifiques rendent incontournables en termes de ressources en eau. Les caractères de ces systèmes sont bien différenciés dans les parties est et ouest du massif. Michel Lepiller a essentiellement travaillé sur les systèmes les plus importants, situés sur le rebord occidental des Bauges, du Semnoz au Revard, où il a apporté des contributions déterminantes à la connaissance des caractères hydrométriques et physico-chimique des sources (instrumentation, mesures), ainsi qu'à l'organisation des circulations souterraines et la délimitation des bassins d'alimentation (traçages). Ses travaux ont largement servi non seulement la gestion des ressources en eau potable, mais aussi les prospections et découvertes spéléologiques, les recherches géomorphologiques, ainsi que la résolution de conflits d'usage liés à l'activité extractive locale. Après y avoir choisi son terrain de thèse à la fin des années 1970, Michel Lepiller est depuis toujours resté fidèle aux Bauges, amenant dans le massif des générations d'étudiants et de collègues pour des stages et travaux de terrain associant étroitement recherche et pédagogie.

Mots-clefs : Hydrogéologie karstique, Bauges, ressource en eau, Michel Lepiller.

INTRODUCTION

Le massif subalpin des Bauges est situé entre celui des Bornes-Aravis au nord et la Chartreuse au sud (fig. 1). Ce territoire de moyenne montagne culminant au Mt Arcalod à 2217 m d'altitude est un Parc Naturel Régional depuis 1996, regroupant une cinquantaine de communes des départements de la Savoie et de la Haute-Savoie. Agriculture, pastoralisme, exploitation forestière et tourisme été/hiver en sont les principales activités, auxquelles s'ajoute une montée en puissance de la fonction résidentielle périurbaine générée par les villes et agglomérations qui l'encadrent, notamment Annecy, Chambéry, Aix-les-Bains, Albertville, Faverges. Le cœur des Bauges est drainé par le Chéran qui prend sa source dans le vallon de Bellevaux au pied du Pécloz et se dirige vers le nord ouest pour rejoindre le Fier. Les bordures du massif sont drainées par une multitude de petits cours d'eau tributaires des lacs d'Annecy et du Bourget ainsi que de l'Isère.

Les surfaces karstifiées couvrent avec 217 km² un quart de la surface totale des Bauges. Les karsts affleurants sont de type montagnard et renferment les plus longues et les plus profondes cavités de la Savoie. Ces dernières donnent accès à des collecteurs souterrains alimentant d'importantes sources situées pour la plupart dans ou sous la zone de battement de la water-table. Ces eaux karstiques constituent une ressource incontournable mais particulièrement vulnérable pour l'alimentation des populations et activités baujues.

Après avoir dressé un état des lieux général de la connaissance et des usages des eaux souterraines karstiques en Bauges, nous verrons en quoi les travaux de Michel Lepiller ont éclairé significativement certains pans de ces connaissances et aidé à guider la gestion de la ressource.

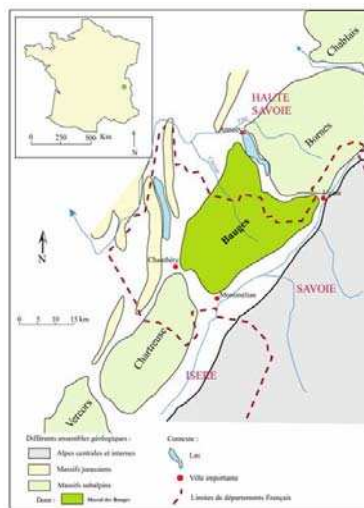


Figure 1 : Carte de localisation du massif des Bauges (d'après G. Denavit, 2005).

I. DES KARSTS MONTAGNARDS AUX CARACTERES DIFFERENCES ENTRE L'EST ET L'OUEST DES BAUGES

I.1. Un contexte climatique humide et frais

Les précipitations proviennent essentiellement des perturbations océaniques et sont abondantes sur l'ensemble du massif, bien que celui-ci soit en partie protégé de ces flux d'ouest par la terminaison du Jura méridional. En fait c'est au cœur même du massif que les précipitations sont les plus importantes (tabl.1).

Altitude (en mètres)	Station	Précipitations (mm/an)	Période d'observation	Température moy (°C)
590	Lescheraines	1378 mm	1955 - 1994 (40 ans)	8,2
		1423 mm	1975- 1996 (22 ans)	
1030	Les Déserts	1659 mm	1965 - 1994 (30 ans)	6,1
		1688 mm	1975- 1996 (22 ans)	
900	Aillon le Jeune	1844 mm	1955 - 1994 (40 ans)	6,4
		1982 mm	1975- 1996 (22 ans)	
730	Ecole en Bauges	1541 mm	1965 - 1994 (30 ans)	6,7
		1599 mm	1975- 1996 (22 ans)	

Tableau 1 : Précipitations annuelles et températures moyennes dans quelques stations des Bauges (d'après F. Hobléa, 1999).

Ainsi la station d'Aillon le Jeune reçoit 1,9 mètre de précipitations par an, ce qui en fait le second poste le plus arrosé de Savoie. Le gradient pluviométrique moyen est évalué dans les

Bauges à 70 mm/100 m (8). Quant aux températures (tabl. 1), elles présentent un gradient vertical de 0,5°/100 mètres. La niviosité est importante malgré une altitude moyenne relativement faible pour un massif subalpin (< 1000 m)

Sur les impluviums karstiques, le déficit d'écoulement représente environ 25 % des précipitations vers 1000 m d'altitude et moins de 20 % au-delà de 1500 m (tabl. 2).

I.2. Un net contraste morpho-structural est/ouest

Le massif des Bauges possède une structure plissée selon un axe NE-SW (N 20°). On distingue d'ouest en est (fig. 2) :

- un relief plissé plutôt conforme, avec des structures anticlinales déversées et chevauchantes vers l'ouest dont il ne subsiste que les longs flancs normaux sont plus ou moins tabulaires et inclinés vers l'est, délimités à l'ouest par de puissants crêts calcaires. D'où l'aspect dissymétrique de ces reliefs, caractéristique du Semnoz, du Grand-Plateau Nordique de la montagne de Bange au plateau Revard-Féclaz-Peney et du Mont Margériaz, point culminant du secteur avec 1845 m d'altitude.
- Un relief plissé inverse de type subalpin calqué sur un plus grand nombre de plis, de longueurs d'ondes plus courtes. C'est ici que se trouvent les plus hauts sommets du massif des Bauges, dépassant les 2000 m à l'Arcalod, au Trélod, au Péclod, à la Sambuy, à l'Arclusaz, au Colombier d'Aillon... Les pendages, souvent très forts ne favorisent pas le développement de réseaux karstiques pénétrables. Seul le val perché de la Sambuy est connu pour ses phénomènes karstiques abondants, tandis que ceux du val perché de l'Arclusaz sont masqués et défendus par une couche de lauzes sénoniennes peu karstifiée et peu pénétrable.

Ces deux styles morphostructuraux sont nettement délimités et correspondent à la distinction géographique entre Bauges « derrière » et Bauges « devant » (fig. 2).

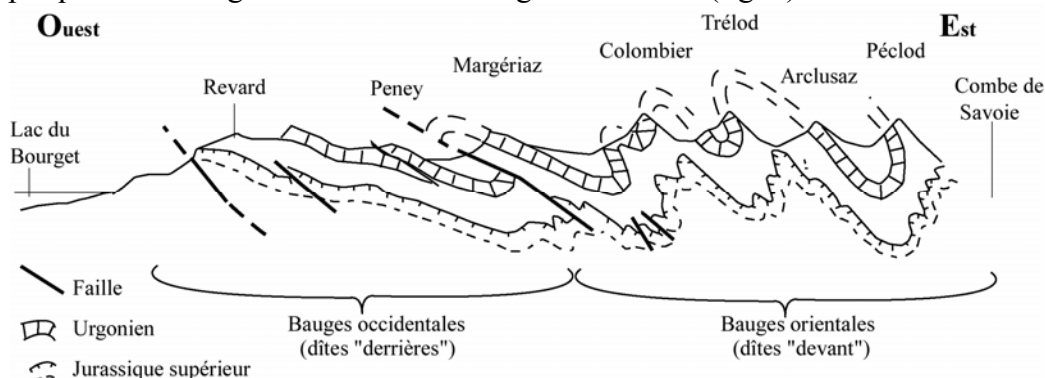


Figure 2 : Coupe simplifiée du massif des Bauges, (d'après M. Gidon (<http://www.alpes-geol.fr>) in Denavit 2005).

Ce relief est compartimenté par l'ensemble des vallées qui maillent le massif, la vallée principale du Chéran correspondant à un ensellement des plis d'orientation transverse (sud-est nord-ouest). De nombreuses petites vallées secondaires se raccordent à celle du Chéran. Ces vallées constituent les niveaux de base locaux et conditionnent le gradient hydraulique des divers systèmes karstiques.

Ces derniers se développent principalement dans trois couches karstifiables (fig. 3) : (i) les calcaires récifaux à faciès Urganien du Barrémo-aptien, affleurant le plus largement et armant la plupart des crêts sommitaux, ; (ii) les calcaires valanginiens dont le faciès jurassien fortement carbonaté n'est présent que dans la partie occidentale des Bauges ; et (ii) ceux du Malm, notamment à faciès tithonique. Les calcaires à silex sénoniens peuvent être ponctuellement le siège de circulations karstiques bien hiérarchisées, comme au Pic de la

Sauge (émergence de Combe Noire) au sud du massif ou aux grottes de Seythenex au nord-est.

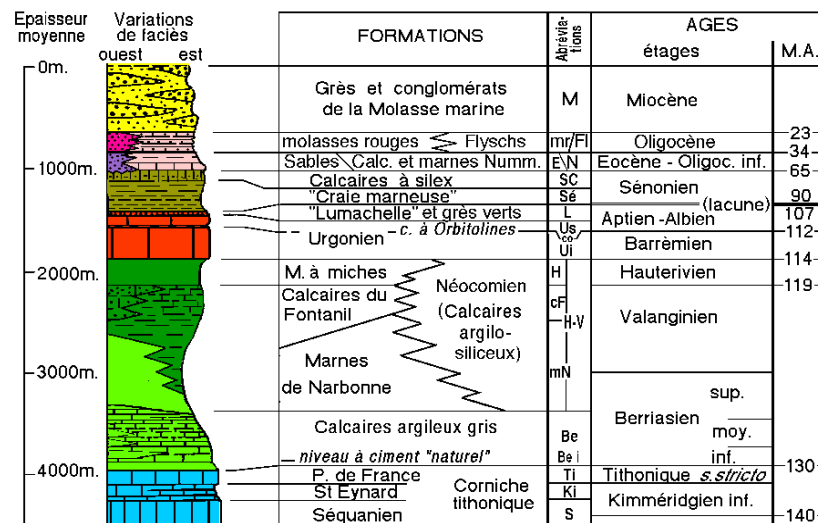


Figure 3 : Colonne stratigraphique synthétique des Bauges (d'après M. Gidon, <http://www.alpes-geol.fr>)

I.3. Etat des connaissances sur les circulations karstiques majeures

L'état des connaissances est, tout comme les caractères des systèmes karstiques, largement tributaire de la dualité morphostructurale entre Bauges devant et Bauges derrière. Les massifs occidentaux, plus vastes et beaucoup plus accessibles, notamment du point de vue spéléologique, ont fait l'objet de nombreuses études (synthétisées in (8) auxquelles s'est ajoutée la thèse (15)). En revanche les Bauges orientales ne comportent pas de points d'infiltration bien définis et n'ont fait l'objet que de peu de traçages : la délimitation des impluviums ainsi que les circulations hydrologiques restent théoriques, et fondées sur les structures géologiques. La carte de la figure 4 représente schématiquement et à petite échelle les principaux systèmes karstiques parmi la centaine de systèmes identifiés ou supposés sur l'ensemble du massif.

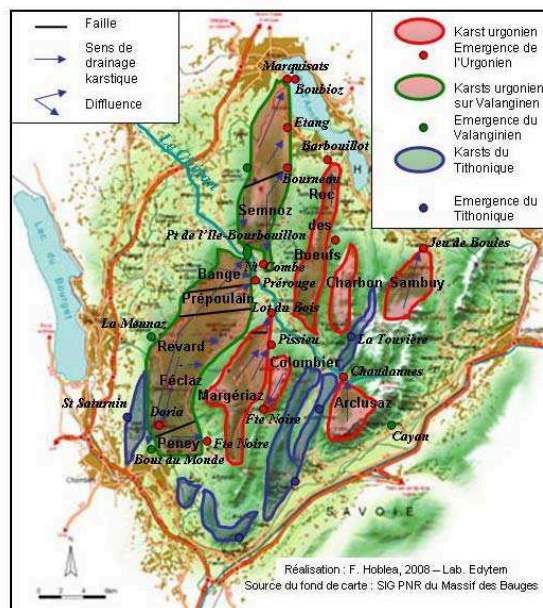


Figure 4 : Carte schématique des principaux karsts des Bauges.

C'est dans la partie ouest des Bauges, où se trouvent les grands karsts tabulaires, que l'on rencontre les émergences karstiques aux débits les plus importants (tabl. 2) : la Doria, Le Bout du Monde, le Pissieu, Prérrouge, Fontaine Noire du Peney, Bourbouillon, Nant de la Combe et Bourneau, toutes issues d'aquifères urgoniens ou valanginiens. Cependant ces systèmes ne présentent pas d'importantes réserves noyées. Ils sont très transmissifs, à forte perméabilité de chenaux et à faible pouvoir régulateur d'où des variations très importantes des débits.

Dans les Bauges orientales, seules les exurgences des Chaudannes et du Jeu de Boule, drainant respectivement les karsts de l'Arclusaz et de la Sambuy, se hissent apparemment au gabarit des émergences occidentales, mais les études et les suivis hydrologiques manquent cruellement pour assurer une comparaison fiable.

Certaines sources situées sur les pourtours du massif où affleurent des bandes plus ou moins chahutées de calcaires valanginiens et jurassiques, sont issues d'aquifères aux limites encore imprécises voire inconnues, mais présentent des débits suffisamment importants pour être captées. C'est le cas par exemple pour la bordure orientale des sources de Cayan sur Frériverie, du Pontet ou du Pré de la Tour sur Montailleir ; ou bien des sources de St Saturnin, de la Meunaz, de la Gouille des Moines côté occidental.

Nom	encaissant	Superficie (en km ²)	Précipitations moyennes annuelles			Q m l.s ⁻¹ (env.)	Qmin/max l.s ⁻¹ (env.)
			Totales (en mm)	Efficaces (en mm)	Volume potentiel (en hm ³)		
Revard-Doria	Urgonien	14	1900	1500	21,0	660	20 / 15 000
Revard-Bout du Monde	Valanginien	10,9	1900	1500	16,4	190	25 / 500
Revard-Meunaz	Valanginien	1,74	1900	1500	2,6	40	4 / 500
Margérian-Pissieu	Urgonien	17,6	2000	1615	28,4	1000 (*)	8 / 8 000
Bange-Prérrouge	Urgonien	20,7	1780	1330	27,5	200 ?	15 / 5 000
Colombier- Fontaine Noire	Urgonien	2,82	2432	?	?	?	16 / 560
Peney-Fontaine Noire	Urgonien	3,2	1830	1410	4,5	?	3,5 / 500
Petit pont de l'île- Bourbouillon	Valanginien	34,3	1780	1330	45,6	Non mesurable	? / 10 000 ?
Arclusaz- Chaudanne	Urgonien	?	2210	1860	?	?	2,5 / 600
Sambuy-Jeu de Boules	Urgonien	?	?	?	?	?	?
Bange-l'Eau Morte	Urgonien	12,3	1770	1346	16,6	326	25 / 10 000
Semnoz- Bourneau	Urgonien	7	?	?	?	?	8 / 2500

Tableau 2 : Caractéristiques des principaux systèmes karstiques des Bauges (d'après synthèse Denavit, 2005). (*) : Mesures sur un cycle hydrologique par G. Zamolo (1980)

I.4. Une ressource fragmentée et vulnérable mais incontournable

Les ressources en eau du massif doivent satisfaire les besoins de plus de 50 000 habitants permanents et 7000 têtes de bétail, auxquels s'ajoutent les périodes de fréquentation touristique hiver-été.

On recense en Bauges près de 150 émergences karstiques (8 ; 3, 4), dont près de la moitié sont captées, sans qu'il soit possible, par manque de données, de sommer les volumes prélevés. Le karst alimente plus de 40 % du nombre de captages AEP baujus (tabl. 3). Une étude plus fine sur les Bauges savoyardes (3) a cependant montré que le karst participe majoritairement à l'AEP en termes de débits, tout en restant encore largement sous utilisé (fig. 5).

	AEP	
	Nombre de captages	m3 / an*
Aquifère karstique	69	?
Aquifère non karstique	81	?
Total (dt origine inc.)	159	?
% venant du karst	43%	?

Tableau 3 : Part des aquifères karstiques dans la ressource en eau potable des Bauges (d'après Denavit 2004 et DDASS de la Haute Savoie)

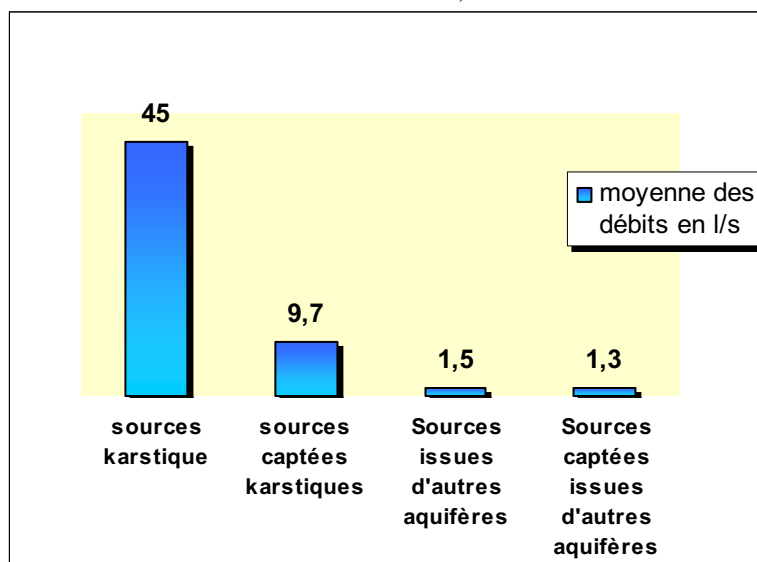


Figure 5 : Moyennes des débits moyens selon les types d'aquifères dans la partie savoyarde des Bauges (calculées d'après 40 sources karstiques sur les 105 recensées, 25 sources captées karstiques sur 60, 61 sources non karstiques sur 98 et 11 sources captées non karstiques sur 42, G. Denavit, 2004).

En effet, paradoxalement, les plus grosses émergences sont délaissées et seules, parmi elles, la source du Nant de la Combe et la Fontaine Noire du Peney sont captées pour l'alimentation en eau potable. Les autres ne servent ou n'ont servi tout au plus qu'à actionner moulins et scierie ou alimenter une pisciculture. C'est essentiellement leur trop grande vulnérabilité, notamment à la turbidité, et les difficultés posées par la protection de leur impluvium qui explique cette situation. Elles sont en effet situées dans la partie la plus anthropisée du massif, avec une qualité menacée par les activités touristiques (stations de ski), résidentielles, agro-sylvopastorales ou extractives (4).

Ce sont *a contrario* de multiples sources plus modestes qui sont sollicitées, issues d'aquifères de dimensions plus réduites et souvent mieux préservés des facteurs de contamination, notamment pour les karsts scellés du Valanginien et du Malm, où la contribution fissurale

semble plus prégnante dans les caractères physico-chimiques des eaux (source de la Dhuy de Bellecombe en Bauges...).

Les traitements de potabilisation sont bien sûr partout la règle compte-tenu du type de ressource, la qualité des eaux brutes étant ici très aléatoire et souvent insuffisante. Mais la fréquence des épisodes de forte turbidité lors des crues, entraînant de nombreux franchissements du seuil normatif des 1 NTU, reste problématique et limitante.

Malgré la hausse de la pression démographique, plus importante en périphérie qu'au cœur du massif, les Bauges n'ont pas de problème d'alimentation en eau au point de vue quantitatif, à l'exception des villages et stations placés sur les massifs karstiques : Arith, la Féclaz et le Margériaz. Le site du Margériaz est le plus concerné par le manque d'eau. En effet c'est ce paramètre qui a imposé la formule « stade de neige », l'absence totale de ressource empêchant toute réalisation d'infrastructures d'hébergement sur place. Actuellement l'alimentation se fait par citerne avec une tentative hasardeuse de captage artisanal dans un drain endokarstique de faible débit et chroniquement pollué pour alimenter les sanitaires des bâtiments d'accueil.

Le village d'Arith, sur Bange, dépend de sources situées sur des communes voisines, avec pour l'une un partage régi par une convention qui date des années cinquante et qui ne lui octroie que le trop plein. Or, Arith, dont la position ensoleillée est très convoitée, est en pleine expansion et le manque d'eau pourrait devenir un sérieux problème à l'avenir.

Quant à la station de la Féclaz, sur le Revard, elle a choisi, en 1987, par souci d'assurer son indépendance et de permettre son développement immobilier, de pomper la rivière souterraine de la Cha (système de la Doriaz) à travers 213 mètres d'Urgonien. Cela a été rendu possible grâce au travail de topographie des spéléologues et à la technique, nouvelle à l'époque, de repérage par barreau magnétostatique (6). Le problème d'enfouissement de la ressource a été quantitativement résolu ici grâce à de gros investissements, mais l'assainissement du plateau et la protection de cette ressource ont eu du mal à suivre et le développement immobilier n'a pu se faire que 20 ans après le forage.

II. LES APPORTS DE MICHEL LEPELLER A LA CONNAISSANCE ET LA GESTION DES KARSTS DU MASSIF DES BAUGES.

II.1. Une contribution majeure à la connaissance des systèmes karstiques baujus

Après sa thèse centrée sur les systèmes karstiques du rebord ouest des Bauges de part et d'autres du Chéran (Semnoz, Bange-Prépoullain), qui a fait date et fait toujours référence près de 30 ans après sa soutenance (12), Michel Lepiller, malgré la distance depuis ses bases orléanaises, n'a jamais cessé de travailler sur l'hydrogéologie karstique des Bauges. L'émergence du système de Bange-l'Eau Morte (dit aussi système du Nant de la Combe, du nom de sa source pérenne), équipée d'un limnigraphe dès 1974, a continué d'être suivie sur les plans hydrométriques et physico-chimiques, grâce à la pose de sondes reliées à un data-logger, ce qui lui a permis d'acquérir une des plus longues chroniques de données actuellement disponibles en France, qu'il a pu valoriser récemment par un travail d'équipe avec ses étudiants avancés et collaborateurs (14).

Mais la contribution de Michel Lepiller à la production de données et connaissances hydrogéologiques sur les karsts du massif des Bauges est loin de se limiter au système de Bange-l'Eau Morte. Ses études suivies sur le fonctionnement et l'organisation du drainage karstique du Grand Plateau Nordique (de la montagne de Bange au plateau Revard-Féclaz), fondées sur de nombreux multitraçages (13), ont notamment permis de mieux connaître les phénomènes de diffuence nord-sud et de transfert de l'Urgonien au Valanginien des écoulements souterrains déjà évoqués par Y. Lemordant (9). M. Lepiller a démontré que les limites des deux systèmes du Valanginien, varient en fonction des conditions

hydrodynamiques : en période de crue on a un phénomène de diffluence, les eaux tombant sur le plateau du Revard se partagent entre l'émergence du Bout du Monde et celle de Bourbouillon-Petit pont de l'île, alors qu'en période normale, ces eaux sont drainées uniquement vers l'émergence du Bout du Monde (fig. 4). Ouvert sur les disciplines connexes, Michel Lepiller n'a pas manqué d'attirer l'attention des géomorphologues sur les significations paléogéographiques de ce phénomène, révélateur d'un processus de capture encore en cours des écoulements du bassin-versant karstique de Bourbouillon (émergence côté Chéran) par celui du Bout du Monde (émergence côté Leysse au sud du massif), en raison d'un abaissement différentiel des niveaux de base du Chéran et de la Leysse, cette dernière rejoignant une dépression tectoniquement plus déprimée et plus largement surcreusée par le flux glaciaire isérois qui l'empruntait.

Michel Lepiller s'est également intéressé à d'autres systèmes karstiques situés plus à l'est du massif. Il a apporté une aide et des conseils précieux lors de l'opération de traçage de la Tanne des Biolles au Margériaz en 1995, n'hésitant pas à fournir le logiciel de traitement quantitatif des données (7). Il s'est également passionné pour les karsts des synclinaux perchés orientaux, notamment la très énigmatique Arclusaz, dont il pensait que l'exurgence urgonienne des Chaudannes possède des réserves noyées importantes en observant que les débits restent assez élevés à l'étiage, assortis d'une faible variabilité de température et de conductivité qui résulterait d'une homogénéisation des eaux au niveau du karst noyé. Plus récemment, nous avons élaboré un projet commun de traçage du karst de la Sambuy, reporté en raison des mauvaises conditions d'injection au moment prévu, Michel Lepiller étant, à raison, très exigeant et rigoureux sur les conditions de mise en oeuvre des expériences de terrain comme en laboratoire.

Toutes les connaissances ainsi produites et acquises sur les karsts baujus, Michel Lepiller n'a eu de cesse de les faire partager et de les transmettre, n'hésitant pas à amener depuis Orléans des promotions entières d'étudiants pour des travaux et stages de terrain, en travaillant et échangeant autant que possible avec les spéléologues et karstologues locaux.

II.2. Une aide précieuse aux recherches spéléo-karstologiques

En tant que spéléologue pratiquant depuis son plus jeune âge, Michel Lepiller s'est attaché de longue date à l'exploration des réseaux souterrains baujus (10). Depuis Orléans et lors de ces nombreuses visites sur ses terrains des Bauges, il est resté en contact quasi-permanent avec les spéléologues et karstologues qui étudiaient les grands karsts occidentaux. Ses travaux, idées, visions, hypothèses, et représentations des rapports entre la structure géologique et l'organisation des conduits karstiques ont été d'une grande utilité pour comprendre et découvrir ce qui constitue aujourd'hui des réseaux parmi les plus développés en France (tabl. 4).

Nom	Unité karstique	Développement	Dénivellation	Etage géologique
Benoite-Prér rouge	Prépoulain	53 806 m	-860 m	Urgonien
Garde -Cavale	Revard-Féclaz	42 434 m	-298 m	Urgonien
Biolles-Crolleurs-Squelettes	Margériaz	26 001 m	-563 m	Urgonien
Cochons-T. Froide	Margériaz	17 694 m	-823 m	Urgonien
Doria-Pleurachat	Féclaz	14 745 m	-304 m	Urgonien
Lot du Bois-Pissieu	Margériaz	12 400 m	- 72/+112 m	Urgonien
Grotte de la Scierie	Bange	4 500 m	+80 m	Valanginien
Malitou	Revard	4 057 m	-167 m	Valanginien

Tableau 4 - Spéléométrie des grands réseaux du massif des Bauges (sources : Durand et Nant, 1998 et R. Durand, B.D. Prospect, décembre 2007)

La collaboration avec les spéléologues trouvait son point d'orgue lors des opérations de multitraçage, lorsqu'il fallait injecter ou surveiller en cavité notamment, ou encore pour la période de prélèvements aux émergences, où un réseau de correspondants locaux de confiance, parmi lesquels plusieurs spéléologues, assurait le nécessaire appui logistique. Les moments passés avec Michel Lepiller à ces occasions étaient toujours aussi enrichissants que conviviaux.

II.3. Applications pratiques du suivi instrumenté du système de Bange l'Eau Morte : une expertise utile à la gestion des ressources liées au karst

Michel Lepiller a œuvré en tant qu'expert scientifique à la mise en place d'une gestion pertinente des ressources en eau de l'ouest des Bauges. Il a participé aux réflexions institutionnelles sur l'avenir du captage du Nant de la Combe, ainsi qu'à sa protection vis-à-vis de l'exploitation de la carrière des Banchets, située dans la zone d'alimentation du système à proximité du collecteur noyé. Sa caution scientifique et son sens du dialogue ont notamment contribué à sortir de la situation conflictuelle entre spéléologues et carrier. Une convention de surveillance des phénomènes karstiques recoupés par l'exploitation a porté ses fruits et un drain actif ainsi découvert a pu être appareillé par Michel Lepiller, avec l'aide des spéléologues, pour suivre le fonctionnement de la zone d'infiltration et ses relations de mise en charge avec la zone noyée.

Enfin, les travaux de Michel Lepiller et de ses étudiants sur cette partie des Bauges (mais aussi sur les Bornes), ont été valorisés dans l'étude des aquifères patrimoniaux karstiques du bassin Rhône - Méditerranée et la mise à jour du référentiel hydrogéologique Rhône-Alpes (cf. encadré «L'inventaire des aquifères patrimoniaux karstiques du bassin RM&C »).

L'inventaire des aquifères patrimoniaux karstiques du bassin RM&C

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée-Corse de 1996, avait identifié trente-deux aquifères karstiques désignés comme *aquifères patrimoniaux, à fort intérêt stratégique pour les besoins en eau actuels ou futurs*.

Le SDAGE préconisait que l'opportunité d'utiliser ces aquifères pour la diversification de la ressource et la sécurisation de l'alimentation soit étudiée.

A cette fin, une étude a été lancée en 1999 sous maîtrise de l'Agence de l'eau avec une association de bureaux d'études [1], elle avait pour objectif :

- 1/ de dresser un état des lieux de la connaissance de ces aquifères et d'en faire la synthèse,
- 2/ d'identifier pour chacun des ensembles karstiques retenus, les systèmes présentant les meilleures potentialités en terme de ressource,
- 3/ sur ces systèmes, en fonction des données existantes et des enjeux, proposer des axes d'étude ou de travaux complémentaires en vue de l'amélioration de la connaissance ou de la mobilisation de la ressource.

Cette étude a été complétée en 2005 et 2007 avec l'Université de Savoie sur les massifs des Bauges, des Bornes et des Aravis largement étudiés par Michel Lepiller et ses étudiants [4].

Les travaux réalisés permettent aujourd'hui de disposer pour l'ensemble des plateaux et massifs karstiques de la région Rhône Alpes et en particulier pour les massifs des Bauges, des Bornes et des Aravis :

- d'un découpage cohérent des unités karstiques en se basant sur le contexte géologique, l'inventaire des sources, et les circulations souterraines reconnues par traçage. Dans la mesure du possible, ces unités constituent des systèmes karstiques au sens strict (unité de drainage) mais ils peuvent aussi correspondre à la notion plus étendue d'aquifère carbonaté sans exutoire individualisé. Le découpage s'appuie alors sur des critères plus géologiques avec la possibilité de regrouper plusieurs sources indépendantes ;
- de fiches descriptives faisant la synthèse des informations disponibles pour chaque unité, système ou source karstique ;

La caractérisation des aquifères est complétée par une approche prenant en compte les contraintes pesant sur ces systèmes, qui peuvent avoir une incidence directe sur leur potentiel réel (qualité des eaux, utilisation actuelle de la ressource, vulnérabilité de l'aquifère, occupation des sols et principales nuisances potentielles), l'objectif étant de disposer d'informations sur l'intérêt réel des aquifères et sur les contraintes identifiées, Ces éléments figurent

sur les cartes et tableaux qui accompagnent les fiches (carte des structures karstiques principales, carte et tableau occupation des sols et pression anthropique).

Les éléments recueillis ont été rassemblés dans une base de données renseignée pour chaque ensemble / sous ensemble / système karstique et source et sous forme de fichiers correspondant aux informations rassemblées sur les volets bibliographie, inventaire des sources, principaux traçages et cavités recoupant une circulation.

Ces données sont aujourd'hui exploitées pour la révision du référentiel hydrogéologique Rhône-Alpes (opération conjointe BRGM / Agence de l'eau s'appuyant sur l'expertise locale (2) et seront valorisées par la publication d'un atlas hydrogéologique régional en cours de mise en forme (avril 2008).

III. CONCLUSION

Si la connaissance de l'hydrogéologie karstique du massif des Bauges a fortement progressé depuis une trentaine d'années, notamment grâce aux contributions d'hydrogéologues comme Michel Lepiller, il subsiste encore, surtout à l'est du massif, des zones d'ombre préjudiciables à la gestion d'une ressource difficilement contournable malgré ses inconvénients manifestes. L'importance relative des enjeux à l'échelle du territoire considéré, jeune Parc Naturel Régional se devant d'être exemplaire en la matière, incite à réfléchir à la manière d'instituer une articulation durable entre recherches scientifiques et spéléologiques et procédures de gestion, de protection et de valorisation des ressources liées au karst. Le thème des eaux et des réseaux karstiques serait tout indiqué en Bauges pour servir de fil directeur et de support à la création d'un outil territorialisé de gestion et de valorisation patrimoniale de la ressource, de type Géoparc par exemple...

Références bibliographiques

- (1) **Antea – Burgeap.** 2001 - Etude préliminaire des aquifères patrimoniaux karstiques du bassin Rhône-Méditerranée : Région Rhône-Alpes. Agence de l'eau.
- (2) **Cadhilac L. et Marchal J.P.** 2002 - Les origines du référentiel hydrogéologique et ses évolutions locales - Exemple sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. *9^{èmes} journées techniques du Comité Français de l'A.I.H - Bordeaux, 29-30 novembre 2002.*
- (3) **Denavit G.** 2004 - *Intérêt de la ressource en eau d'origine karstique pour l'avenir dans la partie Savoyarde des Bauges*, mémoire de maîtrise, Université de Savoie, 76 p.
- (4) **Denavit G.** 2005 - Présentation des aquifères karstiques patrimoniaux du massif des Bauges et des Bornes. Rapport de Stage de DESS Montagne - Université de Savoie - Centre Interdisciplinaire Scientifique de la Montagne, Bauges, 26 p., Bornes, 26 p.
- (5) **Durand R., Nant J.** 1998 - *Atlas des grottes de Savoie.* CDS 73/ éd. Gap, La Ravoire, 216p.
- (6) **Hoblea F.,** 1990 - *Problèmes d'aménagement sur karsts d'altitudes voués au tourisme*, Bulletin du Laboratoire Rhodanien de géomorphologie, n°25/26, pp 67-86.
- (7) **Hoblea F., Dodelin C., Laserre D., Bottazzi J., Maniez P.** 1996 – La tanne des Biolles : un axe de drainage majeur sous le massif du Margériaz (Bauges, Savoie, France). *Karstologia* 27, p. 41-56.
- (8) **Hoblea F.** 1999 - *Contribution à la connaissance et à la gestion environnementale des géosystèmes karstiques montagnards : études savoyardes*, Thèse de doctorat en géographie, Aménagement et urbanisme, Université Lumière-Lyon 2, 2 tomes, Lyon, 995 p.
- (9) **Lemordant.Y,** 1977 - *Infiltration et transfert des eaux souterraines en pays karstique. Le plateau du Mont Revard (Savoie)*, Thèse de géologie appliquée de l'Université Scientifique et Médicale, Grenoble, 203 p.
- (10) **Lepiller. M,** 1967 - Le massif du Semnoz, Géologie, Possibilités spéléologiques, *Spelunca* n°3.

- (11) **Lepiller. M.**, 1976 – « Résultats et interprétation de cinq opérations de traçage effectuées sur les systèmes karstiques du Semnoz et de la montagne de Bange-Bois de Prépoullain (massif subalpin des Bauges, Savoie et Haute Savoie, France) ». *Actes du deuxième colloque d'hydrologie en pays calcaire*, Besançon, p. 251-262.
- (12) **Lepiller M.**, 1980 – *Contribution de l'hydrochimie à la connaissance du comportement hydrogéologique des massifs calcaires. Etude de quelques systèmes karstiques du massif du Semnoz et de la région d'Annecy (Savoie, Haute-Savoie, France)*. Thèse Doctorat 3^e cycle, Géologie appliquée, Université Scientifique et Médicale de Grenoble. 478 p.
- (13) **Lepiller.M**, 1989 - *Rapport relatif aux opérations de traçage réalisées dans les massif des Bauges et des Bornes*, Convention passé avec l'agence financière de bassin RMC et l'Université d'Orléans, 65 p.
- (14) **Mathevet T.**, 2002 – Analyse du fonctionnement du système karstique de Bange-L'eau-Morte (Bauges, Savoie & Haute-Savoie, France). Mémoire DEA Hydrologie, Hydrogéologie, Géostatistique et Géochimie. Laboratoire souterrain CNRS de Moulis/Université d'Orléans. 59 p.
- (15) **Najib. H.**, 2000 - *Etude de la structure et du fonctionnement hydrologique du bassin versant karstique de la Doria (massif des Bauges Savoie)*, Thèse de Doctorat de Géographie-Hydrologie de l'Université, Louis Pasteur-Strasbourg 1, 273 p.
- (16) **Nicoud G.** 1973 - *Hydrogéologie de la haute vallée du Chéran Massif des Bauges (Savoie)*, Thèse de géologie appliquée, Université Scientifique et Médicale, Grenoble, 181 p.
- (17) **Zamolo G.** 1980 - *Régime des eaux souterraines dans les massifs calcaires. Hydrogéologie du secteur sud-est du massif des Bauges (Savoie). Bassin versant du Ternèze et du nant d'Aillon*, Thèse de Géologie appliquée de l'Université Scientifique et Médicale, Grenoble, 326 p.