

Contexte stratigraphique, lithologique et structural des massifs subalpins des Bornes et des Bauges. Localisation des aquifères karstiques et circulation des eaux souterraines

Jean-Paul Rampnoux

Université de Savoie, Laboratoire EDYTEM - CNRS UMR 5204. CISM - 73376 La Bourget du Lac cedex - jean-paul.rampnoux@univ-savoie.fr

I. CADRE GEOGRAPHIQUE

Les Bornes et les Bauges appartiennent aux chaînes subalpines septentrionales (fig. 1). Dominant à l'Ouest l'avant-pays savoyard, elles constituent deux massifs montagneux bien individualisés, délimités par des vallées et des cluses façonnées par les glaciers quaternaires avec : -du Nord au Sud, la vallée de l'Arve entre les Bornes et les massifs de Platé et du Haut-Giffre, la cluse de Faverges, d'Ugine au lac d'Annecy, entre les Bornes et les Bauges, la cluse de Montmélian à Chambéry, entre les Bauges et le massif de Chartreuse, à leur arrière oriental, les vallées de l'Arly et de l'Isère (Combe de Savoie), les séparant du massif de Belledonne s.l et constituant à partir d'Ugine le sillon sub-alpin. Le Massif des Bornes se compose, d'Est en Ouest, de trois entités : -la chaîne calcaire des Aravis culminant à la Pointe Percée (2752 m), - la dépression marno-gréseuse allant du Reposoir au Nord, par Thônes, jusqu'à Faverges au Sud, avec les reliefs centraux des Annes (2232 m), de la Tête du Danay (1730 m) et de Sulens (1839 m), -les chaînons calcaires occidentaux (Bornes s.stricto ou Bornes externes) avec, du Nord-Est au Sud-Ouest, la chaîne du Bargy (2299m), la montagne de Sous-Dine (2004 m), le Plateau des Glières (1400 m), Le Parmelan (1832 m) et les reliefs dominant le lac d'Annecy dont le Mont Veyrier (1291 m) et la célèbre Tournette (2351 m). Les vallées du Foron du Reposoir, du Bronze, du Borne, de la Fillière et du Fier recoupent perpendiculairement ces chaînons. Quant aux Bauges, leurs reliefs sont faits d'un faisceau de chaînons calcaires, orientés Nord-Nord-Est - Sud-Sud-Ouest au Nord du Chéran et Nord-Est-Sud-Ouest au Sud de ce dernier dont la vallée recoupe transversalement le massif. L'altitude des sommets croie de l'Ouest vers l'Est, avec : -les Bauges externes se développant d'Annecy à Chambéry avec le Semnoz (1699 m au Crêt de Chatillon), la Montagne de Bange (1434 m), le Mont Revard (1537 m), le Nivolet (1550 m) et le Mont Peney (1356 m), -les Bauges moyennes, aux nombreux chaînons se relayant du Nord au Sud et de l'Ouest à l'Est, avec entre autre, le Mont Margériaz (1845 m), le Mont Julioz (1662 m), le Mont Colombier (2045 m), le Mont Trélod (2181 m), la Pointe de La Sambuy (2198 m), la Pointe d'Arcalod (2217 m), le Mont Pécloz (2197 m), la Dent d'Arclusaz (2041 m), -les Bauges internes, au-delà du col de Tamié, avec la Dent de Cons (2062 m). Les recherches de **Michel Lepiller** et son équipe [1] ont porté pour l'essentiel sur les chaînons calcaires des Bornes externes et sur ceux de l'ensemble des Bauges avec une prédilection pour les Bauges occidentales.

II. CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE ET STRUCTURAL

II.1. Généralités

Les massifs sub-alpins des Bornes et des Bauges (fig. 1 et 2) appartiennent au domaine delphino-helvétique des Alpes externes charrié sur l'avant-pays (domaines jurassien et

molassique). Au cœur des Bornes reposent les klippes préalpines des Annes à faciès subbriançonnais et de Sulens constituée de deux unités, une unité inférieure à faciès ultrahelvétiques et une unité supérieure à faciès subbriançonnais. Au Nord de l'Arve, les klippes composites préalpines du Chablais, à matériels internes, débordent très largement le domaine subalpin.

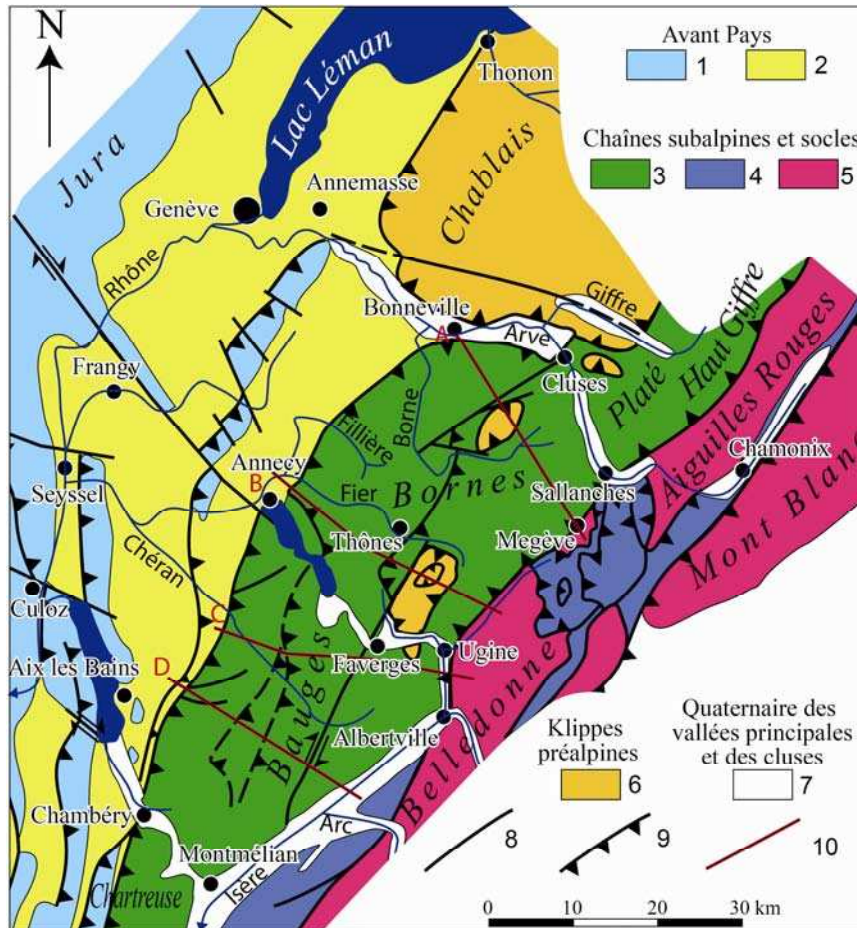


Figure 1 : contexte géologique général des Bornes et des Bauges.

1 : chaînons jurassiens à faciès carbonatés mésozoïques,
 2 : molasses Oligocène supérieur et Miocène,
 3 : unités delphino-helvétiques,
 4 : racines des unités delphino-helvétiques (nappes du Mont Joly et collines bordières),
 5 : socle et tégument,
 6 : nappes des Annes et de Sulens,
 7 : dépôts glaciaires et alluviaux,
 8 : failles,
 9 : chevauchements et charriages,
 10 : tracés des profils tectoniques de la figure 3.

II.2. Stratigraphie et lithologie (fig. 2)

Le domaine delphino-helvétique [2, 3, 4] appartient à la partie externe de la marge européenne de l'océan téthysien qui s'est ouvert, à partir du Trias, par la distension de la croûte du « super-continent » de la Pangée paléozoïque, ici représentée par les massifs cristallins de Belledonne, du Mont Blanc. A partir du Lias, cette distension active a créé un bassin marin. Ce bassin est bordé à l'Ouest et au Nord-Ouest par la plate-forme épicontinentale jurassienne et, vers l'Est, par les hauts fonds briançonnais à faciès condensés et pélagiques. Dans ce bassin s'est déposée une épaisse série dite « subalpine » :

↳ Au Jurassique, du Lias supérieur au Malm inférieur, il s'agit de sédiments hemi-pélagiques (argiles, marnes, calcaires argileux) passant à des dépôts pélagiques calcaires au Malm supérieur (Tithonique).

↳ Au Crétacé inférieur, une sédimentation hemi-pélagique se poursuit. Néanmoins, sur sa bordure occidentale (Bauges externes), à partir du Berriasien supérieur et du Valanginien se produit une progradation temporaire de la plate-forme jurassienne et le dépôt de calcaires zoogènes (Valanginien moyen), se poursuivant par celui des « Calcaires Roux, bicolores et à silex » du Valanginien supérieur. Ces apports et dépôts de plate-forme permettent de définir une « Série presubalpine » (Semnoz et du Revard). Il est à remarquer que ces faciès débutent

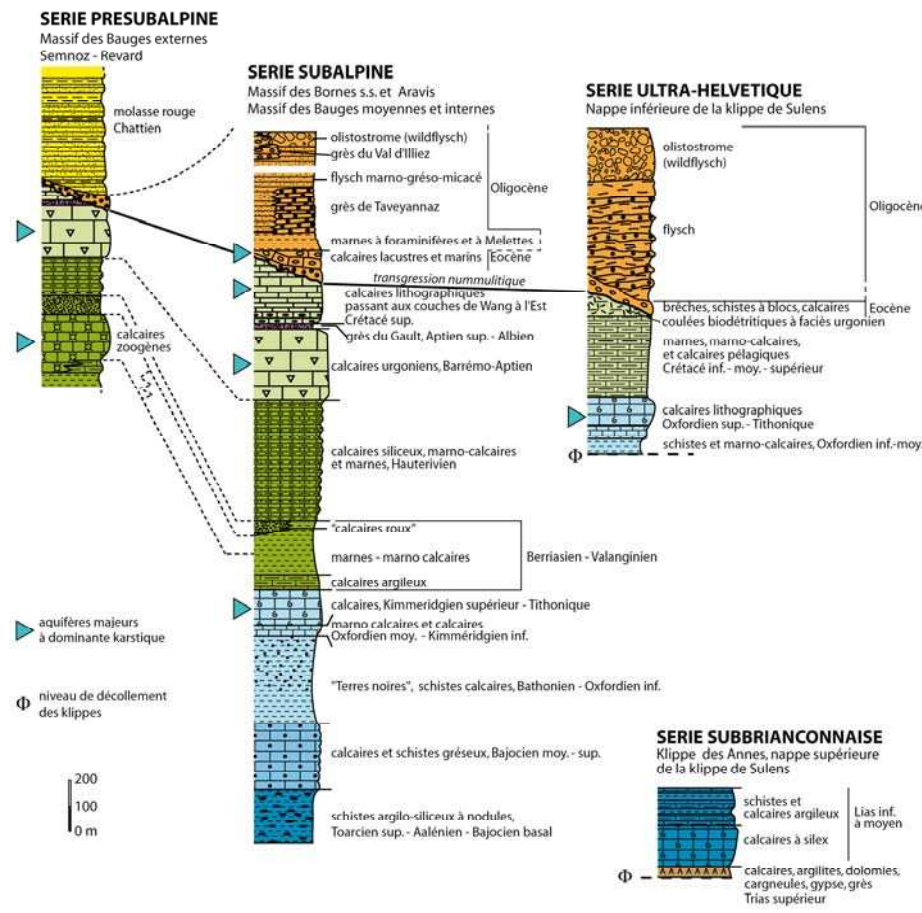


Figure 2 : séries stratigraphiques simplifiées des Bornes et des Bauges.

Légende de la figure 3 ci-dessous :

- 1 : klippes préalpines,
- 2 : molasses Oligocène supérieur (l= lacustres) et miocènes (m= marines),
- 3 : Eocène à Oligocène moyen (à flysch à faciès grès de Taveyannaz),
- 4 : Eocène à Oligocène moyen à flysch indifférents),
- 5 : Urgonien à Crétacé supérieur;
- 6 : Crétacé inférieur (a= Valanginien moyen récifal, b= « calcaires roux » du Valanginien supérieur),
- 7 : Jurassique supérieur (Ti : calcaires tithoniques),
- 8 : Jurassique moyen,
- 9 : Lias supérieur;
- 10 : socle cristallin et tégument.

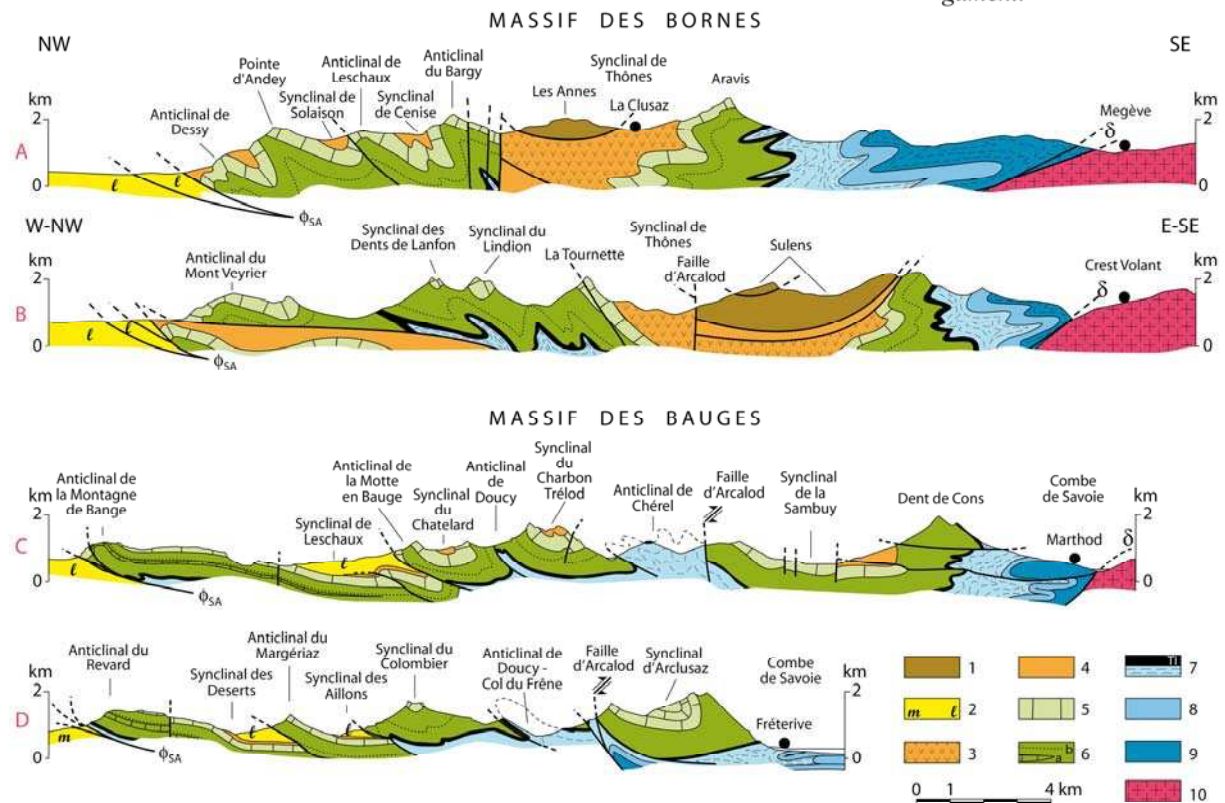


Figure 3 : Coupes synthétiques des massifs des Bornes et des Bauges (d'après B. Doudoux et al. 1982, 1997, 1999) légende ci-dessus à droite.

plus tôt dès le Berriasien moyen au Sud du Revard et qu'ils s'amenuisent puis disparaissent vers l'Est. Seuls persistent, dans les Bornes et les Bauges moyennes, le niveau supérieur des calcaires roux. En définitive on a à faire, hormis dans les Bauges externes, à une épaisse série néocomienne marneuse.

↳ A l'Hauterivien supérieur-Barrémien inférieur et ce jusqu'à l'Aptien inférieur, un nouvel épisode de la progradation de la plateforme se développe, envahissant une grande partie du domaine delphino-helvétique, avec le dépôt des calcaires urgoniens récifaux à périrécifaux. Seule la partie orientale du bassin échappe à cette progradation (Dent de Cons, Sulens).

↳ Au Crétacé moyen et au Crétacé supérieur s'individualise un nouveau cycle sédimentaire. Il débute par une série réduite grésoglaucieuse (faciès Gault) ; la sédimentation devient ensuite pélagique avec le dépôt de calcaires fins, (Cénomaniens-Sénoniens) se terminant par les « Couches de Wang » du Maastrichtien marquant la régression finale du Mésozoïque.

↳ A partir du Paléocène, une émergence généralisée se produit associée à des érosions, à des karstifications, pouvant atteindre les calcaires urgoniens dans les Bauges et à des dépôts pédologiques et fluviolacustres rubéfiés (faciès sidérolithiques) conservés en remplissage.

↳ A la fin de cet épisode continental diachrone, la mer alpine transgresse avec la sédimentation de la trilogie nummulitique : dépôts fluviolacustres à saumâtres et calcaires néritiques de l'Eocène moyen à supérieur, marnes et schistes pélagiques de l'Oligocène inférieur, flyschs à faciès variés de l'Oligocène inférieur à moyen, marqueurs de la tectonisation des zones internes et se terminant, à l'est, par un olistostrome (wildflysch) témoin de l'avancée des nappes. D'un autre côté, dans les Bauges externes, à l'Oligocène supérieur (Chattien), se dépose une formation épaisse marno-gréseuse lacustre, appelée « Molasse Rouge » ; elle est directement transgressive sur les calcaires urgoniens du Semnoz et se développe dans l'avant-pays.

II.3. Aperçu structural et morphologique (fig. 1 et 3)

Un décollement généralisé entre le socle et la couverture est à l'origine première du style tectonique [5]. Ce décollement, bien visible le long de la vallée de l'Arly, s'est produit au niveau des gypses et des cargneules du Trias supérieur, le Trias inférieur à moyen formant un tégument solidaire du cristallin de Belledonne. D'autre part, les structures plissées et chevauchantes des séries mésozoïques des Bornes et des Bauges ont été également dirigées, d'une part, par des décollements différentiels et par des disharmonies au niveau des formations incompetentes et, d'autre part, par les variations lithologiques d'ensemble. En définitive, la couverture subalpine, désolidarisée de son socle, s'est plissée et écaillée en unités en général déversées vers l'Ouest et le Nord-Ouest, l'ensemble étant largement charrié au niveau du front subalpin sur les molasses de l'avant-pays.

- Dans les Bornes, s'observent (fig. 3, coupes A et B) :

- au Nord et à l'Ouest [4], de vastes structures anticlinales, à morphologie conforme, armées par les calcaires urgoniens, comme celles du Bargy, du Parmelan et de Veyrier..., séparées par des synclinaux légèrement en creux comme ceux de Cenise, de Champ Laitier, des Glières, d'Ablon, des Contrebandiers..., à cœur de Crétacé supérieur et de Tertiaire.
- au Sud [2], des reliefs « inverses » avec des synclinaux perchés soulignés par la corniche urgonienne (Dents de Lanfon, du Lindion, replis de la Tournette...).
- à l'Est, le synclinorium de Thônes, très évasé du fait de la présence en son centre des klippen préalpines. Il chevauche les Bornes externes par un contact tangentiel redressé. Quant à son flanc oriental, dessiné dans les calcaires urgoniens, il constitue la chaîne des Aravis avec, sur le versant de l'Arve et de l'Arly, au sein de l'épais talus marneux du Néocomien et du Malm, la corniche calcaire du Tithonique qui plonge axialement vers le Nord – Nord-Est.

L'ensemble du massif est affecté par un réseau de failles soit directionnelles (failles de l'Arcalod et du secteur du Col de la Colombière...), soit transversales ; ces dernières, nombreuses, découpent les chaînons externes et les Aravis et jouent parfois un rôle important dans le compartimentage des aquifères karstiques.

- Dans les Bauges (fig. 3, coupes C et D) [2, 3], se dessine une succession de plis d'axes subméridiens déversés et chevauchant vers l'Ouest. Du fait de la présence dominante des faciès calcaires, les Bauges externes ont un relief conforme avec des anticlinaux en relief (Semnoz-Revard) et des synclinaux en creux à cœur de molasse rouge (Leschaux, Les Déserts, Les Aillons), le monoclinale du Margérial constituant un pli chevauchant le synclinal des Déserts. Plus à l'Est, la puissance des faciès marneux est à l'origine d'une inversion de relief avec l'individualisation des synclinaux plus ou moins perchés, à cœur tertiaire, d'Entrevernes-Châtelard, du Grand Colombier, du Charbon-Trélod et, à l'Est de la faille dextre d'Arcalod, de la Dent d'Arclusaz et de la Sambuy. Enfin, en bordure de la Combe de Savoie, l'important creusement glaciaire a façonné le rebord subalpin avec la présence, au sein des schistes et des marno-calcaires, de la corniche calcaire du Tithonique dessinant de nombreux replis couchés (Roche Torse). D'autre part, l'ensemble des chaînons est affecté par des accidents tectoniques dont des failles de direction N40° à 80°. Ainsi, les failles du Semnoz dont celle du Crêt de Chatillon et celle de la Puya abaissent l'extrémité nord de l'anticlinal. De même les failles de Prépoulain et de Montagny, sur le revers nord du Revard jouent un rôle hydrogéologique essentiel [6, 7]. D'autre part, certains plis présentent des plongements axiaux. C'est le cas, en direction du Nord, du synclinal d'Entrevernes vers le lac, de celui de la Dent d'Arclusaz vers l'entaille du Chéran et de celui de la Sambuy vers la cluse de Faverges et, en direction du Sud, du chaînon du Revard-Nivolet vers Chambéry.

III. LOCALISATION DES AQUIFERES KARSTIQUES ET CIRCULATION DES EAUX SOUTERRAINES

III.1. Généralités

Dans les Bornes et les Bauges, les aquifères karstiques sont nombreux et se localisent dans les calcaires massifs des séries subalpines et présalpines précitées (fig. 2). A partir des données lithologiques, structurales et morphologiques, ainsi que de celles résultant des observations spéléologiques et des nombreux traçages effectués, il est possible de connaître l'origine des eaux qui parviennent aux exutoires majeurs. Ces études permettent ainsi de comprendre la nature et le mode de fonctionnement des systèmes karstiques. Une synthèse [8, 9] a été récemment publiée à laquelle il est renvoyé pour plus de détails, bibliographie comprise. Il apparaît ainsi que trois groupes d'aquifères principaux sont présents et qu'ils sont associés aux calcaires du Tithonique, du Valanginien et de l'Urgonien s.l. Quant aux calcaires du Crétacé supérieur et du Nummulitique, ils constituent des aquifères limités, souvent en relation plus ou moins directe par le jeu de failles avec ceux de l'Urgonien et ce malgré la présence des faciès du Gault qui peuvent cependant jouer un rôle d'écran. Les figures 4 et 5 illustrent la répartition de ces aquifères, les directions majeures des écoulements souterrains et le positionnement des émergences.

III.2. Aquifères du Tithonique

Les calcaires à faciès pélagiques sont, en général, peu karstifiés et présentent des réseaux étroits, la fracturation l'emportant sur la dissolution. Ce sont des aquifères bien contraints aux affleurements limités à des corniches comprises entre un mur et un toit imperméables. Dans

les Bornes, ces calcaires sont localisés, pour l'essentiel, au rebord oriental de la chaîne des Aravis [10] dessinant des plis couchés affleurant depuis le pied du Mont Charvin au Sud, jusqu'aux hameaux des Vorziers et de Saxel de la vallée de l'Arve au Nord. Par suite d'un plongement axial des couches en cette direction, le drainage souterrain, corroboré par des traçages, est à l'origine d'émergences étagées depuis le col des Aravis jusqu'au niveau des alluvions de l'Arve au hameau de Saxel. Dans les Bauges, cet aquifère affleure : -au front subalpin depuis le Nord du Revard (captage de la Gouille aux Moines) jusqu'à Chambéry (résurgence captée de Saint Saturnin aux apports axiaux septentrionaux), -le long de la combe de Savoie, avec de nombreuses sources souvent captées, -enfin, à l'intérieur du massif, sur les flancs ouest verticalisés à déversés des anticlinaux de Doucy et de Chérel, les marnes berriasiennes formant un mur écran (source de la Fontaine de la Rave au contact des terrasses alluviales du Chéran, captage de la Touvière dans le vallon de Chérel...).

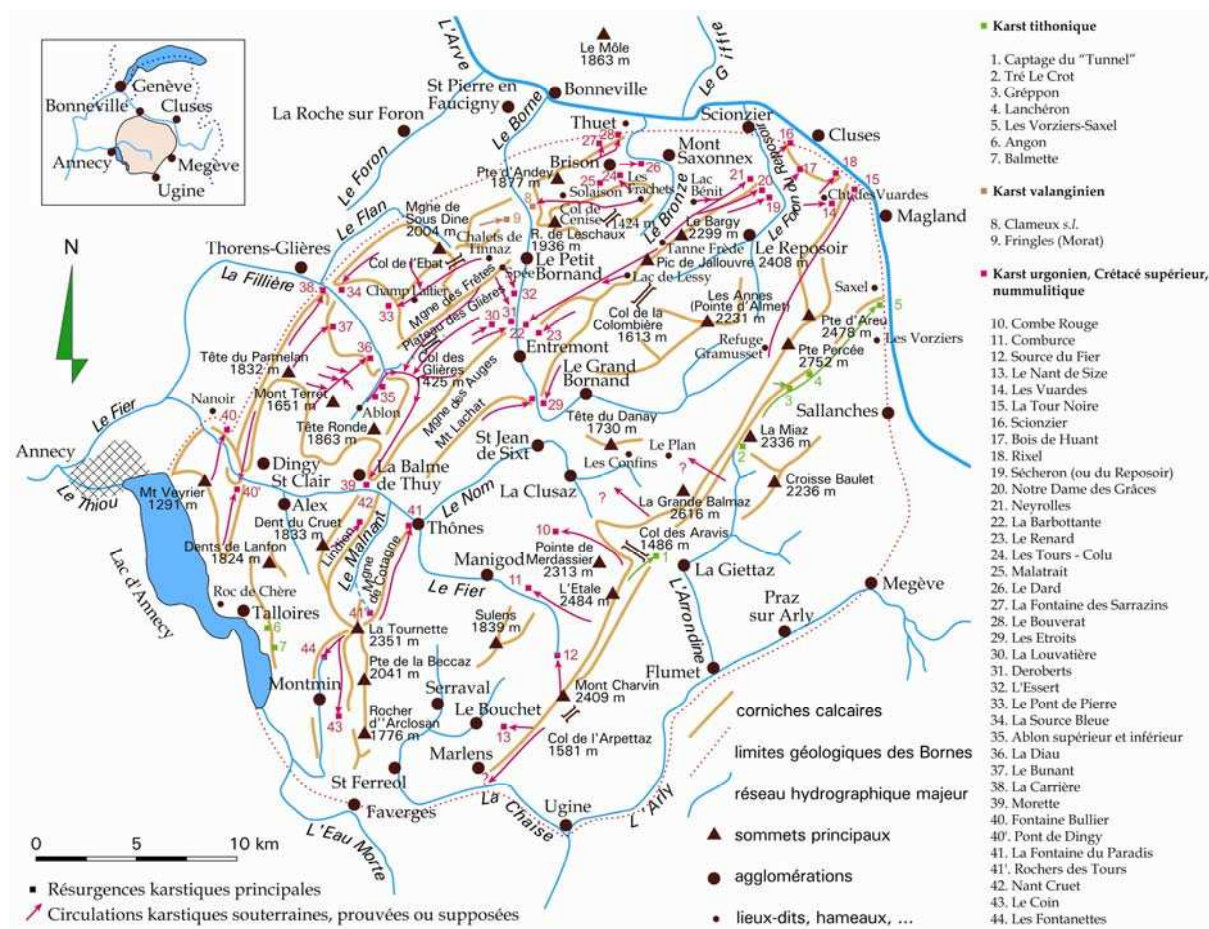


Figure 4 : circulations souterraines et émergences karstiques du massif des Bornes (J.P. Rampoux, 2006).

III.3. Aquifères du Valanginien

Dans les Bornes, seuls sont présents, les calcaires roux du Valanginien supérieur et peu d'émergences karstiques apparaissent. Celle du Clameux [4], perchée en rive droite de la vallée encaissée du Borne est cependant significative ; les traçages montrent que son alimentation se fait à l'Est à partir de l'anticlinal urgonien des Rochers de Leschaux et du rebord septentrional du synclinal de Cenise, sur un bassin topographique différent de celui du Borne, et ce par un réseau de failles et de fractures affectant l'ensemble de la série.

Dans les Bauges, les aquifères majeurs se situent au droit du chaînon occidental du Semnoz-Revard où les faciès subalpins calcaires s'épaississent au détriment du mur et du toit marneux (fig. 2). Deux systèmes karstiques sont bien représentés [6, 7, 9] avec :

- Le système Semnoz-Petit Pont de l'Île Bourbouillon. Il alimente les résurgences situées au pied de la Montagne de Bange, en rive gauche du Chéran, dont la vallée, transversale aux plis, constitue, par enfoncement érosif, un point bas médian. Les traçages montrent que le bassin d'alimentation se développe axialement à la fois au Nord sur le Semnoz jusqu'à la faille transversale du Crêt de Chatillon et, au Sud, jusqu'au secteur du Revard. **Michel Lepiller** a montré toute l'importance du rôle des failles transversales du Bois de Prépoullain et de Montagny, à la limite de la Montagne de Bange, qui drainent vers les calcaires valanginiens sous-jacents une partie des eaux de l'aquifère urgonien de surface.

- Le système du Bout du Monde. Il se développe jusqu'aux émergences du Bout du Monde dans l'entaille du talweg de la Leysse où les eaux débouchent du réseau fissural et karstique du Valanginien inférieur-Berriasien supérieur plus calcaire. Des traçages montrent qu'une partie de leur alimentation se fait à partir des calcaires urgoniens du Sud du Revard par un transfert probable au niveau de la faille de Lachat.

En définitive, une diffluecence majeure axiale est présente entre les deux systèmes, au droit du Mont Revard avec quelques drainages latéraux en direction du petit système karstique de La Meunaz à l'Ouest. Dans le reste des Bauges, comme dans les Bornes, seuls les calcaires roux du Valanginien supérieur sont encore présents en passant progressivement à des calcaires argilo-siliceux plus fracturés que karstifiés. Il en résulte des émergences liées à des aquifères très cloisonnés, en particulier au bord subalpin (Fontaine de Cayan...).

III.4. Aquifères urgoniens s.l.

Ces aquifères, les plus vastes, sont soit perchés à la faveur de l'incision des vallées et/ou des inversions de relief, soit ennoyés à leur aval sous la surface topographique par encapuchonnement au sein des alluvions de vallée ou par plongement sous des formations imperméables: Gault, flysch, molasse... avec la présence d'émergences de débordement. D'autre part, des circulations souterraines se produisent en direction des zones « tectoniquement » basses (axes synclinaux, plongements axiaux...). Enfin, les failles transversales aux structures jouent un rôle essentiel soit de drain soit de barrage. Il en résulte des systèmes karstiques nombreux, très compartimentés, aux origines multifactorielles. Seuls quelques systèmes représentatifs seront proposés comme exemples fig. 4 et 5).

- Dans la chaîne des Aravis, les calcaires dessinent un monoclinale plongeant au Nord-Ouest sous les flyschs et les klippen, formant écran, du synclinal de Thônes ; il est gauchi axialement, à la fois au Nord, vers Cluses et, au Sud, vers la cluse de Faverges. En conséquence, les circulations karstiques se font en fonction de cette déformation générale avec, au Nord-Ouest, quelques sources au contact des formations imperméables et, au Nord comme au Sud, par diffluecence, des encapuchonnements dans les alluvions de la vallée de l'Arve (résurgences de la Tour Noire en bordure de plaine [10] et de la vallée de La Chaise.

- Dans les Bornes occidentales, les systèmes sont multiples [4] avec leurs émergences principales dans le flanc des vallées. Ainsi, dans le massif du Bargy, une diffluecence axiale (traçage de la Tanne Frède) existe, en hautes eaux, entre le système des émergences orientales du Sècheron, de Notre Dame des Grâces et de Neyrolles appartenant au bassin versant de rive gauche du Foron du Reposoir et celui de l'émergence occidentale de la Barbottante appartenant au bassin-versant de rive droite du Borne.

Dans la vallée de la Fillière [11], en rive droite, la résurgence du Pont de Pierre émerge de la terminaison périclinale urgonienne du synclinal de Champ Laitier. Elle est alimentée pour

partie, au-delà du col de l'Ebat, par les pertes totales du ruisseau de Fontaine Froide dont le

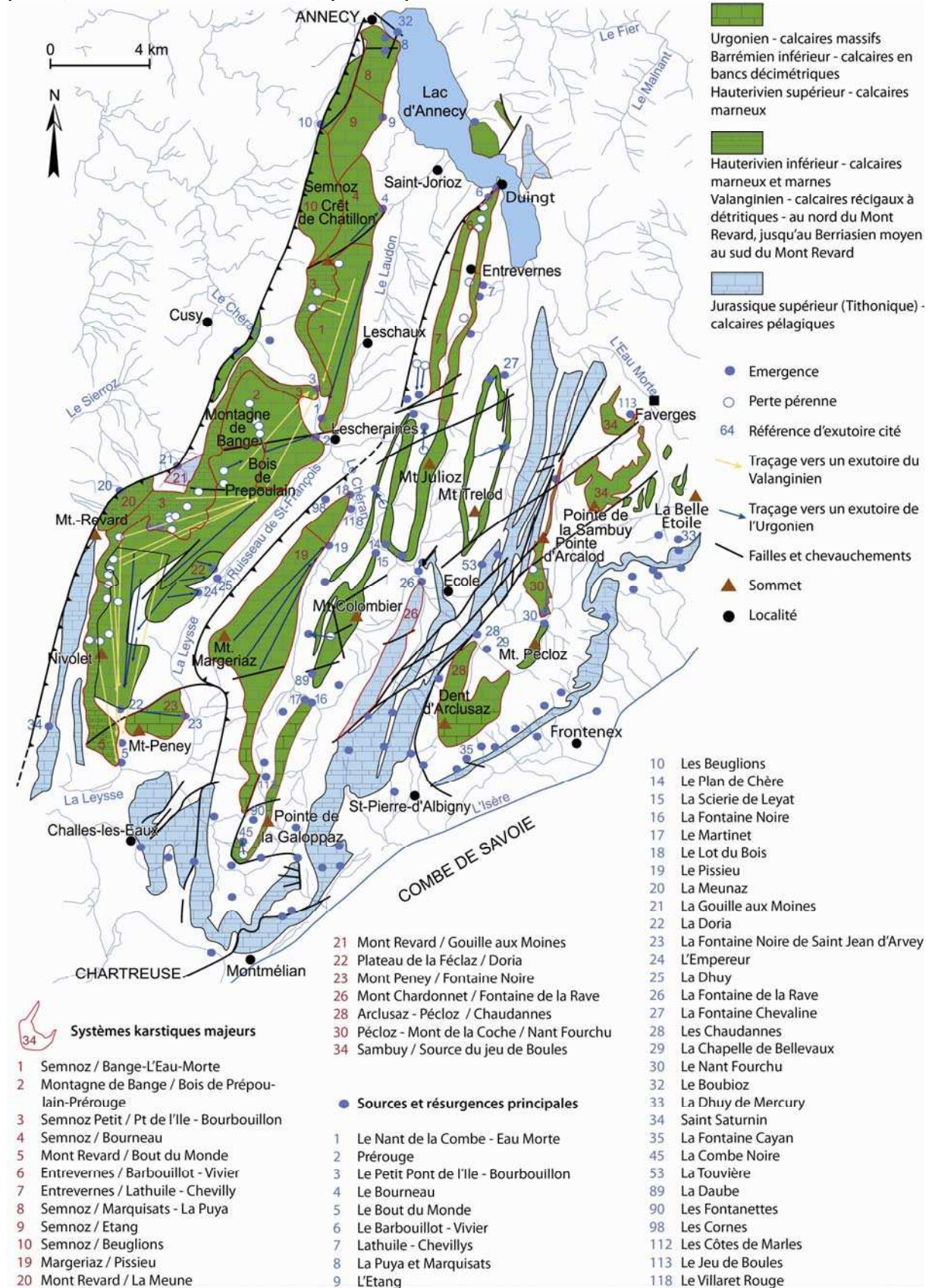


Figure 5 : carte des systèmes karstiques du massif des Bauges (d'après M. Lepiller, 1980).

bassin-versant se raccorde à celui du Borne (coloration des chalets de Tinnaz réalisée sur une faille transversale affectant le Crétacé supérieur). Il y a donc là une claire dissociation des bassins-versants topographiques et hydrogéologiques du fait du plongement axial du synclinal vers le Sud-Ouest et de la présence d'une cassure facilitant le transit en profondeur vers l'Urgonien. D'autre part, en rive gauche de la Fillière, les émergences de la Diau et du Bunant, situées au déboucher de longs réseaux karstiques reconnus, collectent les eaux de la voûte urgonienne du massif du Parmelan-Mont Teret à la faveur de légères ondulations synclinales plongeant au Nord-Est. Enfin, en rive droite du Fier, la résurgence de Morette [11] apparaît à la terminaison aval du synclinal urgonien étroit à fort plongement axial vers la vallée. Les traçages montrent que la faille amont Est-Ouest des Collets a un rôle drainant majeur, concentrant vers l'émergence, à la fois les eaux des réseaux karstiques nord (Montagnes des Frêtes, des Auges, Plateau des Glières) et sud (Mont Teret et gouttière d'Ablon). En conséquence, par le jeu de cette faille transversale et des plongements axiaux convergents vers cette dernière, les bassins-versants topographiques et hydrogéologiques sont loin de coïncider, des diffluences karstiques se faisant très près des vallées du Borne et de la Fillière.

- Dans les Bornes méridionales, du fait de l'inversion de relief, La Tournette constitue une structure plissée et écaillée soulignée par l'Urgonien (synclinal sud-ouest du Casset, anticlinal s.s. de la Tournette, monoclinal oriental et Montagne de Cotagne). Il en résulte des circulations divergentes, en étoile, avec la grosse résurgence de la Fontaine du Paradis à Thônes.

- Dans les Bauges, ces aquifères affleurent largement sur la retombée orientale des anticlinaux du Semnoz et du Revard s. [6, 7, 9], sur le monoclinal du Margérial et dans les synclinaux perchés des Bauges moyennes. Ainsi, le massif du Semnoz et sa carapace urgonienne plonge au Nord vers le lac d'Annecy et, au Sud, vers l'entaille du Chéran, la faille du Crêt de Chatillon constituant une discontinuité hydrogéologique. Il en résulte, d'une part, au Nord, plusieurs petits systèmes karstiques dont ceux des émergences de Bourneau et de l'Étang en bordure du synclinal de Leschaux, des Marquisats et de la Puya en bordure du lac ou du Boubioz sous le lac et, d'autre part, au Sud, en rive droite du Chéran, la résurgence de Bange-l'Eau morte drainant tout le versant sud-est du chaînon. De même, le massif du Revard s.l. est constitué de trois systèmes karstiques, à savoir : -le système de Prér rouge, au Nord, dont l'émergence se fait en rive gauche du Chéran, au déboucher de la faille de Montagny ; il est alimenté par la Montagne de Bange et, pour partie, par le versant nord du Revard, la faille de Prépoullain jouant un rôle essentiel dans la distribution des eaux souterraines entre les aquifères valanginiens et urgoniens (cf. p. 5), -le système de la Doria, donnant la résurgence bien connue perchée au dessus de la cluse de Chambéry, qui draine tout le plateau de la Féclaz, Nivolet compris, -le système de Fontaine Noire qui englobe l'écaille du Mont Peney et alimente, par sa résurgence, Saint Jean d'Arvey. En définitive, comme pour les aquifères valanginiens, une zone de diffluence marquée existe au droit du Mont Revard, avec des écoulements divergents, axiaux, facilités par les cassures transversales.

Le massif du Margérial, pour sa part, très karstifié, est drainé axialement au Nord vers l'importante résurgence du Pissieux au contact du synclinal des Aillons et, à son extrémité septentrionale, par la résurgence du Lot du Bois.

Enfin, dans les synclinaux perchés plus orientaux des Bauges moyennes, les systèmes karstiques sont bien contraints avec des écoulements souterrains se concentrant dans les « fonds de bateau » et circulant principalement vers des émergences localisées dans les points bas (plongements axiaux, entailles transversales du réseau hydrographique). Les exemples sont nombreux et parmi ceux-ci, le système de la Dent d'Arclusaz et du Pécloz, avec la grosse émergence des Chaudannes, en rive droite du Chéran, est tout particulièrement démonstratif.

IV. CONCLUSIONS

Les massifs des Bornes et des Bauges constituent un domaine tout particulièrement adapté aux études portant sur les systèmes karstiques complexes. **Michel Lepiller** en avait compris tout l'intérêt scientifique comme l'ont montré ses travaux. En effet, l'hydrogéologie karstique est, d'une part, conditionnée par les caractéristiques lithologiques de leurs faciès subalpins où les horizons calcaires sont bien contraints et, d'autre part, dirigée par la tectonique alpine. Les plissements et les plongements axiaux associés ainsi que la fracturation dirigent l'alimentation et la circulation des eaux souterraines en favorisant les points d'émergence. Enfin, l'empreinte glaciaire, le creusement des cluses et des vallées, le dégagement différentiel des reliefs entraînent un important compartimentage des systèmes en leur imprimant toutes leurs diversités et leurs originalités.

Références bibliographiques

- (1) **Lepiller M., Mondain P.H., Cardin P.**, 1987 – Les recherches en hydrogéologie karstique menées depuis 10 ans dans les massifs subalpins septentrionaux par le Laboratoire d'Hydrogéologie de l'Université d'Orléans (France). *Bull. Centre d'Hydrogéologie*, Neuchâtel, n° 8, pp. 27-48.
- (2) **Doudoux B., Barféty J.C., Carfantan J.C., Tardy M., Nicoud G.**, 1992 – Notice explicative de la feuille Annecy-Ugine à 1/50.000. *Editions du BRGM*.
- (3) **Doudoux B., Barféty J.C., Vivier G., Carfantan J.C., Nicoud G., Tardy M.**, 1999 – Notice explicative de la feuille Albertville à 1/50.000. *Editions du BRGM*.
- (4) **Charollais J., Busnardo R., Cardin P., Clavel B., Decrouez D., Delamette M., Gorin G., Lepiller M., Mondain P.h., Rosset J., Villars F.**, 1988 – Notice explicative de la feuille Annecy-Bonneville à 1/50.000. *Editions du BRGM*.
- (5) **Doudoux B., Mercier de Lepinay B., Tardy M.**, 1982 – Une interprétation nouvelle de la structure des massifs subalpins savoyards (Alpes occidentales) : nappes de charriage oligocènes et déformations superposées. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 295, II, pp. 63-68.
- (6) **Lepiller M.**, 1980 - Contribution à l'hydrochimie à l'étude des circulations dans les massifs calcaires. Etude de quelques systèmes karstiques du massif du Semnoz et de la région d'Annecy (Savoie – Haute-Savoie). Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. de Grenoble.
- (7) **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 (massifs subalpins des Bauges, Savoie - Haute-Savoie, France). 2^{ème} colloque d'Hydrologie en pays calcaire, Besançon, Ann. Sc. Univ. de Besançon, fasc. 25, 3^{ème} série, pp. 251-262.
- (8) **Rampnoux J.P.**, 2006 - Bornes. Aquifères et eaux souterraines en France. BRGM éditions, t. 2, pp. 611-621.
- (9) **Rampnoux J.P., Lepiller M.**, 2006 - Bauges. Aquifères et eaux souterraines en France. BRGM éditions, t. 2, pp. 622-631.
- (10) **Bocquet F.**, 1983 - Approche de la géomorphologie de la partie nord de la chaîne des Aravis. Mém. Maîtrise, Inst. Géogr. Alpine, Univ. Grenoble, 167 p.
- (11) **Mondain P.-H.**, 1991 - Hydrogéologie des systèmes karstiques de l'Unité dephino-helvétique inférieure entre les vallées du Fier et du Borne (Massif des Bornes, Haute-Savoie, France). Thèse Univ. d'Orléans, Orléans Géosciences, mémoire n° 05.