

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Le massif de Bornes appartient aux chaînes subalpines septentrionales. Il est séparé des massifs du Chablais et de Platé au nord par la cluse de l'Arve, et du massif des Bauges au sud par la Cluse d'Annecy-Ugine. Cet ensemble calcaire forme une série de plis dont la direction axiale varie graduellement du sud-ouest vers le nord-est entre N 0° et N 70°. Le massif est constitué par trois entités distinctes :

- + la chaîne des Aravis qui est la partie la plus élevée du massif (Pointe Percée 2 752 mètres),
- + le synclinal de Thônes qui est une vaste dépression comblée de terrains tertiaires au relief de collines,
- + le massif des Bornes *sensu stricto* qui est caractérisé par une succession de plis plus ou moins amples.

Les précipitations sur le massif proviennent principalement des flux océaniques. P.H. Mondain a évalué le gradient pluviométrique à 70 mm/100 m. En saison froide, la couverture neigeuse persiste de novembre à mars à partir de 1 100 mètres d'altitude et limite considérablement les infiltrations sur les massifs karstiques.

INFORMATIONS PRINCIPALES

Nature :	Domaine hydrogéologique
Thème :	Karstique
Type :	Karstique
Superficie totale :	419 km ²
Entités au niveau local :	E5A1 à E5A13 : Systèmes aquifères karstiques

GEOLOGIE

Le massif des Bornes forme avec les massifs du Haut Giffre, des Bauges, de la Chartreuse et du Vercors, les chaînes subalpines septentrionales. Son relief est masqué par une incurvation de l'axe des plis s'amplifiant du sud-est vers le nord-ouest.

La partie occidentale, ou Bornes proprement dites est un vaste bombement anticlinorial dont la carapace urgonienne est assez largement conservée. Il est constitué de trois anticlinaux majeurs, affectés d'ondulations mineures de leurs flancs orientaux et séparés par de profonds synclinaux. Les flancs occidentaux de ces anticlinaux sont fortement déversés et tendent même à se coucher (pour les plus occidentaux d'entre eux). Leurs voûtes sont au contraire larges ou ondulées, de style "jurassien". Tous plongent progressivement vers le nord-est pour s'enfoncer sous la vallée de l'Arve.

La dépression de Thônes et du Grand Bornand correspond à un vaste synclinal, tardif par rapport aux autres plis (qu'il intersecte obliquement) : le "synclinal de Serraval" se prolonge loin vers le sud, dans les Bauges où il est finalement tranché par le rebord subalpin au col d'Arclusaz ; mais il y est moins visible parce que l'érosion l'a disséqué beaucoup plus profondément en enlevant notamment tout son cœur de Tertiaire (les klipptes allochtones des Annes, la nappe supérieure de Sulens, recouverts par des formations superficielles).

La chaîne des Aravis représente le flanc oriental du synclinal de Serraval (pli sur lequel se connecte à Faverges le synclinal de Tamié, qui est le pli le plus nord-oriental des Bauges). Cette longue crête est partagée longitudinalement par l'entaille du col des Aravis (chaînons de la Pointe Percée au nord et du Charvin au sud) mais cette coupure ne correspond pas à un accident transversal majeur car il y a continuité tectonique parfaite de part et d'autre.

HYDROGEOLOGIE

L'entité correspond à la partie occidentale du massif des Bornes ; elle occupe une grande partie de l'ensemble.

Sur le massif des Bornes *sensu stricto*, deux types d'aquifères sont discernables :

- Des aquifères karstiques correspondant aux calcaires urgoniens, tithoniques et valanginiens, voir crétacés supérieurs et nummulitiques (des Aravis et les Bornes proprement dites). Sur la bordure externe du massif des Bornes, les poches, dépressions et vestiges de galeries creusées dans l'Urgonien et contenant des sédiments continentaux (sables et grès sidérolithiques) rapportés à l'Éocène, attestent de la mise en place, à partir du Crétacé supérieur, de conditions paléogéographiques et bioclimatiques propices à une intense dissolution superficielle et à une première phase de karstification. La structure plissée du calcaire et son découpage par les vallées transversales ont conduit à l'individualisation de nombreux systèmes karstiques de faible à moyenne extension : le bassin versant du système de Morette, le plus étendu du massif des Bornes, ne dépasse pas 27 km² de surface. L'organisation du drainage souterrain est soumise à la géométrie du substratum imperméable et à la position du niveau de base local : les eaux météoritiques s'infiltrent dans les calcaires, puis s'écoulent suivant la ligne de plus grande pente du substratum imperméable pour ressortir généralement au point le plus bas des affleurements calcaires. L'alimentation de ces systèmes est d'autre part assurée par des pertes partielles ou totales de cours d'eau établis sur les formations imperméables. Les ressources en eau du karst sont modestes, mais contribuent encore actuellement à satisfaire une partie de la demande en eau. Elle varie en fonction de la surface du bassin versant et du degré de karstification des systèmes. Les débits d'étiage varient ainsi entre 3 et 250 m³/h ;
- Des aquifères alluviaux de vallée, surtout dans celles du Borne et du Fier. Ces alluvions post-würmiennes graveleuses renferment d'importantes réserves et présentent un bon pouvoir filtrant qui leur confère une qualité bactériologique généralement bonne. Il faut noter que le contour de ces aquifères n'est pas tracé sur la carte, car elles sont mal définies.

Treize systèmes karstiques ont été mis en évidence au niveau local : système karstique de Fringles (entité E5A1), système karstique de Pont de Pierre (entité E5A2), système karstique d'Essert (entité E5A3), système karstique de Deroberts (entité E5A4), système karstique de Louvatière (entité E5A5), système karstique de Source bleue (74) (entité E5A6), système karstique de Morette (entité E5A7), système karstique de Carrière (entité E5A8), système karstique de Bunant (entité E5A9), système karstique de Diau (entité E5A10), système karstique de l'Ablon inférieur (entité E5A11), système karstique de l'Ablon supérieur (entité E5A12) et système karstique de la Tête à Turpin (entité E5A13).

Des connexions sont probables avec les aquifères de l'ensemble des Aravis, mais difficiles à identifier par manque de données.

DESCRIPTION DE L'ENTITE HYDROGEOLOGIQUE

- **Généralités** : L'entité de niveau régional E5A regroupe plusieurs systèmes karstiques (entité de niveau local) développés dans les calcaires tithoniques, urgoniens, valanginiens ou sénoniens. Certains de ces systèmes sont binaires à la suite de la présence de dépôts tertiaires et quaternaires. La majeure partie des ressources circule dans les calcaires barrémo-bédouliens à faciès urgonien.
- **Limites de l'entité** :
 - L'entité de niveau régional E5A est en contact avec les alluvions récentes de l'Arve au nord (324A), de la cluse d'Annecy (543A1) et de l'Arly (545E1) au sud et du Fier (543A2) qui constituent des niveaux de base. Les limites ont été codées en affluence faible, bien qu'elles puissent également être de type débordement discontinues, selon la nature du terrain. Les limites avec les entités 543C2 et 543C6 correspondent des limites de type cours d'eau à potentiel (cours de l'Arve) ;
 - A l'ouest, l'entité est en contact avec la dépression molassique du Pays des Lacs (542B). Deux types de condition aux limites peuvent être déterminés : soit étanche si le terrain est marneux, soit des lignes de débordement discontinues. Du fait de la présence de nombreuses sources, les limites ont été codées préférentiellement en lignes de débordement ;
 - A l'est, les grès oligocènes du synclinal de Thônes oligocènes (E5B) influencent et alimentent les formations karstiques de l'entité et la limite est d'affluence faible ;
 - Enfin, les limites des Bauges orientales (E8B) et des Aravis (E5C) ne sont pas connues précisément, même si des connexions entre ces entités pourraient exister ;
 - Les systèmes karstiques en niveau local ont été délimités d'après la géologie (structure plissée du calcaire et découpage par les vallées transversales) et par des traçages. Cependant les limites précises restent incertaines, des échanges étant toujours possibles entre les systèmes.
- **Substratum** : Terres noires de l'Oxfordien inférieur-Callovien pour le Tithonique, marnes de l'Hauterivien pour les calcaires barrémo-bédouliens.
- **Lithologie/Stratigraphie du réservoir** : Calcaires urgoniens principalement mais aussi tithoniques et valanginiens.
- **État de la nappe** : Libre.
- **Type de la nappe** : Monocouche.
- **Caractéristiques** : Non pertinent pour entité de thème « Karstique ».
- **Prélèvements connus** (données Agence de l'eau 2006) : AEP de Thorens-Glières (655,8 Mm³/an), de Saint Ferréol (920,3 Mm³/an) ; Aquifère karstique : 6 582 m³/j ; aquifère non karstique : 4 887 m³/j (pour l'ensemble du massif des Bornes).
- **Utilisation de la ressource** : AEP (4 366 Mm³/an).
- **Alimentation naturelle de la nappe** : Essentiellement par l'infiltration directe de l'eau météorique et une partie par les pertes des cours d'eau.
- **Qualité** : Eaux de type bicarbonaté calcique.
- **Vulnérabilité** : La vulnérabilité est forte pour les aquifères karstiques.
- **Bilan** : Non renseigné dans la bibliographie.
- **Principales problématiques** : Non renseignées dans la bibliographie.

DESCRIPTION DES SYSTEMES KARSTIQUES

Massif du Bargy :

La majorité des anticlinaux, affouillés jusqu'aux marno-calcaire hauteriviens, est fortement dissymétrique. L'ensemble est découpé par un réseau de failles transversales ce qui favorise la karstification des calcaires urgoniens.

Trois exurgences majeures apparaissent en rive gauche du Foron du Reposoir ; il s'agit de la source du Sécheron (ou du Reposoir), celle de Notre Dame des Grâces et la source temporaire de Neyrolles. Les traçages ont montré que :

- En hautes eaux, une diffluence karstique existe entre les sources de Neyrolles et de Notre Dame des Grâces au nord-est et celle de la Barbottante au sud-est ;
- Par contre, en basses eaux, la restitution est unique vers la Barbottante. Mais une coloration des pertes du lac Lessy se serait également transmise à la Barbottante.

Au nord-ouest du Bargy, dans les plis frontaux, d'autres petits systèmes karstiques cloisonnés ont été mis en évidence avec des sources captées ou non, par exemple l'émergence de Malatrait.

Le débit maximal mesuré à la source Barbottante est de 2 000 l/s, et le débit spécifique est de 47 l/s/km².

Montagne des Frêtes :

Les émergences de Deroberts (au contact des alluvions du Borne) et de l'Essert (perchées et captées), séparées par une faille transversale dite de Creux Golliet, drainent ensemble les calcaires urgoniens de la terminaison périclinale, avec des trop-pleins étagés. Une coloration des écoulements de surface du Creux des Sarrazins, se perdant au chalet de La Spée dans l'Urgonien amont au nord-ouest de l'anticlinal de la montagne des Frêtes, est ressortie à l'Essert.

Le système Deroberts présente des karsts de type unaire, avec une surface totale de 15,4 km². Ce système est établi dans le synclinal de la Louvatière où les calcaires urgoniens, dont l'épaisseur dépasse 140 mètres, constituent l'aquifère. Le débit moyen de cette source est de 0,15 m³/s.

Système karstique Morette (E5A7) :

L'émergence de Morette qui se situe en rive droite du Fier est une des sources du synclinal de Morette (prolongation du synclinal des Glières). L'émergence pérenne principale située sur une diaclase, est captée par une galerie en direction d'une conduite forcée alimentant les turbines d'une scierie. En définitive, la superficie de l'impluvium de cette émergence est proche de 27 km².

La karstification est développée dans les calcaires urgoniens qui sont recouverts par les formations du Gault (qui regroupent les marnes noires et les grès verts glauconieux de l'Albien ainsi que les conglomérats grésocalcaires du Vraconien ou du Cénomaniens inférieur). Ces niveaux de 30 à 50 mètres d'épaisseur, globalement imperméables, servent également de substratum aux formations calcaires du Priabonien qui sont localement aquifères (notamment dans le synclinal d'Ablon). Toutes ces séries sont plissées suivant l'axe N 30° à N 50°. Les karsts sont de type binaire.

- Emergence de Morette (06786X0046/SO – La Balme de Thuy) : principal exutoire pérenne du système, avec le débit moyen de 1,5 m³/s et le débit maximal supérieur 10 m³/s.

Système karstique de La Diau (E5A10) :

C'est l'exutoire ouest du massif du Parmelan. Les karsts de type unaire de ce système se développent essentiellement sur les calcaires urgoniens, dont la falaise borde la vallée du Fier. L'épaisseur de cette formation dépasse 140 mètres. Ils sont recouverts par « les formations de Gault » (qui regroupent les marnes noires qui ne demeurent plus que sous forme de lambeaux au niveau du chalet du Pertuis). Ces séries sont plissées (axes N 30° à N 50°). La densité de fracturation y est élevée et les lapiazs sont très développés.

La source de la Diau (06786X0037/CVN – Thorens-Glières) : c'est un exutoire pérenne principal du système ; elle constitue le débouché d'une rivière souterraine et s'écoule au fond d'un cirque. L'émergence pérenne se trouve en contre bas, au sein des formations hauteriviennes. Le débit maximal de cette source peut atteindre 8 m³/s et il est en moyenne à 0,6 m³/s.

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- ANTEA & BURGEAP, 2001 – Aquifères patrimoniaux karstiques du bassin Rhône-Méditerranée-Corse.
- BRGM éditions, 2006 – Aquifères et eaux souterraines en France, 2 tomes.
- BRGM, 1988 – Notice de la carte géologique au 1/50 000 de Annecy-Bonneville (N°678).
- BRGM, 1992 – Notice de la carte géologique au 1/50 000 de Annecy-Ugine (N°702).

- DIREN Rhône-Alpes, 1999 – Synthèse hydrogéologique départementale ; département de l'Isère.
- MONDAIN, P.H., 1991 – Hydrogéologie des systèmes karstiques de l'unité delphino-helvétique inférieure entre les vallées du Fier et du Borne (Massif des Bornes, Haute Savoie, France). Thèse 3^{ème} cycle, Université d'Orléans, 2 tomes, 561 p.

CARTES GEOLOGIQUES CONCERNEES :

1/250 000 – LYON – N°29 ; ANNECY – N°30
1/50 000 : ANNECY-BONNEVILLE – N°678 ; CLUSE – N°679 ; ANNECY-UGINE – N°702 ; SAINT-GERVAIS-LES-BAINS – N°703

CARTES HYDROGEOLOGIQUES CONCERNEES :



