

## Rapport hydrogéologique concernant la protection du forage du crêt de la Chapelle à Métabief (Doubs)

par le professeur Pierre Chauve, Hydrogéologue agréé

A la suite de l'abandon de la source des Géraniums, la commune de Métabief ne dispose plus pour son alimentation en eau potable, que de deux captages : le double forage du Bief Rouge, le long de la route des Hôpitaux et le forage du crêt de Chapelle, objet de ce présent rapport. Le complément est assuré par le syndicat des eaux de Joux qui exploite l'eau du lac Saint-Point.

Ce rapport fait suite à un rapport préliminaire à la protection de ce captage le 28 avril 1999, à un rapport concernant la mise en exploitation du forage en novembre 2002 et à la définition provisoire des périmètres immédiats sur un plan cadastral en 2003.

### Le forage du crêt de la Chapelle

Après une étude géophysique sur une zone de linéaments reconnus sur la carte géologique et en photos aériennes et élimination d'une zone située en contrebas de l'ancienne décharge, un forage (F 1) a été implanté en amont de la décharge dans une clairière le long du chemin forestier qui se dirige vers le chalet du Paradis. Ce forage a été arrêté à la profondeur de 150 m ; il présentait des débits insuffisants (0,5 m<sup>3</sup>/h). Approfondi jusqu'à 180 m il a été testé à 12 m<sup>3</sup>/h. Il a alors été proposé d'approfondir le forage. Mais à la suite du blocage d'un outil, il a dû être abandonné et rebouché.

Un second forage, le forage F 2 a été réalisé à 150 m au nord du forage F1. A 170 m le débit soufflé n'était que de 2 m<sup>3</sup>/h ; il a été poursuivi jusqu'à 212 m. mais il n'a pas confirmé les espoirs du premier forage.

Un troisième forage F 1 bis, objet de ce rapport a été creusé à 3 m du F 1 Foré en 225 mm de 131 à 217 m, il devait recevoir un tube acier de 178-193 m, mais le tube a été bloqué à 140 m ce qui a obligé à le remplacer par un tube de 168 mm qui a été à son tour bloqué à 189 mètres. Ce troisième forage (F1bis) qui se trouve sur la même plateforme que le F1, maintenant rebouché a repris son appellation. On l'appellera donc F1.

### Coupe technique

Cet ouvrage descend à 220 m de profondeur. Les 131 premiers mètres, forés au diamètre de 219 mm ont été alésés à 305 mm. Le reste a été foré en 225 mm.

Par suite de nouveaux problèmes techniques, le tubage a été arrêté à 131 m et une crêpine placée à l'intérieur entre 95 et 190 mètres de profondeur avec une partie pleine de 148 à 154 m où doit se situer la pompe.

Le puits F2 peut aussi donner un complément mais faible car on note une interférence entre les deux puits lors des pompages simultanés

### Situation

Les forages F1 et F2 se situent dans la parcelle 31, section B. La L'altitude du forage F1 est de 1070 m..

### Contexte géologique et hydrogéologique.

La parcelle 31 se situe dans la bordure sud du synclinorium de Métabief. Elle repose sur les calcaires de l'Hauterivien.

Le forage démarre dans les calcaires biodétritiques de l'Hauterivien, traverse de 20 à 42 m les marnes hauteriviennes, puis de 42 à 90 m le Valanginien. Ces trois ensembles sédimentaires correspondent au Crétacé.

Viennent ensuite jusqu'à 126 m, c'est-à-dire sur environ 40 m, le Purbeckien dont l'épaisseur est ici au moins doublée par suite du décollement du crétacé sur le Jurassique supérieur. Le reste du forage (de 120 à 220 m de profondeur) est tout entier dans les calcaires du Portlandien (Jurassique supérieur).

Les quatre venues d'eau sont toutes situées sous le Purbeckien, dans les calcaires portlandiens.

Comme dans tous les synclinaux crétacés de la Haute-Chaîne jurassienne, le Crétacé est plissé d'une manière disharmonique par rapport au socle relatif (à plus grand rayon de courbure) du Jurassique supérieur. Dans cette bordure synclinale et en amont du forage s'allonge un repli anticinal à cœur de Valanginien. Ceci explique la surépaisseur de Purbeckien rencontrée dans le forage F1 alors que dans le forage F2, cette épaisseur était proche de la normale.

Trois ensembles géologiques superposés peuvent donc être considérés. Le plus élevé, le Crétacé, est un aquifère potentiel, mais n'a, semble-t-il pas donné d'arrivées d'eau conséquentes. Il est séparé des calcaires du Jurassique supérieur qui constituent un second aquifère par le Purbeckien. Cet ensemble marneux forme un écran imperméable.

Le niveau statique mesuré dans l'ouvrage se situe légèrement plus haut que le mur du Purbeckien, montrant que l'aquifère touché par le forage est celui du Jurassique supérieur et qu'il est légèrement en charge. Ce niveau correspond sensiblement à celui de la source des Géraniums qui se trouve plus au nord. Il y a donc indépendance au moins localement entre les eaux contenues dans le Crétacé et celles du grand aquifère karstique du mont d'Or qui alimente les sources du Bief Rouge et qui a été rencontré dans le tunnel du mont d'Or. Par contre, la source des Géraniums qui sort dans le Crétacé résulte du mélange des deux types d'eau le long de la faille de direction nord-sud qui recoupe la bordure du synclinal.

### Les essais de débit

Le forage a été testé le 2 septembre 1998 par 4 paliers enchaînés de 1 heure à 9,6, 17, 22,7 et 25,3 m<sup>3</sup>/h, suivis d'une remontée. Le débit critique était de l'ordre de 17 m<sup>3</sup>/h. Au delà, les rabattements augmentent considérablement, le régime devient turbulent et la turbidité augmente

Un essai de longue durée a été réalisé entre le 3 et le 6 novembre 1998, suivi de la remontée. Sur F 2, au bout de 36' de pompage, les rabattements (reportés sur un graphique rabattement / log(t)) évoluent de façon linéaire jusqu'à une valeur de 4 m en fin de pompage. Sur F 1 bis, la descente observée montre une double pente (avec une diminution de l'augmentation des rabattements), puis une stabilisation. Le forage semble se développer. En utilisant la position des deux forages F 1 bis et F 2 et en construisant le graphique rabattement / log (d) (distance), on peut évaluer l'augmentation du rayon d'action du puits en fonction de la durée du pompage. Ce rayon théorique atteint la décharge au bout de 10 h de pompage et la dépasse après 64 h.

On notera cependant la captivité de l'aquifère sous l'imperméable purbeckien.

### Vulnérabilité

Le contexte environnemental autour du forage et en amont vers la montagne est bon. Il s'agit d'une forêt empruntée par des promeneurs et des cyclistes. Des équipements de ski (remontées mécaniques) se situent dans les parties hautes. En contrebas existe une ancienne décharge. On a vu que le rayon d'action du puits s'étendait jusqu'à la décharge au bout de 10' de pompage continu. La présence de failles ou de linéaments susceptibles de créer des

discontinuités dans la couverture marneuse et favoriser des infiltrations m'a incité à tester cette décharge pour s'assurer qu'il n'y avait pas de communications.

Une coloration a été effectuée, à ma demande, le 17 septembre 2002, à partir de l'ancienne décharge située à proximité du réservoir SCIMO. En même temps un pompage de longue durée a été lancé sur le forage. La pompe dont le débit est de 23 m<sup>3</sup>/h a fonctionné sans interruption du 17 septembre au 3 octobre 2002. Il est dommage que les niveaux n'aient pu être mesurés. Néanmoins, il semble qu'à ce débit le puits n'ait pas été dénoyé. Ce qui confirme le développement du puits que l'on pouvait supposer à la suite des essais de puits de longue durée.

Un kilo de fluorescéine a été injecté, poussé par 5 m<sup>3</sup> d'eau. 6 points ont été surveillés : l'exhaure du forage, les sources de Fontaine Ronde et des Longevilles-Hautes, la source Bleue et le bief Rouge à Maison neuve et Métabief.

Le colorant a été détecté seulement sur le bief Rouge entre le 24 septembre et le 4 octobre ; il était visible dans le ruisseau le 1<sup>er</sup> octobre. Il n'est pas apparu dans le forage.

Cela confirme le rôle d'écran joué par le Purbeckien qui isole la décharge des calcaires jurassiques sous-jacents.

#### Bassin d'alimentation

L'aquifère qu'exploite le forage est celui qui se développe dans les calcaires du Jurassique supérieur. Il s'étend largement dans le massif du mont d'Or et du Risoux. Cet aquifère karstique alimente d'autres sources en bordure du synclinal (à la limite Jurassique/Crétacé) et est drainé par les venues d'eau du tunnel ferroviaire du mont d'Or. Il passe en profondeur sous le synclinal crétacé où il est en charge et se relie à l'aquifère du pli anticlinal suivant (St Antoine-Mont du Lhaut). L'alimentation de l'aquifère se fait dans le massif du mont d'Or. La zone qui influence plus particulièrement le forage est orientée vers le mont Rond.

#### Exploitation du forage

L'équipement du puits me paraît peu fiable dans le temps. Les défauts relevés dans l'ouvrage ont géné la mise en place des équipements du puits. Ils n'ont pas permis de mettre en place une pompe assez puissante ni de la placer à la profondeur voulue.

Il n'est pas certain que l'on puisse retirer la pompe et la remettre facilement en place en cas d'incident. On ne peut pas non plus relever les niveaux.

Ainsi, au cours de l'été 2003, alors que les deux forages (F 2 et F 1 bis) étaient secs, il aurait été intéressant de pouvoir *descendre la pompe immergée et de tester l'aquifère à une plus grande profondeur*.

Une meilleure réalisation du puits aurait permis de tester plus bas les calcaires et éventuellement d'obtenir de des gains appréciables.

#### Qualité de l'eau

Les prélèvements pour analyses type AEP effectuées à l'issue des essais de pompage (3 novembre 1998) ont montré que les eaux étaient turbides et contaminées bactériologiquement. La turbidité est passée de 28 NTU après 4 h de pompage à 2,7 NTU après 50 h de pompage. Il y a donc un nettoyage qui s'est opéré. Lors de ma visite, l'exhaure que j'ai vu était limpide.

L'analyse bactériologique réalisée au cours du chantier n'est pas représentative. De même, les dépassements relevés en fer (0,5 mg/l), en aluminium (2 mg/l) et en manganèse (0,02mg/l) sont peut-être liés à un développement insuffisant du forage.

Pour le reste des éléments analysés, l'eau répond aux normes de qualité chimique pour une AEP. J'ai noté seulement une teneur en sulfate élevée par rapport aux teneurs habituelles des eaux du secteur. Son origine est à rechercher dans le Purbeckien. Elle devrait diminuer après équipement du puits.

La seconde analyse effectuée dans ce cadre portait sur un prélèvement de l'eau du forage F2, le 12 novembre 1998. Cette eau était conforme aux normes bactériologiques. Elle comportait aussi une analyse physicochimique sommaire et une analyse de pesticides. Seule la turbidité (26 NTU) dépassait les normes. Les analyses de contrôle (ARS du Doubs) portant sur 2002-2006 donne les indications suivantes : en sortie de forage ou de pompage (2 analyses) montre une absence d'atrazine, de coliformes, d'entérocoques et d'*Escherichia coli*. Les teneurs en nitrate sont de 4,7 et 4,5 et la turbidité est de 0,28 et de 5,4 NTU. A la station de traitement 6 analyses donne des résultats identiques et précisent les grandes variations de turbidité qui peut atteindre 34 NTU.

## Protection

Pour la protection d'un forage, il importe de protéger en priorité les abords immédiats et de s'assurer de présence d'un écran imperméable protecteur. De dernier est double puisqu'il comporte les deux niveaux superposés de marnes hauterivienne et purbéckienne. La protection immédiate passe par le tubage de la partie supérieure du forage (qui a été réalisée) et par la création de zones exemptes d'activités autour des ouvrages

### *Périmètre immédiat*

Deux emplacements incluant les forages ont été dessinés en 2003 par un géomètre. Ils permettent de repérer les ouvrages.

Les deux forages F1 et F2 seront inclus dans un enclos grillagé et fermé par une barrière métallique avec porte de même nature. Aucune activité ni épandage n'y sera tolérée ; en particulier aucun stockage, dépôt ne seront autorisés à l'intérieur et contre la barrière à l'extérieur. L'accès sera strictement limité au personnel d'entretien et de surveillance. Les regards éventuels et les extrémités des trop-pleins seront grillagés.

L'eau issue du forage sera filtrée et désinfectée.

### Forage F 1 (ex F1 bis)

Ce périmètre occupera la plate-forme actuellement dégagée autour du forage. Elle aura la forme d'un rectangle d'environ 35 m de long et de 20 m de large et allongé suivant une direction grossièrement est-ouest.

### Forage F 2

Le périmètre aura la forme d'un rectangle de 25 m sur 18 m de côté. La tête de captage sera placée à l'intérieur d'une construction cubique d'environ 1,20 m de côté et fermée par un tampon étanche avec aération.

Les deux parcelles ainsi définies seront individualisées, numérotées et reportées sur le plan cadastral.

### *Périmètre rapproché*

Il s'étendra sur une bande de terrains partant du nord du Cernois en direction du tournant des canons et des Seignots en englobant le petit Monrond. Il est figuré sur le plan annexe n° 3-3bis. Son extrémité ouest concerne la commune des Longevilles.

Ce périmètre rapproché restera en l'état c'est-à-dire en prairies et forêts sans apports. Aucun épandage ni aucun stockage de produits polluants, à une altitude supérieure aux forages, tant dans les prés que dans les bois, n'y seront autorisés.

Aucun forage ne sera autorisé à l'exception de ceux nécessités pour le maintien ou le développement de la ressource en eau potable.

Le PPR sera inconstructible. Néanmoins, les installations de remontées mécaniques et leurs annexes seront autorisées en prenant soin de ne pas déverser lors des montages ou lors des entretiens de produits polluants.. Les chalets existants (Petit et grand Monrond, ..) pourront être réhabilités, mais pas agrandis. Des constructions nouvelles de faible capacité sans hébergement pourront être mises en place (restaurant ou buvette d'altitude , abri pour les bêtes ou les promeneurs. Si ces installations génèrent des rejets potentiels l'avis d'un hydrogéologue agréé, sera nécessaire.

### *Périmètre éloigné*

Il s'étendra dans les hauts du mont d'Or, dans la pointe méridionale du territoire communal de Métabief ainsi que dans les secteurs du Paradis et du Grand Monrond sur la commune des Longevilles. Il est limité en orange sur le plan annexe 3-3bis.

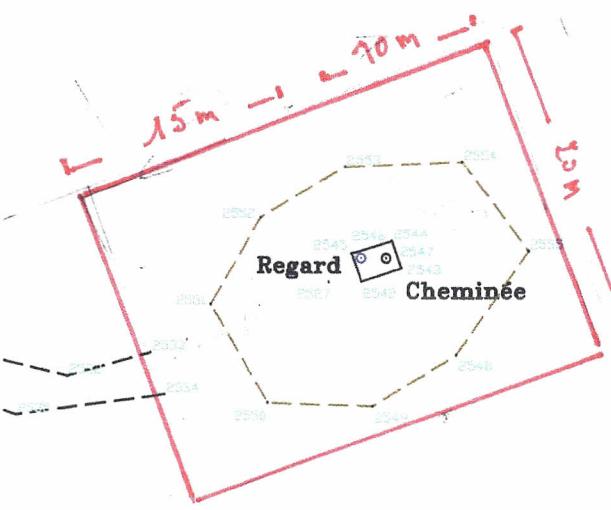
Besançon le 29 avril 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pierre Chauve". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath it.

Pierre Chauve

Hétabief  
Crêt de la chapelle

PPI F.1

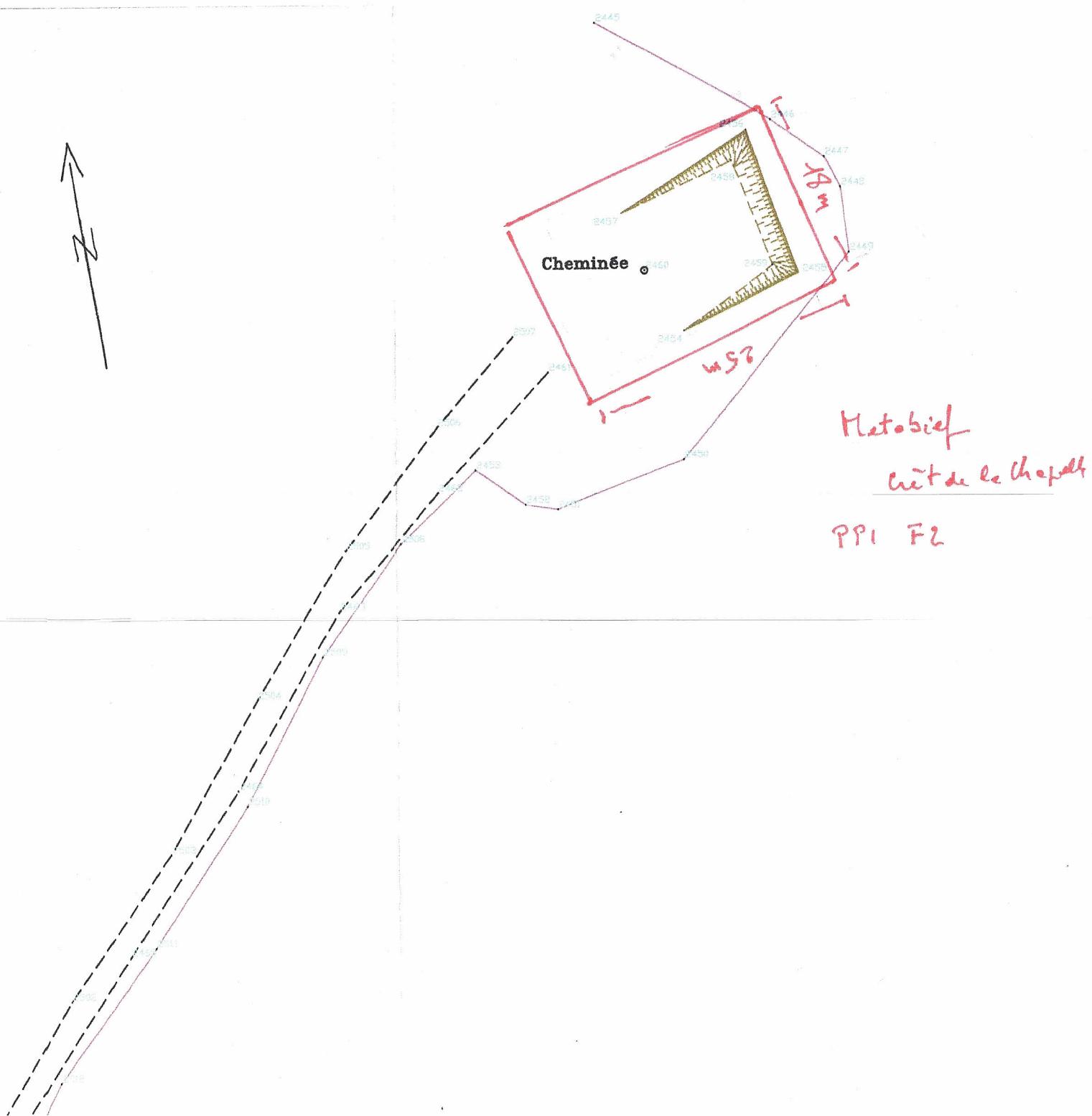


Annexe 2

## Annexe 2

IEF

500



Motobrief. erit an la Che pelle

Perimetro reppresche.

(en vert entouré du rouge)

X

8

1

64

61

Commune de Louvain

## Section B

*PARADIS*<sup>16</sup>

Section 24

Limites de section      — — —  
 Limites de commune      + + +

**COMMUNE DE METABIEF**  
**Forage du Crêt de la Chapelle**

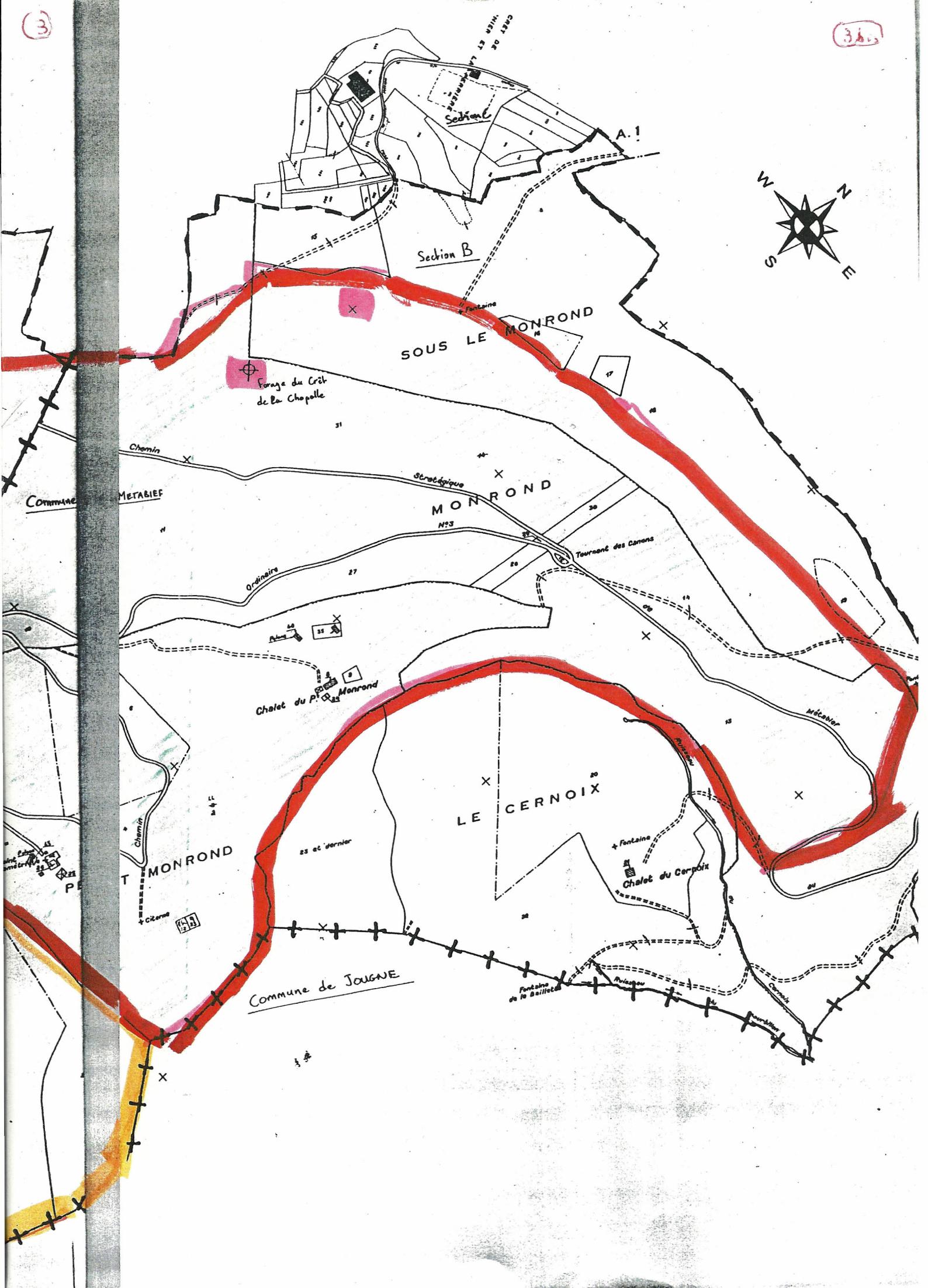
PIAN PARCELLAIRE



Schmidt Environnement  
Eau  
Environnement  
Géologie  
Déchets  
Assainissement

63

36-3



## **Quelques remarques sur l'alimentation en eau du secteur du mont d'Or.**

- 1) Certaines localités ont des excédents : Les Longevilles et Rochejean, Jougne dans une certaine mesure (le Moulin), d'autres en ont peu ou pas assez (Métabief, les Hôpitaux Neufs, d'autres encore, des ressources sensibles (Labergement, Les Hôpitaux Vieux, Fourcatier, Malbuisson).
- 2) Une part importante de l'alimentation est assurée par le syndicat des eaux de Joux. Toutefois, et pour des raisons diverses, **on ne peut pas résoudre tous les problèmes du secteur en ayant seulement recours à l'eau du lac.**
- 3) Les forages réalisés dans l'anticlinal du mont d'Or ont montré leurs limites. Un forage profond sous le Crétacé du synclinal de Métabief-Mouthe permettrait de trouver une ressource suffisante avec cependant, le risque de voir tarir, en étiage, la grande source de Malbuisson (cf publications de Fournier, 1923, Chauve, 1954, ...). **Il convient donc de rechercher d'autres solutions.**
- 4) En premier lieu : a) un **regroupement des potentialités aquifères des collectivités des environs du mont d'Or**, b) la **mise en exploitation du nouveau forage des Longevilles**, c) l'**utilisation des eaux du puits du moulin pour la neige artificielle**, d) la **recherche de ressources d'appoint**
- 5) Une mise en commun des installations de captage et de distribution permettrait de gérer de manière plus efficace et plus fiable, les traitements nécessaires : filtration, désinfection, ...
- 6) Recherche de ressources nouvelles :  
Des fuites dans les parois du tunnel du mont d'Or sont à l'origine des débits importants qui s'écoulent en Suisse depuis le percement de l'ouvrage. Même en soustrayant les débits de la source d'O Barth', ceux-ci semblent largement suffisants pour satisfaire les besoins complémentaires des communes du secteur. Leur captage ne pose pas de problèmes insurmontables. Il réduirait en outre légèrement les emprunts au lac. On notera aussi que le bassin d'alimentation de ces fuites est encore naturellement protégé et peu construit.  
D'autres sources en bordure du synclinal pourraient éventuellement être suivies.  
Un déplacement en profondeur des pompes du forage du crêt de la chapelle (mais je ne suis pas certain de sa possibilité). Parmi ces trois propositions, seule l'exploitation de l'eau du tunnel est actuellement réalisable d'une manière efficace.
- 7) Le raccordement au syndicat de Joux devrait être maintenu en secours en cas d'incident. Certaines sources (Fourcatier, les Hôpitaux Vieux, Labergement , ..) pourraient, avec une protection sommaire en particulier au niveau de l'urbanisation, être conservées en secours et pour les réserves incendie.

Pierre Chauve  
1<sup>er</sup> juin 2011