

**RAPPORT HYDROGEOLOGIQUE SUR LA PROTECTION DE LA  
SOURCE DE FROIDEFONTAINE (Vaucluse , Doubs)**

par J. MANIA

hydrogéologue agréé pour le département du DOUBS

Suite à la réunion en mairie de Belleherbe et de la visite effectuée sur les lieux le 23 décembre 1998 en compagnie des représentants du SIVOM de Belleherbe et des représentants du Conseil Général, de la DDAF et de la DDASS l'exploitation de la source de Froidefontaine sur la rive gauche du Dessoubre semblait la plus judicieuse pour alimenter les communes du plateau de Belleherbe.

Le fort débit de la source d'origine karstique impliquait un bassin d'alimentation de grande taille (avec deux réservoirs calcaires superposés) qu'il fallait délimiter de manière précise par une campagne de traçages confiée au bureau d'études Pascal Reilé d'Ornans.

## **CADRE HYDROGEOLOGIQUE**

La source de Froidefontaine émerge en contrebas de la route D39 et en bordure du ruisseau du Dessoubre à 425 m d'altitude dans les éboulis des calcaires karstifiés du Jurassique moyen (la grande oolithe du Bajocien supérieur). Le bassin d'alimentation s'étend sur le plateau de Longeville-Chamesey-Brey et Charmoille. Il est constitué par des calcaires et des marnes du Jurassique Supérieur et moyen particulièrement plissés, fissurés et faillés (le faisceau de Belleherbe). Un réseau karstique puissant explique l'existence de sources importantes qui alimentent le Dessoubre dont le débit d'étiage est de l'ordre de 500 l/s.

Les débits d'étiage de la source de Froidefontaine atteignent 128 l/s et la crue du 12 mai 1999 a atteint 1,4 m<sup>3</sup>/s.

Une contamination bactériologique est apparue lors des prélèvements effectués par les services de la DDASS du Doubs d'avril et de juin 1998 en raison soit de l'état des griffons recouverts en partie par des branchages et des dépôts de matières organiques soit en liaison avec des épandages agricoles dans le bassin d'alimentation.

## **ETUDES ANTERIEURES**

Les premiers traçages réalisés par le Cabinet Reilé d'Ornans dans les secteurs au sud de Charmoille indiquent :

- à partir du lieu dit « La Charbonnière » (avec 1kg de rhodamine) une liaison positive avec la source de Froidefontaine,
- à partir de la doline dite de la « Tuilerie » un écoulement en direction du nord-est vers le Cul de Chênaux.

## **TRAVAUX COMPLEMENTAIRES DEMANDES**

L'examen du bassin d'alimentation potentiel méridional de la source, d'une superficie de 10 km<sup>2</sup> environ, s'étend sur le plateau sud de Charmoille – Longeville- Chamesey mais aussi sur le secteur d'Ebey particulièrement faillé où affleurent les calcaires du Jurassique moyen. Les cartes indiquent la présence de dolines bien développées aux points suivants :

- Les Endroches entre Chamesey et Charmoille,
- Derrière le Mont au N de Chamesey sur une doline située dans le Jurassique moyen,
- Le Chauffaud,
- La Cote des Sapins,
- Jeupé au NE de Longeville,
- entre Longeville et Chamesey,
- sur le secteur faillé d'Ebey.

Les sept dolines devaient être tracées afin de délimiter le bassin d'alimentation des eaux souterraines.

Une contamination potentielle possible pouvait être due au rejet des eaux usées des villages de Chamesey, de Longeville et d'Ebey situés à des altitudes de 700 à 750 m. Ces eaux usées sont en effet collectées et envoyées dans des caniveaux qui infiltrent les eaux en profondeur.

Une coloration des eaux usées au niveau des trois regards était recommandée si toutefois l'opération était techniquement possible.

Les dolines devaient être au préalable curées au moyen d'une pelle mécanique pour éviter la stagnation des traceurs.

Une surveillance sera effectuée, à l'aide de fluocapteurs et au pas journalier pendant un mois, sur la source de Froidefontaine, sur celles des Moulinots, de Courbey, Les Jonchets, de Goulay.

L'ensemble des informations issues des traçages permettra de fixer la zone d'alimentation du bassin de la source de Froidefontaine et de délimiter les futurs périmètres de protection.

### **TRAVAUX EFFECTUES DE MAI A OCTOBRE 1999**

Le bureau d'études Pascal Reilé d'Ornans a fait dégager les abords des griffons de la source (le 12 mai 1999) afin d'améliorer les conditions d'échantillonnage des eaux et de jaugeage puis a procédé aux injections de colorants sur le bassin versant.

Traçage sur le secteur faillé d'Ebey : les effluents du hameau d'Ebey sont rejetés dans une perte située dans une doline implantée dans des calcaires du Dogger et en contrebas du village. L'injection de 4 kg de fluorescéine le 19 mai 1999 a été réalisée lors d'un orage violent et le colorant a été détecté le 25 mai suivant (au bout de 144 heures) sur la source de Froidefontaine située à 4,4 km de distance (vitesse apparente de circulation des eaux : 31 m/h). Il faudra traiter les effluents du hameau d'Ebey (technique du filtre à sable par exemple).

Traçage sur le secteur de Chamesey : la commune de Chamesey rejette après traitement des eaux usées dans un diaclase à l'ouest du village (point coté 700 m). L'injection de 1 kg de fluorescéine le 19 mai 1999 a été réalisée lors d'un orage et seule la source du Val à Bretonvillers située à 4,5 km a été atteinte au bout de 30 heures à deux reprises (transfert double) ce qui donne une vitesse de circulation apparente de 150 m/h..

Traçage sur le secteur des Prés Rougiers(commune de Chamesey) : en contrebas du hameau au contact de marnes et de calcaires un gouffre a été tracé à l'aide de 4,5 kg de fluorescéine le 15/06/1999. Le colorant a atteint la source de Froidefontaine située à 6 km au bout de 800 heures (le 21/06/1999) ce qui donne une vitesse apparente de 7,5 m/h.

Traçage sur le secteur de Fremondans : Le traçage a été réalisé avec 1 kg de rhodamine. Dès le lendemain la source de Froidefontaine enregistrait le passage du colorant avec des concentrations faibles malgré la proximité du point d'injection.

Traçage sur le secteur de Charbonnière : dans une doline dans le bois de même nom 2 kg de fluorescéine ont été injectés le 12/07/1999. Le colorant est réapparu 2 jours plus tard à la source de Froidefontaine.

Traçage dans le lit du ruisseau temporaire au lieu dit « Prés de Bas » sur la route entre Varin et Battenans. L'injection de 1 kg de fluorescéine avant sa perte totale en amont des alluvions de la rive droite du Dessoubre n'a pas affectée la source de Froidefontaine.

Traçage sur le secteur de la décharge de la Violette : dans une perte des calcaires du Rauracien . Le colorant injecté ( 5kg de Rhodamine) n'est réapparu que sur la source des 3 pucelles/ Moulin Girardot de manière très étalée.

Les résultats des différents traçages indiquent l'existence de trois sous-bassins :

- Bassin I de 1,5 km<sup>2</sup> dans le secteur du hameau de Fremondans (calcaires du Jurassique moyen)
- Bassin II de 5 km<sup>2</sup> sur le plateau de Belleherbe (calcaires du Jurassique supérieur) couvrant les secteurs de Saichelle, Côte des Sapins, Maléchar, Pommier, Bois de Jeupé, Sur les Tatres, La charbonnière, Sargot, Les Tatres ,
- Bassin III de 8 km<sup>2</sup> sur le faisceau de Bellerherbe (calcaires du Jurassique moyen et supérieur) couvrant les secteurs de Pré Rougier ,Derrière le Crêt, Le Maguenet, A Chibouly, Pravey, Ebey, Chapelle de la Combe et la partie Est de Belleherbe.

Les surveillances des crues indiquent l'apparition d'une réponse hydrologique double indiquant la participation des 2 sous-bassins majeurs (Bassins II et III) à la contribution du débit de la source de Froidefontaine.

## ORIGINES DE LA CONTAMINATION

L'examen du bassin versant du captage montre des possibilités multiples de contamination potentielle qu'il faut essayer de limiter au mieux.

Ces dernières sont constituées par les eaux usées issues des fermes et maisons d'habitations. Les eaux drainées disparaissent progressivement par infiltration dans les formations perméables ou dans des pertes.

L'occupation de la vallée par des activités d'élevage pose le problème de l'épandage des lisiers et des fumiers et de l'utilisation correcte des fertilisants artificiels qui peuvent être à l'origine d'une pollution azotée .

L'examen du rejet des eaux usées non traitées du village de <sup>Ebey</sup>\*\*\*\* qui fait partie du bassin d'alimentation du captage montre :

- un débordement du réseau unitaire à proximité du <sup>D32 (Route départementale)</sup>\*\*\*\* par l'intermédiaire d'une buse ,
- une perte des eaux usées qui sont canalisées jusqu'à une faille passant à proximité <sup>du D32 -</sup>\*\*\*\*

Des pertes et des dolines (d1 à d10 sur la figure) peuvent faire l'objet de rejets de déchets clandestins qu'il faut stopper au maximum.

## ETABLISSEMENT D'UNE ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

En concertation avec les services techniques de la chambre d'agriculture du Doubs une carte d'aptitude des sols à recevoir des engrais minéraux ou organiques sur tout le secteur géographique couvrant le territoire des communes d'Ebey, Belleherbe, Charmoille, Chamesey et Longeville et dans les limites des périmètres de protection rapprochée sera réalisée .



Cette étude doit permettre aux exploitants agricoles de moduler les consommations d'engrais en fonction de la nature des sols en site herbager ou éventuellement cultivé .  
Il faut examiner les possibilités de réalisation d'un assainissement individuel des habitations et des exploitations agricoles.

## **PROTECTION ET ENVIRONNEMENT**

Aucun périmètre de protection n'est pour l'instant implanté et il s'avère urgent de clôturer le captage principal .

Le bassin d'alimentation de la source est occupé essentiellement par des hameaux ,des pâturages , des parties boisées et des fermes .

Le passage de la route départementale à travers le bassin d'alimentation constitue un point névralgique car toutes les eaux de ruissellement des chaussées s'infiltrant dans le bassin .

Des pollutions accidentelles peuvent contaminer gravement la source .

Des chlorures en quantité non négligeable (sel de déneigement ) sont susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des eaux de la source .

## **DELIMITATION DU BASSIN D'ALIMENTATION DE LA SOURCE**

Les opérations de traçage ont montré que le bassin de la source est constitué par les calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur . Les bassins d'alimentation des eaux souterraines sont relativement bien individualisés par les structures géologiques et doivent être protégés vis à vis des contraintes potentiellement polluantes .

Le bassin du réservoir calcaire de la source principale est matérialisé sur environ \*\* km2 environ (figure) .

L'activité agricole sur le plateau est orientée vers le pâturage de bovins avec quelques enclaves de cultures de céréales . Les parties à fortes pentes du bassin sont dévolues à des bosquets .

## **PROTECTION DE LA NAPPE**

La vulnérabilité du massif karstique impose la mise en place de périmètres de protection immédiate PPI et rapprochée PPR . Le périmètre de protection éloignée PP<sub>E</sub> ne sera pas ici cadastré mais délimité géographiquement sur les parties topographiques hautes du bassin versant (figure) .

### I- Périmètres de protection immédiate PPI :

Le PPI a pour fonction d'empêcher la détérioration de l'ouvrage de prélèvement et d'éviter que des déversements de substances polluantes ne se produisent à proximité du captage d'où la nécessité de réaliser une clôture complète efficace qui empêchera l'approche du captage par des animaux domestiques. Par ailleurs une glissière de sécurité sera placée sur 50 mètres environ pour éviter le déversement accidentel d'hydrocarbures en cas d'accident routier sur la route D39. La pose d'un caniveau

étanche (sur 50 mètres) s'avère indispensable le long de la chaussée (route D39) au droit du captage lorsque sera envisagée la réfection de la route départementale.

Les eaux de chaussée seront soit évacuées vers le Dessoubre soit récupérées en direction du Nord dans un bassin de rétention .

Le périmètre de protection immédiate PPI qui est acquis en toute propriété sera clôturé sur une surface d'environ 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m).

Les plus grosses dolines du plateau (d<sub>1</sub> à d<sub>10</sub>) seront également délimitées et protégées par une clôture qui sera mise en place pour éviter la pénétration des animaux et le déversement des déchets éventuels . Un panneau indicatif sera installé indiquant l'interdiction absolue d'y jeter des déchets ou des substances indésirables . Signalons que les dolines feront l'objet d'une protection car constituant un risque aléatoire lors des grandes pluies et fontes massives de neige entraînant des substances indésirables.

## II- Périmètres de protection rapprochée PPR:

Le périmètre amont de protection rapprochée couvrira environ 14,5 km<sup>2</sup> (figure) sur 3 secteurs élémentaires et le secteur N°3 s'adossera au PPI de la source . Le périmètre de protection rapprochée a pour rôle d'assurer l'élimination des substances dégradables (matières organiques et formes réduites de l'azote) .

Certaines activités seront interdites ou réglementées .

Le décret N°93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation (voir l'Annexe documentaire ) ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi N°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau est applicable au périmètre de protection rapprochée du captage .

Pour les habitations les réservoirs de stockage d'hydrocarbures (pour le chauffage) devront être mis en conformité avec l'arrêté préfectoral du 21 juillet 1994 qui précise que ces réservoirs doivent être à sécurité renforcée (cuve munie d'un bac de rétention ou cuve à double paroi).

Les bâtiments agricoles (siège ou lieu de stockage de produits ou de matériel ou de stabulation) existants , dans les limites du PPR sont autorisés à condition que leur conformité en terme de bâti , stockage et rejets d'eaux usées ait été vérifiée . Toute modification d'exploitation ou d'extension ne sera autorisée que dans la mesure où celle-ci est de nature à favoriser la protection de l'eau du captage après avis de l'administration concernée et du Conseil Départemental d'hygiène .

Le périmètre de protection rapprochée PPR doit permettre à l'eau de parcourir une distance suffisamment grande pour que l'épuration des eaux contaminées soit maximale en liaison avec une bonne dilution . Les activités seront également réglementées ou interdites .

L'absence de filtration des eaux dans ce secteur de cultures constitue un risque de contamination bactériologique des eaux à partir des matières fécales des déchets animaux .

On évitera d'entreposer des déchets et des matières fermentescibles ainsi que la création même momentanée des stockages de fumiers et d'engrais artificiels à moins de 100 mètres des pertes et dolines.

Seront interdites sans accord préalable de l'administration concernée toutes les excavations (hors maison d'habitation) susceptibles d'altérer l'intégrité du réservoir calcaire et par là provoquer accidentellement une pollution de la nappe.

La mise en culture de nouvelles parcelles seront interdites à proximité immédiate et à moins de 20 mètres des dolines et seront signalées au syndicat des eaux .

On évitera l'utilisation des lisiers en dehors des périodes végétatives et seuls les fumiers bien décomposés seront tolérés à l'épandage. On veillera à ne pas épandre d'engrais liquides en période pluvieuse ni à moins de 30 mètres des dolines. Le pacage des animaux est toutefois possible de manière extensive ainsi qu'étables et abreuvoirs (selon les prescriptions à définir avec la Chambre d'Agriculture) .

Les modifications des voies routières seront systématiquement signalées afin de prévenir les risques de turbidité des eaux souterraines .

Les engrais minéraux, les pesticides , les amendements et les doses d'application des fumures autorisées (engrais organique et fumier composté) seront déterminés en fonction des données pédologiques , en accord avec les conseillers de la Chambre d'Agriculture du Doubs. Cette dernière délimitera plus précisément la carte d'aptitude à l'épandage des fumures et des engrais en fonction des rotations végétales .

L'utilisation de l'atrazine est interdite et sera remplacée par des produits de substitution déjà utilisés dans le département avec succès .

Les communes mettront en place soit des systèmes d'épuration des eaux usées sur bac à sable dans les hameaux ne disposant d'aucun raccordement aux stations d'épuration existantes soit demanderons un assainissement autonome. Une pré-étude serait ici indispensable.

C'est le cas d'Ebey (commune de Belleherbe ) qui rejette ses effluents dans une perte en contrebas du village , mais également de Frémondans (commune de Vaucluse) dont les quelques habitations ne sont pas équipées de système d'assainissement.

Les hameaux de la partie sud de la commune de Charmoille (Sur les Tartres, Le chaudiard et La Côte) sont à assainir ainsi que ceux de la commune de Chamesey (Pré Rougier, derrière le Crêt et Chapelle Saint Claude).

### - III- Le périmètre de protection éloignée PPE

Il ne sera pas ici cadastré mais délimité géographiquement sur les parties topographiques basses du bassin versant (figure) ainsi à l'Ouest : Combe du Bois Liémont, Combe Garent, Bois de la Combe Belot . A l'Est le PPE s'étendra sur le secteur entre les sous-bassins II et I avec la source de Bonbois et celle de Goubay.

Ce périmètre constitue une zone sensible à laquelle il faut veiller en termes d'occupation des sols et en activités pouvant générer des dégradations à long terme (stockage de déchets , exploitation de carrières) .

On veillera aux activités énoncées précédemment et on signalera à la commune toute nouvelle activité de développement agricole ou de constructions d'habitations .

## CONCLUSIONS

La qualité future de l'eau extraite à la source de Froidefontaine dépendra de l'orientation des activités anthropiques sur le bassin d'alimentation de la source et de la maîtrise judicieuse de l'activité agricole . Un effort de concertation pour améliorer les pratiques agricoles permettra d'optimiser l'utilisation des fertilisants et indirectement sauvegarder la qualité des eaux souterraines .

Une réunion sous l'égide de la Chambre d'Agriculture des exploitants agricoles permettra de mieux informer les agriculteurs au sujet des doses d'engrais et des produits phytosanitaires à épandre sur les zones cultivées, ainsi que des applications de lisiers et de fumiers sur les pâturages .

Par ailleurs la mise aux normes des établissements agricoles dans les limites du périmètre de protection rapprochée devrait permettre d'entreposer les jus d'ensilage et de purin suffisamment longtemps avant les épandages du printemps .

La réalisation de l'assainissement (soit collectif pour les hameaux soit individuel pour les maisons isolées) des maisons d'habitation des communes du syndicat avec un branchement sur une station d'épuration devrait résoudre à long terme les problèmes de pollution .

Par sécurité il sera nécessaire de prévoir un traitement de désinfection des eaux avant distribution (chlore gazeux ou eau de javel).

La mise en place d'un turbidimètre asservissant la vanne d'alimentation du réservoir sur le plateau devrait permettre d'améliorer la désinfection des eaux qui devient mauvaise lors des très fortes pluies d'orage (25 jours par an).

La pose d'un caniveau étanche s'avère indispensable le long de la chaussée (route D39) au droit du captage lorsque sera envisagée la réfection de la route départementale.

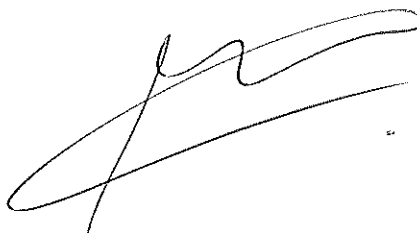
Les eaux de chaussée seront soit évacuées vers le Dessoubre soit récupérées en direction du Nord dans un bassin de rétention.

Un réseau d'alerte et de prévention en liaison avec les services de la gendarmerie et des pompiers peut dès lors être envisagé en cas d'accident pour récupérer les polluants éventuels et alerter le syndicat des eaux de Belleherbe.

fait à Besançon le ~~23~~ octobre 1999

l'hydrogéologue agréé pour le Doubs

J.MANIA

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.



**DOCUMENT ANNEXE** pour rappel de la nomenclature des activités du décret n°93-743 du 29 mars 1993

- \*Prélèvement et installations et ouvrages permettant le prélèvement y compris par dérivation,
- \*Recharge artificielle des eaux souterraines,
- \*Ré-injection dans la nappe d'eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil,
- \*canalisations de transport d'hydrocarbures ou de produits chimiques liquides ,
- \*Ouvrages , installations et travaux qui étaient soumis à autorisation en application du décret-loi du 8 août 1935 et des décrets connexes ,
- \*les décharges et dépôts d'origine urbaine, agricole ou industrielle ,
- \*les travaux de recherche et d'exploitation des stockages souterrains d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés (ordonnance N°58-1332 du 23 décembre 1958) et les travaux de recherche nécessitant des forages, travaux d'exploitation,
- \*travaux de recherche et d'exploitation des stockages souterrains de gaz,
- \*ouverture de carrière,
- \*travaux d'exploitation minière,
- \*travaux de recherche minière,
- \*Création d'étangs ou de plans d'eau,
- \*Travaux d'arrachage des haies, l'arasement des talus , le comblement des fossés , l'écoulement d'eaux usées ,
- \*L'épandage d'effluents ou de boues de station,
- \*Création d'un terrain de golf en raison des fortes teneurs d'engrais ainsi que pesticides et désherbants spécifiques couramment utilisés,
- \*Station d'épuration,
- \*Terrain de camping et de caravanage,
- \*La création d'étables permanentes,
- \*Le stockage d'engrais, de fumiers et de matières fermentescibles ,
- \*L'épandage de lisiers,

- \*Assèchement, imperméabilisation , remblais de zones humides ,
- \*Réalisation de réseaux de drainage,
- \*Terrain contenant des habitations légères de loisirs non raccordé au réseau d'assainissement ,
- \*Déversoirs d'orage situés sur un réseau d'égouts destinés à collecter un flux polluant.

FIGURE : PERIMETRES DE PROTECTION DE LA SOURCE de FROIDEFONTAINE (DOUBS)

♂ Source



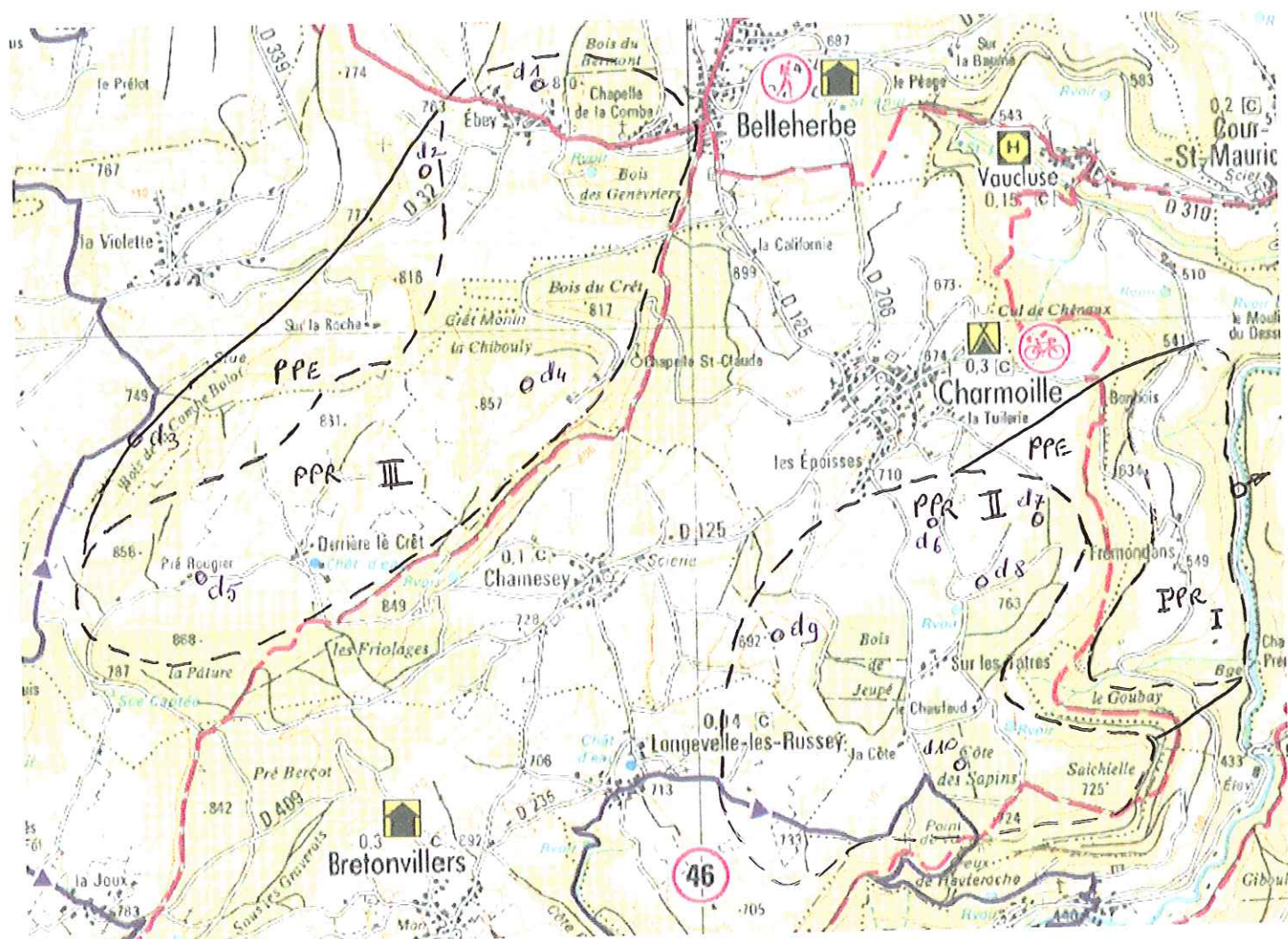
PERIMETRE DE PROTECTION IMMEDIATE



PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE



PERIMETRE DE PROTECTION ELOIGNEE



**PRESCRIPTIONS DE PRATIQUE AGRICOLE DANS LES LIMITES DU PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE (Annexe du Rapport Hydrogéologique du 23 Octobre 1999)**

**IREO :** Interdiction réglementaire d'épandage organique (tiers, ruisseau)

**EOE :** Epandage organique à éviter (affleurements rocheux, doline, hydromorphie ,talus)

**EFAELI :** Epandage de fumier possible toute l'année et épandages d'effluents liquides interdits

**EFAELP :** Epandage de fumier possible toute l'année. Epandage d'effluents liquides possible en dehors des périodes humides ou de fort déficit hydrique sous respect du calendrier d'épandage

**EFPELP :** Epandage de fumier possible toute l'année. Epandage d'effluents liquides possible sur sol ressuyé sous respect du calendrier d'épandage

**EFA :** Epandage de fumier possible toute l'année. Epandage d'effluents liquides possible sous respect du calendrier d'épandage

Fait à Besançon le 16 novembre 2001

L'hydrogéologue agréé

Jacky Mania

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by several loops and a long horizontal stroke.



