

DOCUMENT PUBLIC

*Synthèse hydrogéologique
des systèmes karstiques du Sud Corrèze*

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 98-D-607

Septembre 1998
R 40259

DOCUMENT PUBLIC

*Synthèse hydrogéologique
des systèmes karstiques du Sud Corrèze*

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 98-D-607

Septembre 1998
R 40259

Synthèse hydrogéologique des systèmes karstiques du Sud Corrèze

Mots-clés : Sud-Corrèze, ressources en eau, aquifères karstiques, vulnérabilité, gestion, essais de traçage, bassin d'alimentation, source karstique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Doerfliger N., (1998): Synthèse hydrogéologique des systèmes karstiques du Sud Corrèze. Rapport BRGM R40259, 30 pages , 6 figures et 5 annexes.

(c) BRGM, 1998, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Résumé

Dans le cadre de sa mission d'appui à la Police de l'Eau et à la demande de la DRIRE et de la DIREN de la région Limousin, le BRGM a été chargé de réaliser une synthèse hydrogéologique des systèmes karstiques du causse de Martel, dans le département de la Corrèze.

Après un chapitre sur la spécificité des aquifères karstiques du point de vue hydrogéologique et de la vulnérabilité des eaux souterraines, le contexte géologique et hydrogéologique général des 4 systèmes karstiques de Sud Corrèze est présenté

La synthèse des systèmes du *Blagour de Chasteaux*, du *Sorpt*, de la *Doux de St-Cernin* et de la *Doux de Coly*, effectuée à partir d'études détaillées (thèses de l'Université ou expertises de Bureau d'études spécialisé en hydrogéologie), permet de montrer que ces quatre systèmes karstiques possèdent un réseau de drainage développé et fonctionnel. La connexion hydraulique des pertes ou ponors avec le réseau de drainage souterrain a été mise en évidence par la réalisation de traçage. La ressource en eau souterraine de chaque système - rapportée à leur superficie - est du même ordre de grandeur, soit 100.000 m³/km². Ces réserves peuvent être qualifiées de moyenne. Les sources utilisées pour l'approvisionnement en eau potable, *Blagour de Chasteaux*, *La Doux de St-Cernin* et *La Doux de Coly* sont exploitées de manière raisonnée.

La vulnérabilité aux pollutions superficielles de la ressource contenue dans les différents systèmes karstiques peut être qualifiée globalement de moyenne. Les systèmes du *Sorpt* et du *Blagour* sont les plus vulnérables; le premier étant le plus exposé à la pollution chronique d'origine domestique et agricole, vu que les vallées d'*Estivals* et de *La Coste* sont situées au droit du système de drainage karstique. Quant au système du *Blagour*, sa vulnérabilité globale est fonction de son contexte hydrogéologique particulier lié à la perte de la *Couze*, drainant un bassin versant non karstique.

Des zones plus sensibles que d'autres aux pollutions ont été ainsi identifiées et occupent une grande partie des bassins d'alimentation des sources. Les zones les plus sensibles sont les pertes, ponors et dépressions associées, axe de drainage et secteurs environnants. Les zones complémentaires du bassin, notamment celles à forte densité de dolines, ne sont pas pour autant invulnérables et une attention toute particulière des Services compétents en matière de rejets d'eaux usées, épandages d'engrais et phytosanitaires ou dépôts de déchets est indispensable afin de garantir la préservation de la ressource.

Sommaire

Résumé	1
Sommaire	3
1. Introduction	5
2. Définition d'un aquifère karstique	6
2.1. Quelques définitions	6
2.2. Représentation schématique d'un aquifère karstique	8
2.2. Aquifère karstique et vulnérabilité	9
3. Contexte général	13
3.1. Situation géographique	13
3.2. Contexte géologique et hydrogéologique	13
3.2.1. Géologie (cf. annexe 1)	13
3.2.2. Contexte structural	14
3.2.3. Contexte géomorphologique	15
3.2.4. Contexte hydrogéologique général	15
4. Etat des connaissances hydrogéologiques	17
4.1. Système karstique du blagour de chasteaux	17
4.1.1. Délimitation du bassin d'alimentation	17
4.1.2. Caractéristiques hydrauliques du système du Blagour	18
4.1.3. Qualité de l'eau	19
4.1.4. Vulnérabilité du système du Blagour de Chasteaux	19
4.2. Système karstique de SORPt	20
4.2.1. Délimitation du bassin d'alimentation du Sorpt	20
4.2.2. Caractéristiques hydrauliques du système de Sorpt	21
4.2.3. Qualité de la source du Sorpt	21
4.2.4. Vulnérabilité du système du Sorpt	22
4.3. Système de la doux de st-cernin	22
4.3.1. Délimitation du bassin d'alimentation	22
4.3.2. Caractéristiques hydrauliques du système de la Doux de St-Cernin	22
4.3.3. Qualité de l'eau de la source de La Doux de St-Cernin	23
4.3.4. Vulnérabilité du système de La Doux de St-Cernin	23
4.4. Système de la doux de coly	24
5. Perspectives pour la gestion de la ressource en eau souterraine des systèmes karstiques	25
5.1. Résumé des principales caractéristiques des systèmes karstiques du causse martel	25
5.2. Exploitation des ressources en eau souterraine	26
5.3. Gestion qualitative de la ressource	26
6. Conclusion	29
7. Références bibliographiques	30
Liste des figures	31
Liste des annexes	32

1. Introduction

Dans le cadre de sa mission d'appui à la police de l'eau, le Service Géologique Régional Limousin du BRGM a été saisi par la DRIRE et la DIREN, après accord du Comité Technique de l'Eau (séance du 16 Février 1998) pour effectuer une synthèse hydrogéologique des systèmes aquifères karstiques du Sud est de la Corrèze qui constituent une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable.

Cette synthèse a pour objectif de faire l'état des connaissances hydrogéologiques acquises sur ces systèmes et proposer, éventuellement, des études complémentaires afin de préciser les moyens de gestion quantitative ou qualitative, à mettre en oeuvre si nécessaire.

Les documents consultés pour la réalisation de cette synthèse comprennent notamment les thèses de Ph.Muet (1985) et P. Marchet (1991), l'étude d'impact pour l'autoroute A20 - section *Brive-Souillac* (Lot et Corrèze) ainsi que le dossier hydrogéologique préalable à l'établissement des périmètres de protection de la prise d'eau du *Blagour - Forage d'Entrecors* - établis par le bureau d'étude AIN GEOTECHNIQUE.

L'ensemble des cartes de synthèse proposées en annexe de ce rapport repose sur des compilations de données disponibles dans les documents consultés. Elles n'ont pas fait l'objet de travaux de terrain spécifiques, hormis une visite de terrain.

2. Définition d'un aquifère karstique

2.1. QUELQUES DEFINITIONS

- **L'aquifère** : corps de roches perméables, géométriquement défini, comportant une zone saturée en eau suffisamment conductrice pour permettre l'écoulement des eaux souterraines et le captage de quantités d'eau appréciables. Il comporte également une zone non saturée en eau (Castany et Margat, 1977).
- **L'aquifère karstique** est défini par ces mêmes auteurs comme étant "un aquifère dont les conditions et le comportement correspondent au karst: hétérogénéité, discontinuité (compartimentage du réservoir), prédominance de l'écoulement des eaux souterraines par chenaux et conduits de grandes dimensions (conduits karstiques) à fonctions collectrice ou distributrice, existence possible de cavités de grande capacité, large prépondérance de l'écoulement souterrain dans l'écoulement total du domaine correspondant".

Les aquifères karstiques sont ainsi caractérisés par des particularités *géomorphologiques* et des *phénomènes hydrauliques* spécifiques.

Du point de vue *morphologique*, on peut citer notamment l'existence de sources considérables, de pertes, l'absence de réseau de drainage de surface sur les terrains calcaires et la présence de vallées sèches, l'existence de réseau de conduits souterrains résultant d'une dissolution des roches carbonatées ainsi que la présence de dolines (Figure 1).



Figure 1: Exemple de morphologie karstique - doline de la Jargassade avec perte - photo tirée de AIN GEOTECHNIQUE 1994 (a)

Quant à l'*hydrodynamique*, les sources possèdent des hydrogrammes typiques avec des crues rapides et violentes, des décrues rapides et des tarissements lents (Figure 2). Ce comportement hydraulique se traduit également sur la variation temporelle du chimisme de l'eau à la source.

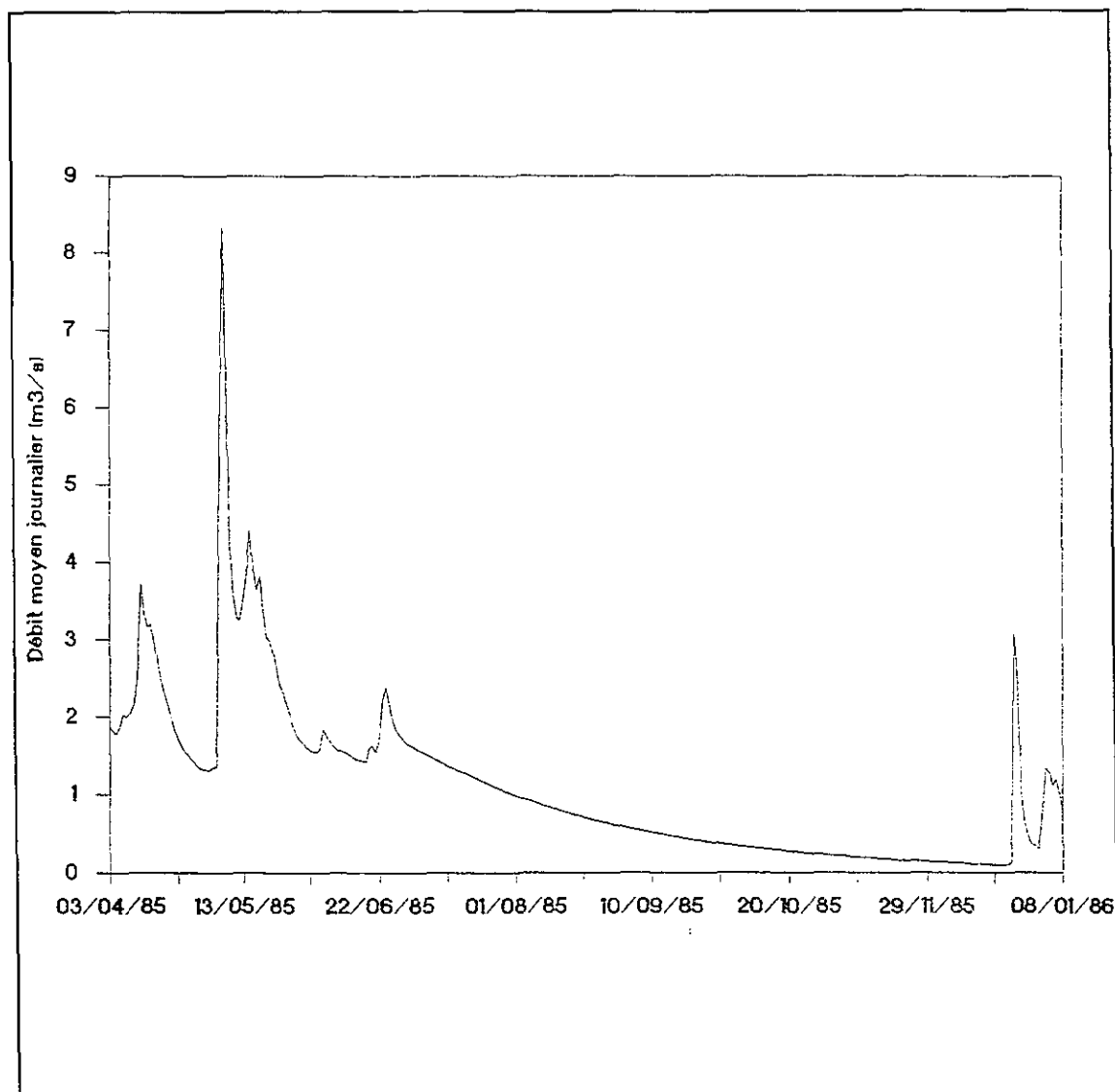


Figure 2: Hydrogramme de crue caractéristique d'une source karstique - la source de la Doux de St-Cernin en 1985 (Marchet P., 1991).

- système karstique: subdivision d'un massif karstique défini comme une unité hydrogéologique. Il est défini comme étant la surface au niveau de laquelle s'organisent les écoulements dus aux précipitations, pour constituer une unité de drainage (Mangin, 1975).

2.2. REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UN AQUIFERE KARSTIQUE

L'aquifère karstique, du fait de sa structure spécifique, est le siège d'écoulements souterrains de nature complexe, particulièrement hétérogènes dans l'espace et variables dans le temps. Il est généralement caractérisé par une *double dualité*. La première concerne la conductivité hydraulique et la seconde la recharge par les précipitations et les eaux de surface (rivière, lac). En effet, des conductivités hydrauliques des drains et conduits coexistent avec des conductivités hydrauliques faibles de la roche encaissante.

De plus, l'alimentation d'une source karstique résulte de l'infiltration diffuse des précipitations sur l'ensemble du bassin d'alimentation, et des infiltrations concentrées provoquées par des pertes de cours d'eau, ou des drainages naturels organisés et concentrés par l'épikarst lorsque celui-ci est présent.

Comme tout aquifère, l'aquifère karstique est constitué d'une zone non saturée en eau - siège de l'infiltration diffuse et concentrée - et d'une zone saturée en eau.

La *zone non saturée* ou *zone d'infiltration*, est une zone très hétérogène du point de vue de la porosité de la roche (1 à 2% comme porosité moyenne, et de l'ordre de 10% dans les parties proches de la surface, fortement exposées à l'altération (Mangin, 1986)). Les secteurs affectés par une altération importante liée à la décompression de la roche et à l'érosion peuvent avoir une épaisseur de plusieurs mètres: il s'agit de l'*épikarst*.

L'épikarst est défini comme étant une zone sous-cutanée qui absorbe les eaux de surface (précipitations, ruissellement), et peut les stocker momentanément; l'infiltration des eaux se fait soit rapidement à travers des conduits verticaux, soit plus lentement le long de fissures de faible largeur (Bakalowicz, 1979; Marsaud, 1997).

La *zone saturée en eau* comprend un réseau de conduits karstiques très perméables drainant un volume peu perméable de roches peu fissurées. Ce volume comprend des zones capacitives de l'aquifère, appelées aussi systèmes annexes au drainage, selon Mangin. Le réseau de conduits peut avoir une extension et un développement variable selon l'histoire géologique, climatique et hydraulique du massif calcaire (Figure 3).

Le réseau karstique, en d'autres termes l'ensemble de drains horizontaux ou subhorizontaux, est alimenté par des venues d'eau à transit rapide venant de drains verticaux - *infiltration rapide* - et par des apports d'eau s'égouttant des fissures ou microfissures des blocs peu perméables qui l'entourent - *infiltration lente*. Ce réseau peut être situé soit en zone noyée soit partiellement en zone non saturée.

Les eaux qui s'écoulent dans les drains principaux sont en relation hydrodynamique aussi bien avec les parties saturées de la roche encaissante, de faible perméabilité - blocs capacitifs - qu'avec d'autres drains noyés pouvant constituer un volume d'eau souterraine important par rapport à l'écoulement à l'exutoire.

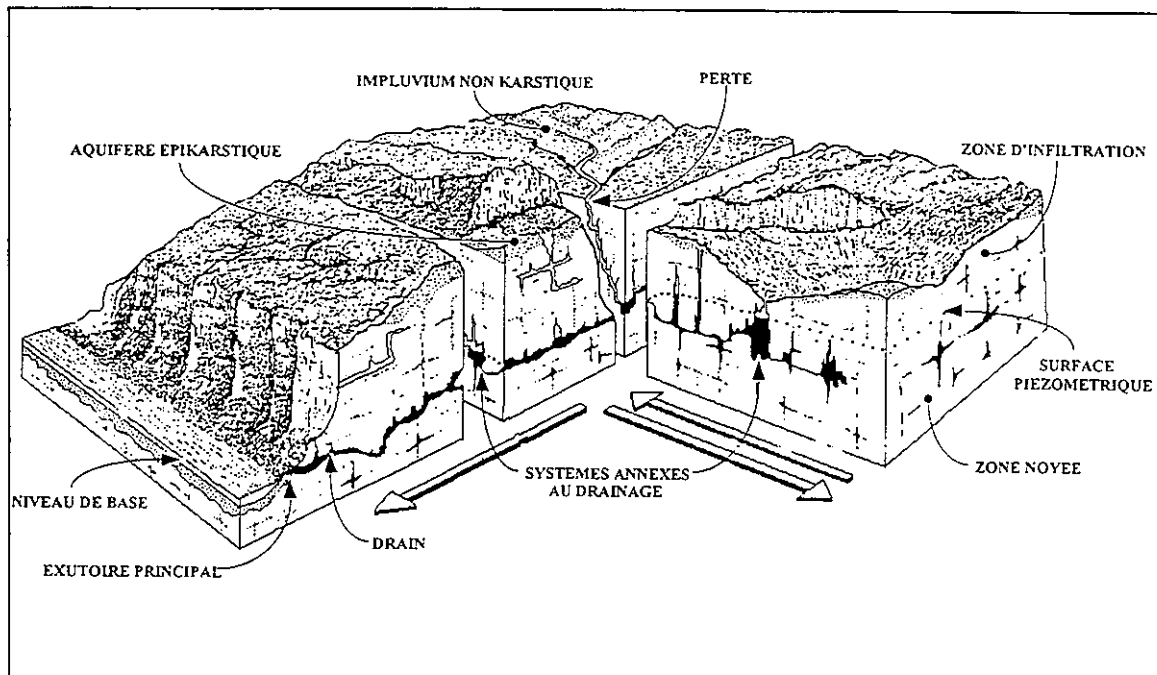


Figure 3: Représentation schématique du système karstique selon Mangin, 1975

2.2. AQUIFERE KARSTIQUE ET VULNERABILITE

C'est à partir d'une représentation schématique de l'aquifère telle que présentée à la figure 4 que l'on peut définir la vulnérabilité des aquifères karstiques. La vulnérabilité est une propriété intrinsèque des aquifères qui dépend de la sensibilité de ces derniers aux impacts naturels et anthropiques (Gilbrich W.H, Zaporozec A., 1994).

A cause du fonctionnement hydraulique, qui dépend de l'organisation des vides au sein de l'aquifère [épikarst et réseau de conduits] et des conditions aux limites de l'aquifère [recharge, potentiel hydraulique, conditions d'infiltration, couverture protectrice], les ressources en eau en milieu karstique sont sensibles aux impacts anthropiques et sont généralement considérées comme vulnérables.

- En *période d'étiage*, l'eau des blocs peu perméables constitue l'essentiel du débit des sources. Cette eau a séjourné un temps relativement important dans l'aquifère et principalement à travers des zones peu perméables. Des processus d'autoépuration peuvent prendre place au sein de l'aquifère dans ces conditions hydrologiques.
- Au contrario, en *hautes eaux*, de manière générale plus de la moitié des eaux d'infiltration résultant d'un événement transite rapidement dans l'aquifère en empruntant des conduits. Dans ce cas, les processus de filtration sont faibles, mais la dilution de contaminants potentiels importante.

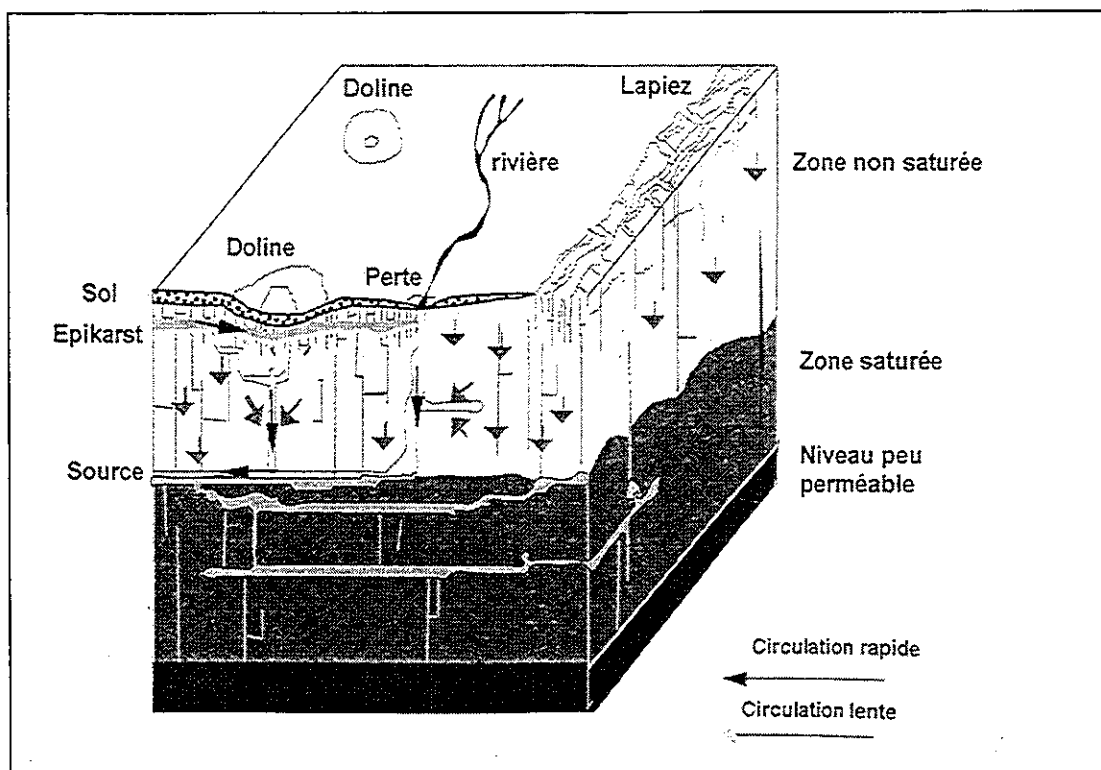


Figure 4: Représentation schématique du fonctionnement d'un aquifère karstique (Doerfliger et al., 1997, d'après Király, 1975)

Du point de vue de l'influence des conditions d'infiltration sur la vulnérabilité, trois cas peuvent être distingués (Doerfliger et al., 1997) :

- Infiltration des précipitations répartie sur l'ensemble du bassin d'alimentation
La vulnérabilité est fonction principalement du temps de transit des eaux pour atteindre le réseau via l'épikarst ou les fissures des blocs peu perméables.
- Infiltration concentrée des précipitations sous forme de pertes
Le point d'infiltration concentrée matérialisé sur le terrain par un gouffre adsorbant par exemple est un lieu de grande vulnérabilité, de même que le bassin versant local drainant les eaux de surface vers ce point d'infiltration (figure 5a).
- Infiltration à travers une formation détritique recouvrant la roche carbonatée qui constitue l'aquifère karstique
La vulnérabilité dépend dans cette situation principalement de la perméabilité verticale et de l'épaisseur de la couverture, c'est à dire de son pouvoir filtrant. A noter, que la perméabilité varie en fonction de l'état de saturation en eau du terrain (figure 5b)

La répartition spatiale des vides au sein de l'aquifère - réseau de conduits et épikarst - joue aussi un rôle vis à vis de la vulnérabilité des eaux souterraines karstiques.

Une source karstique sera moins vulnérable si son système possède un réseau karstique peu développé et si l'épikarst ne connaît qu'un faible développement.

A contrario, un système karstique caractérisé par un réseau de conduits très bien développé auquel est connecté un épikarst sera très vulnérable (figure 5c).

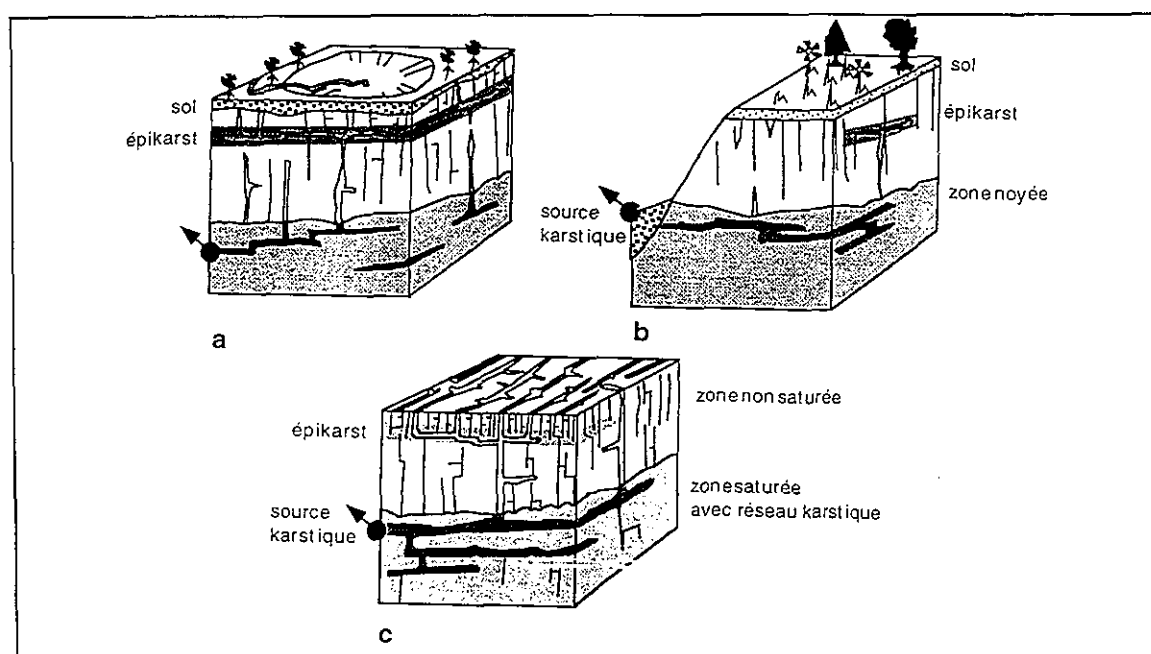


Figure 5 - Quelques situations de vulnérabilité différente en fonction de l'importance des critères déterminants (Doerfliger et al., 1997)

La vulnérabilité de l'aquifère karstique dépend

- des conditions d'infiltration,
- de la couverture protectrice,
- de l'existence et de l'extension d'un épikarst,
- du degré de développement du réseau karstique et
- également d'un colmatage partiel d'anciens chenaux actuellement dénoyés et localisés dans la zone non saturée.

Dans le cadre des études effectuées à l'échelle du Causse de Martel, les auteurs ont utilisé une classification de zones de vulnérabilité définie par Muet, 1985. Cette classification définit les zones suivantes, n'intégrant que partiellement les critères évoqués ci-dessus et de plus pas toujours univoque (une dépression pourra se trouver en zone 2 ou 3, selon les interprétations) :

1. **zones à protéger en priorité** [zone les plus vulnérables]: zones à proximité des sources, de drains peu profonds, de ponors pérennes ou temporaires, bien individualisés,
2. **zones à protéger efficacement** : zones qui entourent les zones précédentes, ou bien correspondent à des zones d'infiltration diffuse, mais relativement rapide, dans des dépressions importantes,
3. **zones à protéger** : zones situées à la verticale des axes principaux de drainage, ou bien correspondants à des dépressions importantes,
4. **le reste du bassin d'alimentation**, considéré comme zone sensible.

Les zones à protéger et le reste du bassin d'alimentation peuvent être assimilés au périmètre de protection éloignée.

3. Contexte général

3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les aquifères karstiques situés au Sud du département de la Corrèze (19) occupent une surface de quelques 100 km². Ils sont situés au sud-est de Brive et se développent au sud d'une ligne virtuelle passant d'ouest en est par *St-Cernin-de-Larche*, le lac artificiel du Causse, *Lissac-sur-Couze* et *Noailles*. L'extension latérale maximale de ces systèmes aquifères karstiques est de quelques 12 km. La limite occidentale correspondant à la limite de département Corrèze - Dordogne ne coïncide pas avec une limite d'unité hydrogéologique. Ces systèmes se développent à l'Ouest de *Jugeals-Nazareth* et de *Turenne*.

Les systèmes aquifères appartiennent au Causse Martel et sont au nombre de 4, à savoir:

1. le système karstique du *Blagour de Chasteaux*
2. le système karstique du *Sorpt*
3. le système karstique de la *Doux de St-Cernin*
4. le système karstique de la *Doux de Coly*

Seul un secteur de ce dernier système est sur le territoire départemental de Corrèze, l'exutoire étant à *Ladoux* en Dordogne. Le Causse Martel est le Causse le plus septentrional des Causses du Quercy et occupe une superficie totale de quelques 600 km²; son altitude moyenne est de 300 m.

3.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

3.2.1. Géologie (cf. annexe 1)

Le Causse Martel formant la bordure nord-est du Bassin Aquitain, est constitué principalement de terrains datés du Jurassique moyen (*Dogger*). Le Jurassique inférieur et notamment les marnes *toarciennes* constituent le substratum sur lequel repose les calcaires du Causse.

En limite nord et venant en contact du Causse par faille, se trouvent des terrains *liasiques* et *triasiques*. Ces terrains triasiques sont d'anciens dépôts de sables fluviatiles reposant en discordance sur les formations du Primaire dans le bassin de Brive; ils sont représentés principalement par des grès clairs et compacts à stratifications entrecroisées. Leur épaisseur est estimée à 50 - 80 m (Muet Ph., 1985).

Les terrains *liasiques* affleurent d'une part au nord de la faille de *Meysac* dans le secteur de *Noailles* et *Nazareth*; d'autre part, dans la dépression du lac des Causses, délimitée par le croisement des failles de *Meysac* et de *Chasteaux*.

Dans le secteur de *Noailles*, les formations *liasiques* sont constituées de succession d'argilites bariolées, de dolomies plus ou moins altérées et d'alternance calcaires-dolomies; elles ont une épaisseur de l'ordre de 70 mètres.

A l'ouest de la faille de *Chasteaux*, ces terrains comprennent principalement des séries de marnes micacées et gris-bleux totalisant quelques 100 mètres. Des bancs de calcaires forment le mur et le toit de ces marnes. Les terrains du *Lias* constituent la limite orientale de l'ensemble des systèmes karstiques de Sud Corrèze.

La formation du *Dogger*, constituant l'aquifère karstique principal, a une épaisseur qui peut atteindre près de 200 mètres. Elle est représentée par des calcaires oolithiques, bioclastiques et massifs dans sa partie inférieure et sous forme de calcaires micritiques, disposés en petits bancs dans sa partie supérieure.

Des terrains, d'âge Tertiaire, à faciès "*sidérolithique*", recouvrent par place les calcaires du Causse. Ces formations détritiques, sableuses et ferrugineuses, de couleur rouge, colmatent les paléoreliefs karstiques - lapiez, dolines - ou même d'anciennes cavités .

Les *terrains quaternaires* sont peu nombreux et peu développés du fait de l'érosion qui les a décapé ; toutefois, on observe des placages d'éboulis en contrebas des versants calcaires abrupts (vallon du *Sorpt* ou du *Blagour*)et dans la basse vallée de la *Couze*, d'épais remplissages d'alluvions fluviales. Localement, notamment en aval de la source du *Blagour*, des travertins calcaires, assez peu développés, affleurent et dateraient du Quaternaire (Muet Ph., 1985) (Annexe 1).

3.2.2. Contexte structural

Les principaux accidents tectoniques affectant le sud est de la Corrèze sont d'une part la faille de *Meysac*, accident complexe de direction N 100° à N 140° bordant le bassin de Brive sur plus de 30 km avec des rejets pouvant atteindre quelques 250m, d'autre part la faille de *Chasteaux* perpendiculaire au précédent. Cette faille, non rectiligne, a une direction variant entre plus ou moins 20° par rapport à l'axe nord sud, avec un rejet de 70 m au sud et 100 m au Nord. Cet accident recoupe la structure monoclinale constituée par les calcaires du *Dogger*, de faible pendage en direction du Sud-Ouest (Muet Ph., 1985).

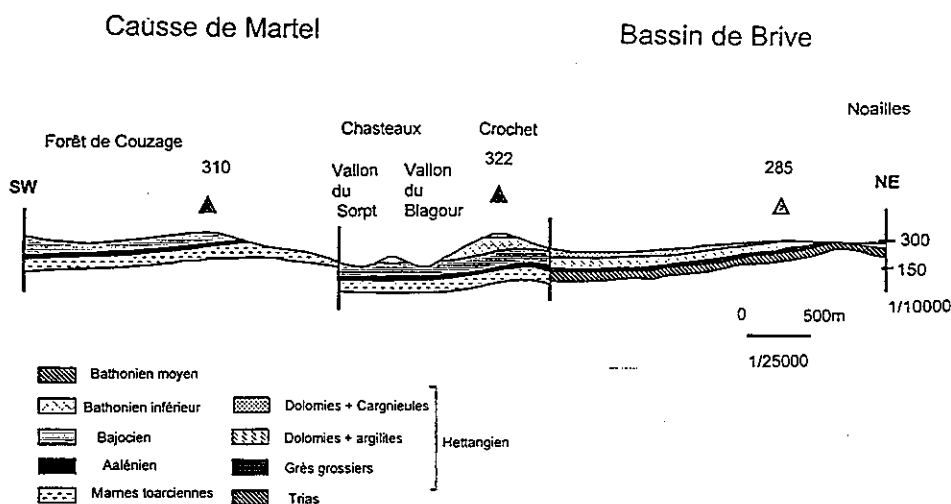


Figure 6: coupe géologique schématique d'orientation NNE - SSW de Noailles à la Forêt de Couzage en passant par Chasteaux (Lemordant Y, inédit)

3.2.3. Contexte géomorphologique

La morphologie des systèmes karstiques est typique d'un environnement karstique; elle est marquée par la présence de dolines, de ponors, de vallées sèches et de lapiez. Bien que l'on parle de morphologie en plateau pour le Causse de Martel ; à plus petite échelle, les surfaces planes ne sont que peu développées ; les dolines constituent en effet le caractère dominant de la morphologie de ce Causse (Thévenin, 1903 in Muet Ph., 1985).

Dans le secteur situé au Nord d'une ligne Farges-Russac, les dolines sont faiblement représentées, au profit des vallées sèches, parfois profondes comme celle d'Entrecors, entre la perte de la Couze (n°20) et la source du Blagour (n°5). Les dolines n'apparaissent qu'au-dessus d'une altitude de 290m. Dans la partie NW, au Nord du village de Charrier-Ferrière, on note la présence de lapiez, ainsi qu'à proximité de la source du Suspens.

Par contre, au Sud de cette même ligne, les dolines sont prédominantes et désorganisent les vallées sèches. Les écoulements superficiels sur les formations sidérolithiques s'infiltrant par des pertes dans l'aquifère karstique. Deux grandes dépressions - ponors - comprenant plusieurs pertes sont à mentionner: une au niveau d'Estivals et l'autre se développant au SE de Russac.

Le long de la faille de Chasteaux , le réseau de vallées sèches , bien que perturbé par les dolines, est mieux préservé qu'à l'est (Muet, 1985).

3.2.4. Contexte hydrogéologique général

La plus grande partie du nord du Causse Martel est drainé par les systèmes karstiques de la Doux de St-Cernin, du Sorpt et du Blagour de Chasteaux. Le système karstique de la Doux de Coly draine les eaux de l'extrémité occidentale du Causse.

Ces systèmes ont fait l'objet d'études détaillées dans le cadre de travaux de recherches universitaires et également dans le cadre d'études d'impact préalables à la construction de l'autoroute A20 ou pour la définition des périmètres de protection des émergences captées pour l'alimentation en eau potable.

Ils sont caractérisés par des systèmes de drainage généralement bien développés. Il faut cependant noter la présence d'anciens réseaux fossilisés et donc non actifs, dans la zone superficielle non saturée, avec des phénomènes de colmatage local par des altérites sablo-argileuses. La zone saturée contient un volume d'eau important (plusieurs millions de m³) par ennoyage du réseau à proximité des exutoires. Chacun des systèmes possède un exutoire principal et éventuellement des émergences satellites, au fonctionnement parfois temporaire, qui correspond à une adaptation locale des écoulements souterrains aux conditions hydrauliques actuelles (Muet (1985), Marchet (1991)).

Les différents systèmes ont été délimités à partir des résultats d'essais de traçage qui mettent en évidence une relation hydraulique entre un point d'infiltration dans le système et un exutoire ainsi qu'à l'aide du bilan hydrique qui définit un volume potentiel disponible pour l'écoulement souterrain. Ce bilan prend en compte une surface réceptrice des précipitations - l'impluvium - et une hauteur de précipitations efficaces moyennes annuelles, obtenue après déduction de la part des précipitations prélevée par les phénomènes d'évapo-transpiration (les écoulements superficiels qui échappent aux systèmes karstiques étant considérés comme inexistant dans le contexte présent).

Une carte de synthèse des essais de traçage donnant des informations cartographiques sur les connexions hydrauliques ainsi que sur les vitesses de transit en fonction du régime hydraulique considéré (hautes ou basses eaux) est présentée en annexe 2.

4. Etat des connaissances hydrogéologiques

4.1. SYSTEME KARSTIQUE DU BLAGOUR DE CHASTEAX

Le système karstique du *Blagour de Chasteaux* est un système binaire¹ d'une superficie de 41.5 km², dont la résurgence est de type vaclusienne² avec le Gouffre du *Blagour*. Un ensemble de griffons appelés "*Cressonnières du Blagour*" jouxtent cet exutoire principal.

Le forage d'*Entrecors*, profond de 49m, est situé à 100 mètres au sud du gouffre-émergence du *Blagour*, dans l'axe de la vallée sèche. Cet ouvrage capte les eaux de l'aquifère karstique recouvert localement par 6 mètres d'alluvions représentées par des argiles limoneuses et sables. Le niveau statique dans le forage se situe à -1 mètre sous le sol mais en période de recharge, le forage peut devenir artésien-jailissant (AIN GETOECHNIQUE, 1994(b)).

4.1.1. Délimitation du bassin d'alimentation

Si au Nord, les bassins d'alimentation sont limités par un accident tectonique majeur, la géologie ne conditionne pas la délimitation des différents systèmes entre eux du fait de l'absence d'épentes imperméables (Marchet P., 1991).

La délimitation des bassins d'alimentation a été effectuée (P. Marchet et Ph. Muet) en prenant en considération d'une part les résultats des essais de traçage, d'autre part le calcul du bilan hydrique³. Ainsi le traçage effectué à la perte de *Fontanille* permet d'estimer la limite de l'extension du bassin. Un essai positif effectué au sud de la forêt de *Turenne* (Ponor du *Vaurès*) a permis de fixer la limite sud du bassin (AIN GEOTECHNIQUE, 1994(a)) (Annexes 2 et 3).

Ces calculs et résultats des essais de traçage permettent de délimiter un périmètre de 41.5 km² pour le bassin d'alimentation du *Blagour*, dont 60% de la surface correspond à des terrains karstiques. Les écoulements superficiels sur les terrains non karstiques - formations du Lias et du Trias - sont drainés par un réseau hydrographique bien développé et alimentent la perte de la *Couze*, curiosité géologique remarquable.

¹**Système binaire:** système karstique dont une partie de l'impluvium est constituée de terrains non karstiques et qui concentrent l'infiltration des eaux en un point - perte - (Marsaud, 1996).

²**Karst vaclusien:** système dont le drainage s'organise essentiellement sous le niveau de l'exutoire, par opposition au système dit jurassien où le drainage s'organise au voisinage du niveau de l'exutoire.

³**Bilan hydrique:** bilan des entrées et des sorties d'eau pour un bassin selon l'équation suivante pour un cycle annuel au minimum afin de s'affranchir des variations de réserve:

$$L = P - ETR - R$$

avec L(mm), lame d'eau écoulée / P(mm), lame d'eau précipitée / ETR(mm) évapotranspiration réelle calculée et R(mm), les variations de réserve.

La lame d'eau infiltrée est comparée à la lame d'eau écoulée mesurée à l'exutoire et ainsi la surface de l'impluvium S (m²) est égale au Volume écoulée (m³) divisée par (P-ETR).

En effet, les eaux disparaissent dans un gouffre, ouvert au pied de la barrière formée par les calcaires du *Dogger*, surélevés par le rejeu de la faille de *Meyssac* et faisant obstacle à l'écoulement vers l'ouest du cours de la *Couze*.

Pour le secteur non karstique, les limites du bassin d'alimentation correspondent aux limites topographiques du bassin versant.

4.1.2. Caractéristiques hydrauliques du système du *Blagour*

Les caractéristiques hydrométriques du système de *Blagour de Chasteaux*, calculées pour la somme des sources temporaires ou pérennes de la Vallée d'*Entrecors* (Muet, 1985) sont les suivantes:

- débit moyen calculé sur 9 cycles: 0.565 m³/s
- débit moyen annuel (cycle 1981-1982): 0.633 m³/s
- débit maximum instantané: 12.5 m³/s (cycle 1981-1982)
- débit minimum instantané: 0.095 m³/s (cycle 1981-1982)

L'indice de variabilité calculé à partir du rapport débit maximal sur débit minimal est de 131 pour la *Blagour de Chasteaux*.

A partir de l'analyse des courbes de récession des hydrogrammes de crues, les réserves d'eau de la zone noyée de l'aquifère karstique peuvent être évaluées à 4.5 millions de m³ (Muet, 1985), soit 108674 m³ par km² (Marchet, 1991). Ce volume est une approximation des réserves.

Le réseau de drainage est bien développé et fonctionnel, selon les analyses effectuées sur la réponse du système - hydrogrammes. Le gouffre du *Blagour* n'est pas ensablé. Les explorations spéléologiques ont permis d'identifier un réseau de 10 km de développement.

Les sources des *Cressonnières* et la source du *Blagour* appartiennent à deux sous-systèmes indépendants. Cela est démontré par l'analyse des données hydrochimiques, de leur comportement hydrodynamique et des résultats des essais de traçage: au cours de ces essais, les traceurs n'ont pas atteint les griffons de la *Cressonnière* et cela aussi bien en hautes eaux qu'en basses eaux (AIN GEOTECHNIQUE, 1994(b)). Le forage d'*Entrecors* appartient au même sous-système que les sources des *Cressonnières*. Lors de l'essai de pompage, le débit des sources des *Cressonnières* du *Blagour* ont tari après 24 heures de pompage, alors que le débit du *Blagour* n'a pas été affecté. Mais le sous-système *Cressonnières* -forage d'*Entrecors* n'est pas indépendant du système du *Blagour*, du point de vue hydraulique; en périodes de très hautes eaux, la mise en charge du système du *Blagour* donne lieu à des émergences temporaires (sources de débordement) et à l'inondation de la vallée d'*Entrecors* (AIN GEOTECHNIQUE, 1994(b)).

4.1.3. Qualité de l'eau

Les eaux de la source du *Blagour de Chasteaux* sont captées depuis 1975 par le syndicat des eaux du *Coiroux*. Le forage d'*Entrecors* a été effectué dans le but de renforcer et de diversifier la production en eau du syndicat, mais également d'utiliser des eaux dont la vulnérabilité globale est plus faible. La source du *Blagour* deviendra une source d'appoint lors de période d'étiage, durant laquelle la qualité de l'eau ne pose pas de problèmes majeurs: absence de turbidité.

L'eau nécessite un traitement physico-chimique du fait d'une qualité moyenne. En effet, la turbidité est forte en périodes de hautes eaux et particulièrement en périodes de crues importantes où l'eau peut même devenir boueuse. A contrario, en période d'étiage, l'eau est limpide. Cette variabilité de la turbidité est à mettre en relation avec d'une part une alimentation du système par des eaux de surface - pertes des cours d'eau drainant les terrains liasiques et triasiques - et d'autre part un bon développement du réseau de conduits karstiques.

Bien que le système soit en partie alimenté par des eaux de ruissellement de surface et que le système de drainage souterrain soit bien développé, les analyses effectuées régulièrement sur les eaux du *Blagour* indiquent une qualité en conformité avec les normes requises en matière de potabilité des eaux utilisées pour l'alimentation en eau potable.

La température moyenne de l'eau de la source est de 12.4°C et sa minéralisation totale de 463 mg/l.

Les valeurs moyennes des paramètres chimiques analysés sont les suivantes (Marchet, 1991) :

Source	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	SiO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)
Blagour de Chasteaux	104.8	6.52	3.13	1.17	5.32	7.7	5.57	

4.1.4. Vulnérabilité du système du Blagour de Chasteaux

La vulnérabilité du système du *Blagour de Chasteaux* peut-être qualifiée globalement de "moyenne", ceci notamment en raison de son alimentation par la perte de la *Couze* qui draine des eaux de surface et de l'existence d'un réseau de drainage bien développé (10 km de galeries sont connus).

A partir de la définition des zones de vulnérabilité de Muet (1985), les secteurs suivants ont été identifiés comme vulnérables:

- la région de la perte de la *Couze* et la vallée sèche en aval
- le ruisseau de la *Couze* et ses affluents en amont de la perte,

- les zones au droit du réseau spéléologique jusqu'aux environs de La *Font-Trouvée*,
- les bassins versants des écoulements superficiels sur formations argileuses qui se jettent dans les ponors du secteur de *Nespouls* et de la forêt de *Turenne*,
- ainsi que la vallée d'*Entrecors* et ses principaux affluents.

Le secteur situé au Sud du hameau de " Le Soulier" et de la Perte de la *Couze* jusqu'au village de *Farges* a fait l'objet d'une cartographie des zones vulnérables à la pollution par Muet (1984), intégrant des zones à risques vis à vis des pollutions accidentelles. Des zones vulnérables concernant des dolines situées à proximité du tracé de l'autoroute A20 ont été identifiées dans le cadre de l'étude d'impact du bureau d'études AIN GEOTECHNIQUE-1994 (a).

L'ensemble de ces zones figure à l'annexe 5 qui esquisse une carte de synthèse de la sensibilité aux pollutions.

Les *essais de traçage* donnent des renseignements d'une part sur la vitesse apparente de transit et d'autre part sur les modalités de transport par l'analyse de la fonction de transfert ou la courbe de restitution normée par la masse restituée (la courbe de distribution des temps de séjour (DTS)) -.

Ils ne permettent pas de caractériser la vulnérabilité globale du système, mais uniquement celle d'un système dit système traçage, sachant que celui-ci peut être non linéaire et non invariant selon l'état hydrologique. De plus, comme la plupart des traçages ont été réalisés à partir de pertes de cours d'eau ou de ponors à écoulement temporaire, ils n'apportent des renseignements que sur les parties de l'aquifère les plus transmissives.

Les vitesses de transit en hautes eaux sont supérieures à 100 m/h. En basses eaux, pour les essais effectués depuis les ponors, elles sont de l'ordre de 20 m/h. Elles peuvent être inférieures à 5m/h dans le cas de traçeur injecté dans un forage ne recoupant que des fissures ou des drains colmatés et mal connectés au reste du réseau de drainage.

Compte-tenu de la variabilité des courbes de distribution des temps de séjour (DTS) obtenues par l'analyse des restitutions de traçeur à l'exutoire, au sein d'un aquifère tel que celui du Causse Martel, il faut être extrêmement prudent dans toute tentative d'interpolation des résultats des essais de traçage d'un secteur à l'autre.

4.2. SYSTEME KARSTIQUE DE SORPT

4.2.1. Délimitation du bassin d'alimentation du Sorpt

Le bassin d'alimentation de la source du *Sorpt* a une superficie de 21 km²; la partie non karstique de ce bassin est constituée uniquement par les formations tertiaires à faciès sidérolithique recouvrant localement les calcaires du *Dogger*.

A l'ouest du ruisseau du *Sorpt*, les affleurements des formations *liasiques*, représentant une superficie d'environ 1.5 km², sont drainés par les ruisseaux des *Michauds* et de *Neyrague* qui sont indépendants du système karstique.

L'impluvium de ce système a été délimité, comme précédemment, à partir du bilan hydrique et des essais de traçage. Un essai de traçage a été réalisé dans la perte d'*Estivals* lors d'une crue; le traceur a transité avec une vitesse supérieure à 100m/h et a démontré la relation hydraulique avec la source de *Sorpt*. La perte de *Gignac*, située à 2.5 km au Sud de celle d'*Estivals* est quant à elle en relation avec le *Blagour de Souillac*, au sud du Causse Martel.

Le bassin d'alimentation de la source du *Sorpt* s'allonge selon la direction de la faille de *Chasteaux*; sa limite occidentale passe entre les pertes de *Lacoste* et de *Ferrières* et la limite sud est située entre les pertes d'*Estivals* et de *Gignac*. Aucune perte n'ayant permis de délimiter le bassin de *Sorpt* de celui du *Blagour de Chasteaux*, la limite orientale a été dessinée en prenant en considération la surface calculée à l'aide le bilan hydrique (Muet, 1985).

Les résultats des essais de traçage laissent supposer que le système du *Sorpt* est indépendant du système du *Blagour de Chasteaux*. L'analyse de la courbe des débits confirme cette hypothèse.

4.2.2. Caractéristiques hydrauliques du système de Sorpt

Les caractéristiques hydrométriques de la source du *Sorpt* (Muet, 1985) sont les suivantes:

- débit moyen calculé sur 9 cycles: 0.300 m³/s
- débit moyen annuel (cycle 1981-1982): 0.333 m³/s
- débit maximum instantané: 6.5 m³/s (cycle 1981-1982)
- débit minimum instantané: 0.030 m³/s (cycle 1981-1982)

L'indice de variabilité calculé à partir du rapport débit maximal sur débit minimal est de 216.

A partir de l'analyse des courbes de récession des hydrogrammes de crues, les réserves d'eau de la zone noyée de l'aquifère karstique peuvent être évaluées à 1.7 millions de m³ (Muet, 1985), soit 81904 m³ par km² (Marchet, 1991).

4.2.3. Qualité de la source du Sorpt

La source du *Sorpt* n'est pas utilisée pour l'approvisionnement en eau potable, mais son débit contribue à l'alimentation du plan d'eau du Causse. Ce plan d'eau est utilisé pour les activités de loisir(baignade et pêche).

Aucune donnée relative à la qualité bactériologique n'existe. La température moyenne de l'eau est 12.9 °C et sa minéralisation moyenne de 487 mg/l.

Les valeurs moyennes des paramètres chimiques analysés sont les suivantes (Marchet, 1991):

Source	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	SiO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)
Sorpt	109.2	7.78	2.94	0.98	5.5	9.1	5.48	

4.2.4. Vulnérabilité du système du Sorpt

Les zones vulnérables à la pollution n'ont pas fait l'objet d'une cartographie spécifique, d'après les données disponibles dans les documents consultés pour cette synthèse.

Tout comme dans le cas du système karstique du *Blagour de Chasteaux*, les ponors peuvent être identifiés comme des points particulièrement vulnérables aux pollutions. Ainsi, la dépression d'*Estivals* comprend 5 ponors à écoulements temporaires et une perte localisée dans un effondrement (perte d'*Estivals*) qui a d'ailleurs fait l'objet d'un essai de traçage. Cette dépression est donc une zone sensible, très vulnérable aux contaminations superficielles (Annexe 5).

4.3. SYSTEME DE LA DOUX DE ST-CERNIN

4.3.1. Délimitation du bassin d'alimentation

Le bassin d'alimentation de la résurgence de *La Doux de St-Cernin* a une superficie de 10.5 km². Cette surface a été calculée à l'aide du bilan hydrique, réalisé à partir des données de précipitations moyennes (calculées entre 1968 et 1986) et des débits enregistrés durant la période de mars 1984 à décembre 1986. Cette surface est proche de celle du bassin versant topographique (10% d'écart (Marchet, 1991)).

Les essais de traçage effectués dans les ponors de *Maillet* et de *La Broge* (Marchet, 1991) montrent une connexion hydraulique avec la source de la *Doux de St-Cernin* et permettent de définir la limite sud du bassin. L'essai de traçage de la *Cussol*, située au Sud-Ouest de *La Borge* indique un axe de drainage en direction de la source de *La Doux de Coly*. Cela permet donc de tracer la limite entre le bassin de *la Doux de St-Cernin* à l'est et celui de *la Doux de Coly*, à l'ouest.

4.3.2. Caractéristiques hydrauliques du système de la Doux de St-Cernin

Les caractéristiques hydrométriques de la source de *la Doux de St-Cernin* sont les suivantes (Marchet, 1991) :

- débit maximal : 2.1 m³/s
 - débit minimal: 0.015 m³/s
 - débit moyen (calculé sur 2 cycles): 0.136 m³/s
- avec un indice de variabilité de 140.

L'analyse des courbes de récession permet d'obtenir, à titre indicatif, un volume des réserves estimé à 966 000 m³, soit 92351 m³ par km² (Marchet, 1991).

La *Doux de St-Cernin* possède une galerie d'orientation nord-sud, en amont de l'exutoire, qui se développe dans le niveau de base de la formation du *Dogger (Aalénien)*. Son diamètre, de 2 mètres à l'exutoire, se réduit vers l'amont. En période d'étiage il est partiellement dénoyé (informations non publiées- Groupe spéléologique Corrèze, in Marchet, 1991).

4.3.3. Qualité de l'eau de la source de La Doux de St-Cernin

Cette source est captée pour l'alimentation en eau potable de la ville de Brive depuis 1897.

Les valeurs moyennes des paramètres chimiques analysés sont les suivantes (Marchet, 1991) :

Source	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	SiO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)
Doux de St-Cernin	110.5	5.1	3.1	1	5.5	4.9	4.9	5.1

Pour rappel, la valeur limite de qualité pour des eaux destinées à la consommation humaine (Décret modifié 89.3 du 3.1.1989) est de 50 mg/l pour les nitrates et de 200 mg/l pour les chlorures. Les valeurs moyennes sont en dessous de ces valeurs.

4.3.4. Vulnérabilité du système de La Doux de St-Cernin

Une cartographie de la vulnérabilité selon la définition de Muet a été effectuée par Marchet (1991).

Le résultat synthétique est le suivant :

Trois zones sont à protéger en priorité : il s'agit d'un ensemble de dolines formant une dépression entre la localité de *La Chassagne et les Borderies* et dont les eaux de ruissellement superficiel alimentent la perte de *La Broge* (vitesse de transit en hautes eaux proche de 200 m/h), située à l'extrémité sud-ouest du bassin d'alimentation de la source.

Une dizaine de zones seraient à **protéger efficacement** : il s'agit du secteur situé à l'ouest du village de Chartier-Ferrière, entre *Mazajoux* et *Maillet* ; du secteur de lapiez de la forêt de *Couzage*, de l'ensemble de dolines situé à proximité des *Borderies* et de trois zones de dolines situées à proximité du lieu-dit "*Peyroulet*".

Des zones dites "**à protéger**", correspondant soit à des *vallées sèches* (de part et d'autre du hameau de *Beaugout*), soit au secteur situé à la verticale du tracé supposé de la galerie aboutissant à l'exutoire ou encore à l'extrémité occidentale du bassin entourant les zones à protéger prioritairement, entre les hameaux de *La Borie* et *Barbelat*.

Mais l'ensemble du bassin d'alimentation demeure une zone sensible où il est nécessaire d'éviter des rejets de polluants de manière concentrée, notamment dans les dolines (eaux usées, engrais liquides d'origine agricole, déchets divers) (Annexe 5).

4.4. SYSTEME DE LA DOUX DE COLY

☞ Caractéristiques du système karstique

Le système de *la Doux de Coly*, possède une résurgence vauclusienne qui alimente la ville de Brive à raison d'un volume de 4000 m³/j.

La superficie de son bassin d'alimentation, de 81.3 km², s'étend sur le territoire du département de la Dordogne (71.3 km²) et sur celui de la Corrèze (10km²)

Les communes de *Battut*, *Ferrière* et *les Ages* sont situées sur le bassin d'alimentation de la source .

L'essai de traçage effectué à la *Cussol* sur la commune de *La Ferrière*, indique un axe de drainage en direction de la source de *La Doux de Coly*. D'autres essais réalisés sur le territoire du département de la Dordogne ont permis de mettre en évidence des directions d'écoulement vers l'exutoire principal du système de *La Doux de Coly* (Marchet, 1991) (Annexe 2).

La Doux de Coly présente une galerie de plusieurs mètres de diamètre qui se développe à environ 60 mètres de profondeur sous le niveau d'exutoire, sur une distance de 3.1 km (section explorée par plongeurs en 1991) et selon une orientation N110. D'un point de vue géologique, cette galerie semblerait se développer au-dessus du toit des calcaires oolithiques du *Dogger (Bajocien)* et suivant l'orientation des grands accidents régionaux.

☞ Vulnérabilité de l'aire d'alimentation

Les eaux drainées notamment par le ponor de *la Cussol* alimentent le système de *la Doux de Coly*; selon les résultats de l'essai de traçage, le traceur a transité avec une vitesse de l'ordre de 90m/h en période de hautes eaux. Ce ponor représente un point sensible vis à vis de la qualité des eaux de la source de *La Doux de Coly*, du fait de l'activité agricole existante à proximité.

La quasi totalité de la surface du bassin d'alimentation de *la Doux de Coly* située dans le département de Corrèze présente une vulnérabilité de niveau moyenne à forte. Seule la partie située au sud du lieu-dit "les Ages", à la limite des trois départements de Corrèze, Dordogne et Lot, peut être considérée comme faiblement vulnérable (Marchet-1991). Par contre, les ponors de *Coudonnet* et de *Ferrières* sont des points d'infiltration privilégiée et constituent donc des zones très vulnérables. Quatre secteurs de dolines situés entre les lieux dits " *Chauprades*" et " *le Pie de la Mèche*" sont des points à protéger efficacement et la vaste dépression qui intègre ces dolines est également une zone à protéger (Annexe 5).

5. Perspectives pour la gestion de la ressource en eau souterraine des systèmes karstiques

5.1. RESUME DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES KARSTIQUES DU CAUSSE MARTEL

Ces quatre systèmes karstiques ont donc fait l'objet de nombreuses études détaillées qui ont permis de connaître précisément leur fonctionnement hydraulique, de quantifier leurs réserves potentielles et d'apprécier leur vulnérabilité.

Leur structure interne montre un système de drainage développé et fonctionnel. Ce sont des systèmes unaires à l'exception du karst du *Blagour de Chasteaux* qui est alimenté en partie par des eaux de ruissellement de surface, d'origine non karstique, donc binaire.

Les réseaux de drainage souterrains sont soit connus partiellement (par exploration spéléologique), soit leur localisation est présumée dans les différents bassins. La connexion hydraulique des pertes ou ponors avec les exutoires a été mise en évidence par la réalisation d'essais de traçage.

Les réserves des systèmes aquifères du *Blagour de Chasteaux*, de *la Doux de St-Cernin*, du *Sorpt* et de *la Doux de Coly* sont du même ordre de grandeur. Elles sont estimées à 100 000 m³/km², ce qui correspond à un niveau d'emmagasinement moyen.

Les sources utilisées pour l'approvisionnement en eau potable, c'est à dire le *Blagour de Chasteaux*, *La Doux de St-Cernin* et *La Doux de Coly* sont exploitées de manière raisonnée, en tenant compte de l'indice de variabilité du débit. Dans le cas du *Blagour de Chasteaux*, le débit d'exploitation autorisé pourrait être plus important, la production n'étant que de 50% du débit effectif de la source, mais la production est augmentée grâce au forage d'*Entrecors*. La source de *Sorpt* ne fait pas l'objet de captage pour l'approvisionnement en eau potable; elle pourrait servir de source d'appoint.

Les différents systèmes karstiques sont globalement de vulnérabilité moyenne aux pollutions. Les systèmes du *Sorpt* et du *Blagour* sont les plus vulnérables; le premier est le plus exposé à la pollution diffuse d'origine domestique et agricole, étant donné que les vallées d'*Estivals* et de *La Coste* sont situées à l'aplomb du réseau de drainage karstique. Quant au système du *Blagour*, sa vulnérabilité globale est liée essentiellement à la qualité des eaux superficielles du haut bassin de la *Couze*. A titre indicatif, en période d'étiage (début Juillet 1998), le débit de la *Couze* au niveau de la perte représentait le tiers du débit de la source du *Blagour* (estimation visuelle). De plus, la partie aval du système karstique, à proximité de l'émergence (vallée sèche d'*Entrecors* et versants latéraux) bénéficie déjà d'une protection du fait des servitudes imposées par l'arrêté préfectoral de protection du biotope.

Des zones plus sensibles que d'autres aux pollutions ont été identifiées (cf. carte de synthèse de sensibilité aux pollutions en annexe 2) et représentent une large part des bassins d'alimentation des sources. Les zones les plus sensibles étant les pertes, ponors et dépressions associées, les axes de drainage souterrains et leurs zones environnantes. Mais l'ensemble de la surface des bassins et notamment les secteurs à forte densité de dolines doivent faire l'objet d'une attention toute particulière en matière de rejets d'eaux usées, épandages d'engrais ou de produits phytosanitaires, dépôts de déchets et toute activité à risques vis à vis de la qualité des eaux superficielles ou souterraines. On notera que dans le cadre de la mise en place des périmètres de protection des captages AEP, certaines activités potentiellement polluantes peuvent être interdites ou réglementées.

5.2. EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

Ces systèmes karstiques possèdent une ressource qui présente un potentiel intéressant pour l'exploitation. Des forages dans la zone d'émergence du *Blagour de Chasteaux* et de *La Doux de Coly* ont permis de capter des eaux moins turbides et moins influencées par la qualité des eaux superficielles connectées au réseau de drainage souterrain.

Si le besoin en eaux souterraines se fait sentir au cours des années futures, de manière générale des forages pourront être implantés dans le secteur d'émergence des sources moyennant peu d'investigations géologiques; le contexte des émergences laisse supposer que le zone noyé du karst est sous-jacente des colluvions.

La source du *Sorpt* pourrait être exploitée pour l'alimentation en eau potable, bien que son bassin d'alimentation soit globalement un des plus vulnérables aux pollutions d'origine agricole et domestique.

5.3. GESTION QUALITATIVE DE LA RESSOURCE

La gestion des ressources en eau souterraines du point de vue de la qualité de l'eau est étroitement liée à l'aménagement du territoire.

Une bonne gestion nécessite des outils performants:

- cartes thématiques (vulnérabilité, essais de traçages) et banque de données géoréférencées associées devront être intégrées à un *Système d'information géographique (SIG)*.

La cartographie de la sensibilité des systèmes aquifères à la pollution a été réalisée selon le même concept sur l'ensemble des bassins par les deux auteurs ayant travaillé sur ces systèmes karstiques (Ph. Muet et P. Marchet). Bien que la définition des différentes zones de sensibilité ne soit pas univoque, cette carte constitue néanmoins une base nécessaire pour la gestion des eaux souterraines.

Cette carte de sensibilité considère les zones de pertes, les axes de drainage, grandes dépressions et zones adjacentes mais l'effet protecteur de la couverture (sol ou autres formations géologiques recouvrant la formation aquifère) ainsi que le mode d'infiltration (concentrée ou diffuse) tenant compte de la pente et du ruissellement ne sont pas pris en compte de manière systématique.

Une cartographie multicritère de la vulnérabilité pourrait apporter des compléments en intégrant la notion d'infiltration, de couverture protectrice, de morphologie liée à l'épikarst et du développement du réseau karstique; ces notions reposant sur le modèle conceptuel de l'aquifère karstique.

Il serait nécessaire de digitaliser les informations apportées par la carte de sensibilité à la pollution et de les intégrer dans un SIG.

D'autre part, il est indispensable d'identifier les risques de pollution en établissant un inventaire des sources de pollution potentielle concernant les différents systèmes karstiques. Les sources de pollution d'origine agricole, domestique, industrielle ou liées au trafic routier et ferroviaire devront être identifiées sur l'ensemble des bassins d'alimentation (surfaces non karstiques comprises), classées et géoréférencées.

Les *impacts des activités agricoles ou industrielles* sur la qualité des eaux doivent être évalués et faire l'objet de contrôles qualitatifs spécifiques aux différents exutoires selon la méthodologie suivante :

- à partir de l'inventaire des sources de pollution existantes au niveau des différents bassins d'alimentation, les éléments polluants doivent être identifiés ainsi que leur importance relative dans les eaux superficielles qui alimentent les systèmes karstiques.
- suivi de la qualité par prélèvements d'échantillons (un par mois et suivi de quelques événements de crues) aux sources ainsi qu'au niveau des pertes identifiées pour chacun des systèmes afin d'étudier la réponse du système karstique aux polluants identifiés
- parallèlement au suivi de la qualité, le suivi du débit en continu des résurgences et des principales pertes est nécessaire à l'étude des flux de polluants dans le système karstique.

Les données relatives aux essais de traçage permettraient d'établir un plan d'alerte si une pollution accidentelle survenait au niveau d'un des points ayant fait l'objet d'un traçage, pour certaines conditions hydrologiques. Le plan d'alerte doit comprendre l'*identification de la résurgence* ou du forage susceptible d'être atteint par la pollution, le **délai de contamination** après l'accident ainsi que la **concentration** et la **durée** de celle-ci.

La carte de synthèse des systèmes karstiques du Causse Martel présente les limites des bassins d'alimentation des différentes sources et permet d'identifier le point d'émergence concerné. Au cas où le polluant serait déversé dans une zone proche de la limite entre deux bassins, le plan d'alerte pourra intégrer, par sécurité, plusieurs émergences.

Etant donné que le temps de transit d'un traceur est fonction de l'état hydraulique du système et que les essais de traçage réalisés ont été effectués sous différentes conditions hydrauliques (hautes eaux, basses eaux et crues), il apparaît nécessaire de procéder à des essais lors de périodes différentes, de manière à disposer d'un minimum d'information sur la variabilité des temps de transit. Ces essais permettraient d'obtenir les courbes de distribution des temps de séjour (courbes DTS) permettant de définir un ordre de grandeur de la concentration maximale attendue ainsi que la durée de la restitution du polluant. Trois essais répétés pour des conditions hydrométriques différentes permettent ainsi de tester l'invariance du système traçage. Si celui-ci est invariant et linéaire, des scénarios de pollution pourront être simulés par convolution pour des masses de contaminant et des débits du système différents (Dzikowski, 1992), les courbes DTS expérimentales servant au calage du modèle.

Cela pourrait être réalisé dans les cas où le risque de pollution est le plus critique.

Dans le cas particulier de la perte de *la Couze* qui draine un vaste bassin versant sur lequel les risques potentiels sont multiples, la mise en place d'une station d'alerte à la pollution (biologique ou chimique) pourrait être envisagée.

6. Conclusion

Ces travaux de mise en place d'un système de gestion de la ressource en eau souterraine des aquifères karstiques du Causse Martel pourraient être réalisés dans le cadre d'un SAGE ou d'un Observatoire pour la gestion des ressources en eau souterraine (tel que celui du *Causse du Larzac*). Des conflits d'usage interdépartementaux pouvant intervenir notamment à l'échelle du bassin d'alimentation de *La Doux de Coly* - pour des questions de quantité et de qualité d'eau (forages artésiens à usage agricole et exploitation de la source de *La Doux de Coly* pour la ville de Brive), un SAGE peut faciliter la mise en place de moyens de gestion adaptés.

7. Références bibliographiques

Marchet P., 1991: Approche de la structure et de l'évolution des systèmes aquifères karstiques par l'analyse de leur fonctionnement: application au NW du Causse de Martel (Quercy - France). *Thèse de l'Université Paul Sabatier, Toulouse, 326pp.*

Muet Ph., 1985: Structure, fonctionnement et évolution de deux systèmes aquifères karstiques du Nord du Causse de Martel (Corrèze). *Thèse de l'Université d'Orléans. Tomes I et II (annexes), 386pp.*

AIN GEOTECHNIQUE, 1994 (1): Autoroute A20 - Section BRIVE SOULLAC, impact du projet autoroutier sur les systèmes karstiques du Causse de Martel. *Responsable de l'étude: Ph. Muet, 42pp et annexes.*

AIN GEOTECHNIQUE, 1994 (2): Dossier hydrogéologique préalable à l'établissement des périmètres de protection. Prise d'eau du Blagour, Forage d'Entrecors. Syndicat des eaux du Coiroux. *Responsable de l'étude: Ph. Muet, Dossier HL331CHA du 12/10/1994, 30pp.*

Bakalowicz M., 1979: Contribution de la géochimie des eaux à la connaissance de l'aquifère karstique et de la karstification, *Thèse de Doctorat de Sciences Naturelles, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 269p.*

Mangin A., 1986: Réflexion sur l'approche et la modélisation des aquifères karstiques, *Karst Euskadi 86, San Sebastian, pp 11-30.*

Marsaud B., 1997: Structure et fonctionnement de la zone noyée des karsts à partir des résultats expérimentaux. *Thèse Université Paris XI Orsay, Documents du BRGM 268, Editions BRGM, 301pp.*

Doerfliger N., 1996: Advances in karst groundwater protection strategy using artificial tracer tests analysis and multiattribute vulnerability mapping (EPIK method). *Thèse Université de Neuchâtel, Suisse, 308pp.*

Király L., 1975: Rapport sur l'état actuel des connaissances dans le domaine des caractères physiques des roches karstiques. *In A.B. & L.D. Eds, Hydrogeology of karstic terrains. Int. Union of geol. Sciences, pp 53-67.*

Doerfliger N., Zwahlen F., Meylan B., Tripet J-P., Wildberger A., 1997: Vulnérabilité des captages en milieu karstique, Nouvelle méthode de délimitation des zones de protection - méthode multicritère EPIK. *GWA Gaz Wasser, Abwasser - Gaz, Eaux, Eaux usées - 5/97, pp 295-302.*

Gilbrich W. H., Zaporozec A., 1994: Introduction. *In Vrba J. & Zaporozec A. (Eds) Guidebook on mapping groundwater vulnerability, IAH, 16 : pp 1-2, Hannover.*

Dzikowski M., 1992: L'analyse des systèmes-traçages à débit variable et volume constant. Possibilités d'application en milieu karstique. *Thèse de l'université des sciences et technologies de Lille, 182pp.*

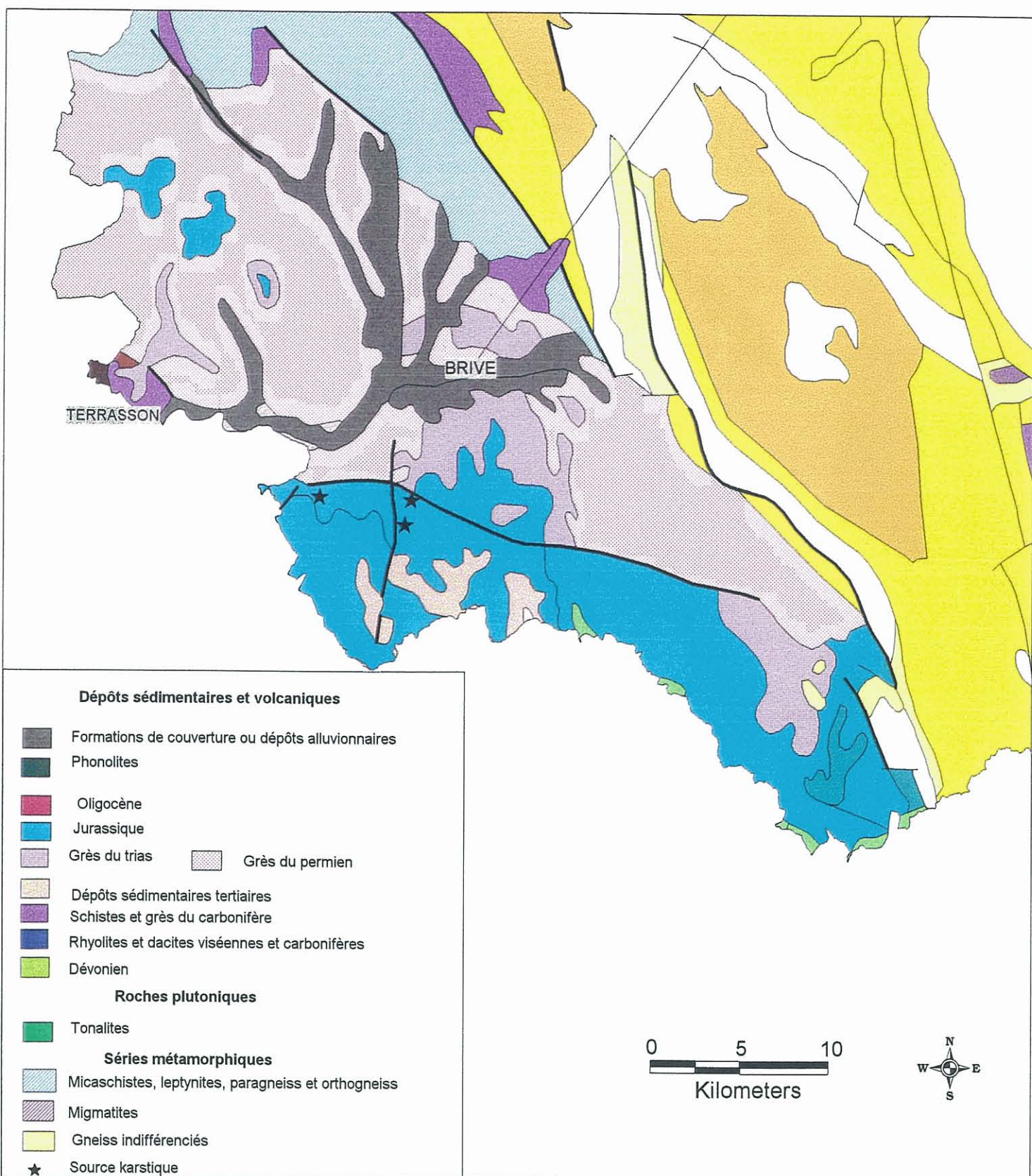
Liste des figures

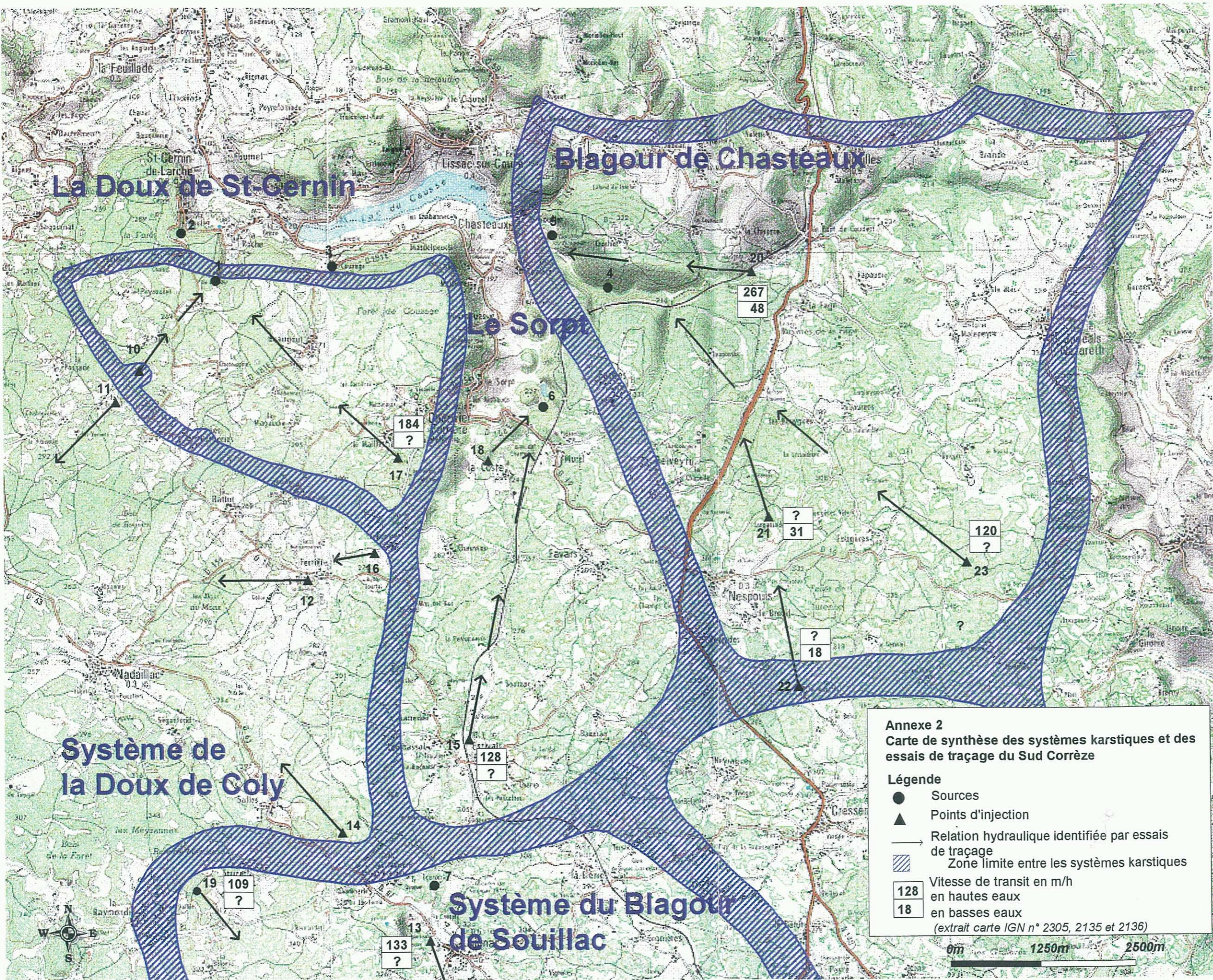
- Figure 1** Exemple de morphologie karstique - doline de la *Jargassade* avec perte - photo tirée de AIN GEOTECHNIQUE 1994 (a).
- Figure 2** Hydrogramme de crue caractéristique d'une source karstique - la source de *la Doux de St-Cernin* en 1985 (Marchet P., 1991).
- Figure 3** Représentation schématique du système karstique selon Mangin, 1975.
- Figure 4** Représentation schématique du fonctionnement d'un aquifère karstique (Doerfliger et al., 1997, d'après Király, 1975)
- Figure 5** Quelques situations de vulnérabilité différente en fonction de l'importance des critères déterminants (Doerfliger et al., 1997).
- Figure 6** Coupe géologique schématique d'orientation NNE - SSW de *Noailles* à la Forêt de *Couzage* en passant par *Chasteaux* (Lemordant Y, inédit)

Liste des annexes

- Annexe 1** Extrait de carte géologique au 1/1000000 pour le secteur du sud Corrèze
- Annexe 2** Carte de synthèse des systèmes karstiques et des essais de traçage.
- Annexe 3** Tableau de synthèse des résultats des essais de traçage
- Annexe 4** Liste des principales sources et pertes à l'échelle des systèmes karstiques de Sud Corrèze
- Annexe 5** Carte de synthèse de la vulnérabilité à partir des documents existants sur la région des systèmes karstiques de Sud Corrèze.

Annexe 1: Extrait de la carte géologique au 1/1 000 000 pour le secteur du Sud Corrèze





Annexe 2
Carte de synthèse des systèmes karstiques et des essais de traçage du Sud Corrèze

- Légende**
- Sources
 - ▲ Points d'injection
 - Relation hydraulique identifiée par essais de traçage
 - ▨ Zone limite entre les systèmes karstiques
 - 128 Vitesse de transit en m/h en hautes eaux
 - 18 en basses eaux
- (extrait carte IGN n° 2305, 2135 et 2136)

0m 1250m 2500m

Annexe 3: Tableau de synthèse des résultats des essais de traçage

Système karstique	N° sur carte	Auteur	Date d'injection	Pt injection	Coord XY	Pt restitution	Coord XY	Distance (m)	Traceur	Masse injectée (kg)	Taux de restitution (%)	Vitesse apparente (m/h)
Système du Blagour de Chasteaux	22	Ain Géotechnique	29 juillet 1994 22h20	Perte de Vaures		Blagour de Chasteaux	532.17/310.52/129.3	6925	Amino-G-acide	2	58	18
Système du Blagour de Chasteaux	23	Muet Ph.	2 avril 1982 7h05	Perte des Fontanilles	537.25/306.33/300	Blagour de Chasteaux	532.17/310.52/129.3	7125	Uranine	1.8	63	120
Système du Blagour de Chasteaux	21	Ain Géotechnique	30 juillet 1994 22h15	Ponor de la Jargassade		Blagour de Chasteaux	532.17/310.52/129.3	5000	Rhodamine WT	1	73	31
Système du Blagour de Chasteaux	20	Muet Ph.	15 février 1984 6h00 et 26 juin 1982 7h30	Perte de la Couze	534.89/310.02/180	Blagour de Chasteaux	532.17/310.52/129.3	2500	Uranine	0.450 / 0.150	85 / 96	267 / 47
Système du Sorpt	15	Muet Ph.	10-mai-81	Ponor d'Estivals	530.98/303.8/270	Sorpt	532.05/308.25/157	4750	Uranine	1.5	incalculable	env 128
Système du Sorpt	18	Muet Ph.	06-avr-82	Ponor de la Coste	531.45/307.45/215	Sorpt	532.05/308.25/157	4130	Uranine	3 traçages effectués		7 à 158
Système de la Doux de St-Cernin	17	Marchet P.	7 mai 1985 0h45	Ponor du Maillet	530.00/307.55/285	La Doux de St-Cernin	527.75/310.10/180	3390	Uranine	1.65	97	184
Système de la Doux de St-Cernin	10	Marchet P.	27 mars 1985 16h30	Ponor de la Broge	526.60/308.80/250	La Doux de St-Cernin	527.75/310.10/180	1750	Uranine	0.375	83	67
Système de la Doux de Coly	11	Marchet P.	24 janvier 1986 10h15	Ponor de la Cussol	526.30/308.40/250	La Doux de Coly	517.87/308.00/120	8500	Uranine	1.6	incalculable	env 97
Système de la Doux de Coly	12	Muet Ph.	17-mars-82	Ponor de Ferrières	528.70/305.95/265	La Doux de Coly	517.87/308.00/120	11300	Uranine	1.9	90	181
Système de la Doux de Coly	14	Marchet P.	9 février 1984 13h30	Ponor de la Quïque	530.20/302.25/320	La Doux de Coly	517.87/308.00/120	13200	Uranine	2.55	94	168
Système de Blagour de Souillac	13	Fabre J.P.	26 mai 1981 21h	Ponor du Touron	530.40/301.35/290	Blagour de Souillac		7500	Uranine	2.259	85	134
Système de Blagour de Souillac	19	Marchet P.	21 mai 1986 17h30	Ponor des Ferraux		Blagour de Souillac		9500	Uranine	1.73	incalculable	env 70

Annexe 4

Liste des principales sources, pertes à l'échelle des systèmes karstiques de Sud Corrèze

N°	Description	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
1	La Doux de St-Cernin	527.75	310.10	180
2	Source du Soulier de Cernin	527.35	310.75	175
3	Source de Couzage	528.95	310.20	200
4	Emergence de Fontilles	532.90	309.90	144
5	Blagour de Chasteaux	532.15	310.50	129
6	Source du Sorpt	532.05	308.25	157
	La Doux de Coly	517.87	308.00	120
	Source de Coly amont	517.60	308.00	120
7	Source du Touron	530.45	301.80	310
8	Source de la Quique	530.30	302.10	330
9	Source de la Coste	531.00	307.75	240
10	Ponor de La Broge	526.60	308.80	250
11	Ponor de La Cussol	526.30	308.40	250
12	Ponor de Ferrières	528.70	305.95	265
13	Ponor du Touron	530.40	301.35	290
14	Ponor de la Quique	530.20	302.25	320
15	Ponor d'Estivals	530.95	303.80	270
16	Ponor de Coudonnet	529.50	306.35	270
17	Ponor du Maillet	530.00	307.55	285
18	Ponor de la Coste	531.45	307.45	215
19	Ponor des Ferraux	527.50	301.75	
20	Perte de la Couze	534.89	310.02	180
21	Ponor de la Jargassade	535.00	306.9	310
22	Perte de Vaures	535.45	304.5	300
23	Perte des Fontanilles	537.25	306.33	300

