

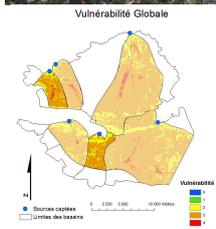


# JOURNÉES AFK / AGSO / CFH-AIH

17-18-19 juin 2011

Excursions Grands Causses

Livret-Guide



## **Journées techniques du CFH-AIH, de l'AFK et de l'AGSO dans les Grands Causses du 17 au 19 juin 2011**

Fil conducteur : Connaissance du milieu naturel, protection, gestion des eaux souterraines des aquifères karstiques, contribution à l'aménagement du territoire dans un Parc naturel régional.

Organisation : Parc naturel régional des Grands Causses (Laurent Danneville et Christophe Apolit), Laurent Bruxelles et Pierre Marchet.

### **PROGRAMME DEFINITIF**

#### **Judi 16 juin**

A partir de 18 h 00, accueil des premiers arrivants au domaine de St Estève ([www.domaine-saint-estève.fr](http://www.domaine-saint-estève.fr))

#### **20h30 – Repas**

vers 21 h30 : Présentation du Parc à travers une vidéo ou un diaporama

#### **Vendredi 17 juin : journée « Connaissance »**

##### **Matin** : Géologie et tectonique

8h00 8h15 : Accueil des participants par M René Quatrefages, Président du Parc naturel régional des Grands Causses.

8h15-9h00 au domaine de Saint-Estève : exposés en salle

- Rappel sur la formation des Grands Causses, lithologie, grands événements, derniers éléments sur l'histoire géologique des Grands Causses, le creusement des vallées, les événements principaux de la déformation (*Pierre Vergely, ancien professeur à l'Université Paris-Sud*)
- L'évolution de la région dans le cadre de l'ouverture du Golfe de Gascogne, avec up lift au Crétacé inférieur-moyen, accompagné de la mise en place d'une surface d'érosion dolomitisée, puis silification et karstification avec bauxite avant la subsidence précédant les dépôts marins du Crétacé terminal (*Robert Wyns*)
- La couverture crétacée des Grands Causses, un témoignage de l'histoire des premiers paysages des Grands Causses (*Laurent Bruxelles*)

9h30 à 12h30 : Tunnel de Tournemire

- Histoire de la fracturation et des transferts dans les causses (*JM Matray*) à partir des études réalisées dans la station expérimentale du tunnel de Tournemire (IRSN). Visite du tunnel par groupes.

([www.irsn.fr/FR/base\\_de\\_connaissances/Installations\\_nucleaires/dechets-radioactifs/station\\_experimentale\\_tournemire](http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Installations_nucleaires/dechets-radioactifs/station_experimentale_tournemire))

#### **12 h 40 14 h 00 Pique-nique (Cirque de Tournemire ou Croix du Créponnac)**

## Après-midi : Géomorphologie

14 h 20 à 14 h 50 : Relief ruiniforme à l'Hospitalet du Larzac et bassin du Durzon

- Les grandes étapes de la mise en place des paysages des Grands Causses au Tertiaire et au Quaternaire : paléo surfaces, fantômisations, creusement des canyons, verticalisation du karst et mise en place du drainage actuel (*Laurent Bruxelles*)

15 h 00 à 15 h 30 : Visite du laboratoire Géosciences à l'Hospitalet du Larzac

- Etude de l'épi karst du Durzon (*Roger Bayer, CNRS*)

## Etudes hydrogéologiques : exemple de l'étude hydrogéologique du Causse de Sauveterre

16 h 25 à 17 h 10 : Doline de Soulages sur le Causse de Sauveterre

- Historique des études hydrogéologiques sur le Parc (*Laurent Danneville*)
- Etude hydrogéologique du Causse Rouge (*Philippe Crochet*)
- Apport de la géomorphologie : (*Laurent Bruxelles*)
  - Interprétation des morphologies karstiques de la partie occidentale du causse de Sauveterre
  - Volcanisme et remontées basaltiques
  - Les formations du Crétacé sur le Causse de Sauveterre : rôle et implications

17 h 20 à 17 h 50 : Point sublime dans les gorges du Tarn

- Creusement des vallées (*Laurent Bruxelles*)
- Etude hydrochimique du Causse de Sauveterre (*Bernard Blavoux*)

18 h 10 à 18 h 40 : Trop plein de Fontmaure

- Informations apportées par les traçages (*Nevila Jozja*)

Retour vers Millau

19h30 - Assemblée générale du Comité Français d'Hydrogéologie

### 20h30 – Repas

21h 30 – Diaporama et vidéo : apport des plongées souterraines à la connaissance du karst, exemples de la source du Durzon et de la source de l'Espérelle (Club subaquatique de Millau).

## **Samedi 18 juin : journée « Protection, gestion, aménagement du territoire »**

### 8h30 - départ du domaine de Saint-Estève

**Matin : Connaissance (fin) : réseaux de mesures des eaux souterraines**

9 h 00 à 10 h 30 - Exsurgence de l'Espérelle dans la vallée de la Dourbie

- Intérêts du réseau, historique, gestion (*Laurent Danneville et Christophe Apolit*)

## Protection et gestion des eaux souterraines

- Actions sur les périmètres de protection : le "Défi Espérelle" (*Laurent Danneville*)

10 h 50 11 h 20 – Pierrefiche du Larzac, visite d'un dispositif d'assainissement pour les eaux blanches chez un agriculteur

- Le traitement des effluents agricoles (*Patrick Sales, Chambre d'Agriculture de l'Aveyron*)

11h30 à 12 h00 : Pierrefiche-du-Larzac, visite d'un dispositif d'assainissement autonome

- Le SPANC sur le Parc : historique, missions principales, actions sur les Grands Causses et sur les périmètres de protection, présentation rapide des filières (*Laurent Danneville et techniciens du SPANC*)

### **12 h 20 14 h 00 Pique-nique à la Salvage (foire bio)**

#### **Après-midi : Aménagement du territoire**

14 h15 à 14 h 45 : La Cavalerie

- Les cartes de vulnérabilité : exemple du Larzac et rappels des résultats de l'étude hydrogéologique du Larzac, les lacs temporaires du Larzac : (*Valérie Plagnes et Jacques Ricard*)

15 h15 à 15 h 45 : Arrêt sur un bassin de décantation de l'autoroute A 75 près de l'aérodrome du Larzac

- Cas de l'autoroute A75 : aménagement mis en place (problème de soutirage), pratique de désherbage, salage, gestion des bassins de décantation, traçages réalisés en aval des bassins de décantation (*François GALZIN, Chef de l'Unité Territoriale "Grands Causses", Direction Interdépartementale des Routes Massif Central/District Sud*)

16 h15 à 17 h 00 : Exsurgence du Durzon à Nant

- Reconquête de la qualité des eaux de la Dourbie : (*Jacques Ricard, Président du comité scientifique du Parc naturel régional des Grands Causses*)

### **Retour sur Millau pour 18 h 00**

### **Fin des journées techniques**

## Sommaire du Livret-Guide

PROGRAMME DEFINITIF.....	2
Les Grands Causses : architecture et tectonique.....	6
Les Grands Causses : histoire des paléaltérations en relation avec la géodynamique continentale .....	9
L'évolution des paysages des Grands Causses : le rôle majeur des couvertures superficielles. ....	11
La mise en place des paysages caussenards dans son cadre géodynamique et structural.....	16
L'observatoire GEK (Géophysique en Environnement Karstique): Vers une approche combinée des méthodes géophysiques pour mieux comprendre l'évolution des ressources en eau dans le karst du Durzon .....	21
Historique des études hydrogéologiques sur le Parc naturel régional des Grands Causses.....	24
Etude hydrochimique du Causse de Sauveterre.....	26
Etude hydrogéologique du Causse de Sauveterre et de ses Avant-Causses : informations apportées par les traçages.....	32
Réseaux de mesures des eaux souterraines .....	35
Actions sur les périmètres de protection : le "Défi espérelle" .....	39
Dispositif d'assainissement des effluents peu chargés (eaux blanches) .....	45
Le SPANC sur le Parc naturel régional des Grands Causses.....	47
Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque de la ressource et des principaux captages du Larzac.....	51
Extrait de la convention 2010-2012 : Protection de la ressource en eau karstique en relation avec l'autoroute A75 .....	54
Méthode d'évaluation de l'aménagement optimum d'un bassin versant en fonction de la qualité souhaitée de l'eau de son cours d'eau drainant à l'aide d'un 'bilan azote' : Application au bassin versant de la rivière Dourbie (12) .....	59

**Ce livret a été imprimé par le Parc naturel régional des Grands Causses.**

## Les Grands Causses : architecture et tectonique.

**Pierre Vergély**

*Université Paris-Sud, Orsay.*

L'architecture des grands Causses est née d'une histoire sédimentaire mésozoïque simple, bouleversé par des événements tectoniques relativement modestes au Cénozoïque et modelé par une dynamique récente Miocène (?) – Pliocène et Quaternaire qui en a donné le paysage actuel.

### **Le cadre structural.**

Les Grands Causses sont constitués d'un ensemble de panneaux calcaires et dolomitiques, tabulaires d'âge jurassique, découpés par un réseau de grandes failles à fort pendage de direction variées :

- ENE-WSW, au nord-est et au nord,
- EW au centre-sud,
- WSW-ENE à SW-NE au sud, sur la bordure occidentale, et
- NNW-SSE à N-S au centre.

Ces accidents découpent les Causses et plus rarement les limitent. Longs de 10 à 80 kilomètres, ils sont de type normal, inverse ou décrochant. Les accidents inverses sont pour la plupart d'anciens accidents normaux réactivés en faille inverse (accidents EW et WNW-ESE). Les accidents NW-SE sont et NE-SW en décrochements. Les plis, rares et de faible amplitude, sont localisés au voisinages des failles inverses et décrochantes. Les pendages généraux vers l'est des formations des Grands Causses à l'ouest sont hérités de la géométrie en cuvette asymétrique du bassin sédimentaire jurassique. Mais les panneaux faillés sont parfois basculés en monoclinaux faiblement pentés vers le Nord (bordure cévenole).

Les séries tabulaires des Grands Causses sont par ailleurs recoupées obliquement par une surface composite dont l'histoire débute au Crétacé inférieur (?) – moyen.

### **L'histoire tectonique des Grands Causses.**

L'histoire tectonique est établie en s'appuyant en partie sur la chronologie stratigraphique des séries sédimentaires et sur l'évolution morphologique des ensembles géologiques. Discontinuités stratigraphiques, discordances et surfaces d'érosion sont les marqueurs tangibles de cette histoire.

#### **1- La tectonique en extension et la subsidence mésozoïque.**

Le bassin des Grands Causses se forme par subsidence localisée, en réponse à une tectonique en extension sur la bordure méridionale de la chaîne varisque du Massif Central.

L'extension est continue pendant tout le Jurassique (de 203-135Ma) mais avec une période plus active au Lias supérieur (184-175 Ma) (dépôt des séries marneuses). Des failles normales permettent au bassin de s'approfondir (dépôt centre au Nord de Millau) et un seuil s'individualise entre Larzac et Languedoc (seuil cévenol).

L'extension est globalement NW-SE, mais varie de N-S à WNW-ESE, selon l'orientation de l'héritage structural hercynien sous-jacent.

**2- La tectonique en compression cénozoïque (orogénèse « pyrénéenne »).**

Au Paléocène-Eocène supérieur (65 à 33 Ma), l'effet de la compression pyrénéenne se fait sérieusement sentir dans les grands Causses : les failles EW (anciennes failles normales) jouent alors en failles inverses (par exemple : 100 à 300m de rejet vertical sur l'accident du Cernon), et les failles NW-SE et NE-SW jouent respectivement en décrochements dextres et sénestres. La compression est N-S.

**3- De l'Oligocène à l'Actuel.**

Le sud du Massif Central et le bassin des Grands Causses subissent une surrection de plus de 1000m, pendant que le Languedoc et le Golfe du Lion s'effondrent (fossés et océanisation). Cette surrection et l'enfoncement corrélatif des paléo vallées des causses donnent naissance, dans un contexte morphogénique karstique, au modelé actuel.

**Tectonique des Grands Causses et géodynamique.**

Pour comprendre l'histoire géologique des Grands Causses il est intéressant de se situer dans le cadre globale de l'évolution géodynamique de l'Europe occidentale, l'Ibérie et la bordure nord de l'Afrique. Pour cela 5 étapes remarquables peuvent être retenues:

**1- La fin de l'orogénèse hercynienne et le début de la rupture de la Pangée (320-250 Ma ).**

Après la formation de la chaîne hercynienne, le nouveau domaine déformé est affecté par une tectonique cassante extensive et transtensive créant des fossés à charbons (au Carbonifère supérieur vers 300-295Ma) et des fossés ou bassins à argilites rouges (au Permien, 295-250 Ma). Ces fossés et bassins bordent les Causses au Nord, à l'Ouest et au Sud.

**2- La naissance de la Téthys alpine au cours du mésozoïque.**

Alors que la Téthys orientale, située entre les continents Laurasia au nord et Gondwana au sud, est en train de se fermer, de nouveaux bassins océaniques étroits naissent à l'ouest au détriment de la Pangée. C'est dans ce contexte extensif que se forme le bassin des causses en situation de bassin intra-continental.

**3- L'orogénèse pyrénéenne et alpine au cours de la fin du mésozoïque et le début du cénozoïque.**

L'ouverture de l'Atlantique entraîne la translation vers le nord-est puis vers le nord de l'Afrique, de l'Ibérie et de l'Apulie, bloc continental plus ou moins solidaire de l'Afrique. Leur collision avec la bordure européenne donne naissance à la chaîne pyrénéenne (SL) et aux Alpes précoces. Les Grands Causses sont alors déformées en compression.

**4- L'ouverture des bassins océaniques de Méditerranée occidentale : Oligocène – Miocène supérieur (25 – 8Ma).**

Le rapprochement Afrique/Europe se poursuit en même temps que s'ouvrent des bassins océaniques profonds (bassin algéro-provençal par exemple). Corse et Sardaigne se détachent du continent européen et pivotent de 30° antihoraire. Seuls les Causses méridionaux sont affectés par ces événements.

**5- La crise messinienne : l'assèchement d'une grande partie de la Méditerranée.**

Vers 6-5.3Ma, la Méditerranée s'assèche laissant un «creux» de près de 1000m par rapport au niveau actuel. Cette baisse rapide du niveau de base des fleuves méditerranéens influe considérablement sur l'évolution morphologique des régions périphériques dont les grands Causses méridionaux.

**6- *Volcanisme et eustatisme :***

En relation avec la géodynamique récente un volcanisme s'exprime localement au travers des Grands Causses, depuis l'Aubrac jusqu'au Languedoc.

Les diverses glaciations quaternaires et les variations consécutives du niveau de la mer apportent aux Grands Causses leur touche morphologique finale.

## Les Grands Causses : histoire des paléaltérations en relation avec la géodynamique continentale

Robert Wyns  
BRGM Orléans

L'étude des paléaltérations enregistrées sur les Grands Causses et à leur périphérie nous renseigne sur l'évolution géodynamique de la région pendant les périodes marquées par l'absence de dépôts sédimentaires.

### 1. Quelles relations entre altération et géodynamique ?

L'altération météorique a été classiquement considérée comme contrôlée par le climat. S'il est vrai que le climat influe sur les modalités d'altération sur de courtes échelles de temps (quelques milliers à dizaines de milliers d'années), il ne peut en déterminer le sens.

Les différents types d'altération supergène se répartissent en effet selon une série continue allant d'un pôle soustractif (latérites, bauxites, karstification) à un pôle additif (silcrètes, calcrètes, dolocrètes...). Dans les altérations soustractives il y a perte nette de matière, alors que dans les altérations additives il y a apport net de matière (Figure 1). La matière est transportée en solution dans l'eau depuis les zones hautes du paysage, où a lieu le lessivage, vers les points bas où a lieu la précipitation à proximité du sol par évapotranspiration.

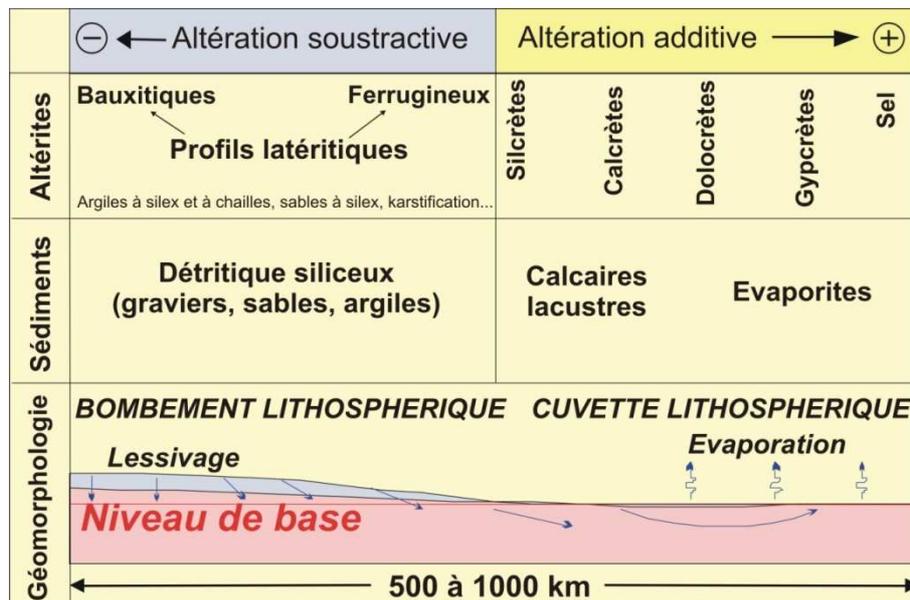


Figure 1 - Classification des altérations supergènes (d'après Wyns et al., 2003)

C'est donc le contexte hydrologique et donc géomorphologique à l'échelle du continent qui détermine le sens –soustractif ou additif- de l'altération, et non le climat. Les altérations soustractives sont associées à des bombements de la lithosphère continentale (épaulements de rifts, flambage lithosphérique...), et les altérations additives à des dépressions intracontinentales. Lorsque la lithosphère soulevée s'affaisse, la surface du continent enregistre une séquence d'altérations caractéristique (altération soustractive → silicifications → calcrétisations → dolomitisations), la séquence inverse étant enregistrée lorsque la lithosphère se soulève.

## **2. Les Causses au Crétacé**

Au Crétacé inférieur débute l'ouverture océanique du Golfe de Gascogne ; cette ouverture « en ciseaux » progresse au cours du temps du NW au SE. La marge continentale passive située au nord du rift se soulève en raison de l'amincissement crustal et de la remontée de l'asthénosphère : il en résulte la formation d'un épaulement de rift, d'une altitude comprise entre 1 et 3 km (des exemples actuels existent de part et d'autre de la Mer Rouge, de même qu'en Atlantique nord : Scandinavie, Groënland). L'épaulement nord-Gascogne se développait depuis la Bretagne jusqu'au sud du Massif central, en passant par le Limousin. Dans la zone non encore ouverte, c'est-à-dire au sud-est, approximativement des Grands Causses au nord de la Provence, le phénomène se traduit par un soulèvement. En réponse au soulèvement, une phase d'érosion rapide qui débute vers 120-130 Ma (Aptien) d'après les traces de fission dans les apatites (Peyaud et al. 2005) provoque la formation d'une pénéplaine. Cette pénéplaine forme la surface actuelle des Grands Causses, qui tronque toute la série Jurassique depuis le Jurassique supérieur au niveau du Larzac jusqu'au Lias au nord de Marvejols. Cette surface d'érosion porte la trace d'abord d'altérations additives : dolomitisations puis silicifications. Les dolomitisations affectent des formations de plus en plus anciennes du sud vers le nord. Il en est de même des silicifications, qui affectent souvent des faciès antérieurement dolomitisés. Le soulèvement de la surface d'érosion s'accroissant, le plateau des Causses est alors soumis à des altérations soustractives associées à une première karstification. On retrouve au sein de ces paléokarsts des galets de dolomie spathique silicifiée. L'altération soustractive conduit à la formation de bauxites que l'on retrouve piégées dans des paléokarsts. Après cette période de soulèvement, la surface d'érosion crétacée redescend progressivement en raison du rééquilibrage thermique de la marge continentale. Elle rejoint le niveau marin au Coniacien (85 Ma environ), premiers dépôts marins scellant les paléaltérites (Bruxelles et al., 1999).

## **3. Les Causses au Tertiaire**

Nous avons peu d'informations sur l'évolution des Causses au Paléocène et à l'Eocène : ce domaine était probablement émergé et soumis de nouveau à l'altération, comme l'ensemble de la région située entre la vallée de la Seine et la vallée de la Garonne : ce soulèvement est interprété comme résultant d'un flambage lithosphérique de l'avant-pays alpin lors de la compression pyrénéenne.

L'altitude actuelle du plateau, comprise entre 800 et 1000 m, résulte d'un soulèvement important dont l'essentiel a été acquis postérieurement au Miocène moyen. Ce soulèvement résulte d'un bombement lithosphérique autour de l'arc alpin (bourrelet péri-alpin), qui se développe depuis le sud du Massif central jusqu'en Bohême. L'initiation des réseaux karstiques actuellement actifs résulte de ce soulèvement.

## L'évolution des paysages des Grands Causses : le rôle majeur des couvertures superficielles.

Laurent BRUXELLES – INRAP, TRACES/CRPPM, UMR 5608 du CNRS et GAES, Université du Witwatersrand, Afrique du Sud. E-mail : [laurent.bruxelles@inrap.fr](mailto:laurent.bruxelles@inrap.fr)

Hubert CAMUS - CENOTE, SARL, convention de recherche avec Géosciences Montpellier 2. [camus.hubert@laposte.net](mailto:camus.hubert@laposte.net)

L'aspect rocailleux, voire localement ruiniforme des paysages des Grands Causses rend difficilement compte du rôle majeur joué par les couvertures et les différentes phases d'altérations qui se sont succédées depuis la fin du Jurassique.

### I – Le rôle des couvertures

Dès le retrait de la mer jurassique, les calcaires ont été soumis à l'altération et à la karstification. La présence de bauxite sur plusieurs causses témoigne d'une évolution continentale se développant depuis environ 100 millions d'années.

Le retour de la mer au Crétacé supérieur a ennoyé la partie basse des paléoreliefs avant de recouvrir la quasi-totalité des Grands Causses au Coniacien (Bruxelles *et al.*, 1999). Les dépôts corrélatifs de cette ingression ont constitué une épaisse couverture dont on retrouve encore de nombreux témoins (Bruxelles, 2001). Ils sont localement surmontés de formations continentales à galets de quartz qui matérialisent les premières décharges détritiques provenant du sud du Massif Central.

Pendant une grande partie du Tertiaire, des processus d'altération ont affecté les dépôts crétacés ainsi que le substrat jurassique. Les calcaires bajociens et les dolomies bathocalloviennes ont subi, le long des principales discontinuités, un phénomène de fantômisiation localement important (Bruxelles, 2001).

La morphogenèse du Paléogène aboutit, à la fin de l'Eocène ou au début de l'Oligocène, à la formation d'un grand aplanissement généralisé qui recoupe les structures tectoniques éocènes : la Surface Fondamentale des Causses. L'alignement des plus hauts sommets souligne la géométrie de cette surface en dépit de toute contrainte lithologique ou structurale. La mise en place de cette surface implique le décapage d'anciennes topographies karstiques, mais aussi dans certains contextes tectoniques et morphologiques particuliers, la conservation d'importants volumes de couverture.

**La morphogenèse caussenarde est étroitement liée à la permanence de ces couvertures meubles à la surface des plateaux** et à leurs dynamiques d'érosion. Là où l'infiltration verticale est possible à travers les couvertures, la crypto-corrosion se traduit en profondeur par la formation de fantômes de roche (Bruxelles, 2001) ou de brèches karstiques (Camus, 2003) ; ailleurs, le recul des bordures de corrosion entretient le développement de vastes aplanissements, isolant des buttes au modelé typique (« canaules et rajols »).

Au Néogène et au Quaternaire, le déblaiement de la couverture crétacée a été localement compensé par l'apport d'alluvions siliceuses allochtones, le remaniement d'argiles à chailles provenant de l'altération des calcaires bajociens à chailles, l'accumulation de sable dolomitique et les retombées volcaniques qui ont joué un rôle important dans la géochimie des argiles des causses.

## II – Le creusement des canyons et l’impact du soutirage karstique

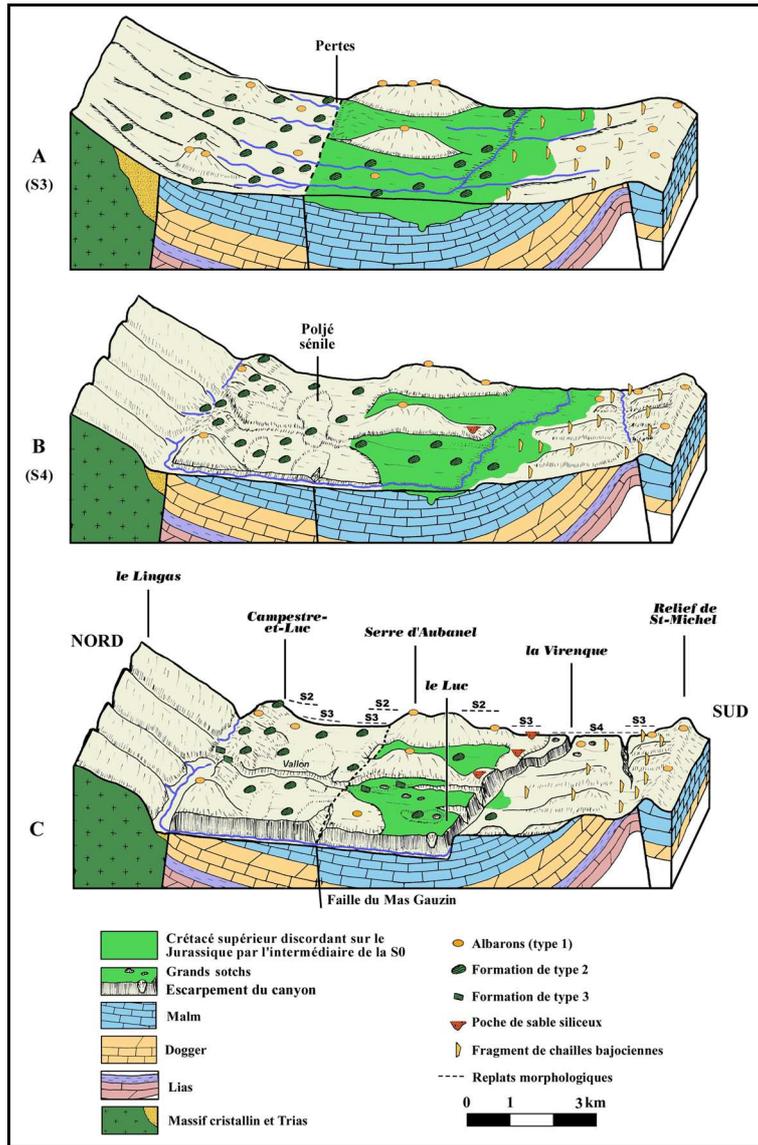
A partir du Miocène et sous l’effet de la surrection, l’installation des vallées caussenardes se traduit par l'emboîtement des formes d'aplanissement. Plusieurs niveaux de replats s'étagent et des poljés, développés à la faveur de structures locales mais aussi grâce à la présence de matériaux meubles (dépôts crétacés remaniés, argiles à chailles, alluvions cévenoles) organisent le drainage karstique (fig. 1 et 2).

A partir de la fin du Miocène, l’incision des canyons modifie, puis entretient la propagation des réseaux spéléologiques. L'abaissement du niveau de base au sein des plateaux se traduit par le soutirage des couvertures et par leur transit souterrain, comme le révèle la stratigraphie des remplissages endokarstiques.

La hiérarchisation du réseau hydrographique sous-tend ainsi l'évolution morphologique à la surface des causses par la désorganisation des formes planes et par le soutirage des couvertures superficielles (Bruxelles, 2002 et 2007). Le gradient hydraulique, de plus en plus marqué au sein du massif, favorise l'évidement des parties fantômisées. Dans la dolomie bathonienne, ce phénomène se traduit par le développement conquérant du bassin versant de certaines sources. Les méga-lapiès dolomitiques, caractéristiques des paysages caussenards (photo 1), sont dégagés de leurs altérites et de nombreux avens s’ouvrent par soutirage.

La dynamique de creusement des vallées (incision et recul régressif) est enregistrée par la structuration de réseaux par étagement des galeries comme la Leicasse (Camus, 2003) ou par recoupement de boucles de méandres comme l'Aven Noir. Au fond des canyons, plusieurs niveaux de travertins associés à différents paliers de terrasses alluviales et à des marqueurs volcaniques scandent l'incision des principales rivières. Le creusement se résume à un peu plus d'une centaine de mètres pour la vallée du Tarn au cours du Quaternaire (Ambert, 1994).

**Bibliographie :** Cf. bibliographie commune aux différentes contributions sur les Grands Causses dans le chapitre généralités :

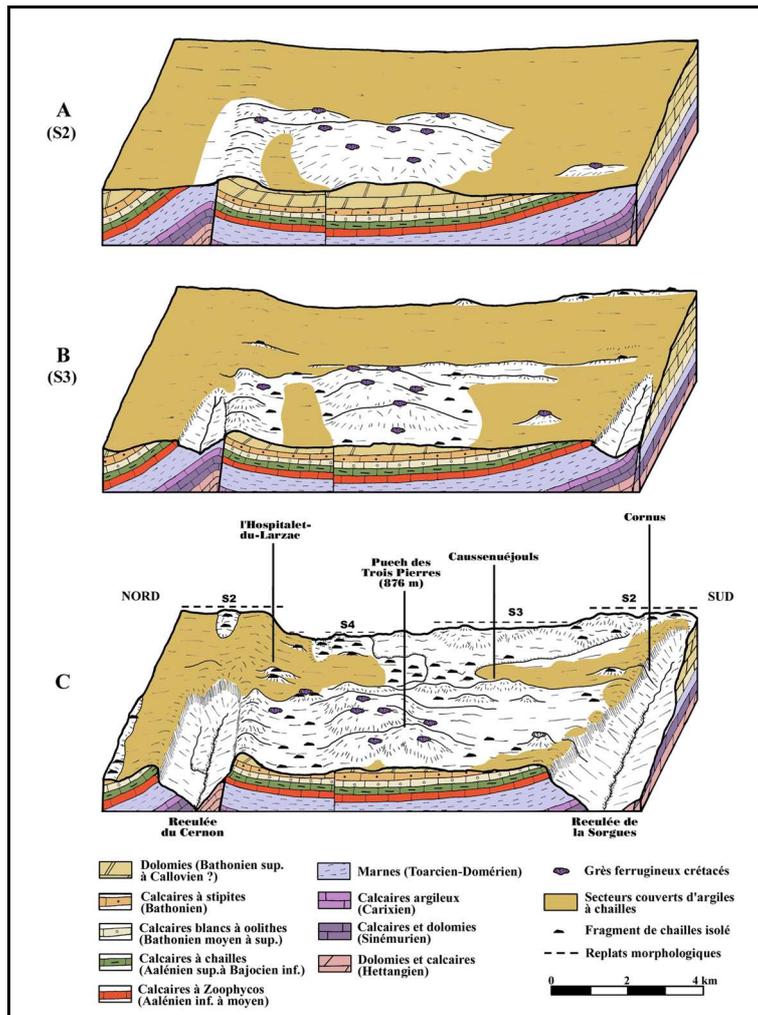


**Figure 1** - Synopsis illustrant quelques étapes de l'évolution morphologique de la partie occidentale du Causse de Campestre.

**A** – Fin du fonctionnement de type pédimentaire. Début de hiérarchisation des écoulements qui rejoignent le fond du synclinal où les dépôts crétacés ont été préservés. Mise en place du poljé sur la moitié nord du causse bénéficiant d'une épaisse couverture d'alluvions cévenoles.

**B** – Début d'encaissement du réseau hydrographique. Démantèlement du poljé et séparation du causse et du socle cristallin par la Virenque.

**C** – Etat actuel. Les canyons sont creusés et les Grands Sotchs sont partiellement vidés de leur remplissage crétacé. Les circulations allochtones sont absorbées par le karst dès leur arrivée sur les calcaires jurassiques.



**Figure 2 :** Synopsis illustrant quelques étapes de l'évolution morphologique de la partie occidentale du Causse de l'Hospitalet (Larzac).

**A** – En contrebas de la Surface Fondamentale des Causses, mise en place d'une surface emboîtée bénéficiant d'une large couverture d'argile à chailles.

**B** – Avec le début du creusement des canyons, une nouvelle surface emboîtée se développe dans le secteur de l'Hospitalet-du-Larzac, au pied des affleurements de calcaires à chailles altérés. Sur l'extrémité occidentale du causse, la couverture d'argiles à chailles perd en extension du fait de la mise en place du drainage karstique vers la bordure occidentale du plateau.

**C** – Etat actuel. Le développement des reculées a figé l'ouest du causse, alors que la partie centrale, toujours alimentée en argiles à chailles, présente un fonctionnement relique de type poljé.



**Photo 1 :** Reliefs ruiniformes dégagés des altérites par l'érosion et le soutirage (bordure septentrionale du Causse Méjean)

## La mise en place des paysages caussenards dans son cadre géodynamique et structural

Laurent BRUXELLES – INRAP, TRACES/CRPPM, UMR 5608 du CNRS et GAES, Université du Witwatersrand, Afrique du Sud. E-mail : [laurent.bruxelles@inrap.fr](mailto:laurent.bruxelles@inrap.fr)

Hubert CAMUS - CENOTE, SARL, convention de recherche avec Géosciences Montpellier 2. [camus.hubert@laposte.net](mailto:camus.hubert@laposte.net)

La série sédimentaire des Grands Causses, épaisse de 1500 à 2000 mètres (fig. 1), est constituée de calcaires, de dolomies et de marnes. Ces formations se sont déposées du Trias au Crétacé supérieur dans le bassin sédimentaire des Grands Causses, vaste dépression subsidente du socle paléozoïque et faisant partie du haut-fond occitan. Celui-ci est limité au sud par la faille des Cévennes qui constitue, pendant tout le mésozoïque, la marge occidentale de la Téthys (fig. 2).

En subsidence du Trias au Crétacé supérieur, le bassin du sud-est a enregistré plus de dix milles mètres de dépôts sédimentaires.

Au Crétacé "moyen", l'ouverture du Golfe de Gascogne provoque l'émergence d'une zone comprise entre les Cévennes et la Provence (Isthme durancien). Cette mise en relief s'est traduite par la réalisation d'une surface d'érosion générale caractérisée par l'altération et le piégeage de dépôts bauxitiques dans les karsts et les bassins continentaux. Dès lors, l'évolution des karsts est corrélative de l'érosion des couvertures sédimentaires et altéritiques. Ensuite et notamment au cours de l'Eocène, l'orogénèse pyrénéenne induit une compression nord-sud provoquant le soulèvement de la région accompagné du plissement de la série mésozoïque et du rejeu inverse des anciens accidents est-ouest. La faille des Cévennes est réactivée en décrochement senestre et décale la région des garrigues de plus de dix-sept kilomètres par rapport au bloc cévenol. A la même époque, la karstification se traduit par une puissante sédimentation carbonatée continentale enregistrée par les dépôts lacustres qui indiquent une organisation hydrographique en direction de dépressions continentale dans le Bas-languedoc.

Cette organisation des écoulements est significativement modifiée au cours du rifting oligo-miocène ouest européen qui accentue les différences d'évolution morphokarstique entre les Grands Causses et le Bas Languedoc par la création de fossés d'effondrement qui enregistrent des puissances de dépôt pluri-hectométriques voire pluri-kilométriques alimentés par l'érosion de reliefs proches.

**Le passage au Néogène se caractérise par l'ouverture océanique du Golfe du Lion et l'apparition de la Mer Méditerranée au sud des Causses. Les écoulements s'organisent dès lors de part et d'autre d'une limite de partage des eaux qui sépare les bassins versants atlantique et méditerranéen des Causses. A cette nouvelle organisation hydrographique correspond l'organisation de vastes systèmes karstiques calés sur les niveaux de base des vallées atlantiques et des vallées ou du littoral méditerranéens. Ces vallées miocènes descendent des reliefs cristallins des Cévennes désormais dénudés de leur couverture carbonatée comme les démontrent les indices d'incision de Tarn (fig. 3) ou l'apparition du cortège alluvial cévenol dans les dépôts littoraux du Golfe de l'Hérault (photo 1), au pied des escarpements des Causses (Ambert et Ambert, 1995).**

Trois grandes ruptures géodynamiques commandent l'évolution des karsts pendant le Néogène :

- la mise en place des vallées miocènes dont on vient de parler et qui préfigure le réseau hydrographique moderne,
- l'ouverture de la Mer Tyrrhénienne et l'arrêt de l'ouverture du Golfe du Lion responsable du blocage de la croûte océanique qui induit la surrection des Cévennes sous l'effet de la poussée alpine après le Tortonien inférieur ; les vallées contemporaines qu'elles soient atlantiques ou méditerranéennes, s'encaissent en canyons sur les axes de drainage majeurs et conditionnent la restructuration des drainages souterrains ainsi que l'érosion des couvertures karstiques ;
- le cycle eustatique messino-pliocène qui modifie de façon profonde l'organisation des karsts du versant méditerranéen sans pour autant voir apparaître les « rias pliocènes » reconnue dans les régions péri-alpines et péri-pyrénéennes.

A partir du « High stand » du Pliocène, le karst situé sous le niveau de base méditerranéen se trouve ennoyé et n'assure plus l'évacuation des écoulements en direction des points bas qui avaient servi à l'organisation des structures de drainage pendant la « crise de salinité messinienne ». De ce fait et dès le Pliocène, puis pendant les cycles climato-eustatiques du Plio-Quaternaire, le réseau hydrographique est soumis à une puissante dynamique d'érosion régressive des bassins versants non karstiques. L'extension d'un réseau de « vallées périphériques » des massifs karstiques démarre à partir des axes de drainage constitués par les fonds de canyon, ainsi que par la position du littoral pliocène en versant méditerranéen. Cette évolution est à l'origine d'une réorganisation des circulations souterraines qui commande la mise en place des réseaux karstiques des reculées et des vallées de contact.

#### **Bibliographie commune aux différentes contributions sur les Grands Causses :**

**AMBERT P. 1994** – L'évolution du Languedoc Central depuis le Néogène (Grands Causses méridionaux, piémont languedocien). – *Document n°232 du BRGM*, Orléans, 210 p. + 3 cartes géomorphologiques en couleur H.T, Thèse d'état, Orléans.

**AMBERT M. et AMBERT P. 1995** – Karstification des plateaux et encaissement des vallées au cours du Néogène et du Quaternaire dans les Grands Causses méridionaux (Larzac, Blandas). *Géologie de la France*, n°4, 1995, p. 37-50.

**BRUXELLES L. 2001** – **Dépôts et altérites des plateaux du Larzac central : causes de l'Hospitalet et de Campestre (Aveyron, Gard, Hérault). Evolution morphogénique, conséquences géologiques et implications pour l'aménagement, Document du BRGM, n°304, Orléans, 2004, 266 p. + 5 cartes couleur. Thèse, Université de Provence.**

**BRUXELLES L. 2002** – Dépôts et formations superficielles du Larzac central : Rôle morphologique et intérêt pour la reconstitution des paléo-paysages, *Karstologia*, n°38, p. 15-28.

**BRUXELLES L., TRONCHETTI G., AMBERT P. et GUENDON J.L. 1999** – Les affleurements de Crétacé supérieur sur les Grands Causses méridionaux (France), *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. 329, n°10. – p. 705-712, Paris.

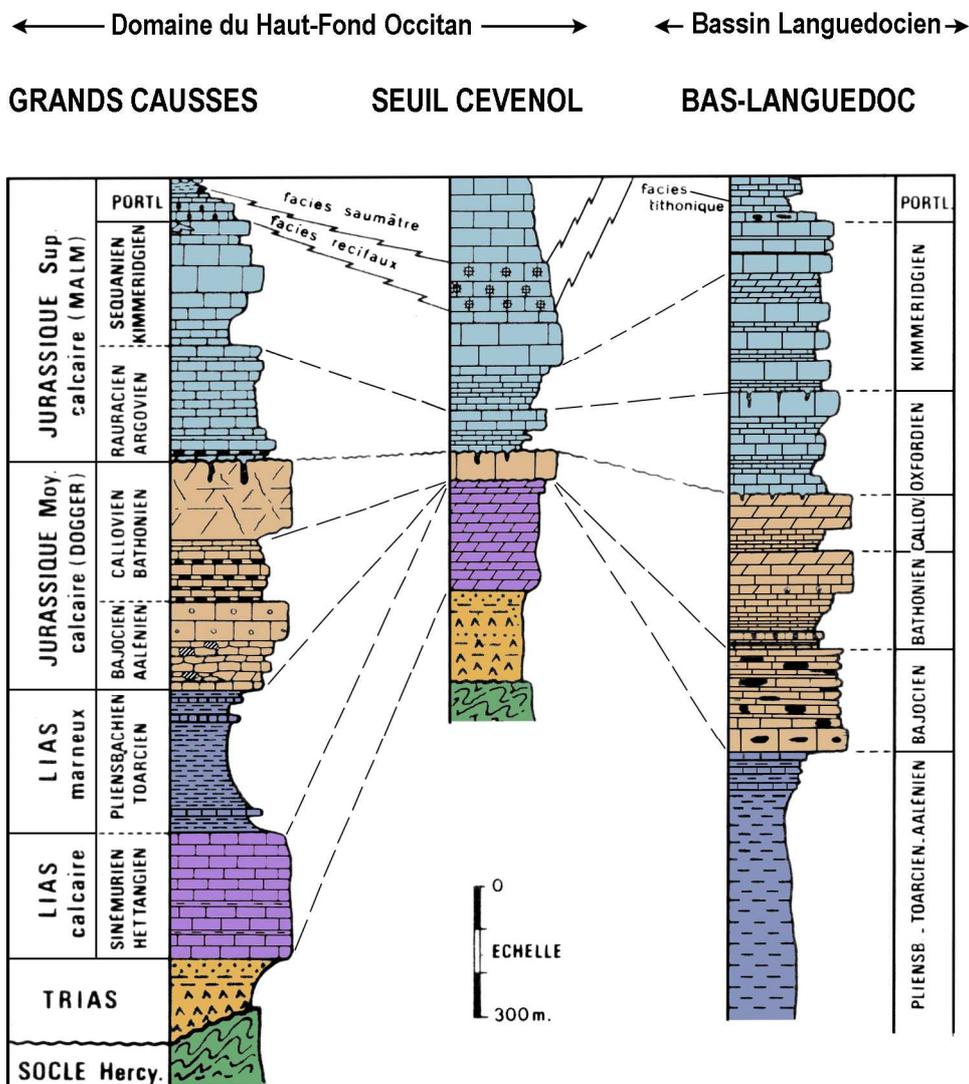
**BRUXELLES L., SIMON-COINÇON R., GUENDON J.-L. et AMBERT P. 2007** – Formes et formations superficielles de la partie ouest du Causse de Sauveterre (Grands Causses, Aveyron et Lozère), *Karstologia*, n°49, 2007, p. 1-14.

**CAMUS H. 2001** - Evolution des réseaux hydrographiques au contact Cévennes-Grands Causses méridionaux : conséquences sur l'évaluation de la surrection tectonique. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, vol. 172, p. 549-562.

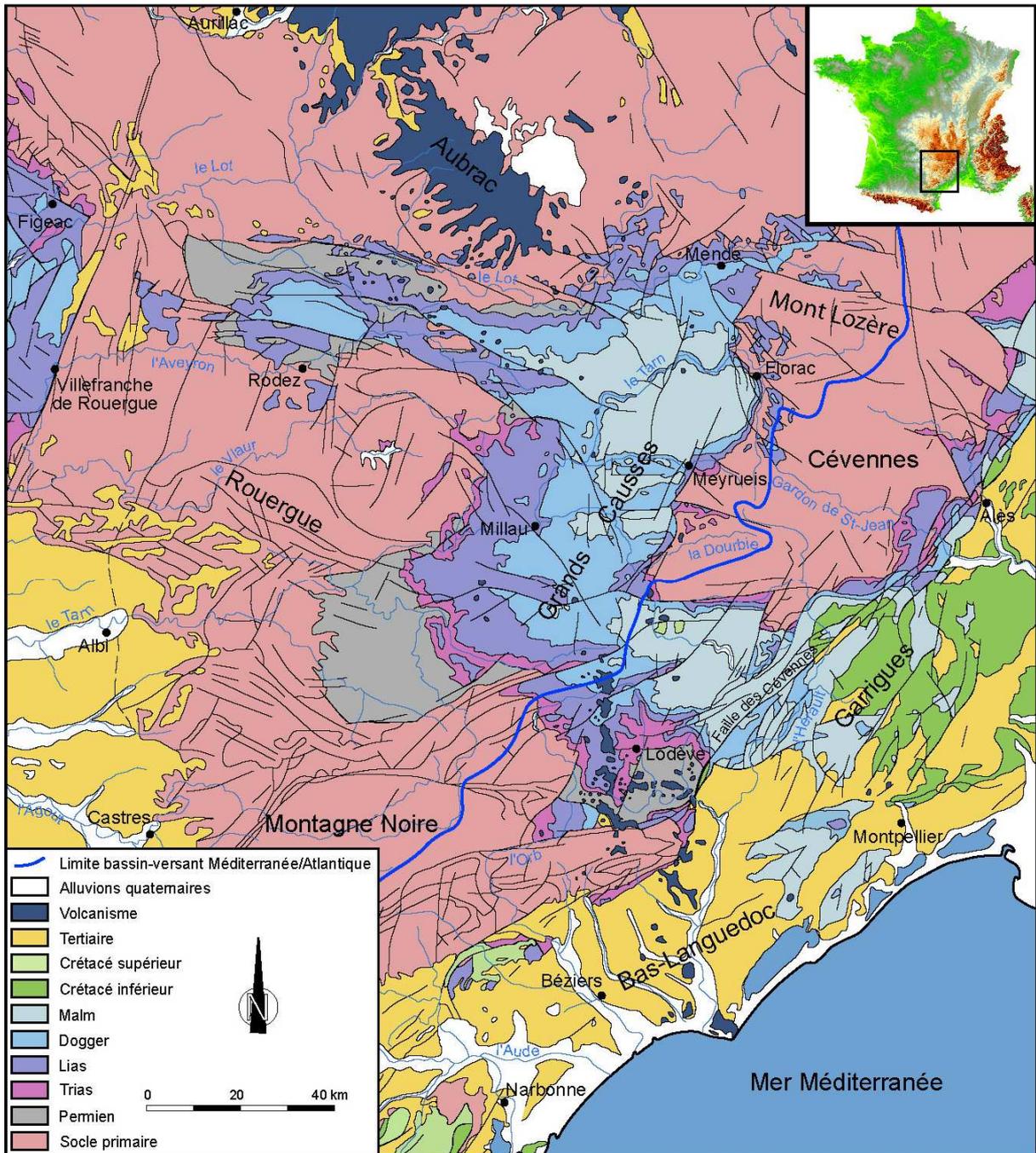
**CAMUS H. 2003** - Creusement des vallées et des réseaux karstiques sur la bordure sud cévenole ; relation avec la tectonique, le volcanisme et les paléoclimats. 688 p. + annexes. Thèse, Université Bordeaux III.

**DUBOIS P. 1985** – Notes karstologiques sur les Grands Causses. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, t. 19, fasc. 3-4, p. 197-226.

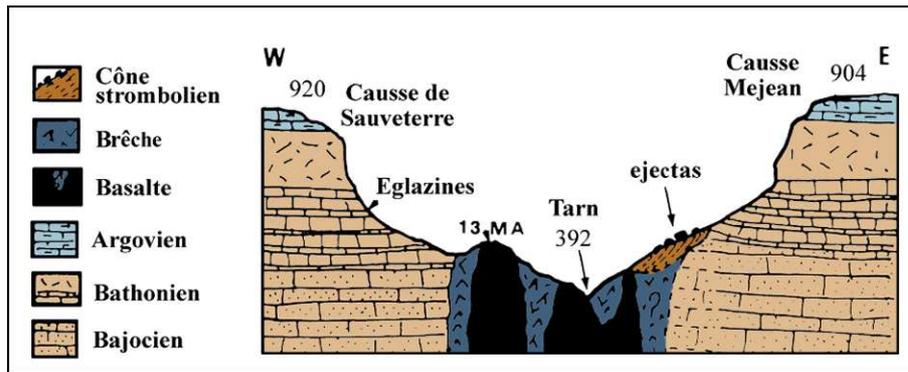
**SERANNE M., CAMUS H., LUCAZEAU F., BARBARAND J. et QUINIF Y. 2002** - Surrection et érosion polyphasées de la bordure cévenole. Un exemple de morphogenèse lente. *Bull. société Géologique de France*, t. 173, n°2, p. 97-112.



**Figure 1** : Logs stratigraphiques synthétique de la série stratigraphique des Grands Causses jusqu'aux garrigues languedociennes (d'après Dubois, 1985).



**Figure 2** : Carte géologique synthétique de la partie sud du Massif Central (d'après carte géologique au 1/1000000 du BRGM).



**Figure 3** : Coupe de la vallée du Tarn au niveau d'Eglazines. La présence d'éjectas aériens en rive gauche du canyon démontre bien qu'une partie des gorges était creusées lors de fonctionnement de ce volcan (d'après P. Ambert, 1994).



**Photo 1** : Cordon littoral miocène situé au pied du Larzac et contenant les produits d'érosion des Cévennes. Ces derniers ont transité par un réseau hydrographique déjà établi à cette époque – Photo Hubert Camus.

## L'observatoire GEK (Géophysique en Environnement Karstique): Vers une approche combinée des méthodes géophysiques pour mieux comprendre l'évolution des ressources en eau dans le karst du Durzon

(OSU OREME, ORE H+, Géosciences Montpellier, Hydrosiences Montpellier, LTHE Grenoble, Sisyphe Paris )

### 1- Le contexte géologique et hydrogéologique

Le karst du Durzon est localisé dans la région des Grands Causses au sud du Massif Central. L'aquifère étudié se situe dans les formations calcaires et dolomitiques du Jurassique moyen et supérieur, d'épaisseur de l'ordre de 400m. Ces formations reposent sur la série marneuse du Lias supérieur, de 200 m d'épaisseur (Bruxelles, 2001a) (**Fig. 1a**). Ce niveau sédimentaire agit comme une barrière imperméable et définit la limite de la zone saturée du système karstique (**Fig. 1b**).

La recharge d'origine pluviométrique infiltre le sol du plateau (750m) tandis que la décharge s'opère à la source du Durzon (530m). Le débit moyen mesuré à cette source de type vauclusienne est de  $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$  mais peut atteindre  $18 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les expériences de traçage, les observations géomorphologiques et les bilans de masse ont permis d'estimer l'aire de recharge à  $100 \text{ km}^2$  (**Fig. 1a**) (Ricard and Bakalowicz, 1996).

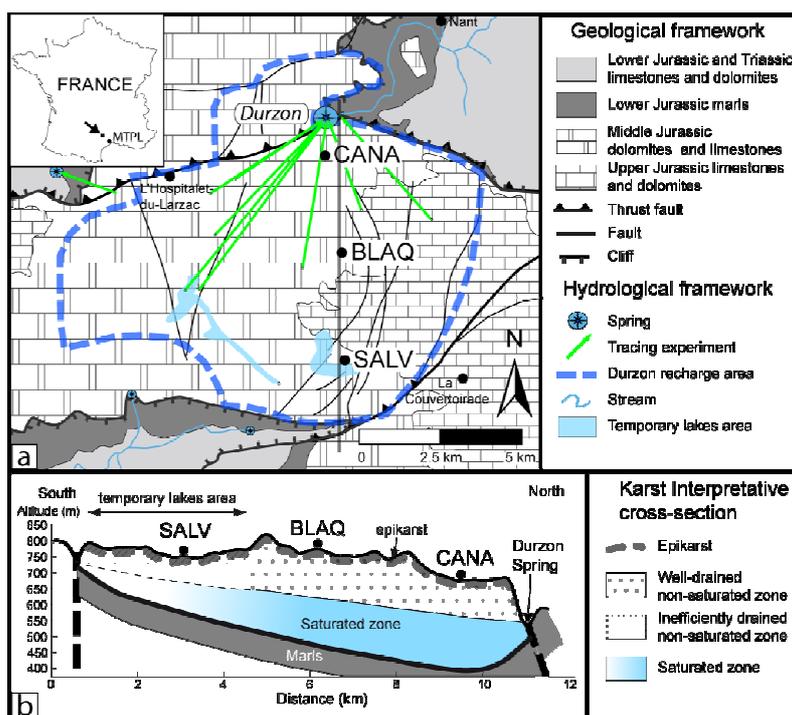


Figure 1

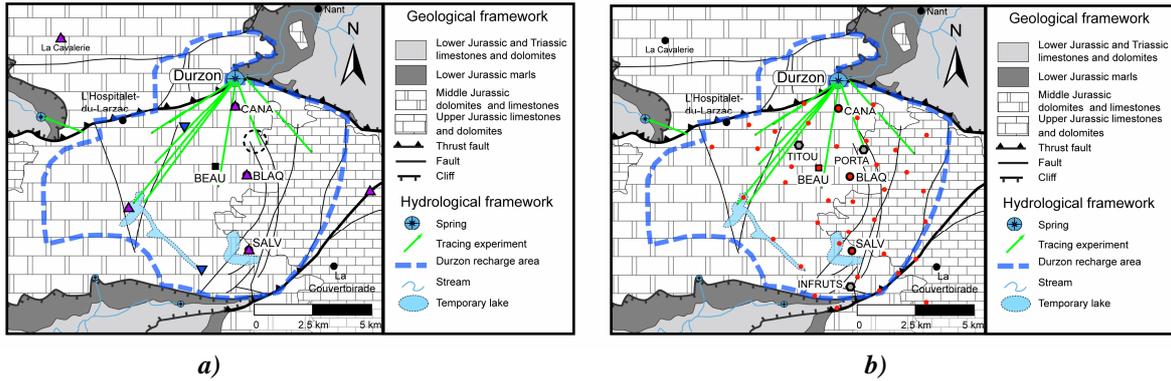
### -2- Les questions scientifiques abordées dans le cadre de l'observatoire GEK

- Mieux comprendre par une combinaison des méthodes géophysiques, hydrogéologiques et hydrochimiques la circulation de l'eau entre le signal d'entrée pluviométrique et le signal de sortie incluant l'évapo-transpiration et la décharge à la source du Durzon ;
- Analyser le rôle de la zone non saturée (épikarst et zone d'infiltration) sur le stockage à long terme dans l'aquifère; il a été démontré récemment le rôle important joué par l'épikarst dans le stockage à long terme sur cette zone (Jacob et al., 2008) ;
- Discerner les différents modes de transfert et leur temps caractéristique (diffusion dans la matrice poreuse, circulation dans les micro-fractures et fractures);

- d) Etudier la relation éventuelle entre les caractéristiques spatio-temporelles du bruit sismique et la dynamique du transport ;
- e) A l'échelle du karst, cartographier l'évolution spatio-temporelle du stockage en utilisant particulièrement des gravimètres et des inclinomètres.

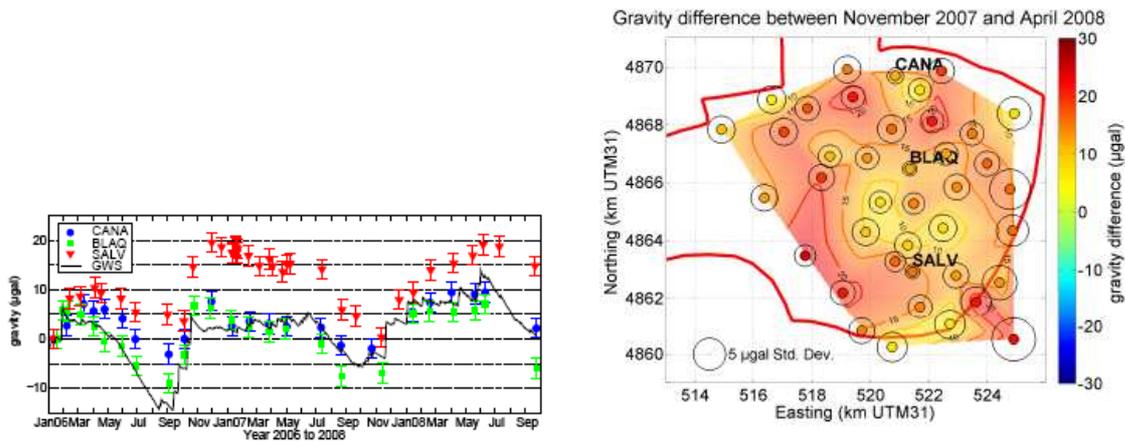
### 3 – Les différents modes d'observation

Depuis 2006, des sites d'observations gravimétriques et inclinométriques implantés sur le causse du Larzac permettent d'analyser les variations spatio-temporelles du stock d'eau et de la déformation associée du sous-sol. Ces instruments ont été complétés par d'autres outils à caractère géodésique (GPS), météorologique et hydrogéologique, visant à déterminer ponctuellement 1) les mouvements verticaux du sol 2) la distribution spatio-temporelle de la pluie sur le karst 3) la variation de la profondeur de la zone noyée et 4) les débits d'eau dans la zone d'infiltration (**figure 2**).



**Figure. 2** Ensemble des sites d'observations temporaires ou permanents, au sol ou in-situ.  
 a) pluviomètres (triangle rouge), capteurs de pression (triangles bleus ; forage des Menudes -40m; aven de la Bise -150 m), station météorologique (PTU) et récepteur GPS (SALV), limnigraphe (Source du Durzon)  
 b) Observations gravimétriques relatives et absolues CG5 FG5 (SALV, BLAQ, CANA) Observations gravimétriques différentielles « verticales » in Situ CG5 (aven des Baumelles), réseau gravimétrique relatif CG5 et FG5 (points rouges), observations inclinométriques (ronds gris), avens Titou, des Infruts et de la Portalerie (PORTA), débitmètres in-situ (avens Titou et des Baumelles)

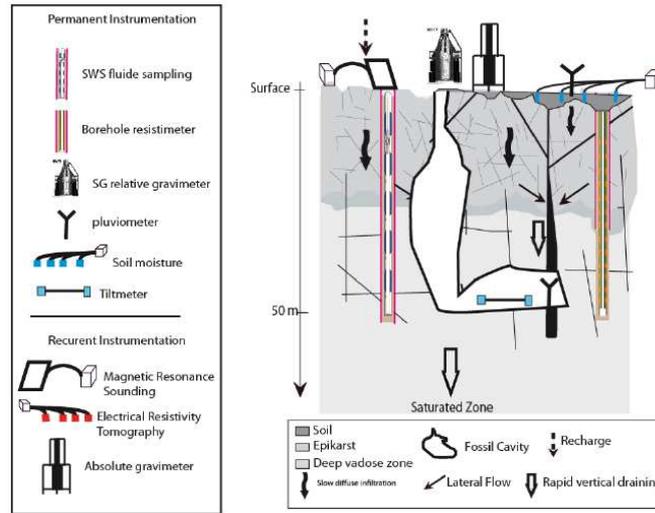
L'évolution du contenu en eau dans le karst du Durzon est illustrée sur la **figure 3** par les variations saisonnières et interannuelles de la pesanteur observées sur 3 sites entre 2006 et 2008 ou sur l'ensemble du causse entre 2 époques



**Figure 3 :** Evolution de la pesanteur sur les sites de CANA, BLAQ et SALV (mesures absolues) entre 2006 et 2008 et en plusieurs sites du réseau gravimétrique du Larzac entre 2007 et 2008 (Jacob et al., 2008 et 2010)

Un bâtiment a été construit en 2011 sur le site de la Jasse (L'hospitalet du Larzac) avec comme objectif d'observer les modes de transfert dans la zone non saturée sur un volume de 100m x 100m x 100m. De nombreux instruments géophysiques sont ou seront implantés afin d'observer en permanence ou en discontinu les mouvements de l'eau : deux gravimètres, l'un balistique et l'autre supra-conducteur de haute sensibilité (10<sup>-7</sup> JOURNEES AFK / AGSO / CFH-AIH, 17-18-19 juin 2011, Excursions Grands Causses

<sup>9</sup> à  $10^{-12}$  en précision relative); des inclinomètres et des débitmètres en aven; des résistivimètres multi-électrodes disposés au sol ou en forage; Des mesures de Résonance Magnétique Protonique ; de la tomographie sismique ; des sondes TDR ; une « tour de flux » pour la mesure d'évapo-transpiration (**Figure 4**)



**Figure 4:** Instrumentation localisée à terme sur le site de la Jasse (L'Hospitalet du Larzac, observatoire GEK)

## Historique des études hydrogéologiques sur le Parc naturel régional des Grands Causses

*(Laurent Danneville, Parc naturel régional des grands Causses)*

L'étendue comme la fragilité des zones karstiques, constitue l'une des spécificités de ce Parc et l'approfondissement de la connaissance de ces systèmes est indispensable pour la bonne protection et gestion de la ressource.

Plusieurs études hydrogéologiques ont été conduites ; elles ont concerné le Causse du Larzac, le Causse Rouge, le Causse de Sauveterre (parties est et ouest). Des investigations poussées ont été menées sur la géologie, l'hydrodynamique et l'hydrochimie.

Parallèlement à ces études, le Parc a mis en place sur son territoire, un réseau de 47 stations de mesures des principales sources captées afin de mieux connaître les aspects quantitatifs et qualitatifs de la ressource en eau. Les données de mesures sont interprétées, diffusées aux partenaires et transférées dans la banque nationale « Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ».

Dans sa nouvelle Charte, le Parc souhaite étendre la connaissance du milieu karstique à de nouveaux territoires, en particulier les avant-causses du Saint-Affricain avec le plateau du Guilhaumard et les Causses gardois et héraultais, le Causse Noir, les Causses lozériens, en soutenant les collectivités concernées.

La connaissance de ces milieux karstiques est une démarche pluridisciplinaire intégrant l'étude de la géologie, de la tectonique, de la géomorphologie, de l'hydrodynamique, de l'hydrochimie et la réalisation de traçages. Ces études permettent de finaliser la démarche de périmètres de protection engagée par les communes et répondent au Plan Régional Santé Environnement de Midi-Pyrénées qui a pour axe prioritaire la mise en place de ces périmètres (voir ci-après la carte des études hydrogéologiques).

Les documents d'aide à la décision des collectivités comprennent des schémas et des zonages d'assainissement, d'alimentation en eau potable, d'urbanisation et d'implantation de zones d'activités.

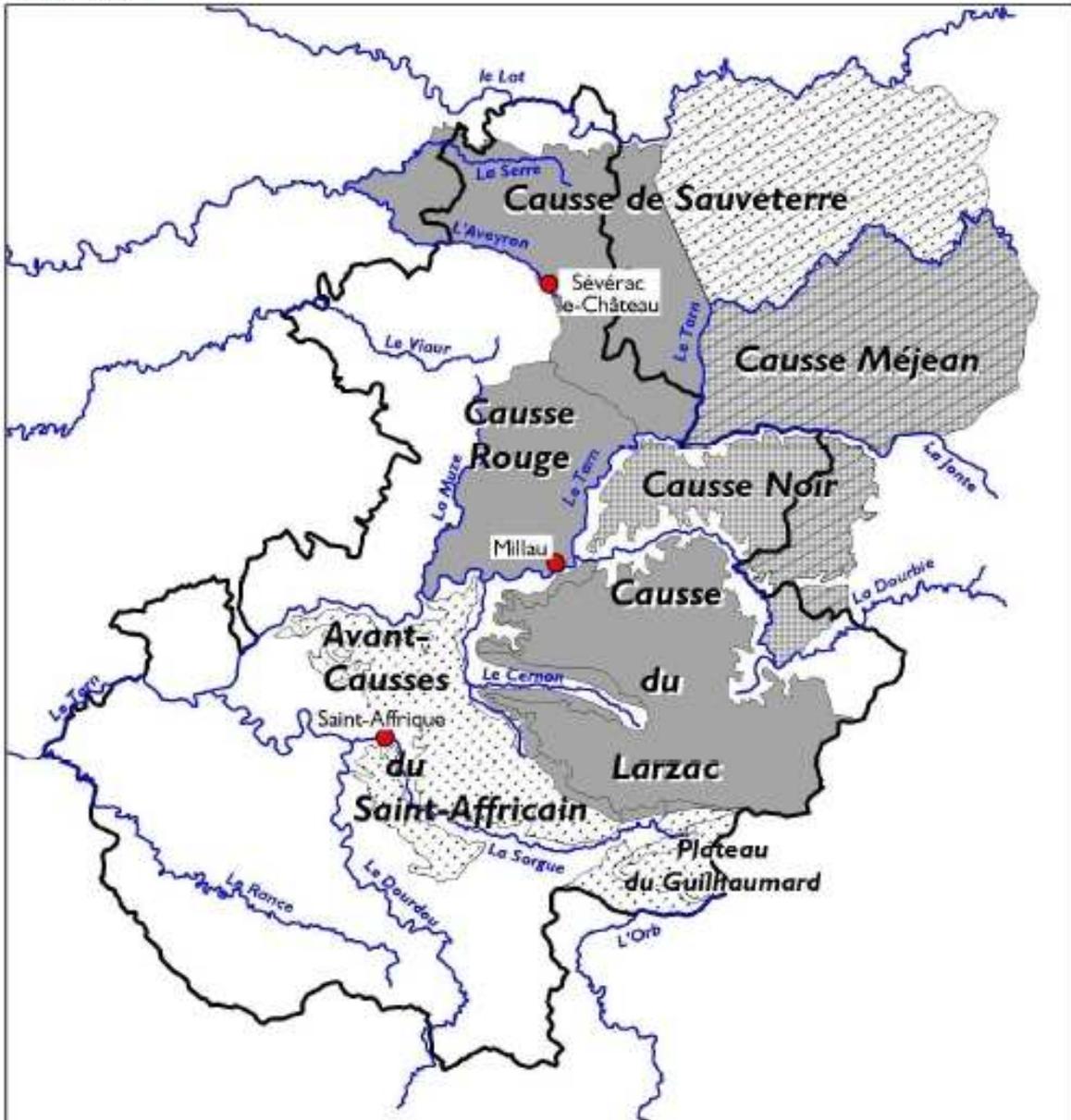
Ainsi, les schémas d'alimentation en eau potable ne peuvent être validés qu'à partir d'une connaissance précise de l'hydrogéologie de la zone concernée. Pour l'assainissement, la connaissance des limites des bassins d'alimentation va déterminer le choix des élus pour la mise en place des réseaux, du zonage, de la station d'épuration et des systèmes d'assainissement autonome.

Face à l'urbanisation rapide que connaissent certaines régions, ces études doivent être réalisées le plus en amont possible des projets structurants. A défaut, il devient très difficile, voire impossible, de protéger a posteriori la ressource en eau, ce qui conduit à l'abandon de nombreux captages.



## Etudes hydrogéologiques globales

### Charte du Parc naturel régional des Grands Causses



Limites du Parc

Etudes hydrogéologiques (situation en octobre 2006) :

- En cours
- Prévues
- Réalisées
- Hors Parc

Principaux cours d'eau



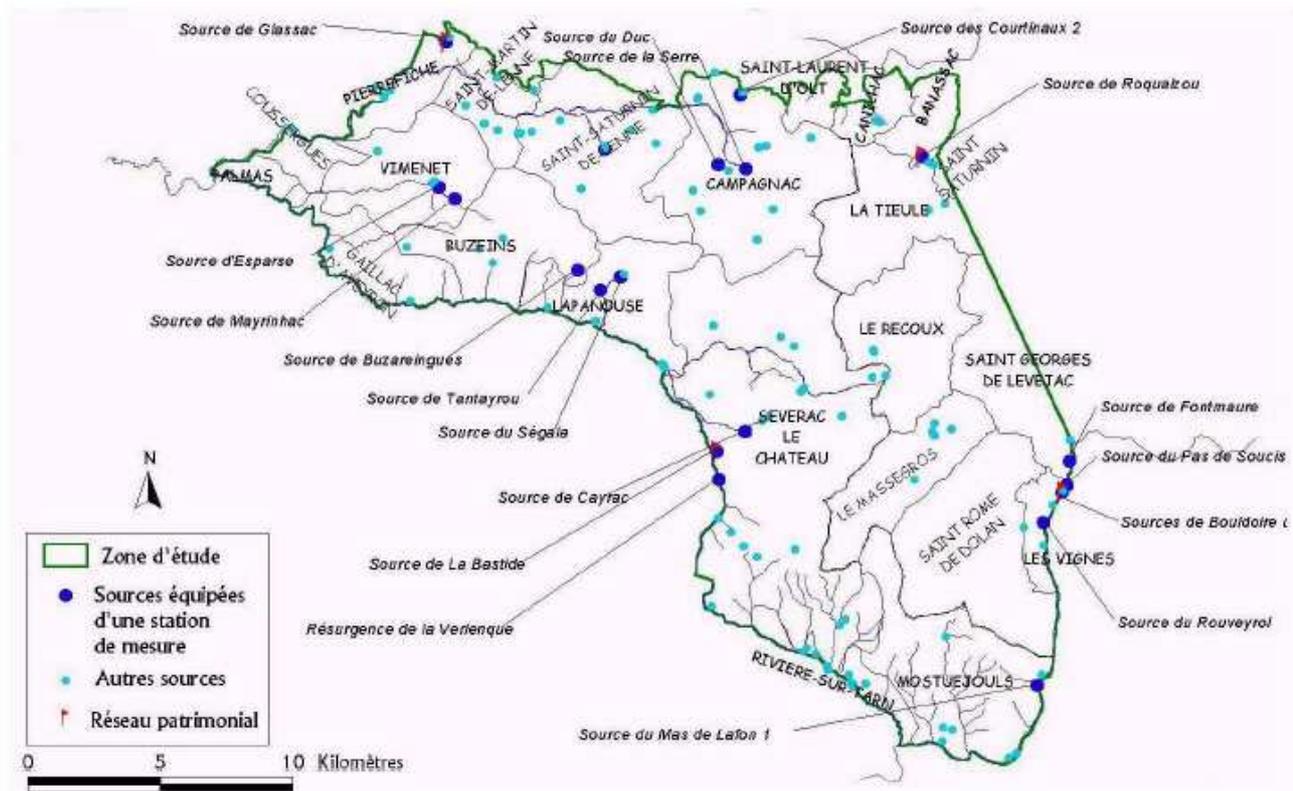
0 5 10 15 Kilomètres

Extrait des fichiers BD CARTO® - © IGN 2006, Octobre 2006.

## Etude hydrochimique du Causse de Sauveterre

### B. Blavoux Laboratoire d'hydrogéologie d'Avignon

Pour une meilleure connaissance des bassins versants des sources karstiques et de leur fonctionnement deux approches hydrochimiques ont été mises en œuvre : d'une part deux campagnes exhaustives d'étiage en juin 2003 et de hautes eaux en mai 2004 sur tous les points d'eau et d'autre part un suivi mensuel sur un cycle hydrologique de septembre 2002 à août 2003 de 19 sources importantes équipées de stations de jaugeage. Près de 400 analyses des éléments majeurs et de la silice dissoute avec les paramètres physico-chimiques, température, conductivité et pH mesurés in situ ont été traités dans le cadre de cette étude.



### A – Principaux enseignements de la campagne exhaustive d'étiage 2003

La concentration moyenne en  $\text{HCO}_3$  des sources du karst de Sauveterre en étiage ( $317 \text{ mg.l}^{-1}$ ) est élevée par rapport aux concentrations connues sur d'autres régions karstiques, Jura ( $280 \text{ mg.l}^{-1}$ ), Fontaine de Vaucluse ( $260 \text{ mg.l}^{-1}$ ) et aussi le Larzac proche ( $250 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Des teneurs supérieures à  $350 \text{ mg.l}^{-1}$  sont même atteintes pour les sources issues d'un réservoir dolomitique. Ces résultats font penser à des circulations assez lentes dans un réseau de drainage moyennement développé.

### En ce qui concerne les marqueurs géologiques :

Le rapport molaire **Ca/Mg** est un bon indicateur du pourcentage des roches dolomitiques dans le système karstique. Compris entre 1 et 2 il indique un milieu essentiellement dolomitique, supérieur à 8 un milieu calcaire alors que deux groupements intermédiaires sont observés indiquant la prédominance des calcaires (entre 5 et 7) et un partage entre calcaires et dolomies (entre 2,5 et 4). Les rapports faibles sont typiques des eaux issues des dolomies du Lias, la reculée Nord des avant - Causses, la combe anticlinale de la dépression de Séverac le Château et le Sud de la faille des Palanges, à quelques rares exceptions comme la terminaison Sud-Est du Causse de Massegros où affleurent les dolomies du Kimméridgien..

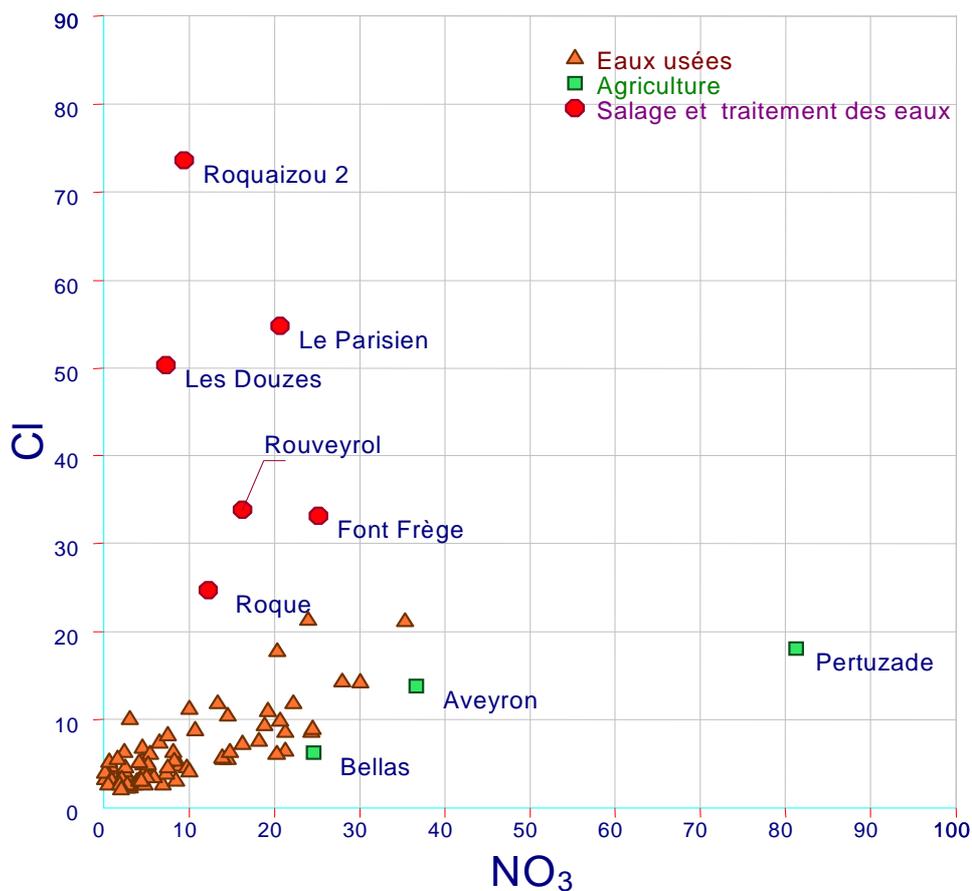
Les fortes valeurs relatives en **silice dissoute** supérieures à 12 mg.l<sup>-1</sup> dans un contexte de teneurs faibles comprises entre 3 et 16 mg.l<sup>-1</sup> résultent de la présence sur le bassin versant de formations superficielles spécifiques. Ce sont les épandages allochtones en provenance des terrains siliceux ante-triasiques du massif ancien du Lézou au Sud et à l'Ouest de la zone d'étude ainsi que les accumulations d'argiles à chailles dans les dépressions des calcaires et dolomies du Bajocien-Bathonien.

### En ce qui concerne les marqueurs anthropiques

La répartition statistique des teneurs en **chlorures** montre que l'impact anthropique est perceptible au-delà du seuil de 4 mg.l<sup>-1</sup> hérité des seules précipitations efficaces. Les teneurs restent cependant faibles et l'impact anthropique n'est manifeste que pour les teneurs supérieures à 12 mg.l<sup>-1</sup>. Cinq échantillons qui dépassent 25 mg.l<sup>-1</sup> se localisent à proximité d'un axe de communication et/ou d'une agglomération, indépendamment de la géologie.

Pour les **nitrate**s, plus de la moitié des échantillons (51/92) présente des teneurs inférieures à 6 mg.l<sup>-1</sup> en NO<sub>3</sub> qui est le seuil au-delà duquel sont perceptibles les impacts de l'activité humaine. Il s'agit de l'utilisation des engrais en agriculture et du déversement d'effluents d'origine animale ou humaine qui rejoignent les circulations karstiques via les stations d'épuration ou même directement. Cinq sources seulement dépassent la teneur de 25 mg.l<sup>-1</sup> et une seule 50 mg.l<sup>-1</sup>. Ces teneurs excessives se localisent dans les dépressions liasiques des vallées de l'Aveyron et de la Serre (rebord de l'avant-Causse) qui sont des axes de communication avec urbanisation et des zones de culture.

La corrélation entre **chlorures et nitrates** bien exprimée pour la campagne de hautes eaux et lors du suivi mensuel, n'est qu'à peine esquissée pour la campagne d'étiage. La croissance simultanée de Cl et NO<sub>3</sub> indique un impact des eaux usées d'origine humaine ou animale. Une évolution verticale traduit l'apport très majoritaire de chlorures résultant du salage des routes ou du traitement par le chlorure ferrique des effluents de la station d'épuration du Massegros qui atteignent les sources de Rouveyrol et le Parisien. La position bien en dessous de la tendance générale indique un impact prépondérant de l'agriculture.



**En ce qui concerne les sulfates et peut-être le potassium, ils doivent être considérés comme des marqueurs ambigus :**

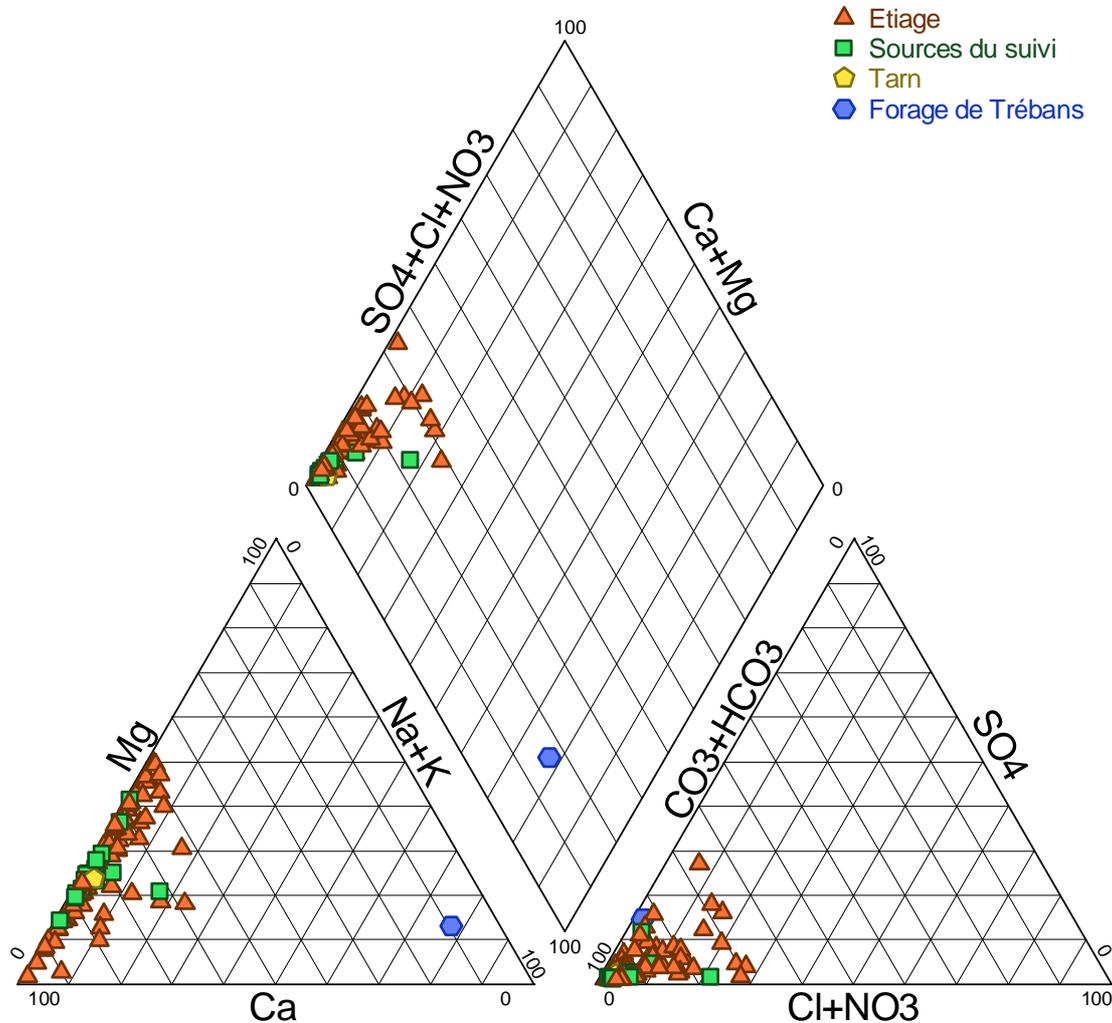
Les **sulfates** des sources dont la concentration ne dépasse pas  $20 \text{ mg.l}^{-1}$  sont bien corrélés avec les nitrates et leur origine anthropique est vraisemblable. Toutefois les sources dont les teneurs dépassent  $30 \text{ mg.l}^{-1}$  échappent à cette relation et une origine géologique du sulfate peut être trouvée dans leur contact avec le lias marneux et tout spécialement les marnes grises à fossiles pyriteux du Toarcien ou dans d'autres cas avec les argiles du trias. Ainsi l'abondance relative de sulfate devient un marqueur géologique quand l'eau n'est pas affectée par une pollution identifiable par les excès en nitrates et en chlorures.

Il pourrait en être de même avec le **potassium** dont les teneurs sont bien corrélées avec les nitrates. Quelques rares teneurs de l'avant-Causse liasique, élevées pour des eaux froides car supérieures à  $5 \text{ mg.l}^{-1}$ , pourraient avoir pour origine un contact avec les formations triasiques.

## **B – Indications du suivi mensuel.**

Parmi toutes les analyses de la campagne d'étiage reportées sur un diagramme de Piper celles relatives au suivi mensuel présentent une dispersion assez proche de l'ensemble des points et peuvent être considérées comme représentant le Causse de Sauveterre. A l'exception du forage profond de Trébans, elles présentent toutes un faciès bicarbonaté

calcique avec une tendance marquée dans le triangle des cations vers un faciès mixte calcique et magnésien caractéristique du milieu dolomitique et une dispersion amorcée dans le triangle des anions depuis le faciès purement bicarbonaté vers un pôle anthropique Cl + NO<sub>3</sub> et plus rarement vers le pôle sulfaté.

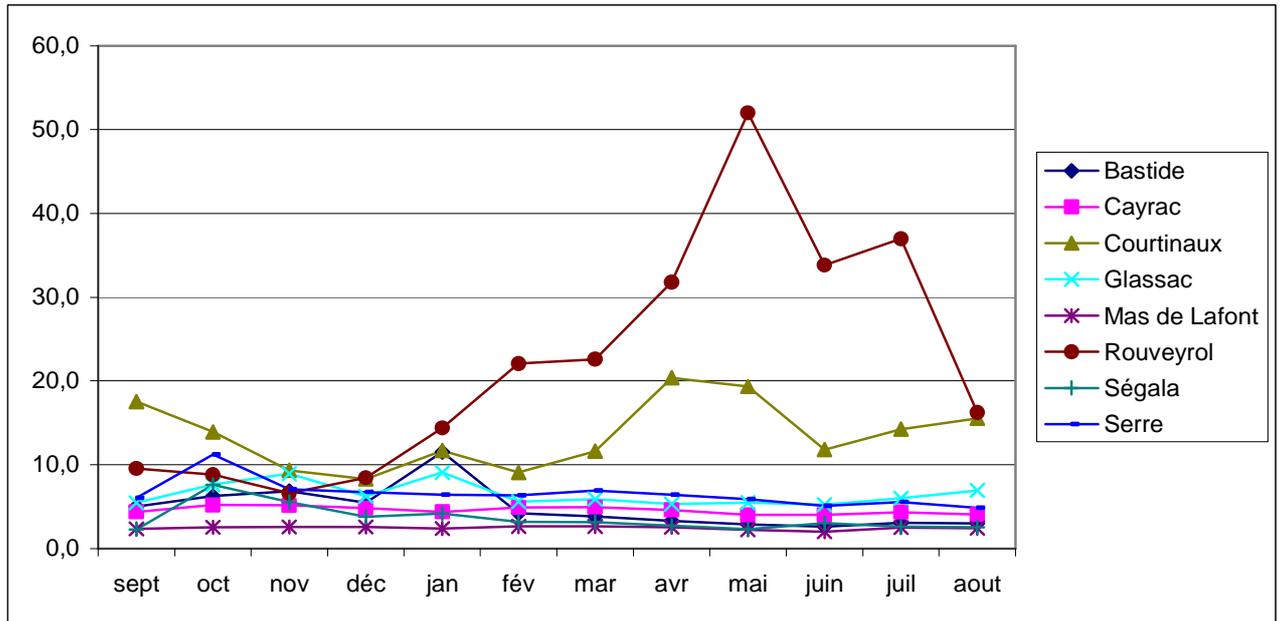


Un traitement des données du suivi mensuel par l'analyse en composantes principales rend compte des relations entre les différents descripteurs.

L'étude des variations des éléments anthropiques avec le temps en fonction des évènements hydrologiques renseigne sur les conditions et mécanismes par lesquels la pollution se manifeste à l'exutoire.

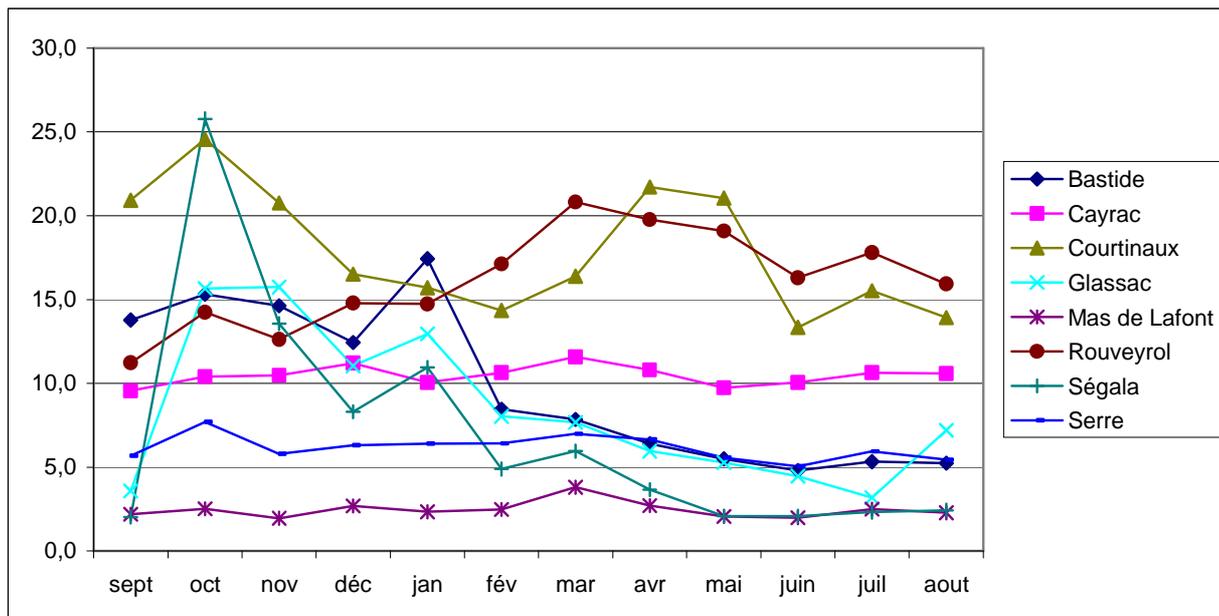
En ce qui concerne **les chlorures** certaines sources comme le Mas de Lafon, Cayrac et Serre présentent des teneurs constantes tout au long du cycle hydrologique et des états satisfaisants. D'autres comme Ségala, Bastide et Glassac présentent des augmentations faibles mais significatives en octobre, novembre et janvier lors de petites crues, traduisant leur vulnérabilité. A l'inverse deux sources polluées, Courtinaux et Rouveyrol connaissent des baisses de leurs teneurs en hautes eaux qui peuvent être interprétées comme la dilution d'un flux polluant se déversant en permanence dans le système. L'hypothèse de réserves de

très mauvaise qualité peut être écartée en raison des variations importantes observées durant un long étiage.



### Teneurs en chlorures au cours du cycle 2002-2003

En ce qui concerne les nitrates ce sont les trois mêmes sources, Mas de Lafon avec une teneur anormalement basse, Serre avec une teneur proche de la valeur naturelle et Cayrac légèrement affectée (fig.6) qui présentent une grande constance. Presque toutes les autres connaissent une augmentation des teneurs en nitrates surtout lors des premières crues d'automne en octobre, novembre mais aussi en janvier, avec des amplitudes croissantes de Glassac, Bastide jusqu'à Ségala, confirmant ainsi leur vulnérabilité déjà entrevue avec les chlorures. Les sources polluées de Rouveyrol et Courтинаux accusent, comme pour les chlorures, de fortes concentrations en étiage confortant l'idée d'un déversement permanent et conséquent d'eaux usées dans leur réseau.



### Teneurs en nitrates au cours du cycle 2002-2003

Il apparaît en conclusion que les deux approches dont les principaux résultats viennent d'être résumés sont complémentaires. Les campagnes exhaustives ont permis de retrouver l'origine des éléments présents dans l'eau, ceux acquis au contact du réservoir et ceux introduits par les activités humaines et d'en fixer un ordre de grandeur et les marges de variation. Ces résultats sont utiles pour préciser, quand nécessaire, le bassin d'alimentation d'une source et dresser l'état qualitatif de la ressource d'une région. Les campagnes mensuelles sur un cycle hydrologique permettent d'approcher le fonctionnement des systèmes aquifères en comparant leurs variations dans le temps et leurs réactions aux mêmes conditions hydro météorologiques. Sans être aussi précis et performant que le suivi chimique horaire de quelques épisodes de crue, le suivi mensuel fournit une première indication sur la vulnérabilité d'un système, sur les conditions de circulation dans le milieu karstique (ouverture et karstification, temps de séjour) et sur les conditions dans lesquelles les éléments anthropiques parviennent à l'exutoire.

### Références

- BLAVOUX B., BRUSSET S., BRUXELLES L., DANNEVILLE L., LEPILLER M., MANGIN A., MARCHET P., 2006-Etude hydrogéologique de la partie ouest du Causse de Sauveterre(France).Colloque international,Gestion des grands aquifères,30 mai-1 juin 2006,Dijon, France. Résumé et texte sur CD (Darcy 97), AIH-BRGM.fr
- LEPILLER M.,BLAVOUX B., BRUSSET S., BRUXELLES L., DANNEVILLE L., MANGIN A., MARCHET P.(2007)- Multidisciplinary approach to a karstic region for the use and protection of the water resource. Application to the Causse de Sauveterre (south of France).Aquifer Systems Management : Darcy's Legacy in a world of Impending Water Storage, Editors : Laurence CHERY and Ghislain de MARSILY, International Association of Hydrogeologists Selected Papers 10, Taylor & Francis, pp. 317-331.

## Etude hydrogéologique du Causse de Sauveterre et de ses Avant-Causse : informations apportées par les traçages

Nevila Jozja, Michel Lepiller<sup>+</sup>

Université d'Orléans, CETRAHE (Cellule R&D d'Expertise et de Transfert en TRaçages Appliqués à l'Hydrogéologie et à l'Environnement), Polytech'Orléans, 8 rue Léonard de Vinci, 45072 Orléans cedex 2, [nevila.jozja@univ-orleans.fr](mailto:nevila.jozja@univ-orleans.fr)

Plus d'une vingtaine de traçages ont été réalisés dans le cadre de cette étude. Ils ont apporté des informations très importantes sur la délimitation des bassins d'alimentation des sources principales de la région. Voici un résumé de principaux résultats apportés par ces traçages.

**Au nord-est de la faille des Vignes (Causse de Sauveterre, Causse de Sévérac) :** Les traçages réalisés à partir de points d'injection situés aux deux extrémités d'un axe nord-sud situé près de la vallée sèche de Bonsecours (aven de l'A75 au sud, avens du col de la Fagette, de la carrière de Clos-Haut et perte de la fontaine Saint-Urbain au nord) ont donné lieu à une restitution à l'exutoire de Beldoire et à son trop-plein de Fontmaure, dans la vallée du Tarn. Les exutoires du Pas de Souci, proches de ceux de Beldoire, appartiennent au même système.

La situation de l'exutoire de Beldoire apparaît contrôlée par l'existence d'un pli anticlinal bien visible au-dessus du hameau de Saint-Préjet et qui se poursuit probablement vers le nord-ouest, selon une direction identique à celle de la faille de Beldoire, pour réapparaître au Villaret, dans la vallée du Merdans. Ce pli provoque une remontée des marnes du Toarcien qui constitue une barrière qui bloque tout écoulement du Causse de Sauveterre vers le Causse de Massegros. Les exutoires de Beldoire sont situés à l'intersection du toit des marnes du flanc nord-est de l'anticlinal avec le talweg du Tarn.

Le traçage de la perte de la fontaine de Saint-Urbain montre que le bassin versant du système de Beldoire-Fontmaure s'étend, à l'ouest de la Fagette, jusqu'au pied de la corniche de calcaires gris du Bajocien (qui constitue la bordure nord des Causse de Sauveterre et de Sévérac). Le système de Roquaizou forme un bassin versant qui s'étend à l'est et au nord d'une limite passant entre l'aven du col de la Fagette et la doline du même nom.

La limite entre le système de Beldoire et celui de Serre, au nord-ouest, n'a pu être précisée, aucun des traceurs injectés dans la vallée de Bonsecours n'ayant atteint cet exutoire. Elle passe donc à l'ouest de tous les points d'injection ayant donné lieu à une restitution à l'exutoire de Beldoire.

Suite au traçage de l'A75, l'apparition sporadique de quelques échantillons positifs en uranine n'a pas permis de trancher sur l'organisation des écoulements souterrains.

**Entre la faille des Vignes et la vallée du Verlenque (Causse de Massegros) :** La limite entre le système alimentant l'exutoire de Rouveyrol et celui de la source du Verlenque, située dans le talweg du ruisseau du même nom, a pu être précisée par le traçage de la perte des Pradels, qui alimente ce ruisseau, et de celles des Sâgnes et de Novis qui déterminent l'amont du réseau de drainage du système de Rouveyrol. Ce résultat conforte ceux de traçages antérieurs qui concluaient à une relation entre les pertes des Pradels et des Sâgnes et la source de Bastide, dans la vallée du Verlenque, plaçant ainsi la limite à l'est de la perte des Sâgnes. L'hypothèse d'une relation entre la perte du Souci à Novis et la source de Cayrac, ne trouve aucune confirmation dans les résultats des expériences de traçage réalisées et doit de ce fait être abandonnée.

Les limites des systèmes drainés par les sources de Bastide dans la vallée du Verlenque, et de l'Aveyron et de Cayrac dans celle de l'Aveyron, n'ont pu être précisées en raison d'un mauvais choix de traceur.

La question de la destinée des eaux perdues par le ruisseau du Verlenque dans le défilé calcaire de la Muraillesse en conditions de très basses eaux n'a pu être complètement résolue : si la réapparition, au niveau d'un regard (émergence « source amont du Verlenque » suivie d'une perte quelques mètres à l'aval), d'une proportion infime de la masse de traceur injectée de façon continue dans la perte, a permis d'estimer à 0,05 % la contribution des eaux perdues à cette dernière, la destination de la majeure partie du traceur n'a pu être précisée. Ces données conduisent à interpréter la source amont du Verlenque comme un regard très partiel sur un système traçage qui comporte nécessairement un ou plusieurs autres exutoires qui ne sont ni la source du Verlenque, ni celle de Bastide, comme ont permis de le vérifier des prélèvements effectués pendant le mois qui a suivi l'injection. Pommie (1983) évoque l'hypothèse de Rouquet (1976) selon laquelle la source de Cayrac (dans la vallée de l'Aveyron) pourrait constituer l'exutoire de ce système karstique qui comporterait un karst noyé étendu. Cette hypothèse, non vérifiée à ce jour par traçage, suppose l'existence d'un axe de drainage dont l'orientation recouperait celle de la relation entre la perte des Pradels et la source du Verlenque, et probablement aussi celle de l'axe de drainage du système qui doit alimenter la source de Bastide. Elle se heurte donc à une logique d'organisation des écoulements dont l'exhaure est orientée vers la vallée du Verlenque et non vers celle de l'Aveyron.

**A l'ouest de la vallée de Bonsecours (Causse de Sévérac) :** Le traçage de la perte des Croses a montré que le système de Lestang s'étendait vers le sud. La limite entre les systèmes karstiques drainant le Causse vers le nord (vallée de la Serre, affluent du Lot) et ceux le drainant vers le sud (vallée de l'Aveyron) n'a pu être précisée en raison de l'absence de constat de restitution de plusieurs des traceurs injectés dans les avens des Trois Communes, de Bel Homme et des Claux. Les causes de ces « échecs » seraient probablement les quantités insuffisantes de traceur injectées (limitées pour éviter toute perturbation dans la distribution de l'eau potable) ainsi que la rétention et l'adsorption des traceurs par les colluvions d'altérites qui colmatent les cavités karstiques parcourues par les traceurs.

**L'absence de restitution des traceurs injectés au nord de la faille des Vignes aux exutoires de Buzareingues et de Tantayrou, situés au sud de la faille, confirme le rôle déterminant joué par cette dernière dans la délimitation des systèmes karstiques du Causse de Sévérac drainés vers la vallée de l'Aveyron : ces systèmes restent cantonnés dans le compartiment nord affaissé de cet accident.**

Le traçage de l'aven de Cassagnes, situé à 200 m environ de la faille des Vignes, a donné lieu, à la source de Mayrinhac, à une restitution dont les caractéristiques révèlent probablement l'existence d'un karst noyé assez développé dans les formations carbonatées qui présentent une épaisseur maximale en contact avec la faille : l'existence d'un pic très aigu (valeur maximale de la D.T.S. apparue un peu plus de 25 h après l'injection, indiquant une vitesse modale de 69 m/h), suivi d'une traîne très étalée, suggère que le traceur a très probablement transité sans difficulté vers un karst noyé assez développé expliquant l'importance du volume d'eau tracé (830 000 m<sup>3</sup>). Cette interprétation est confortée par la mesure de la température de l'eau qui révèle une légère anomalie thermique.

Caractéristiques générales des liaisons mises en évidence : Les vitesses apparentes déduites des distributions des temps de séjour (fig.) ne dépassent pas 100 m/h. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées sur des systèmes traçages dont l'entrée est une perte fonctionnelle (pertes des Sâgnes ou du Souci de Novis – source de Rouveyrol, perte du ruisseau de Serre au

trou de Souci – source de Glassac). On notera l'homogénéité des valeurs obtenues pour le système de Beldoire dans des conditions hydrologiques variées (très basses à moyennes eaux) à partir de points d'injection diversement situés. Cette homogénéité et le niveau plutôt moyen des valeurs mesurées suggèrent l'existence d'un réseau de drainage moyennement développé et alimenté en permanence par de puissantes réserves.

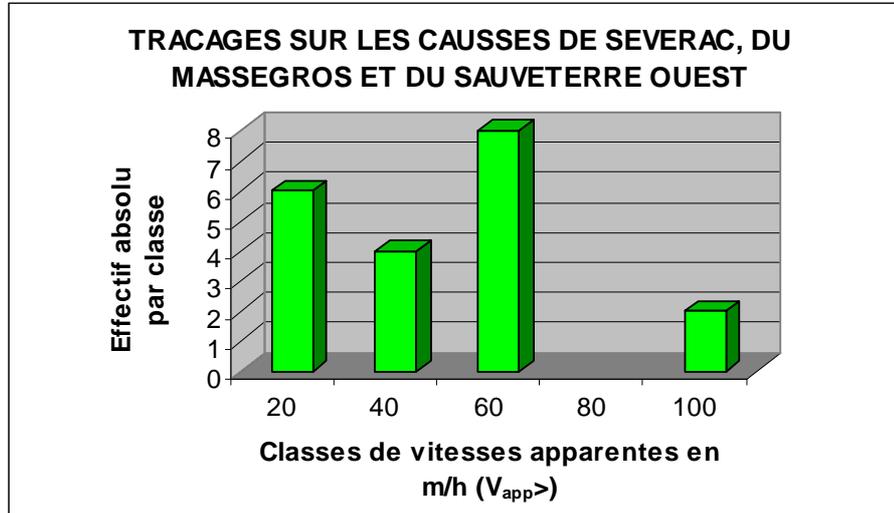


Fig. Distribution des vitesses apparentes mesurées à partir des traçages réalisés sur les Causses de Sévérac, du Sauveterre et du Masegros.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALABOUVETTE B. et al. (1990) - Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Sévérac-le-Château n° 885.**
- ASTRUC J.-G., ROCHE J. (1986) – Notice explicative de la carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Saint-Beauzély n° 909, p. 31-33.**
- MENNESSIER G., COLLOMB P. (1986) - Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Saint-Beauzély n° 909.**
- POMMIE J. (1983) – Contribution à l'étude hydrogéologique du Causse du Masegros, p. 7-79.**
- ROUQUET J. (1976) – Contribution à l'étude hydrogéologique de la région médiane des Grands Causses. Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier, Mémoires CERGA, tome X, f. 4.**
- SOMMERIA L. (1991) – Etude par traçage de la vulnérabilité de l'aquifère dans le cadre du projet de contournement autoroutier de Sévérac-le-Château – Département de l'Aveyron – Deuxième et troisième campagne – mars et mai 1991 – (traçages et essais de perméabilité). Rapport au Service Aménagement RN9, 37, av. Gambetta, BP 451, 12 104 Millau cedex, 24 p. + 2 fig. ht.**

## Réseaux de mesures des eaux souterraines

*(Laurent Danneville et Christophe APOLIT, Parc naturel régional des grands Causses)*

Le réseau de stations de mesure du Parc est devenu un outil technique majeur au service de la connaissance patrimoniale et de l'aménagement du territoire. Le Causse du Larzac avec ses équipements de mesures constitue un observatoire unique en Europe pour les chercheurs et les universitaires.

Aussi, le Parc souhaite dans sa nouvelle Charte poursuivre la gestion de ce réseau, en améliorer la performance et en étendre l'usage, notamment dans la relation développement-urbanisation et disponibilité de la ressource.

### Suivi quantitatif :

La Directive cadre dans le domaine de l'eau prévoit la mise en place d'un réseau de surveillance des eaux souterraines. Ce réseau a été mis en place dès janvier 2007 sur le territoire du Parc; il se substitue à l'ancien réseau patrimonial. Il concerne 34 stations.

Ces réseaux ont pour but de fournir une connaissance patrimoniale de la ressource aquifère sur le plan quantitatif et de répondre aux objectifs suivants :

- contribuer à élaborer et à mettre en œuvre les réglementations nationales et européennes,
- fournir des éléments actualisés aux services déconcentrés de l'Etat, dans leur tâche de mise en œuvre de la loi sur l'eau,
- orienter et évaluer les programmes des établissements publics,
- assurer l'information de l'ensemble des acteurs de l'eau, notamment sur l'impact global des activités humaines, afin de les sensibiliser à la préservation de la ressource.

Les territoires concernés sont le Larzac septentrional, le Causse Rouge, le Causse de Sauveterre, les Avant-Causses Saint-Affricains, le Causse de Guilhaumard et les Monts de Lacaune.

### Caractéristiques du réseau :

- 34 stations hydrométriques (réseau de surveillance et réseau complémentaire);
- + 2 stations hors réseaux Tendigues pour Roquefort, Trèvezel pour SIAEP du Causse Noir);
- Des mesures à la 1/2h;
- Plus de 10 ans de données sur certaines stations;
- 1 465 947 de mesures bancarisées.

Perspectives : le Parc va installer une dizaine de stations supplémentaires dans le cadre de l'étude hydrogéologique du Saint-Affricain et du Causse Guilhaumard puis il est prévu d'équiper quelques stations sur le Causse Noir.

Il semble intéressant d'équiper d'autres points qui concernent :

- les Sources thermo-minérales : Andabre ou Sylvanes
- les Source du socle (masse d'eau n° 5008 : Lévézou)
- les Sources du grès-trias (masse d'eau n° 5009) source de St-Léons par exemple

- les Nappes alluviales : exemple de la nappe alluviale du Tarn  
soit 4 points supplémentaires permettant d'intégrer les différentes ressources du territoire.

Suivi qualitatif :

Dans le cadre de la Directive cadre sur l'eau, il est prévu la mise en place d'un réseau de surveillance qualitatif de mesures au niveau des principales masses d'eau définies par l'Etat. Cinq masses d'eau concernent le territoire du Parc et 19 stations de mesures doivent être suivies.

Le Syndicat mixte du Parc s'est proposé pour effectuer le suivi de ces stations sur son territoire et en limite de son territoire, faute d'opérateur local.

Le suivi effectué sur les eaux prélevées concerne les éléments majeurs, les éléments traces, les phytosanitaires et les hydrocarbures.

Caractéristiques du réseau :

- 6 stations avec suivi mensuel de plusieurs paramètres depuis 2001 dont 3 sources équipées avec mesures : pH, conductivité, température, turbidité, à la ½ heure ;
- 19 stations de surveillance depuis 2001 avec une trentaine de paramètres étudiés.



# Réseau de suivi quantitatif



**Type de réseau**

- quantitatif
- ✕ station abandonnée

▭ Limites du Parc des Grands Causses



## Réseau de suivi qualitatif - surveillance et complémentaire -



Carte réalisée par le Parc naturel régional des Grands Causses  
Réseau hydrographique : BD CARTHAGE - AEG Adour Garonne ; relief ombre : ASTER GDEM ; : NASA et METI of Japan  
Septembre 2010. D:\Thèmes\EAU politique territoriale\agence\stations de mesures\causses et stations 2010.mxd

### Type de réseau

- complémentaire
- surveillance
- surveillance + complémentaire

▭ Limites du Parc des Grands Causses

## Actions sur les périmètres de protection : le "Défi espérelle"

(Laurent Danneville, Parc naturel régional des grands Causses)

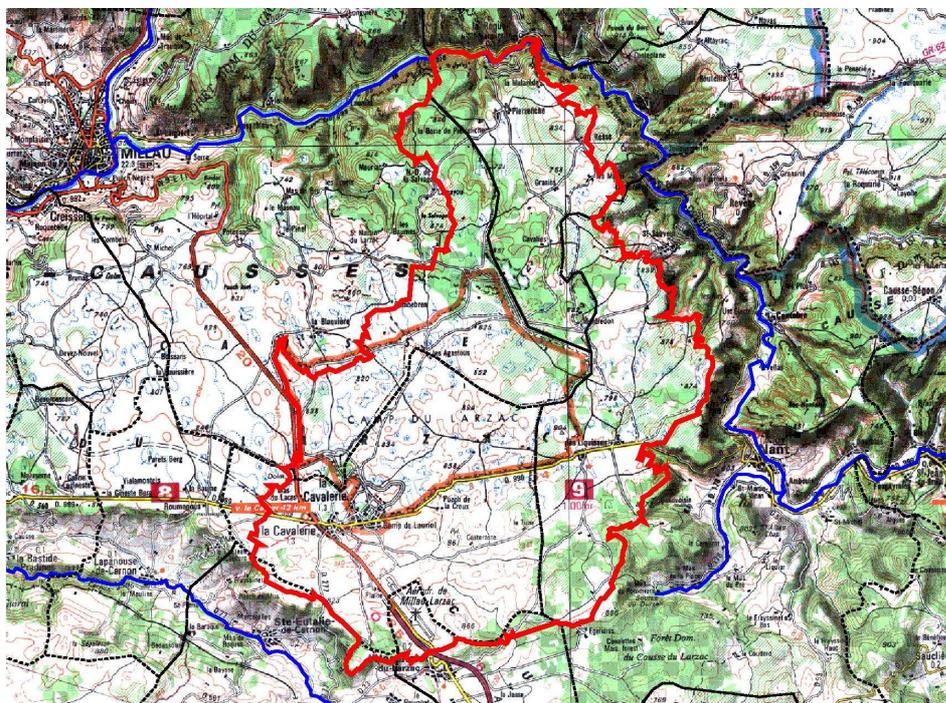
L'objectif pour les douze années à venir est d'améliorer la protection de la ressource en eau pour

l'ensemble de la population du Parc.

Le Parc accompagne ainsi la mise en œuvre des différents périmètres de protection, comme maître d'œuvre en finalisant les propositions d'actions ou en les suivant, comme maître d'ouvrage en réalisant des actions, et comme animateur en coordonnant l'ensemble d'un programme territorial de protection, développé par un accord-cadre avec l'Agence de l'Eau Adour Garonne.

### Le cas de la source de l'Espérelle :

La source de l'Espérelle est située sur la commune de la Roque Sainte-Marguerite, à quelques kilomètres à l'Est de la ville de Millau, dans la vallée de la Dourbie. Elle alimente en eau potable l'ensemble de la population de la ville de Millau (environ 20 000 habitants). Le bassin d'alimentation a été défini comme Périmètre de Protection Rapprochée (limite en rouge sur la carte jointe). Il s'étend sur environ 100 km<sup>2</sup>. L'arrêté de périmètre de protection date du 25 septembre 2001 (cf. carte jointe).



La commune de Millau a mis en place un Périmètre de Protection Immédiate (PPI) autour du captage et a mis en place 10 Périmètres de Protection Immédiate Satellites (PPIS) sur le plateau du Larzac.

Programme d'actions mis en place par le Parc par rapport à l'arrêté de périmètre de protection  
:

- 1) La dépollution domestique avec l'assainissement autonome et l'assainissement collectif ;
- 2) La dépollution agricole avec les pratiques agricoles et les ouvrages de traitement ;
- 3) La dépollution 'industrielle' avec les ouvrages de dépollution interne sur les fromageries artisanales à la Cavalerie et la gestion des infrastructures routières et des bassins;
- 4) La sécurisation de la ressource avec l'utilisation de puits dans la nappe alluviale de la Dourbie;
- 5) Un suivi qualité bactériologique poussé au niveau de la source de l'Espèrelle.

L'ensemble de ces actions est terminé. En revanche, le suivi qualité bactériologique au niveau de la source de l'Espèrelle continue et quelques actions sont encore en cours : la dépollution domestique et la dépollution agricole.

Concernant la dépollution agricole, après la phase diagnostic (21 exploitations ont fait l'objet d'un diagnostic), un programme de mise aux normes des bâtiments a débuté à l'automne 2008 avec la mise en place de dispositifs d'assainissement pour les eaux blanches et de fumières couvertes.

10 exploitants ont terminé leurs travaux sur les 12 exploitations au total. En 2011, deux exploitants doivent terminer leurs travaux.

Rappel du coût : 404 628 € TTC.

Agriculteurs	57,7%	233 478 €
Conseil régional Midi-Pyrénées	20,0%	80 926 €
Agence de l'Eau Adour-Garonne	22,3%	90 225 €

**total général : 100,0%    404 628 €**

## 1) La dépollution domestique

### - l'assainissement domestique

Maîtrise d'Ouvrage  
Les particuliers

Maître d'œuvre  
Parc naturel régional des Grands Causses

Prestataires  
Entreprises de travaux publics

Concernant la dépollution domestique, il s'agissait de mettre en place un assainissement individuel aux normes pour 100 % des installations non conformes ou acceptables. Une trentaine d'habitations ont réhabilité leur dispositif d'assainissement individuel. Il ne reste que quatre particuliers qui doivent terminer en 2011 leurs travaux.

Coût pour la première opération (15 habitations) : 81746,21 euros. Plan de financement : Agence de l'Eau Adour-Garonne : 65%, Particuliers : 35%

Le coût de la deuxième phase de réhabilitation (30 habitations) était de 172 000 euros avec un financement de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne à hauteur de 65% et un financement du Conseil Général de l'Aveyron à hauteur de 15 %.

- **et l'assainissement collectif**

Maître d'Ouvrage

Commune de La Roque Sainte-Marguerite pour le village de Pierrefiche et le hameau de Montredon

Commune de Nant pour les villages des Liquisses

Maître d'œuvre

DDE pour La Roque Sainte-Marguerite et Nant.

Assistance à la maîtrise d'ouvrage

(Prestations liées à la maîtrise d'œuvre)

Parc naturel régional des Grands Causses

Il s'agissait de mettre de réaliser l'assainissement collectif (réseau et STEP) au niveau des hameaux des Liquisses sur la commune de Nant, de Pierrefiche et Montredon sur la commune la Roque Sainte-Marguerite.

La station de la Cavalerie a également fait l'objet d'une réhabilitation.

**2) La dépollution agricole**

- **les ouvrages de traitement**

Maître d'Ouvrage

Les agriculteurs

Maître d'œuvre

Chambre d'agriculture de l'Aveyron

Il s'agissait d'améliorer le traitement ou de traiter les effluents provenant des exploitations agricoles. Sur le périmètre de la source de l'Espérelle, 28 sièges d'exploitations agricoles sont présents :

- 21 exploitations ont fait l'objet d'un diagnostic

- 5 exploitations ont des systèmes ovins et bovins viande plein air sans besoins de mise aux normes

- 1 exploitation est uniquement en production végétale

- 1 exploitation est en élevage de chevaux avec peu d'impact

Parmi les 21 exploitations, 7 sont déjà équipées à minima d'un filtre à sable et n'ont pas souhaité engager des travaux et une exploitation n'a pas souhaité s'engager (elle est située juste en dehors du bassin de l'Espérelle).

Le programme de mise aux normes des bâtiments a débuté à l'automne 2008 avec la mise en place de dispositifs d'assainissement pour les eaux blanches et de fumières couvertes. 10 exploitants ont terminé leurs travaux sur les 12 exploitations au total.

Coût (à la charge des agriculteurs) :  
404 628 € TTC

Plan de financement prévisionnel :

Agriculteurs	57,7%	233 478 €
Conseil régional Midi-Pyrénées	20,0%	80 926 €
Agence de l'Eau Adour-Garonne	22,3%	90 225 €

**total général : 100,0% 404 628 €**

### 3) La dépollution 'industrielle'

#### **- Les ouvrages de dépollution interne sur les fromageries artisanales à la Cavalerie**

Maître d'Ouvrage  
Les fromageries concernées

Il s'agissait de mettre en place des systèmes adaptés de traitement pour les effluents provenant des fromageries (lactosérum, eaux blanches). Une première étape a consisté à effectuer un diagnostic de ces entreprises par l'ARPE Midi-Pyrénées.

Trois fromageries étaient concernées :

- 1) Société FROMABON, 26 rue du Grand Barry, 12230 La Cavalerie ;
- 2) Les Bergers du Larzac, 12230 La Cavalerie ;
- 3) Fromagerie les Artisans (fromages moulés à la louche), chemin du colt, 12230 La Cavalerie.

Deux fromageries (Les Bergers du Larzac et Fromabon) se sont déplacées et installées sur la nouvelle zone d'activité de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Millau. Elles sont maintenant en dehors du périmètre de protection de l'Espérelle. Les Bergers du Larzac ont mis en place un méthaniseur pour traiter le lactosérum (Fromabon apporte ces effluents). La dernière fromagerie a mis en place un dispositif d'assainissement pour les eaux blanches et stocke son lactosérum dans une cuve avant épandage.

#### **- Gestion des infrastructures routières et des bassins.**

Maître d'Ouvrage  
DDE de l'Aveyron, Département (DRI) et communes

Maître d'œuvre  
DDE de l'Aveyron, Département (DRI) et communes

Animation  
PNRGC avec les communes, la DDE et la DRI.

Il s'agissait de sensibiliser les gestionnaires des infrastructures routières afin que tous les moyens soient mis en œuvre pour protéger la ressource en eau :

- vérifier que la gestion des bassins de décantation et d'infiltration de l'A75 est effectuée régulièrement ;
- qu'il n'y a pas de surdosage dans l'épandage de sels lors des opérations de salage (bouillies de sels) ;
- d'optimiser voir proscrire l'utilisation des produits phytosanitaires ...

La Direction Interdépartementale des Routes Massif central (DIR) a proposé de ne plus utiliser de produits phytosanitaires sur les périmètres de protection.

Des analyses sont effectuées en sortie de bassin et les bassins sont vidangés régulièrement.

#### **4) La sécurisation de la ressource avec l'utilisation de puits dans la nappe alluviale de la Dourbie;**

Maître d'Ouvrage      Commune de Millau

Maître d'œuvre        : BE et entreprises de travaux publics

Animation      Parc naturel régional des Grands Causses :

Il s'agissait de sécuriser la ressource de l'Espérelle en terme de qualité en développant une diversification de la ressource. La nouvelle ressource est constituée par la nappe alluviale de la Dourbie, à la confluence du Tarn et de la Dourbie, qui a fait l'objet de test de productivité positif.

C'est l'entreprise CALLIGEE qui a réalisé les puits et les tests de pompage. 3 puits ont été réalisés et sont maintenant en fonctionnement.

Coût : 1 504 800 € HT (1 164 820 € HT pour la réalisation des ouvrages et 340 000 € HT pour l'assainissement du Monna

Plan de financement: AEAG (subvention) : 40 %, 465 900 €, Conseil Général de l'Aveyron et Ville de Millau, 60 %, 698 892 €.

#### **5) Un suivi qualité bactériologique poussé au niveau de la source de l'Espérelle**

Maître d'Ouvrage  
Parc naturel régional des Grands Causses

Prestataires  
Laboratoire départemental de l'Aveyron (analyses)

Il s'agissait de connaître les variations temporelles de certains paramètres bactériologiques par rapport à la mise en place d'actions de réhabilitation de différents ouvrages (domestiques et agricoles) et de sensibilisation des différents usagers du bassin.

Les analyses en 2011 montrent une baisse sensible de la bactériologie qui risque à confirmer./ c'est pourquoi, une poursuite du suivi est prévu jusqu'en 2012.

Coût :

4 638.72 euros pour 2007, 2008 et 2009

Plan de financement :

Agence de l'Eau Adour-Garonne : 2 319.36 € TTC (50%), Commune de Millau : 2 319.36 € TTC (50%)

## Dispositif d'assainissement des effluents peu chargés (eaux blanches)

*(Laurent Danneville, Parc naturel régional des grands Causses)*

Le Parc a obtenu du Ministère de l'Agriculture, via la Préfecture de l'Aveyron, un agrément sur le dispositif d'assainissement pour les eaux blanches. Ces eaux blanches concernent les eaux de rinçage du système de traite qui contiennent un résidu de lait.

Historiquement, ce dispositif a été expérimenté dès 1998 en collaboration avec l'institut d'élevage, la Chambre d'Agriculture de l'Aveyron, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, ainsi que le SATESE de l'Aveyron et le Parc.

Depuis cette date, le Parc naturel régional des Grands Causses, dans le cadre de la protection du milieu souterrain et superficiel, a aidé techniquement et financièrement les exploitants en ovins-lait dans la mise en place d'une filière d'assainissement permettant l'épuration des eaux blanches des salles de traite.

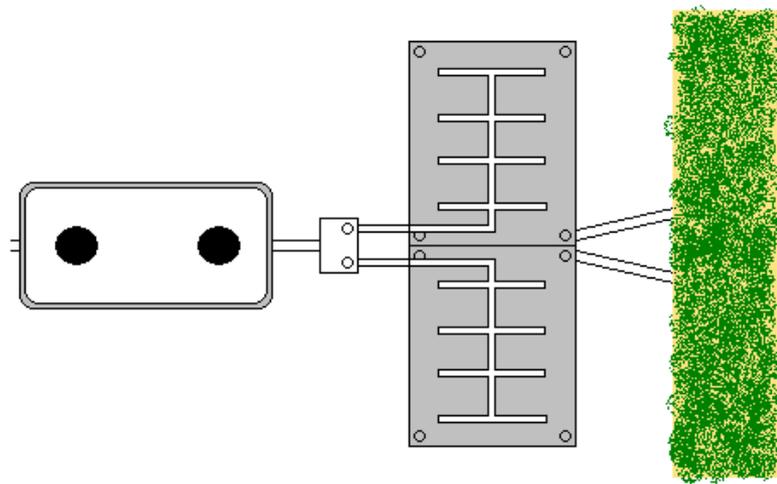
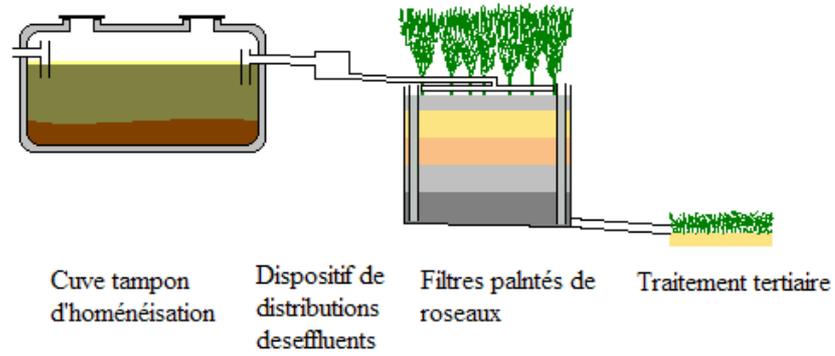
Plus d'une centaine de dispositifs ont été installés avec les contributions financières de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et du Conseil Régional Midi-Pyrénées.

Cette filière comprend une fosse toutes eaux et deux filtres à sables plantés de roseaux qui fonctionnent en alternance une semaine sur deux. Ce dispositif rustique, peu coûteux (autour de 4 500 euros), répond bien aux exigences de la traite qui s'opère, en général de janvier à août.

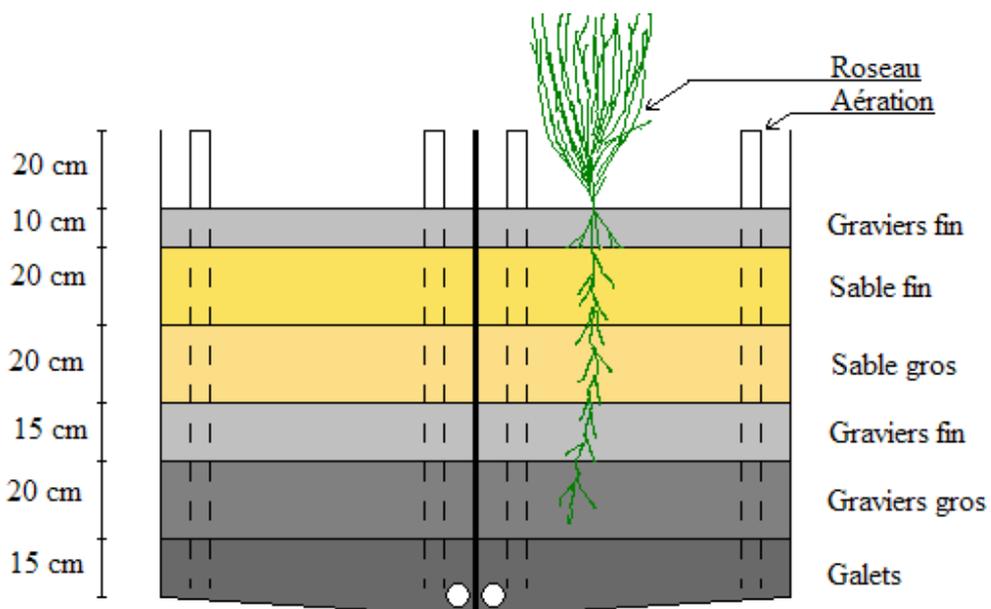
Dés à présent, la Confédération générale des producteurs de lait de brebis et des industriels de Roquefort propose à ces 2 000 adhérents ce dispositif d'assainissement dans le cadre d'une démarche collective environnementale.

Le rôle du parc dans l'expérimentation, l'innovation, la valorisation et la transmission du savoir faire a pleinement été rempli pour cette opération collective exemplaire.

Schéma du dispositif :



Coupe des filtres :



## Le SPANC sur le Parc naturel régional des Grands Causses

*(Laurent Danneville, Parc naturel régional des grands Causses)*

### Création :

A la suite de la réalisation des schémas communaux d'assainissement, le Parc naturel régional des Grands Causses a mis en place un service public pour l'assainissement non collectif (S.P.A.N.C.) permettant aux communes de répondre aux exigences de l'arrêté du 6 mai 1996 qui place sous leur responsabilité le contrôle et le suivi des systèmes d'assainissement domestique autonome.

A ce jour le Parc gère environ 6000 dispositifs d'assainissement autonome pour 61 communes du Parc.

### Mission du SPANC :

#### 1. Un travail de terrain :

- inventaire et état du parc des systèmes d'assainissement individuel,
- suivi périodique du fonctionnement des filières individuelles (contrôles effectués tous les 7 à 8 ans),
- organisation des campagnes de vidange des boues,
- contrôle des travaux de la création de nouvelles filières individuelles, dans le cadre d'une nouvelle habitation ou une réhabilitation (certificat de conformité).

#### 2. Un travail administratif :

- rédaction de rap ports de visite,
- instruction des certificats d'urbanisme, des permis de construire et des dossiers de réhabilitation. Le Parc facture en deux fois : une fois à l'instruction et une fois à la réalisation du nouveau dispositif.
- diagnostic et contrôle de l'assainissement existant,
- gestion de la régie et du budget du S.P.A.N.C. (redevance),
- animation du Conseil d'exploitation.

#### 3. La communication et la sensibilisation auprès des particuliers et des communes :

- préparation et animation de réunions publiques,
- suivi des relations avec les partenaires institutionnels,
- information sur les autres activités et actions du Parc,
- réalisation de bilans et de l'état du parc d'assainissement pour chaque commune,
- participation à l'A RTANC (Association Régionale des Techniciens de l'Assainissement Non Collectif).

### Que doit réaliser le SPANC lors d'une visite chez un particulier ?

Cette visite réglementaire a pour objet de vérifier que le fonctionnement du dispositif est satisfaisant, qu'il n'entraîne pas de pollution des eaux superficielles ou souterraines, ne porte pas atteinte à la salubrité publique et n'entraîne pas de nuisance de voisinage (odeurs, notamment).

Il permet aussi de vérifier que les opérations d'entretien sont régulièrement effectuées.

Il porte au minimum sur les points suivants :

- vérification du bon état des ouvrages, de leur ventilation et de leur accessibilité ;

- vérification du bon écoulement des effluents jusqu'au dispositif d'épuration et le cas échéant du dispositif d'épuration à l'exutoire dans le cas d'un système drainé ;
- vérification de l'accumulation normale des boues à l'intérieur de la fosse et des flottants dans le bac dégraisseur le cas échéant ;
- vérification de la qualité du rejet le cas échéant.

Un rapport de visite rédigé par le technicien assainissement est envoyé au particulier après chaque visite.

A la fin des visites, un bilan global de l'état du parc d'assainissement autonome de la commune est réalisé et envoyé au Maire concerné.

#### Rappel des compétences obligatoires des communes :

- 1) Identifier sur leur territoire les zones relevant de l'assainissement collectif (zone suffisamment dense pour permettre un assainissement collectif à un coût acceptable) et les zones relevant de l'assainissement non collectif (où la densité était insuffisante pour justifier un assainissement collectif) (Loi sur l'eau du 3 janvier 1992, articles L. 2224-8 à 2224-11 du CGCT qui déterminent les compétences et obligations des communes en matière d'assainissement).
- 2) Mettre en place, avant le 31 décembre 2005, un service public d'assainissement non collectif (SPANC) (Loi sur l'eau du 3 janvier 1992),
- 3) Contrôler l'assainissement non collectif : toutes les installations doivent être contrôlées au moins une fois avant le 31 décembre 2012 (Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques). A ce titre, les agents du service d'assainissement peuvent accéder aux propriétés afin de réaliser leur mission de contrôle.
- 4) Mettre en place un contrôle périodique au moins une fois tous les 8 ans (Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques). Il était de 4 ans auparavant (Loi sur l'eau du 3 janvier 1992),
- 5) Établir, à l'issue du contrôle, un document décrivant, si nécessaire, soit les modifications à apporter au projet d'assainissement autonome pour qu'il soit en conformité avec la réglementation en vigueur, soit pour les installations existantes, la liste des améliorations à apporter pour supprimer les dangers pour la santé des personnes et les risques avérés de pollution de l'environnement.
- 6) Percevoir une redevance auprès des usagers

#### Fonctionnement du SPANC depuis 2009 :

- 1) Sur la base de déclaration des communes, 5657 dispositifs d'assainissement ont été recensés.
- 2) Depuis 2009, une redevance d'assainissement autonome permet d'assurer ce service. Le coût de la redevance est de 30 euros par an et par dispositif. Exercé par le Parc, ce SPIC doit s'équilibrer financièrement.
- 3) Compte tenu du nécessaire équilibre financier du service et dans un souci de modération de la redevance, le Conseil d'exploitation a fixé la fréquence de passage du technicien à 8 ans. La nouvelle loi sur l'eau de décembre 2006 (Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques) permet de la fixer entre 4 ans et 8 ans.
- 4) Outre la sensibilisation des particuliers sur leur dispositif d'assainissement, le technicien réalise un contrôle rigoureux des différents éléments du dispositif (canalisations, fosse septique, bac à graisse, tranchée d'épandage ou filtre à sable...), et il rédige une fiche de synthèse sur chaque dispositif d'assainissement visité.

Rappel des obligations réglementaires des propriétaires d'immeubles non raccordés au réseau public de collecte des eaux usées :

- 1) Équiper leur immeuble d'une installation d'assainissement non collectif,
- 2) Assurer l'entretien et faire procéder à la vidange périodiquement par une personne agréée pour garantir son bon fonctionnement.
- 3) Procéder aux travaux prescrits, le cas échéant, par le SPANC dans le document délivré à l'issue du contrôle, dans un délai de quatre ans,
- 4) Laisser accéder les agents du service d'assainissement à leur propriété, sous peine de condamnation à une astreinte en cas d'obstacle à la mission de contrôle (L.1331-11 du CSP),
- 5) Acquitter la redevance pour la réalisation du contrôle et, le cas échéant, l'entretien,
- 6) Rembourser par échelonnement la commune dans le cas de travaux de réalisation ou de réhabilitation pris en charge par celle-ci,
- 7) Annexer à la promesse de vente ou à défaut à l'acte authentique, en cas de vente, le document établi à l'issue du contrôle et délivré par le SPANC, à compter du 1er janvier 2013. Ce document s'ajoutera aux 7 autres constats ou états (amiante, plomb, gaz, termites, risques naturels et technologiques, installations électriques, performances énergétiques).
- 8) Être contraint à payer une astreinte en cas de non respect de ces obligations (L. 1331-8 du code de la santé publique),
- 9) Être contraint à réaliser les travaux d'office par mise en demeure du maire au titre de son pouvoir de police (L.1331-6 du code de la santé publique).

Actions sur les périmètres de protection des captages :

Afin de répondre aux exigences des arrêtés de "périmètre" et protéger la ressource en eau, le Parc a lancé plusieurs opérations de réhabilitation de l'assainissement autonome pour les habitations situées sur des bassins d'alimentation de sources captées.

La première opération a débuté sur l'Espérelle avec une quarantaine d'assainissement réhabilités puis par d'autres opérations qui sont en cours sur 6 autres bassins (Homède, Boundoulaou, le Brias sur le Larzac, Mayrinhac, Esparses sur le Causse de Sauveterre, Lissignol sur le Causse Noir).

Description générale des prochaines opérations (objectifs, modalités de mise en œuvre...) :

Au préalable, le SPANC du Parc vérifiera que l'ensemble des diagnostics a été effectué.

Dans un premier temps, il est prévu des réunions avec les particuliers par secteurs pour évoquer cette opération de réhabilitation qui est une démarche volontaire.

Dans un deuxième temps, le Parc consultera différents bureaux d'études pour la réalisation d'une étude de sol. Le bureau d'étude devra proposer une filière d'assainissement adaptée. Le Parc animera cette première phase d'études en relançant le bureau d'études et les particuliers pour la réalisation de cette première étape.

Dans un troisième temps, le Parc doit préparer un cahier des charges technique qui intégrera les différentes filières proposées pour les particuliers.

Une publication sera faite dans les journaux locaux. Les entreprises consulteront le Parc pour les travaux à réaliser. Une fois les devis réalisés (au moins 3 devis), le Parc préparera un courrier de demande de financement aux partenaires financiers.

Après réception des arrêtés attributifs par les particuliers, le Parc finalisera les chantiers avec l'entrepreneur retenus (dispositifs, période, contraintes...).

En fin d'opération, le Parc récupérera les factures et les justificatifs nécessaires pour envoi à l'AEAG et au Conseil Général de l'Aveyron.

De son côté le SPANC du Parc suivra les chantiers et produira le certificat de conformité pour les nouvelles installations.

#### Financement possible pour les réhabilitations :

Dans le cas de réhabilitation, des aides financières peuvent être allouées aux particuliers par l'intermédiaire :

- 1) D'opération groupée de réhabilitation sur une commune ou un groupement de communes, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et le Conseil Général subventionnent les travaux de réhabilitation (50 % Agence et 15 % Conseil Général). Il faut que le technicien assainissement ait réalisé l'ensemble des diagnostics sur le territoire concerné. Une partie des dispositifs d'assainissement est concernée, il s'agit vulgairement des "points noirs" ;
- 2) De l'éco-prêt à taux zéro (Eco-PTZ) permet également de financer sa réhabilitation pour une maison principale construite avant 1990 (plafond à 10000 euros sur 10 ans) ;
- 3) D'une aide de l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH).

#### Les différentes filières :

##### Principales Filières "classiques" :

- Les tranchées d'infiltration pour un sol qui se compose de terre souple et aérée sur plus d'1 mètre de profondeur;
- Le filtre à sable qui trouve sa place sur des sols trop perméables ou imperméables.

##### Les nouveaux dispositifs agréés :

- Les filières compactes avec un prétraitement par fosse toutes eaux et traitement compact par filtration sur un support : L'épuration des eaux usées est assurée des microorganismes qui se développent dans un massif filtrant.
- Les filières boues activées avec un apport d'oxygène par un compresseur à une biomasse laissée libre dans des cuves : L'épuration des eaux usées est assurée par des micro-organismes maintenus en mélange intime avec les effluents.
- Les filières cultures fixées immergées avec un apport d'oxygène par un compresseur à une biomasse accrochée à un support : L'épuration des eaux usées est assurée par des micro-organismes qui se développent sur un support.

Pour de plus amples informations et notamment sur les filières :

[http://www.parc-grands-causses.fr/fr/pageseditos.asp?idpage=125&sX\\_Menu\\_selectedID=m5\\_2E4EC22D](http://www.parc-grands-causses.fr/fr/pageseditos.asp?idpage=125&sX_Menu_selectedID=m5_2E4EC22D)

## Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque de la ressource et des principaux captages du Larzac

Ugo Oudet<sup>1</sup>, Valérie Plagnes<sup>1</sup>, Laurent Danneville<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Université Pierre et Marie Curie – Paris 6, UMR Sisyphe, <sup>2</sup>PnrGC

**Les études de cartographie de la vulnérabilité des karsts réalisées ces dernières années ont montré que : -i) la répartition spatiale de la vulnérabilité intrinsèque de ces systèmes couplée à la localisation des activités anthropiques sur le bassin d'alimentation est un facteur important de la contamination éventuelle des aquifères ; -ii) mais que les conditions d'écoulements dans l'aquifère ainsi que les phénomènes chimiques internes au système influencent aussi notablement la réponse du réservoir en terme de transfert ou d'abattement de certains polluants. La part respective de ces paramètres dans l'estimation de la vulnérabilité des karsts reste encore à comprendre et quantifier.**

Nous avons travaillé sur les systèmes karstiques du Larzac septentrional pour aller plus loin dans la compréhension de ces phénomènes. En effet, grâce à l'action de suivi qualitatif et quantitatif du Parc naturel régional des Grands Causses, nous disposons d'une bonne base de données pour étudier ces phénomènes sur la ressource des principaux systèmes et sur les captages AEP qui leur sont associés.

Nous présentons ici nos résultats sur les cartes de vulnérabilités.

La méthode **PaPRIKa** (acronyme de Protection des aquifères karstiques par des critères Protection, Réservoir, Infiltration et degré de Karstification) a été utilisée sur les sept principaux systèmes du Larzac (Oudet et al., 2010). PaPRIKa est une méthode multicritère à index avec système de pondération ayant pour but de cartographier la vulnérabilité intrinsèque de la ressource d'un système karstique face aux pollutions diffuses ainsi que la vulnérabilité des captages face à une pollution accidentelle dans le cadre de l'établissement des périmètres de protection en milieu karstique. Cette méthode est décrite en détails dans un guide méthodologique ONEMA-BRGM (Dörfliger et Plagnes, 2009) et elle est préconisée par le guide méthodologique sur l'établissement des périmètres de protection en milieu karstiques (Stratégies de protection des ressources karstiques utilisées pour l'eau potable (édition novembre 2010).

Dans cette méthode, la vulnérabilité est divisée en cinq classes allant de 0 à 4, de la plus faible (milieu protecteur) à la plus forte (milieu très vulnérable). Chacun des quatre critères est cartographié sur la base d'informations de terrain et de connaissances sur le fonctionnement et la structure du système. La carte de certains critères résulte de plusieurs sous-critères (cas des cartes P et I).

**Le critère P** qualifie la vulnérabilité de toute la zone située entre la surface du sol et la surface piézométrique, soit la zone non saturée. Il est composé de quatre sous critères (état de surface, Zone Non Saturée, Sol et Epikarst). La carte P résultante reflète le sous critère le plus protecteur en chaque point du bassin, que sa protection soit due à la présence d'un épikarst bien développé ou d'un sol épais et imperméable.

**Le critère R** caractérise la vulnérabilité du réservoir, c'est-à-dire au niveau de la zone saturée. La valeur du critère R est étroitement liée à la lithologie du réservoir, mais aussi à sa structure (massive ou feuilletée) et à sa fracturation.

**Le critère I** rend compte de l'infiltration qui joue le rôle le plus important dans notre approche de la vulnérabilité. Il est cartographié par une combinaison de la pente des terrains

en surface et de la présence de certaines structures géomorphologiques qui favorisent l'infiltration rapide et concentrée (comme les dolines, pertes et lapiaz).

**Le critère Ka** définit le degré de karstification du système étudié en prenant en compte la typologie du système karstique tel qu'elle est définie dans le guide Technic'eau de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (Muet et al. 2006) mais aussi à partir de caractéristiques relatives à la fonctionnalité du système karstique (Classification de Mangin 1975), ainsi que la vitesse et le taux de restitution des essais de traçages.

Pour obtenir la carte de vulnérabilité globale de la ressource des karsts du Larzac, nous avons combiné les cartes des quatre critères P, R, I et Ka en appliquant la pondération :  $Vg = 0.2 \times P + 0.2 \times R + 0.4 \times I + 0.2 \times Ka$ .

Le second volet de la méthode PaPRIKa a également été appliqué pour **cartographier la vulnérabilité des principaux captages face aux pollutions accidentelles** en complément de l'approche sur la vulnérabilité de la ressource. La démarche est identique mais la carte I est modifiée. Celle-ci est élaborée en intégrant les temps de transit des eaux et les restitutions donnés par les traçages effectués sur les bassins (Ricard et Bakalowicz, 1996). Ainsi, des isochrones représentant des temps de transit entre 12 et 48h ont pu être cartographiées. A l'intérieur de ces zones, la vulnérabilité des zones très vulnérables est maintenue, alors qu'à l'extérieur elle est diminuée.

Nous proposons dans la figure 1 une comparaison des cartes PaPRIKa<sub>ressource</sub> du bassin du Durzon et de deux cartes PaPRIKa<sub>captage</sub> pour deux temps de transit distincts (12 et 48h).

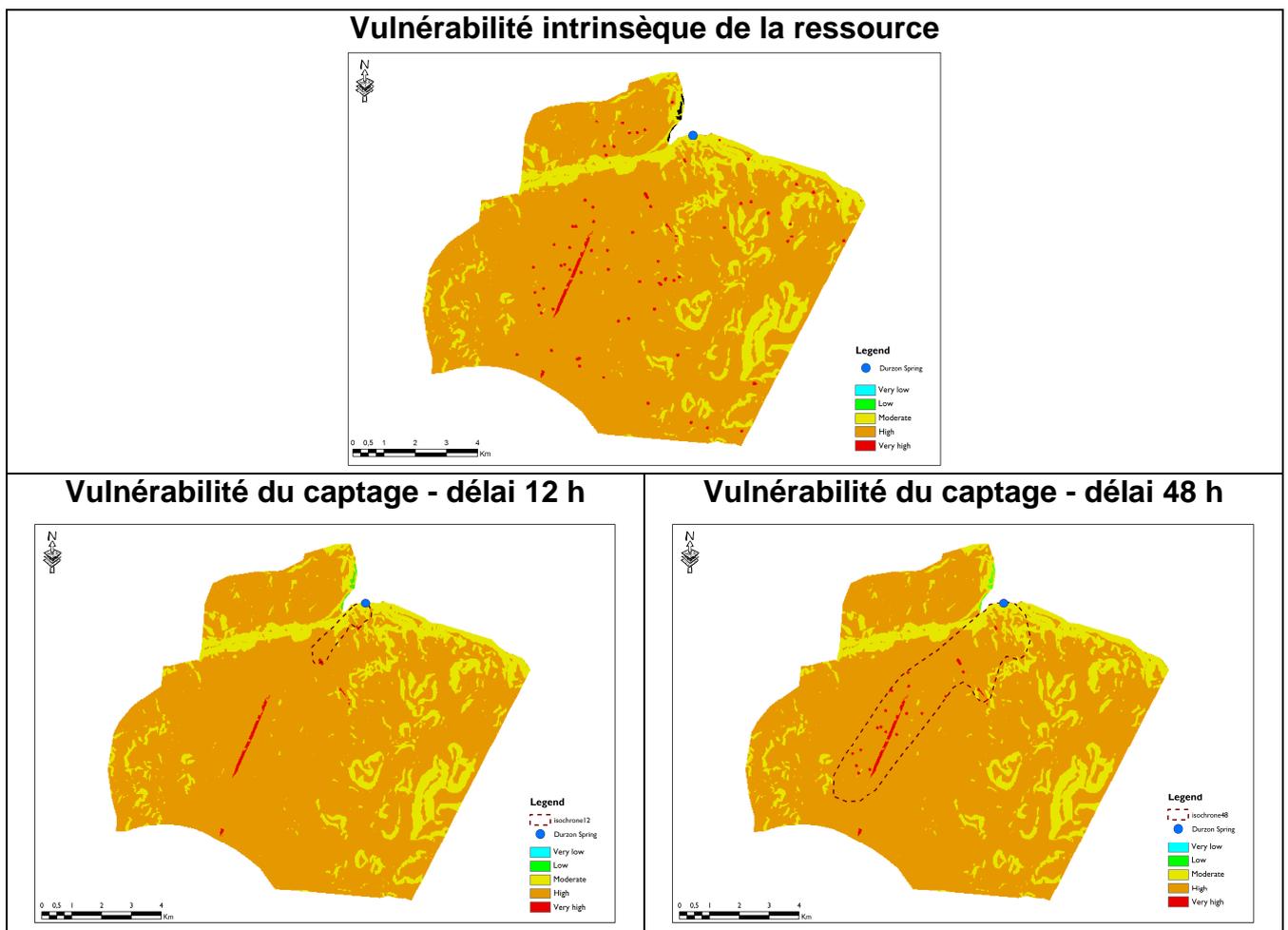


Figure 1 : Cartes de vulnérabilité intrinsèque de la ressource et du captage de la source du Durzon pour un temps de transit de 12 et 48h (Oudet et al., 2010)

Globalement la vulnérabilité intrinsèque de ce système karstique est moyenne (il s'agit d'un système unaire et moyennement fonctionnel), sauf en certains points bien localisés où l'infiltration concentrée est possible (pertes et bassins d'alimentations associés). La carte PaPRIKa<sub>ressource</sub> (vulnérabilité de la ressource face à la pollution diffuse) présente la plus forte proportion de zones très vulnérables. Les deux cartes PaPRIKa<sub>captage</sub> montrent une vulnérabilité moindre pour les temps de transit retenus en particulier en s'éloignant de la source. Toutefois, il ne faut pas négliger la pollution diffuse qui une fois introduite dans les zones éloignées très vulnérables de la carte ressource arrivera dans tous les cas à la source, mais dans un délai supérieur au temps retenu pour le calcul des isochrones.

L'ensemble des cartes obtenues sur les autres bassins seront discutées lors de l'excursion, de même que nos travaux complémentaires sur les bilans de flux de nitrates et chlorures réalisés sur ces mêmes bassins.

Dörfliger N., Plagnes V., avec la collaboration de K. Kavouri, J. Gouin, 2009 : Cartographie de la vulnérabilité des aquifères karstiques, guide méthodologique de la méthode PaPRIKa, Rapport BRGM RP-57527-FR, 100 p.

Muet, P., Vier, E., Cadilhac, L., Marchet, P. 2006. Bilan et analyse de la mise en œuvre des périmètres de protection des captages AEP en milieu karstique. Synthèse des préconisations en faveur de l'amélioration des démarches de protection. Rapport Agence de l'eau RMC et AG, GINGER Environnement, 28p., disponible sur <http://www.eaurmc.fr/documentation>

Oudet U., Plagnes V., Danneville L., Apolit C., 2010. Identification des paramètres principaux influençant la vulnérabilité des karsts : cas des karsts du Larzac (Aveyron). Rapport de M2 de l'Université Pierre et Marie Curie – Paris 6

Ricard J., Bakalowicz M., 1996. Connaissance, évaluation et protection des ressources en eau souterraine du Larzac Septentrional. Rapport n°389 53 juin 1996.



Direction interdépartementale  
des routes Massif Central



## Extrait de la convention 2010-2012 : Protection de la ressource en eau karstique en relation avec l'autoroute A75

**ENTRE** la **DIRECTION INTERDEPARTEMENTALE DES ROUTES MASSIF CENTRAL** dont le siège est 32, rue de Rabanesse, BP 90447 - 63012 Clermont-Ferrand cedex 1, représenté par son directeur, Marc TASSONE

ci-après désigné la "**DIRMC**"

d'une part,

**ET**

le **PARC NATUREL REGIONAL DES GRANDS CAUSSES** dont le siège est 71 boulevard de l'Ayrolle, BP 50126, 12101 MILLAU, représenté par son Président, René QUATREFAGES,

ci-après désigné le "**PNRGC**"

d'autre part.

### **ARTICLE I - OBJET DE LA CONVENTION**

Dans le cadre de leurs missions respectives, la DIRMC et le PNRGC sont chargés de protéger et de préserver le milieu karstique et notamment la ressource en eau karstique vis-à-vis des pollutions potentielles engendrées par l'autoroute A 75 ; mais aussi de participer, par leurs actions, à la préservation des milieux naturels.

Le PNRGC exerce cette mission en référence à sa Charte, l'axe stratégique I "*Développer une gestion concertée des patrimoines naturel, culturel et paysager, dans le souci du respect des générations à venir*", plus précisément les objectifs opérationnels 5.1 "*Préserver la ressource en eau et contribuer à sa bonne gestion*" et 5.5 "*Maîtrise des impacts environnementaux des activités*".

Pour la DIRMC, l'ensemble de ses activités d'entretien et d'exploitation de l'autoroute A75 sont susceptibles d'impacter le milieu naturel sur différentes thématiques :

- la ressource en eau par rapport aux dispositifs d'assainissement,
- les apports au milieu naturel par son activité de viabilité hivernale et de traitement de la végétation,

- et la biodiversité par l'entretien mécanique des dépendances vertes.

Dans la continuité de la coopération entre les deux structures, il est proposé un programme concret d'actions sur les différents sujets cités ci-dessous :

- 1) la gestion des bassins de décantation et d'infiltration ainsi que leur suivi, et le devenir des boues,
- 2) la recherche de solutions alternatives à l'utilisation des produits phytosanitaires pour le désherbage,
- 3) la gestion du risque pour la santé publique : réalisation de traçages en aval des bassins de décantation (connaissance de la ressource et obtention de pollutogramme),
- 4) l'optimisation des sels pour la viabilité hivernale,
- 5) l'assainissement des aires de repos,
- 6) la formation des agents de la DIRMC,
- 7) une assistance-expertise du PNRGC auprès de la DIRMC sur l'ensemble des thèmes et notamment l'étude diagnostic en cours avec le CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement) de Clermont-Ferrand.

## **ARTICLE II – L'A75 SUR LE TERRITOIRE DU PNRGC**

L'A75 traverse le territoire du PNRGC sur tout le linéaire de 72 km de La Lozère à L'Hérault. La zone concédée à la Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau (CEVM) n'est pas concernée par la présente convention.

Concernant la ressource en eau, la quasi totalité des eaux provenant de la plateforme autoroutière est collectée dans un réseau étanche et envoyée dans des bassins de traitement et de régulation. Au total, 45 bassins sont implantés le long des 72 km d'autoroute (cf. annexe 1). Un diagnostic du réseau autoroutier est en cours de réalisation par la DIRMC sur ce sujet sur la totalité de l'A75 de Clermont-Ferrand à Béziers. La synthèse de ce diagnostic sera communiquée au PNRGC. Par ailleurs, un diagnostic du patrimoine végétal est aussi en cours de réalisation ; il sera communiqué au PNRGC.

Le PNRGC, en retour, communiquera l'ensemble des éléments permettant à la DIRMC une meilleure compréhension du milieu.

## **ARTICLE III – DESCRIPTIF TECHNIQUE DES ACTIONS**

### **1) La gestion des bassins de décantation et d'infiltration ainsi que leur suivi, et le devenir des boues :**

Cette action a débuté à l'été 2006 pour les bassins et en 1999 pour le suivi des sources.

Objectifs : Il s'agit d'effectuer une gestion rigoureuse des bassins de décantation, de définir la filière finale pour les boues et d'analyser, sur les eaux, quelques paramètres en sortie de bassin.

On rappellera que les bassins assurent plusieurs fonctions :

- la protection contre les pollutions accidentelles,
- la régulation des eaux orageuses,
- la décantation des eaux,
- le « déshuilage » par cloison siphonée,
- le dégrillage progressif.

Mise en œuvre : En coordination avec la Police des eaux, un protocole d'auto surveillance des bassins a déjà été établi (cf. annexe 2). Cette surveillance porte sur :

- le suivi des rejets des bassins,
- le suivi des eaux souterraines,
- le suivi de l'entretien des bassins,
- le suivi à la suite de déversement de matières polluantes.

Cette surveillance importante sera assurée jusqu'en 2010. La procédure de suivi a été définie en collaboration avec la Police des eaux, le PNRGC et le Service Départemental de Contrôle des stations d'épuration. A l'issue de cette période, un dispositif plus allégé sera alors étudié.

La DIRMC s'engage à communiquer les résultats des actions ci-dessus régulièrement au PNRGC (au moins une fois chaque année).

## **2) La recherche de solutions alternatives à l'utilisation des produits phytosanitaires pour le désherbage :**

Objectifs : Il s'agit d'optimiser voire de proscrire l'utilisation des produits phytosanitaires sur les tronçons traversant les périmètres de protection (hors viaducs et points singuliers).

Mise en œuvre : Une formation a déjà été réalisée avec l'aide du PNRGC pour l'optimisation de leur utilisation. Une démarche va être lancée pour avancer vers une réduction maximale de l'utilisation de ces produits, avec par exemple l'utilisation de traitements thermiques. Le PNRGC apportera ses conseils en la matière (notamment sur le fauchage raisonné) auprès de la DIRMC qui reste pleinement responsable de ses missions d'entretien.

## **3) Gestion du risque pour la santé publique : réalisation de traçages en aval des bassins de décantation situés sur des périmètres de protection de sources captées pour l'alimentation en eau potable (connaissance de la ressource et obtention de pollutogramme) :**

Objectifs : Il s'agit de vérifier l'appartenance des bassins de décantation à ces périmètres de protection, et surtout de constituer un pollutogramme qui permettra, en cas de départ intempestif de polluant dans le milieu naturel, de prendre les mesures de sécurisation nécessaire pour les syndicats et collectivités concernés. C'est donc bien une gestion du risque pour la santé publique.

Mise en œuvre : Deux traçages sont à prévoir au niveau de chaque bassin de décantation (environ 22 bassins concernés, voir carte en annexe 3) ; le premier en basses eaux nécessitant l'apport d'eau par citerne, le deuxième en hautes eaux lors d'un épisode pluvieux important.

L'injection du colorant pourra s'effectuer par l'équipe du Parc qui aura placé préalablement des préleveurs automatiques sur les sorties potentielles. La DIRMC s'engage à mettre à disposition ses installations.

La DIRMC et le PNRGC constitueront ensemble un dossier de sollicitation financière (procédure à déterminer).

#### **4) L'optimisation des sels pour la viabilité hivernale :**

Objectifs : Au delà des apports liés à la circulation routière, les services d'exploitation utilisent des produits susceptibles d'apporter une charge polluante (le sel en viabilité hivernale). Il s'agit donc de vérifier que ces apports ne contribuent pas à une pollution importante de la ressource en eau.

Mise en œuvre : Une démarche qualitative est depuis longtemps mise en œuvre avec l'utilisation de bouillie de sels.

La DIRMC s'engage à fournir au PNRGC les données (au moins hebdomadaire) concernant les volumes utilisés sur l'A75 en indiquant l'entité géographique concernée (Causse du Larzac, Causse Rouge et Causse de Sauveterre).

#### **5) L'assainissement des aires de repos :**

Objectifs : Il s'agit de contrôler la bonne gestion et le bon fonctionnement des systèmes d'assainissement mis en place par le service autoroutier sur les aires de repos. Quatre dispositifs sont concernés pour l'instant : GARRIGUE et LARZAC, sens Clermont-Ferrand et Béziers.

Mise en œuvre : le service SPANC du PNRGC contrôle chaque année ces dispositifs.

#### **6) La formation des agents de la DIRMC :**

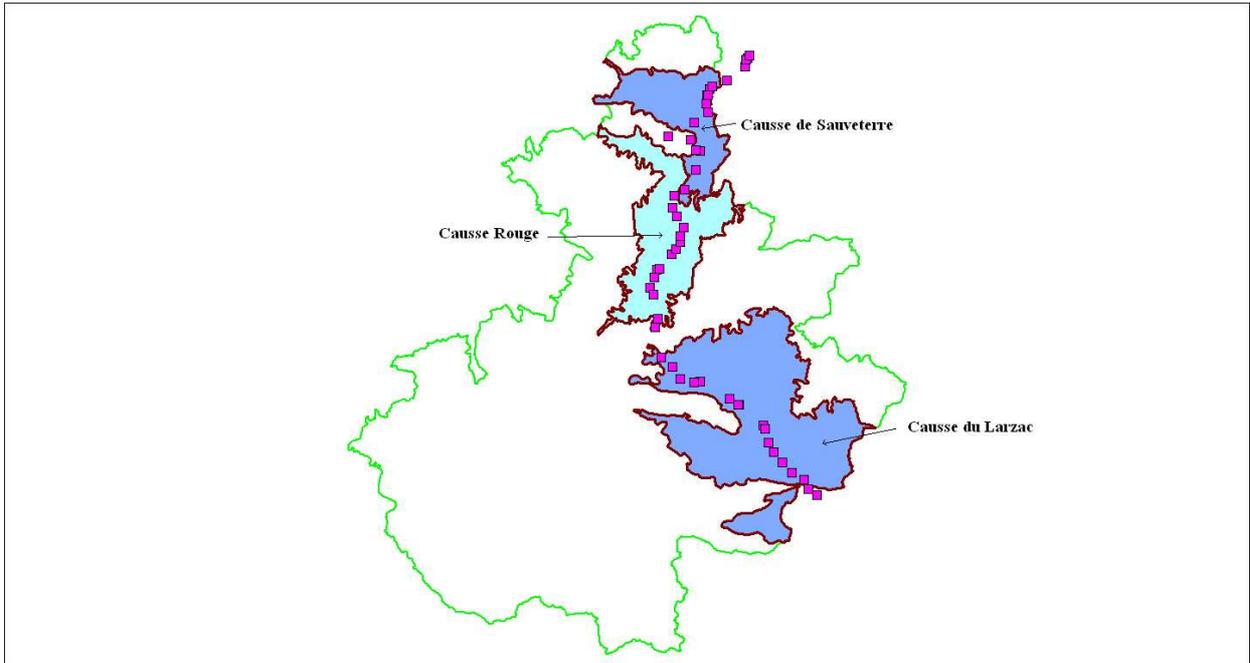
Objectifs : Informer et sensibiliser les agents de la DIRMC à la vulnérabilité du milieu karstique, aux enjeux locaux et aux fonctionnements d'un système karstique, pour la ressource en eau ainsi que pour la préservation de la biodiversité.

Mise en œuvre : Une visite du site de l'Espérelle est à prévoir (captage, station hydrométrique, protection...) ainsi qu'une présentation en salle par les techniciens du PNRGC. Pour la biodiversité, une présentation en salle sera effectuée par les chargés de mission (milieux naturels, paysage,...) du PNRGC après analyse de la démarche du « fauchage raisonné » produit par la DIRMC.

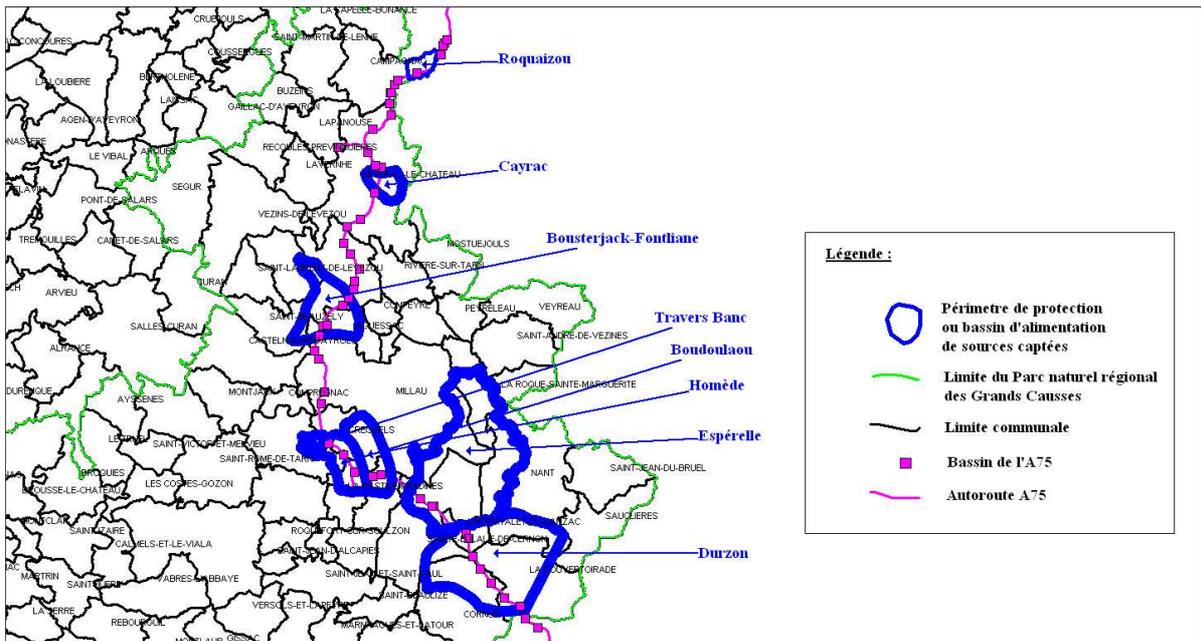
#### **7) L'assistance-expertise du PNRGC auprès de la DIRMC :**

Objectifs : Apporter des conseils sur sollicitation de la DIRMC sur les différents domaines évoqués ci-avant et en particulier sur la préservation de la ressource en eau et l'entretien des dépendances vertes.

Mise en œuvre : Sur sollicitation de la DIRMC, il ne s'agit que de conseil et pas de mission de maîtrise d'œuvre.



Annexe 1 : Carte des Causse concernés par le passage de l'autoroute A 75



Annexe 3 : Carte des périmètres concernés

## Hydrogéologie et Aménagement Durable du Territoire

### Méthode d'évaluation de l'aménagement optimum d'un bassin versant en fonction de la qualité souhaitée de l'eau de son cours d'eau drainant à l'aide d'un 'bilan azote' : Application au bassin versant de la rivière Dourbie (12)

#### 1. Motivations

##### 1.1 Références

- En mars 1980, les services de l'Etat, SRAE, Agence Financière de Bassin Adour-Garonne, ... ont lancé : Objectifs de qualité des rivières, Bassin Lot, Tarn, département de l'Aveyron : *« Compte tenu de la très forte fréquentation touristique de toute cette région, l'objectif 1A(excellent) a été retenu pour tous ces cours d'eau, à l'exception du tronçon de la Dourbie compris entre St Jean du Bruel et la confluence du Durzon : objectif 1B (bon) ».*
- En juin 1996, Loi sur l'Eau, élaboration SDAGE : *« Les dispositions prises par les SAGE en matière de qualité des eaux : ... prennent en compte comme objectifs les valeurs fixées par les actuelles cartes départementales d'objectifs de qualité en attente de leur révision telle que prévue en B3 ».*
- En juin 2005, SAGE Tarn-Amont : *« Sur certains tronçon, les objectifs de qualité qui auraient dû être atteints 10 ans après leur mise en place en 1980, ne le sont toujours pas ... Tendence à 10 ans si l'on ne fait rien : Une dégradation obligatoire de la qualité des eaux superficielles ... Qualité actuelle 1992-1993 : 2 passable ; objectif de qualité minimum pour 2005 : 1B bonne ».*
- En janvier 2011, Contrat de rivière 2010-2014 : *« La loi laisse jusqu'au 30 décembre 2011 aux SAGE anciennes versions pour se mettre en conformité. En parallèle elle leur impose d'être compatible avec le nouveau SDAGE Adour-Garonne 2010-2015 au 31 décembre 2012 au plus tard. Le SAGE Tarn-Amont doit donc être rapidement révisé pour satisfaire aux nouvelles exigences réglementaires ».*

##### 1.2. Conclusion

Durant 31 ans les objectifs de qualité de l'eau de la Dourbie fixés en 1980 n'ont pas été atteints ! La recherche des raisons de cet échec a conduit à proposer une méthode susceptible de remédier à cette incapacité.

## 2. Le bassin versant de la Dourbie

### 2.1 Approche physique et hydrogéologique

Il est constitué de deux grands ensembles : un ensemble karstique et un ensemble de schistes-granite dont la surface totale était mal appréciée jusqu'à présent du fait de la méconnaissance des surfaces et périmètres des systèmes karstiques notamment ceux du Causse Noir.

Actuellement, le bassin de la Dourbie est défini de façon satisfaisante (annexe 1). Sa surface est de 712 km<sup>2</sup> : calcaires 553 km<sup>2</sup> (78%), schistes 51 km<sup>2</sup> (7%) et granite 108 km<sup>2</sup> (15%).

La source de la Dourbie se situe vers 1300 m et se jette dans le Tarn vers 360 m après 70 kms de parcours. Sa pente moyenne est de 1.35%.

Sur ce territoire vivent 6614 habitants.

### 2.2 Aspect administratif

Le bassin s'étend sur :

- 3 départements : Aveyron, Gard, Lozère,
- 3 arrondissements,
- 10 Cantons : Millau-Ouest, Millau-Est, Nant, Cornus, Peyreleau, Alzon, Trêves, Le Vigan, Valleraugue, Meyrueis,
- 28 communes,
- 1 Syndicat Mixte du bassin versant de la Dourbie, pour partie,
- 5 Communautés de communes : Millau Grands-Causse, Larzac templier Causse et Vallées, Vallée de la Jonte, Aigoual, Pays Viganais,
- 2 Parcs : National des Cévennes et Régional des Grands-Causse,
- 3 DDT (Aveyron, Gard, Lozère, 'services Eau et biodiversité',
- ...

Une structure a la vision complète sur ce territoire : L'Agence de l'Eau Adour-Garonne,

Une autre structure a une vision et compétence complète sur ce territoire :

- **le SAGE Tarn-amont.**

## 3. Pourquoi des échecs successifs depuis 30 ans ?

Plusieurs raisons essentielles en sont la cause ; Il n'est raisonnablement pas possible de fixer un objectif de qualité d'eau d'une rivière sans :

1 - Connaître la charge potentielle (CP) sur le bassin versant et/ou souterrain d'un cours d'eau,

- 2 - Evaluer la charge efficace (CP - assainissement) résultante qui est drainée en surface et/ou en souterrain,
- 3 - Connaître précisément par des contrôles réguliers le niveau d'application de la législation en matière de traitement des eaux usées et des déchets urbains et agricoles,
- 4 - Contrôler régulièrement l'efficacité des systèmes de traitement des eaux usées et des déchets urbains et agricoles,
- 5 - Contrôler la charge effective (résultante) émise par le cours d'eau, notamment à proximité amont de sa confluence.
- 6 - Evaluer le pouvoir auto-épurateur du système bassin-versant/cours d'eau

Cette démarche permettrait d'apprécier rationnellement un niveau possible de qualité d'eau du cours d'eau en connaissance des **facteurs moteurs et réducteurs de l'impact final**.

#### 4. Bilan azote

##### 4.1 Secteurs concernés et unité de mesure

Ce bilan a été effectué sur les items suivants :

- 1 - assainissement individuel,
- 2 - assainissement collectif,
- 3 - campings,
- 4 - Agriculture,
- 5 - Forêt,
- 6 - surfaces bâties, routes, divers,
- 7 - élevage.

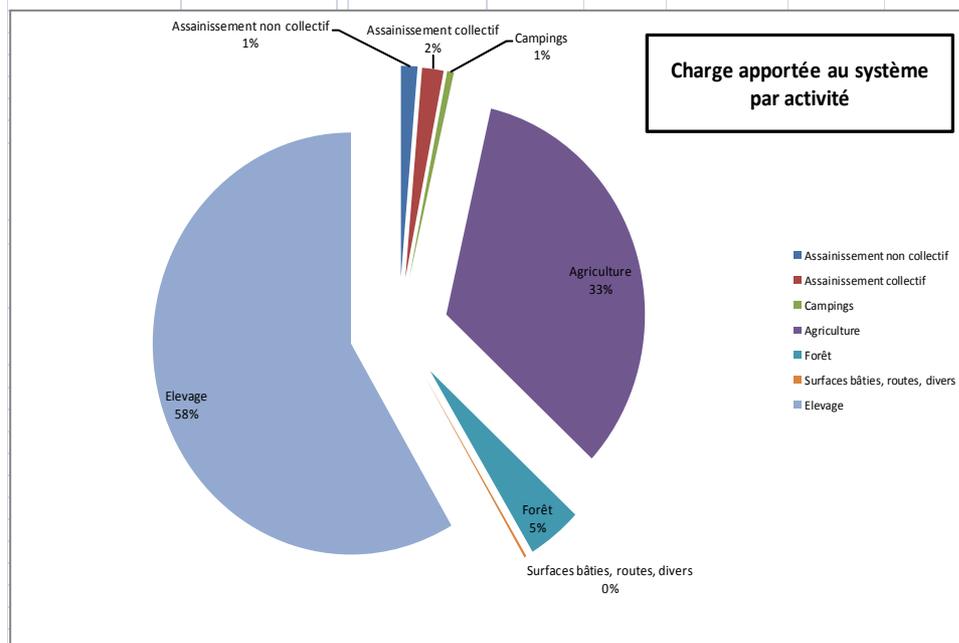
Le bilan azote est évalué en équivalent-habitant (EH) sur la base suivante :

EH	Base de calcul
NK (azote total, N)	15 g/EH/jour
1 EH en azote N/an	5.48 kg/an
1 EH en nitrates NO <sub>3</sub> /an	24.24 kg/an

#### 4.2 Résultats

##### 4.2.1 bilan

	Charge potentielle, EH	Charge apportée au système aquifère (EH)	Ratio % abattement	Ratio % vers aquifère
Assainissement non collectif	4 658	1 956	58,0	42,0
Assainissement collectif	5 124	2 562	50,0	50,0
Campings	1 146	802	30,0	70,0
Agriculture	597 416	49 038	91,8	8,2
Forêt	85 341	6 565	92,3	7,7
Surfaces bâties, routes, divers	387	258	33,3	66,7
Elevage	172 106	86053	50,0	50,0
<b>Total EH</b>	<b>866 179</b>	<b>147 234</b>	<b>83,0</b>	<b>17,0</b>
En tonne d'azote N/an	4 747	807	83	17
En tonne de nitrate NO3- /an	20 996	3 569	83	17



	charge sortant station hydrométrique Monna	Rapport entrée Nitrate/ sortie
Total EH	4 753	
En tonne d'azote N/an	26	
En tonne de nitrate NO3- / an	1 152	3,10

#### 4.2.2 conclusion

Charge apportée au bassin versant	Charge sortant station hydrométrique Monna
147 234 EH	4753 EH
807 T/N/an	26 T/N/an
3569 T/NO3/an	1152 T/NO3/an

**La rivière Dourbie épure donc tout au long de son lit une agglomération de 47500 équivalent-habitants**

### 5 Conclusion du bilan azote

1 - L'objectif de qualité de 1980 n'a pu être atteint du fait que soit :

- la charge sur le bassin d'alimentation de la Dourbie est trop importante,
- la législation en matière d'assainissement n'est pas complètement appliquée,
- les installations d'assainissement ne fonctionnent pas correctement.

2 - Il n'existe aucun service de l'Etat ou de collectivité territoriale susceptible d'assurer par bassin versant la cohérence entre la charge efficace et la qualité de l'eau souhaitée ; l'absence de ce contrôle et de résultats communiqués aux élus est la raison principale de l'échec de ces 30 dernières années.

3 - Les services et élus chargés d'assurer le développement économique mais aussi le développement durable, n'ont souvent pas la vision complète du bassin versant. Une seule structure a cette vision complète en ce qui concerna la Dourbie : Le SAGE Tarn-Amont qui devrait assurer cette fonction manquante avec le Service de l'Eau de la DDT et le PnrGC.

## 6 Preuves de la charge croissante et/ou de l'insuffisance de maîtrise des impacts sur le bassin versant de la Dourbie expliquant l'échec des objectifs qualité de 1980

### 6.1 Evolution des concentrations en azote de sources drainant le causse du Larzac

