



Territoires



Projet Eau et agriculture

Axe 1 : Étude de la ressource en eau

Étude hydrogéologique

Juillet 2025



Rivière la Vis. Crédit photo : ©
Ecolimneau



Étude de la caractérisation de la ressource en eau des territoires des communautés de communes Causse Aigoual Cévennes- Terre solidaire et du Pays Viganais

Maître d'ouvrage : CC Causse Aigoual Cévennes-Terre Solidaire

Financement : CC Causse Aigoual Cévennes- Terre Solidaire, CC du Pays Viganais, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Département du Gard

Historique des versions du document

Version	Date	Rédaction
V1	15/07/2025	ECOLIMNEAU – RIEau-TERRITOIRES
V2	10/12/2025	ECOLIMNEAU – RIEau-TERRITOIRES suite remarques cotech

Affaire suivie par

Quentin Choffel – Ecolimneau-Mandataire

Tél. : 07 78 19 98 95

Mail : qchoffel@ecolimneau.fr

Ecolimneau – 1 rue du Moulin à Huile, 34725 SAINT ANDRE DE SANGONIS

Rapport	Nom	Date
Établi par	Armand Darbellay et Quentin Choffel (Ecolimneau), Hervé Chapuis et Guilhem de Crozals (RIEau), Romain Garcia (Territoires)	15/07/2025
	Remarques du COTECH du 26/11/2025	
Validé par	Quentin Choffel	22/12/2025

Mots-clefs : Cévennes, hydrologie, hydrogéologie, eau, ressources, climat, environnement

Résumé

Le présent rapport est la partie hydrogéologique, hydrologique et social de l'étude de l'axe 1 de la caractérisation de la ressource en eau du projet « Eau et agriculture » porté par les communautés de communes Causse Aigoual Cévennes- Terre Solidaire et le Pays Viganais.

L'axe 1 consiste à la caractérisation hydrologique, hydrogéologique et sociologique de la ressource en eau sur le territoire. L'axe 2 constitue l'étude des besoins agricoles actuels et futurs du territoire, et l'axe 3 concerne la science participative et citoyenne. Ce rapport ne concerne que l'axe 1 de l'étude.

L'objectif complet de l'axe 1 est d'effectuer une synthèse bibliographique de la connaissance sur la ressource en eau du territoire afin de mieux la caractériser et de comprendre les enjeux et vulnérabilités du territoire. L'analyse est effectuée sur les ressources en eau souterraines et superficielles du territoire. L'analyse est complétée par une analyse sociologique réalisée à partir d'entretiens, d'échanges et d'ateliers avec les différents acteurs de l'eau du territoire.

Cette synthèse est complétée par la récupération de plus de 45 données géographiques afin de réaliser un Système d'Informations Géographiques (SIG) à destination des agents des deux communautés de communes afin de faire vivre cette étude et de construire un réel outil d'aide à la décision pour les élus.

Le rapport a été réalisé avec plus de 80 références bibliographiques classées et en réalisant notamment, 65 fiches de lecture, pour permettre d'aller plus loin sur des thématiques spécifiques. Dans le cadre de l'étude et présentés dans le rapport sociologique, 58 personnes dites « ressources », ont été interrogées par mail ou téléphone et 24 ont été interrogées lors d'un entretien semi-directif.

Résumé	3
Introduction	5
1. Hydrogéologie de la zone d'étude	5
1.1 Contexte hydrogéologique général	5
1.1.1 Hydrogéologie générale du socle	7
1.1.2 Hydrogéologie générale du karst	8
1.2 Découpage de la zone d'étude en 2 zones pour l'analyse hydrogéologique	10
1.3 Présentation de la zone 1 : DG125 & DG106 (transition socle/karst)	12
1.3.1 Masses d'eau et disponibilité des données	12
1.3.2 Hydrogéologie	14
1.3.3 7. Traçages artificiels	21
1.3.4 Points clés de la partie DG 125 & 106	23
1.4 Présentation de la zone 2 : DG601 - DG602 - FG009A & DG532 (socle)	23
1.4.1 Masses d'eau et disponibilité de la ressource	23
1.4.2 Hydrogéologie	25
1.4.3 Prélèvements d'eau	28
1.4.4 Points clés des Meso DG532, 601, 602 et FG009A	33
2. Recommandations	37
2.1.1 Recommandations pour préciser les ressources en eau souterraines en fonction des besoins	37
3. Conclusions générales	41
4. Bibliographie :	43
Annexe 1 :	47

Introduction

La présente étude concerne l'analyse de la ressource en eau du versant Méditerranéen des deux communautés de communes Causse Aigoual Cévennes- Terres Solidaires et du Pays Viganais. Cette analyse est basée sur un recueil bibliographique issu de données existantes et en lignes, ainsi que de données et rapports échangés directement lors d'entretiens ou d'échanges avec les parties prenantes. Ce rapport est une analyse bibliographique qui a pour objectif de porter à connaissance les données existantes sur le territoire en lien avec la ressource en eau et d'en effectuer une synthèse. Le but n'est pas la création de nouvelles sources de données et d'informations mais uniquement son archivage et sa description.

Afin de réaliser cette synthèse bibliographique, nous nous sommes appuyés sur 74 documents en hydrologie et hydrogéologie, avec la réalisation de 64 fiches de lecture synthétiques, et interrogé 23 personnes via un entretien semi-directif afin de percevoir leur analyse du territoire et d'obtenir plus de données¹.

La finalité de l'étude étant la mise en place d'un système d'informations géographiques (SIG) commun, plus de 40 données géographiques ont été récoltées et intégrées à la base de données. Cet outil est un élément en construction et en perpétuelle mutation afin de devenir un outil d'aide à la décision pour les acteurs et élus du territoire.

L'analyse hydrologique et hydrogéologique a permis de mettre en avant les éléments structurants du paysage hydrographique du territoire. Avec des secteurs géologiques variés, sur socle cristallin, sur roches métamorphiques et sédimentaires parfois karstiques, les réponses hydrologiques des cours d'eau en sont tout autant spécifiques. Le patrimoine hydraulique fort des Cévennes et l'occupation du sol et les usages de l'eau associés en font un territoire particulier. De nouvelles dynamiques des usages de l'eau (baignade, loisirs) se croisent avec des usages anciens (béals, tancats) plus en lien avec l'irrigation et la gestion de l'eau. Enfin, l'enjeu majeur reste l'alimentation en eau potable des villes et villages du secteur dont certains ont un accès restreint. A l'avenir, la question de la ressource en eau se pose également, avec une crainte de voir baisser les ressources pour l'eau potable et grandir les besoins de ressource en eau pour l'agriculture. Avec la baisse des débits généralisée, à des vitesses variées selon les secteurs et la géologie, la ressource en eau connaît une pression grandissante.

Afin de réaliser cette synthèse bibliographique, nous nous sommes appuyés sur 74 documents en hydrologie et hydrogéologie, avec la réalisation de 64 fiches de lecture synthétiques et interrogé 23 personnes via un entretien semi-directif pour percevoir leur analyse du territoire et d'obtenir plus de données.

1. Hydrogéologie de la zone d'étude

1.1 Contexte hydrogéologique général

L'emprise du secteur d'étude qui englobe les communautés de communes Causse Aigoual Cévennes - Terres solidaires et du Pays Viganais est située en partie sur le bassin versant méditerranéen et sur le versant atlantique.

Les entités géologiques marquantes de cette zone d'étude sont les suivantes :

¹ L'ensemble des personnes rencontrées sont présentées en Annexe 4

- les vallées cévenoles granitiques et schisteuses où l’Hérault prend sa source, voir Figure 1.
- les formations calcaires karstifiées du Jurassique : causses et cirque de Navacelles. Ces formations jouent le rôle de « châteaux d’eau » naturels sur le Haut bassin de l’Hérault. La Vis est une rivière reconnue pour sa qualité (labellisée « Rivière en bon état » par l’Agence de l’Eau Rhône Méditerranée Corse) et traverse aisément cette zone karstique aux abords du cirque de Navacelles.
- les formations intermédiaires du Trias entre le socle et le karst. Les affluents qui s’écoulent sur ces formations proviennent du nord (sources plutôt acides dues aux milieux granitiques) comme le Coudoulous et l’Arboux, mais d’autres proviennent du sud (sources calcaires venant des Causses) comme la Glèpe ou le Coularou.

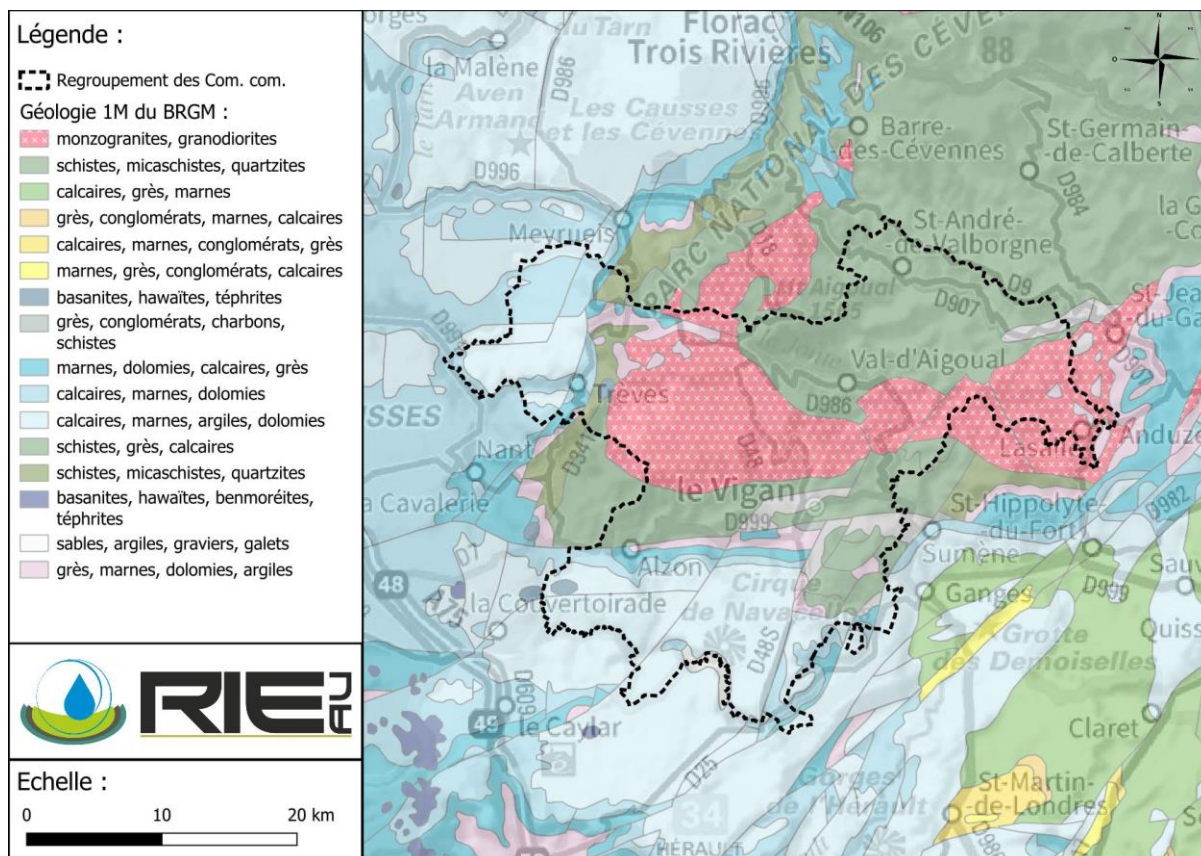


Figure 1 : Géologie du secteur d'étude (fond de carte IGN Scan1000®)

1.1.1 Hydrogéologie générale du socle

Le socle cristallin est par nature non aquifère. Néanmoins, par endroit, une nappe d'eau souterraine perchée à très faible profondeur (jusqu'à 10-15 m) peut apparaître. La formation encaissante de cette nappe d'eau souterraine forme une zone appelée l'arène granitique.

Cette dernière permet aux eaux de s'infiltrer et circuler à la faveur de la fissuration et érosion de la roche. Ainsi, pour les besoins en eau (consommation, irrigation ...) et leur acheminement, ces formations sont incisées via des tranchées drainantes.

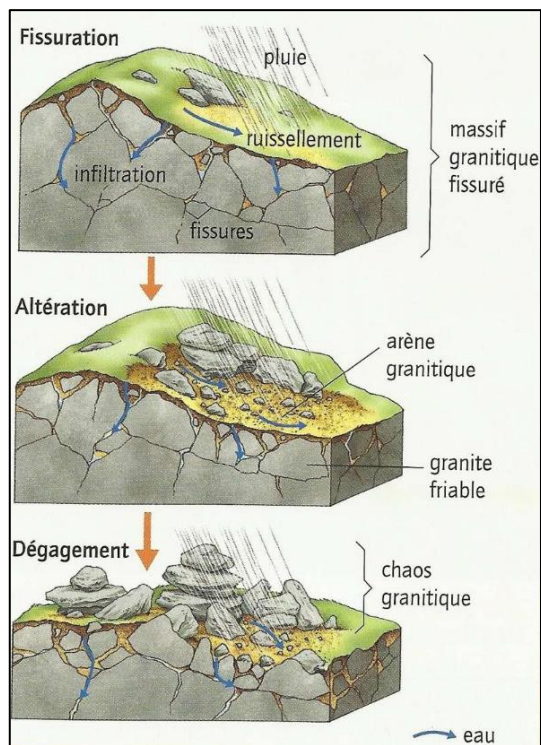


Figure 2 : Formation de l'arène granitique (source internet : géocaching)

Les colluvions d'arène granitique se déposent et s'accumulent généralement dans les dépressions, principalement dans la partie amont des thalwegs. Cette accumulation crée de petits aquifères capacitifs qui collectent les émergences et griffons voisins. Dans une moindre mesure, ces formations peuvent également servir de soutien à l'étiage des cours d'eau.

Au droit du socle, le régime hydrologique des cours d'eau est directement influencé par les précipitations. En effet, l'eau pluviale va majoritairement ruisseler. Celle-ci sera contrainte par des aménagements anthropiques (retenues, barrages, fossés drainants), mais très peu impactée par l'infiltration. Comme évoqué précédemment, les formations géologiques, en partie amont des bassins versants, ne forment pas de véritables aquifères.

L'absence d'eau souterraine, de nappe phréatique, dans ces formations peu perméables, ne permet pas un soutien d'étiage en période de basses eaux. Ce contexte hydrogéologique favorise les étiages sévères, voire des assecs par endroit. Du fait qu'il n'y ait pas ou peu d'échanges nappe - rivière, les formations géologiques locales ne tamponnent pas le ruissellement causé par un épisode pluvieux. Ainsi, les eaux précipitées s'accumulent plus ou moins rapidement, en fonction de l'intensité de la pluie, et génèrent des crues, notamment en période de hautes eaux. Les bassins versants sont donc réactifs en fonction des intensités des épisodes pluvieux.

1.1.2 Hydrogéologie générale du karst

secteur d'étude est concerné par des formations calcaires karstifiées tabulaires, faiblement tectonisées. Ce sont les parties Ouest et Sud du secteur d'étude qui sont concernées par de la karstification.

En région calcaire, notamment karstifiée, les relations sont en général fortes entre les circulations d'eau en surface et les circulations souterraines.

Suivant les situations hydrologiques et climatiques, les cours d'eau peuvent connaître des pertes de débit au profit des écoulements souterrains ou, à l'inverse, connaître des gains du fait des apports par des venues d'eau souterraine diffuses ou des sources karstiques localisées, dont les débits peuvent être considérables.

D'un point de vue quantitatif et d'une manière générale, les cours d'eau sont souvent très sensibles aux phénomènes d'assèchements quand ils passent sur des formations calcaires. Ces phénomènes peuvent être accentués par les prélèvements sur le bassin versant en amont de la zone d'assèchement, mais aussi dans les aquifères calcaires directement en relation avec le cours d'eau qui peut se tarir complètement.

D'un point de vue qualitatif, ces mêmes cours d'eau vont être aussi dépendants de la qualité des eaux apportées par les sources karstiques. Les apports de ces sources se caractérisent également par des températures qui varient assez peu dans le temps (si celles-ci ne sont pas alimentées par des pertes d'écoulements superficiels trop importants ou proches). En comparaison avec la température des eaux des cours d'eau qu'elles alimentent, ces sources sont plus fraîches l'été et plus chaudes l'hiver.

On voit donc que la connaissance et la compréhension des interactions entre le cours d'eau et le massif calcaire qu'il traverse sont un préalable indispensable pour préserver ou restaurer les équilibres, tant dans le compartiment superficiel que souterrain.

Le paysage karstique

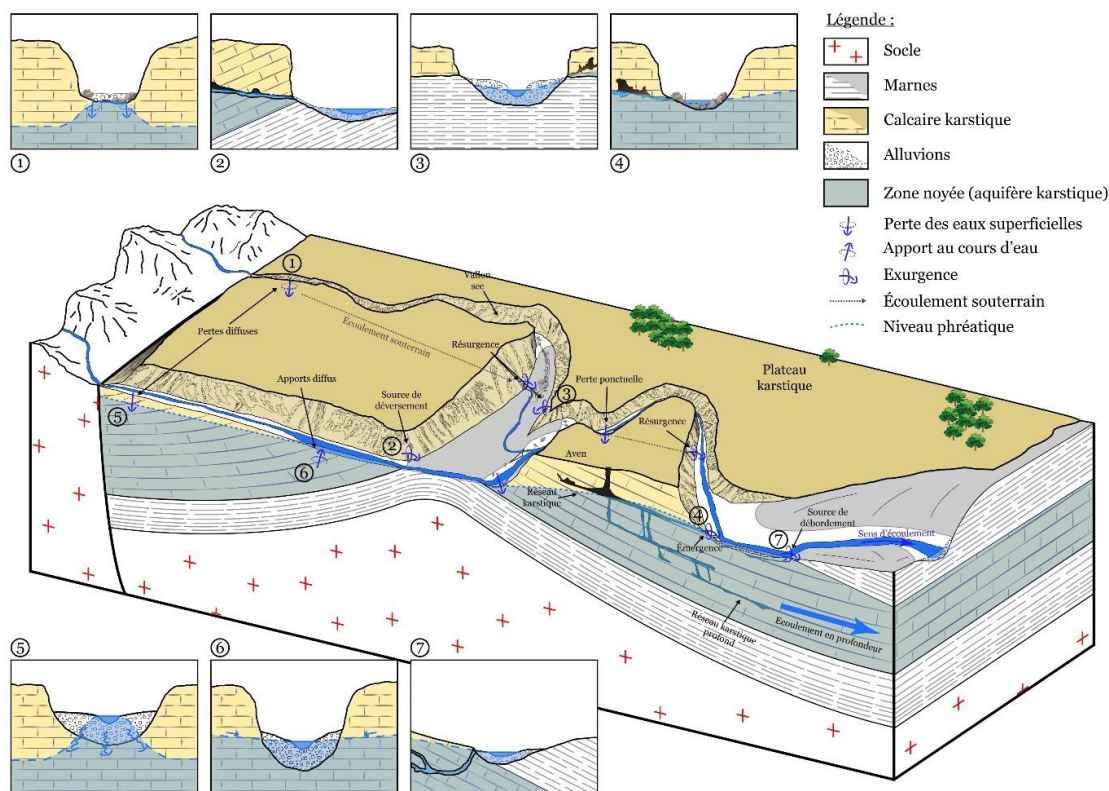


Figure 3 : Diversité des échanges hydrauliques dans le cas d'un plateau calcaire traversé par des cours d'eau (Chapuis et al., 2022)

Au niveau du plateau karstique, l'infiltration des eaux précipitées, modèle la formation calcaire en quelques centaines ou milliers d'années et laisse apparaître des géomorphologies typiques d'un paysage karstique tels que des dolines et lapiaz au niveau de l'exokarst, voir Figure 3. Plus en profondeur, ces eaux infiltrées s'écoulent à travers le réseau de karstification qui se développe préférentiellement au niveau de fissures, failles... et développent des formes souterraines de types grottes, drains ou conduits. Ces réseaux karstiques sont parfois connectés directement ou indirectement au cours d'eau, via la formation de sources positionnées dans le lit de la rivière, à son niveau de base ou perchées. L'eau souterraine se trouve ainsi contenue dans la roche, l'aquifère, dans des vides de toutes dimensions, des pores micrométriques aux galeries noyées pluri-décamétriques.

Hydrodynamisme

L'hydrodynamisme karstique peut être abordé en fonction des grands types de porosité qui permettent le transit des eaux dans le karst. En l'occurrence, le milieu karstique est à double, voire même triple porosité (Worthington, 1999). La Figure 4 illustre cette triple porosité, elle représente ainsi des vides de différentes dimensions par lesquels les eaux peuvent s'infiltrer.

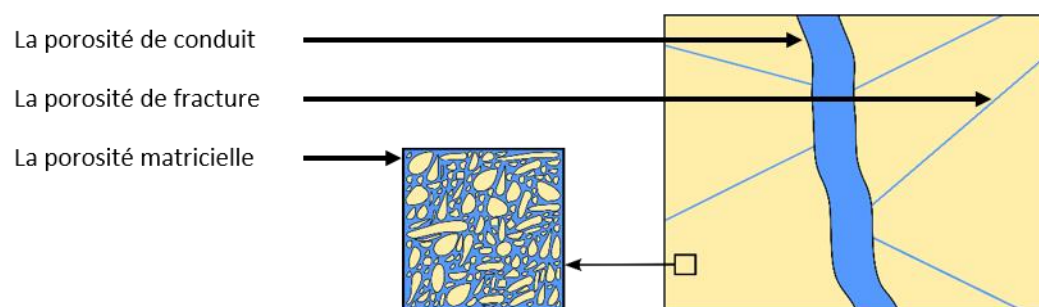


Figure 4 : Triple porosité du Karst (dans Chapuis et al., 2022 ; d'après Carrière, 2014)

Selon les vides par lesquels les eaux s'infiltrent, la vitesse de transfert est plus ou moins rapide. En fonction des différents types de porosité rappelés détaillés plus haut, on peut distinguer deux grands types d'écoulement (Bailly-Comte, 2008) :

- les écoulements lents, qui se produisent au sein des fissures et éventuellement de la matrice rocheuse ;
- les écoulements rapides, qui se produisent à travers les conduits.

Les fissures, qui sont de minces interstices dans la roche, ne permettent qu'un transfert lent des eaux de la surface vers la profondeur et la zone saturée. À l'inverse, les fractures et les conduits, qui constituent des vides de plus grandes tailles, peuvent autoriser des transferts plus rapides s'ils sont bien développés. Au gré d'évènements pluvieux intenses, certains drains fossiles peuvent se remettre en charge, comme l'illustre la Figure 5. Ainsi, la façon dont les eaux circulent dans le karst dépend aussi de son état de saturation en eau. Un « effet piston » peut également survenir lorsqu'une onde de précipitation chasse les eaux stockées dans la zone noyée (Mudry, 1990).

La Figure 5 montre également que l'hydrodynamisme du karst détermine l'hydrodynamisme des sources karstiques. Il est d'ailleurs pertinent de s'intéresser à la sortie du système karstique, car elle est relativement facile à observer. Cette observation permet de déduire des informations sur les processus hydrologiques qui ont lieu au sein du massif, où l'accès est plus malaisé, voire impossible. Il est donc utile de garder à l'esprit deux grands types de sources au régime hydrologique distinct :

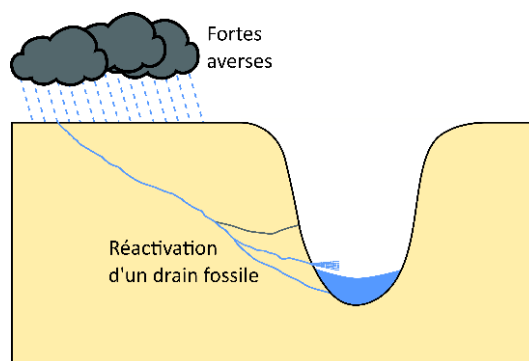


Figure 5 : Abaissement du niveau de base et creusement de conduit (Chapuis et al., 2022)

- les sources pérennes, qui s'écoulent tout au long de l'année hydrologique.
- les sources temporaires, qui ne s'écoulent qu'à la faveur des hautes eaux, lesquelles peuvent réactiver certains drains non sollicités en temps normal.

Il est parfois observé que la réactivation de certains drains en période de hautes eaux ou lors d'un épisode pluvieux intense achemine les eaux souterraines dans une nouvelle direction. En effet, au cours du temps, la karstification a pu se faire dans plusieurs directions, avec parfois, comme niveau de base, un cours d'eau différent à l'actuel. Ainsi, en fonction du contexte hydrologique, les écoulements souterrains peuvent présenter une diffifluence.

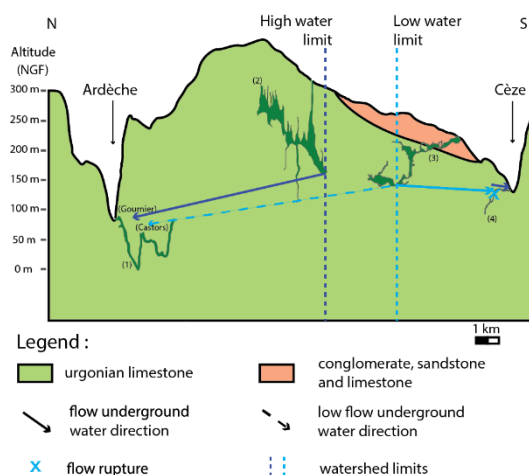


Figure 6 : Diffifluence des écoulements souterrains (Chapuis et al., 2017)

1.2 Découpage de la zone d'étude en 2 zones pour l'analyse hydrogéologique

Le secteur d'étude recoupe six masses d'eau souterraine (MESO), telles que définies par la directive cadre sur l'eau (Figure 7).

Afin de faciliter l'analyse, les MESO ont été regroupées en trois ensembles cohérents du point de vue hydrogéologique. Le groupe 1 contient les zones de transition entre le socle et le karst avec les MESO FRDG106 et FRDG125, voir Figure 7, qui sont caractérisées par une géologie intermédiaire avec au Nord, les formations cristallines (socle) et au Sud, les systèmes karstiques. Le groupe 2 comporte le socle cévenol avec les MESO : FRDG601, FRDG602 et FRDG009A qui sont composées principalement de formations métamorphiques et magmatiques (schistes et granites).

FRDG106

La masse d'eau souterraine FRDG106 se situe dans un contexte géologique marqué par des formations calcaires et karstiques, typiques des régions méditerranéennes. Sa structure est souvent compartimentée par des failles et des plis, ce qui influence fortement la circulation des eaux souterraines et la formation de réservoirs souterrains. Les aquifères sont généralement constitués de calcaires fissurés, favorisant une infiltration rapide des eaux de pluie et la formation de réseaux karstiques complexes. Cette géologie confère à la masse d'eau une grande variabilité piézométrique et une sensibilité aux recharges saisonnières.

FRDG125

La masse d'eau souterraine FRDG125 est caractérisée par une structure multicouche, où alternent des formations géologiques aquifères (calcaires, conglomérats, sables) et des niveaux peu perméables (argiles). Cette alternance crée des conditions hydrogéologiques variées, avec des écoulements souterrains parfois lents et des zones de stockage importantes. Les massifs calcaires, notamment ceux du Crétacé inférieur, jouent un rôle majeur dans la constitution de la ressource en eau, tandis que les formations argileuses limitent les échanges avec les autres aquifères ou les eaux de surface.

FRDG601 et FRDG602

Les masses d'eau FRDG601 et FRDG602, bien que moins documentées dans les résultats disponibles, s'inscrivent généralement dans des contextes géologiques similaires aux autres masses d'eau du bassin Rhône-Méditerranée. Elles sont souvent délimitées par des critères géologiques et hydrogéologiques, avec des aquifères constitués de roches poreuses ou fissurées (calcaires, grès, alluvions), permettant une circulation active des eaux souterraines. Leur structure peut être influencée par des failles ou des limites hydrogéologiques naturelles, comme des cours d'eau ou des changements lithologiques.

FRDG009A

La masse d'eau souterraine FRDG009A, située dans le bassin Adour-Garonne, présente une double composante géologique : d'une part, des formations sédimentaires (alluvions, molasses, calcaires) propices au stockage et à la circulation des eaux souterraines, et d'autre part, une partie en socle cristallin (roches magmatiques ou métamorphiques). Dans le socle, la perméabilité est principalement liée à la fracturation et à l'altération superficielle des roches, créant des réseaux de fissures et de diaclases qui permettent une circulation localisée des eaux. Ces aquifères de socle, bien que généralement moins productifs que les formations sédimentaires, peuvent jouer un rôle intéressant dans la recharge et la distribution des ressources en eau, notamment dans les zones où les formations superficielles sont peu épaisses ou absentes. La structure hydrogéologique de FRDG009A est donc marquée par une hétérogénéité entre zones sédimentaires poreuses et zones cristallines fissurées, influençant la dynamique et la disponibilité de la ressource en eau. Cette classification permet de structurer l'analyse et de simplifier l'interprétation des fonctionnements hydrogéologiques à l'échelle du territoire étudié.

Le massif des Cévennes, d'origine très ancienne, a été affecté par les orogénèses hercynienne puis alpine, engendrant un réseau complexe de failles et de plis. La crise messinienne, quant à elle, a favorisé le développement des réseaux karstiques situés au Sud du secteur.

Bien que certaines études se situent en dehors des limites strictes du périmètre d'étude (notamment au sud dans le département de l'Hérault), elles portent sur des MESO adjacentes. Ces données ont donc fait l'objet d'une extrapolation afin d'enrichir l'analyse du secteur principal.

Sur le plan lithologique, les formations rencontrées varient selon les groupes géologiques : dans les Causses et les zones karstiques, on retrouve essentiellement des calcaires, dolomies et argiles. Dans les zones de socle, les formations sont principalement constituées de schistes et de granites métamorphisés.

Trois cours d'eau principaux sont présents dans le secteur d'étude. Ces cours d'eau et leur bassin versant ont fait l'objet d'études : l'Arre, la Vis, et l'Hérault.

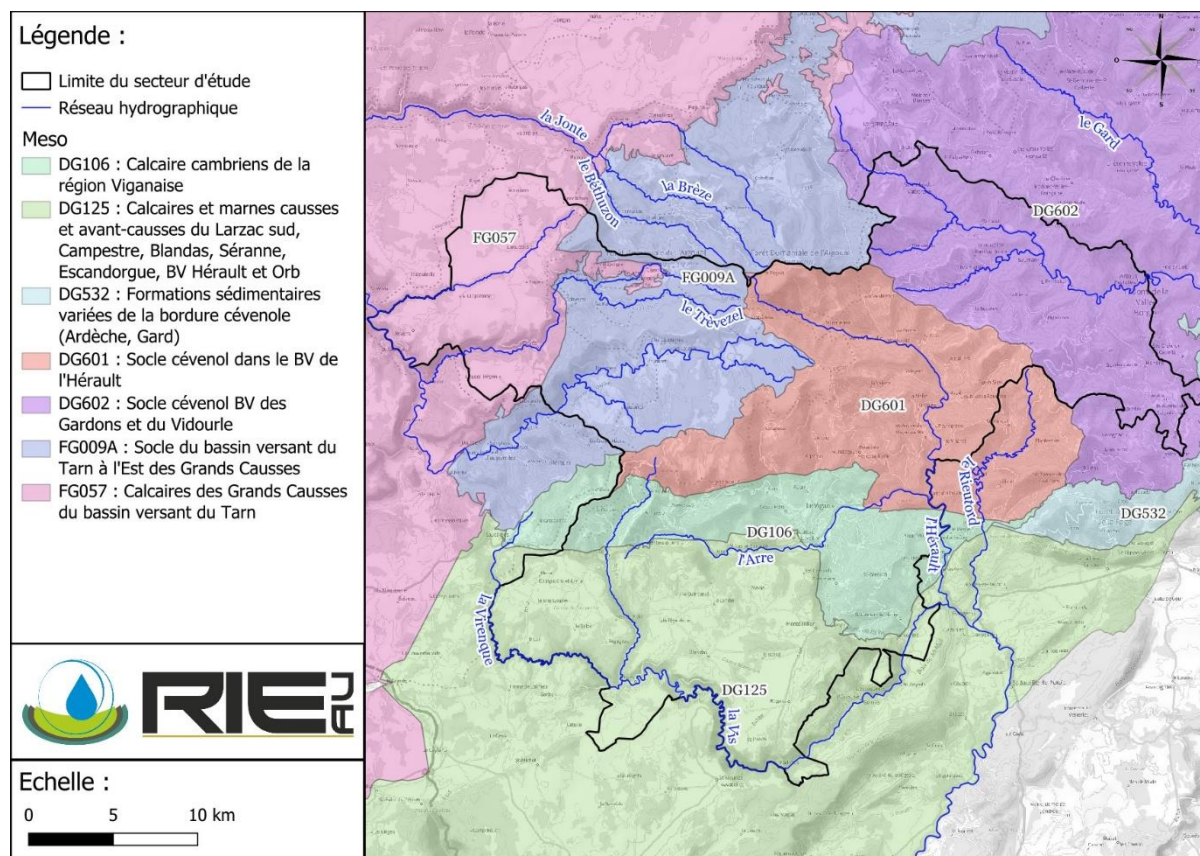


Figure 7: Carte des masses d'eau souterraine

1.3 Présentation de la zone 1 : DG125 & DG106 (transition socle/karst)

1.3.1 Masses d'eau et disponibilité des données

Les deux masses d'eau souterraines de cette zone sont situées dans la partie Sud du regroupement des communautés de communes, voir Figure 8. Elles marquent la transition entre le socle cévenol au Nord et le réseau karstique au Sud. La MESO FRDG106 (calcaires cambriens de la région viganaise) est à la limite entre les deux formations, tandis que la MESO FRDG125 se situe déjà dans les karsts. La partie du regroupement des com. com. comportant ces deux masses d'eau comporte 25 fiches de synthèse et 4 cartes géologiques. Parmi ces 25 fiches, 6 décrivent la zone de manière générale (climat, prélèvements d'eau, changement climatique) tandis que les 19 autres fiches se concentrent sur l'hydrogéologie. La majorité des 19 fiches concerne la masse d'eau souterraine FRDG125 (calcaires et marnes causses et avant-causses du Larzac sud, Campestre, Blandas, Séranne). La masse d'eau FRDG106 est moins documentée, mais des mesures piézométriques sont recensées et disponibles sur la période 2011-2024 (Mikolasek).

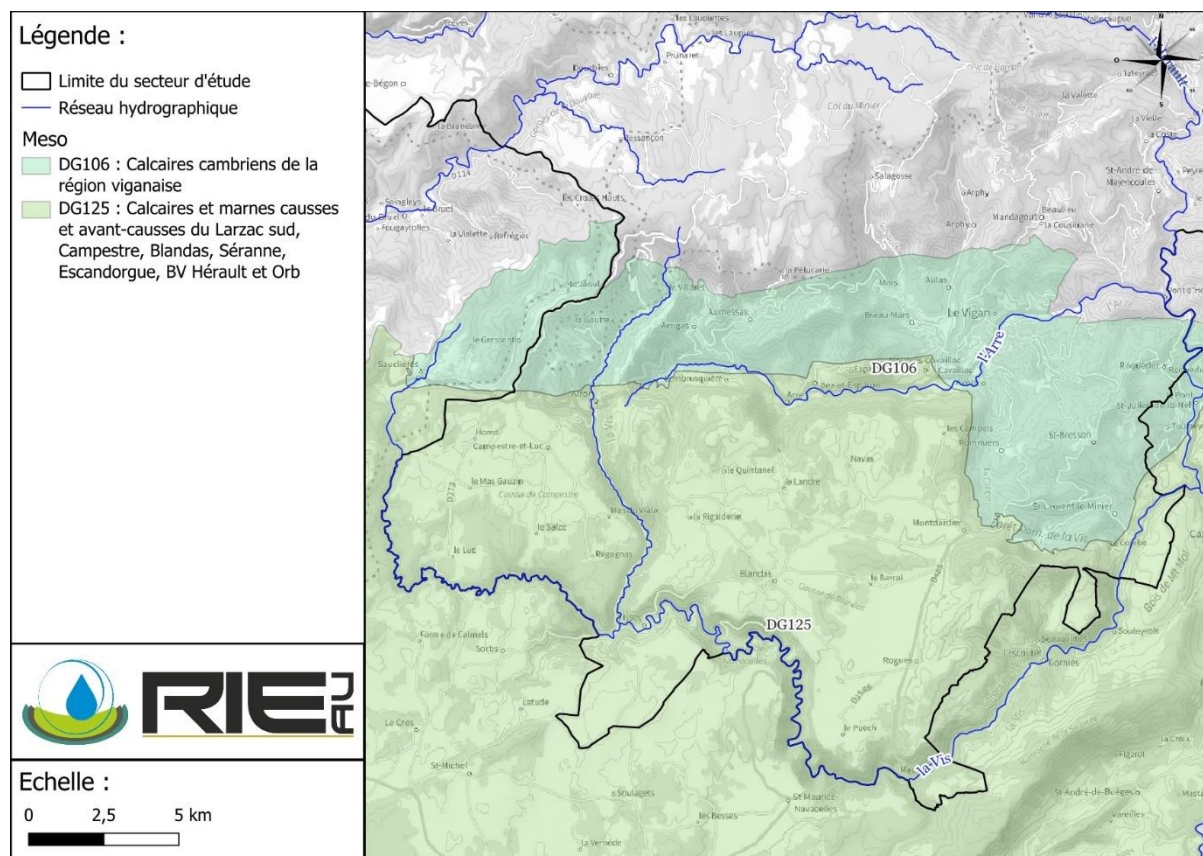


Figure 8 : Emprise des masses d'eau FG106 et 125 par rapport au secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

Plusieurs documents apportent des informations précises pour l'analyse hydrogéologique du secteur. Parmi ceux-ci, on trouve notamment le suivi piézométrique du Vigan (Mikolasek, 2024), qui fournit des données récentes et précises (dans la masse d'eau FRDG106) sur l'évolution des niveaux d'eau dans cette zone, ainsi que le traçage de l'aven du Cochon² qui est complété par d'autres traçages artificiels de la base de données BD Traçages du BRGM et analysé dans la thèse de C. Baral (2024). Les données spéléologiques et instrumentales recueillies sur la source du Foux de la Vis (Villeméjeanne et clubs de spéléologie, 2011) sont particulièrement pertinentes en raison de l'importance de cette source pour l'alimentation en eau potable ainsi que pour le soutien des débits en aval. La zone d'étude relative à la masse d'eau DG125 et son suivi piézométrique réalisé respectivement en 2021 et 2022 par le Conseil Départemental de l'Hérault (CD34) sont localisés dans le département de l'Hérault, mais cette masse d'eau recouvre partiellement la zone d'étude délimitée par les deux communautés de communes. Les cartes géologiques et leur notice explicative fournissent une base d'informations essentielle sur la géologie et l'hydrogéologie régionale. L'Étude des Volumes Prélevables (EVP, 2016) et le Plan de Gestion des Ressources en Eau (PGRE, 2018) apportent des données actualisées sur les prélèvements d'eau. Ces études sont aussi basées sur le département de l'Hérault, mais se réfère à la masse d'eau DG125. En plus de ce rapport, les données de la BSS du BRGM et de la BNPE permettent un affinement des connaissances sur ce secteur, notamment en profondeur. Pour l'analyse chimique des eaux souterraines, le rapport d'étude du CD de l'Hérault (2021), sur la qualité des eaux dans le département de l'Hérault et l'étude sur la masse d'eau FRDG125 sont analysés.

² Traçage artificiel réalisé par le CD 34 à la demande de la Communauté de Communes Lodévois et Larzac (CCLL) avec l'aide sur le terrain des spéléos via l'Observatoire du Karst

1.3.2 Hydrogéologie

Dans cette sous-partie, une première analyse sur la géologie a été réalisée, suivie de l'analyse hydrogéologique. Pour ce faire, les cartes géologiques au 1/50 000, le suivi piézométrique du Vigan (Mikolasek, 2024) et l'étude de la masse d'eau DG125 (2022) ont particulièrement été utilisées.

La formation de grands accidents tectonique lors de l'orogénèse varisque : faille des Cévennes et faille de la Séranne (faille d'Alzon en tardi-hercynien) structure l'ensemble de ce secteur. Ces structures ont pu être réactivées soit par des distensions lors du Trias et du Jurassique (Bodeur et al., 1979) soit par décrochements senestres et des microfailles inverses lors de la phase pyrénéenne. Le faisceau cévenol (NE-SW) joue un rôle important dans l'organisation des différentes unités avec un cloisonnement possible entre unités géologiques ou bien avec la favorisation de pertes/exutoires ou le blocage des eaux. Ce secteur est composé de deux structures géologiques différentes avec d'une part le socle composé de granite ou de roches métamorphisées et d'autre part les karsts avec des calcaires et dolomies.

L'hydrodynamisme sera différent selon le type de roche. Quelques sources avec des débits inférieurs au L/s émergent du socle, soit en lien avec des zones arénisées, soit en lien avec des fractures et des filons : Esperou, Dourbies, Val d'Aigoual (cartes géologiques de Nant et Le Caylar).

Pour le système karstique, les réservoirs principaux sont présents dans le calcaire du Jurassique et les débits sont nettement supérieurs au socle avec notamment des sources notables, telles que les sources : Foux de la Vis, Brissac, Cents Fonts, Isis, etc. Les zones de pertes et de résurgences des eaux sont souvent contrôlées par les failles majeures (Séranne, Cévennes) qui drainent les eaux souterraines. À l'ouest du secteur, un axe se forme avec les villages de des Rives-le-Caylar- la Couvertoirade (Alabouvette, B. et al., 1988) qui est tributaire du bassin atlantique (avec un drainage des apports souterrains par les affluents du Tarn). La Lergue, la Vis et l'Arre alimentent quant à elle le bassin méditerranéen.

La karstification des Cévennes est encore active, laissant présager une possible concentration des écoulements en faveur de quelques exutoires.

Suivi piézométrique

Le fonctionnement hydrogéologique des zones étudiées à un comportement typique des systèmes karstiques. Ces derniers se caractérisent par une recharge saisonnière à partir de l'automne jusqu'en hiver, suivi d'une phase de vidange jusqu'à la fin de l'été. Toutefois, les récentes observations montrent que ce cycle peut être perturbé. En effet, sur le forage du Coularou (Mikolasek, 2024), voir Figure 9, aucune recharge n'a été observée à l'automne 2022, ce qui a entraîné une baisse prolongée du niveau de la nappe durant toute l'année 2023. Ce n'est qu'au printemps 2024 que la nappe s'est de nouveau rechargée.

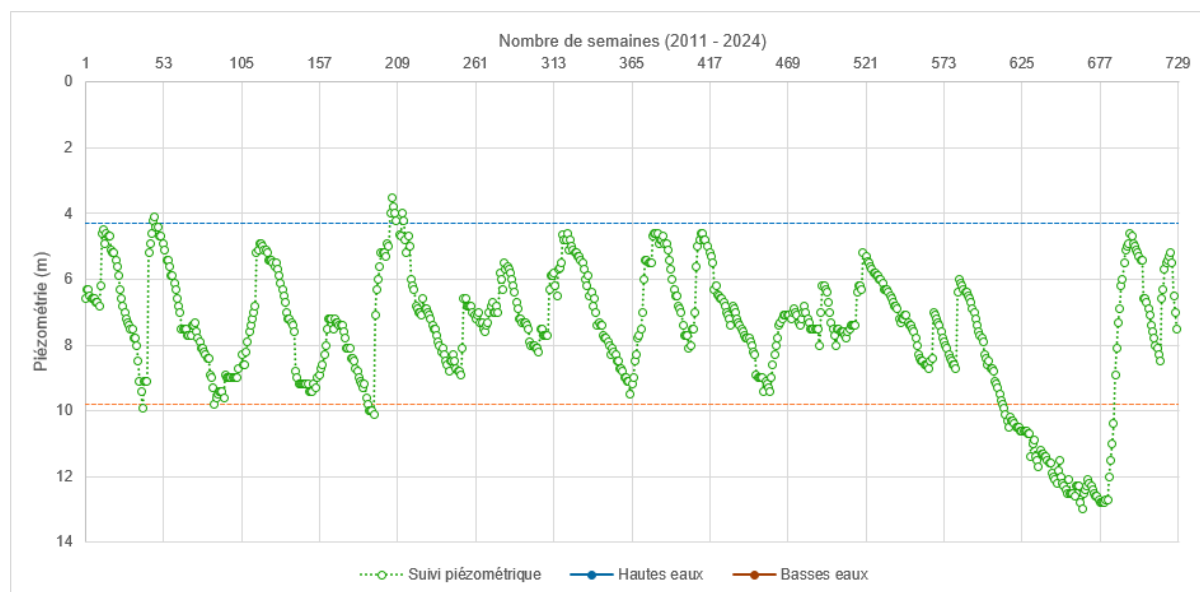


Figure 9 : Suivi piézométrique du Coularou entre 2011 et 2024 (Mikolasek, 2024)

La résurgence du Foux de la Vis, située à la frontière entre le Gard et l’Hérault, fournit un excellent exemple du comportement dynamique d’un karst drainant. Elle montre une réponse très rapide (moins de 24 heures) aux précipitations, ce qui atteste de l’existence d’un épikarst proche et bien connecté (Danneville, 2011). Deux montées successives des niveaux piézométriques y ont été observées à la suite d’épisodes pluvieux, ce qui suggère soit l’existence de deux réseaux perméables distincts, soit d’une sectorisation géographique des drains. De plus, une hausse de température des eaux précède les montées de niveaux piézométriques, ce qui peut être interprété comme l’effet "chasse d’eau" : les eaux superficielles, plus chaudes, percolent en premières suivies par des eaux profondes plus froides. Enfin, la courbe de décrue lente et régulière du Foux de la Vis confirme la présence d’un réservoir poreux à drainage lent probablement situé dans la zone de battement.

Le manque de rapports d’hydrogéologue agréé disponibles dans cette zone ne permet aucune conclusion globale sur l’hydrogéologie de la zone 1. Les seules informations pertinentes de la BSS du BRGM sont que les écoulements d’eau se propagent dans les failles profondes dans les dolomies et les calcaires. De plus, deux écoulements souterrains dans le Lias et dans le Jurassique sont observés dans certains forages.

La piézométrie mesurée à la station du Fesquet dans la masse d’eau FRDG125 (Membrado et Liénart, 2021) permet de suivre le tarissement et la recharge des nappes karstiques. Pour une année normale, la baisse du niveau commence vers la fin du mois de mai. Cependant, en 2020, une baisse précoce dès février y a été observée. Quelques épisodes de pluie printanière ont permis une recharge partielle, suivie d’une recharge plus importante à l’automne avec les pluies cévenoles atteignant même un niveau excédentaire.

Pour rappel, les apports sont fortement influencés par les conditions pluviométriques. Au Mont Aigoual (FRDG602, altitude de 1300 mètres), le cumul moyen des précipitations atteint 2020 mm par an, pour une évapotranspiration potentielle (ETP) de 1150 mm, soit un volume de pluie efficace de 870 mm annuel sur du socle. Comme indiqué dans le contexte climatique (*Introduction*), la région des Cévennes est influencée par le climat méditerranéen. Cette influence s’observe par des pluies cévenoles à l’automne et une quantité de pluies annuelles importantes (comparativement au reste de la France).

Qualité de l’eau

Dans les réseaux karstiques, les niveaux de turbidité dépassent fréquemment les seuils de potabilité. Lors de fortes précipitations, les particules sont remises en suspension par les eaux de pluie augmentant la turbidité. Certaines stations de la masse d’eau DG125 révèlent des

traces de substances organiques et de micropolluants sans dépasser les seuils réglementaires. De plus, l'eau circulant dans les karsts se concentre en ions bicarbonates (dissolution du CO₂ atmosphérique ou des carbonates) augmentant le pH de l'eau.

Prélèvements et besoins en eau potable

Dans cette sous-partie, les prélèvements d'eaux superficielles et souterraines, présents autour ou dans la zone des masses d'eau souterraine DG125 et DG106, correspondant à la transition entre le socle cévenol au Nord et les systèmes karstiques du Sud, sont analysés.

Les prélèvements d'eau sont très contrastés dans le Sud de la France. Sur le bassin versant de l'Hérault, seuls 8 % des volumes totaux proviennent des systèmes karstiques selon l'EVP de 2015, mais, ces volumes sont cruciaux en période estivale, où la population peut doubler dans le département. Toujours selon l'EVP 2015, les usages se répartissent principalement entre l'eau potable (62 %) et l'agriculture (35 %). Au sein de la masse d'eau DG125, certaines communes, comme l'Arre prélèvent 100 % de leur eau potable dans les karsts. Les besoins en eau sont estimés en fonction de la population permanente et touristique, des taux de dépendance à la masse d'eau, des volumes consommés et des rendements de distribution (PGRE, 2018).

La source d'Isis (DG106), assure 99 % de l'alimentation en eau potable de la commune du Vigan (EVP, 2016 et PGK, 2024 – 3 400 habitants).

L'apport des pertes en eau souterraine à la source de la Foux de la Vis est estimé à 1,4 m³/s depuis Alzon jusqu'à la source (EPTB Hérault, 2024).

D'après la fiche Meso DG106 de l'AE-RMC, datant de 2015, les sources principales autres que celle présentée précédemment sont la résurgence des pertes du Coudoulous, la source de Coularou, du Verdier qui alimente Avèze en eau potable, de Vézénobres, d'Aumessas qui alimente en eau potable Aumessas, les sources de Saint-Julien de la Nef et de Roquedur.

Dans le PGRE de 2018, un bilan des prélèvements est donné par sous-bassins versants. Les prélèvements d'eau seront analysés en respectant cette échelle de sous-bassin. Le PGRE se base sur les études menées dans le contexte de l'EVP. Les sous-bassins présents dans le PGRE et dans la transition entre socle et karsts sont ceux de l'Arre et la Vis. Pour le bassin de l'Arre, les volumes estivaux sont :

- 72 % pour l'AEP ;
- 26 % pour l'agriculture.

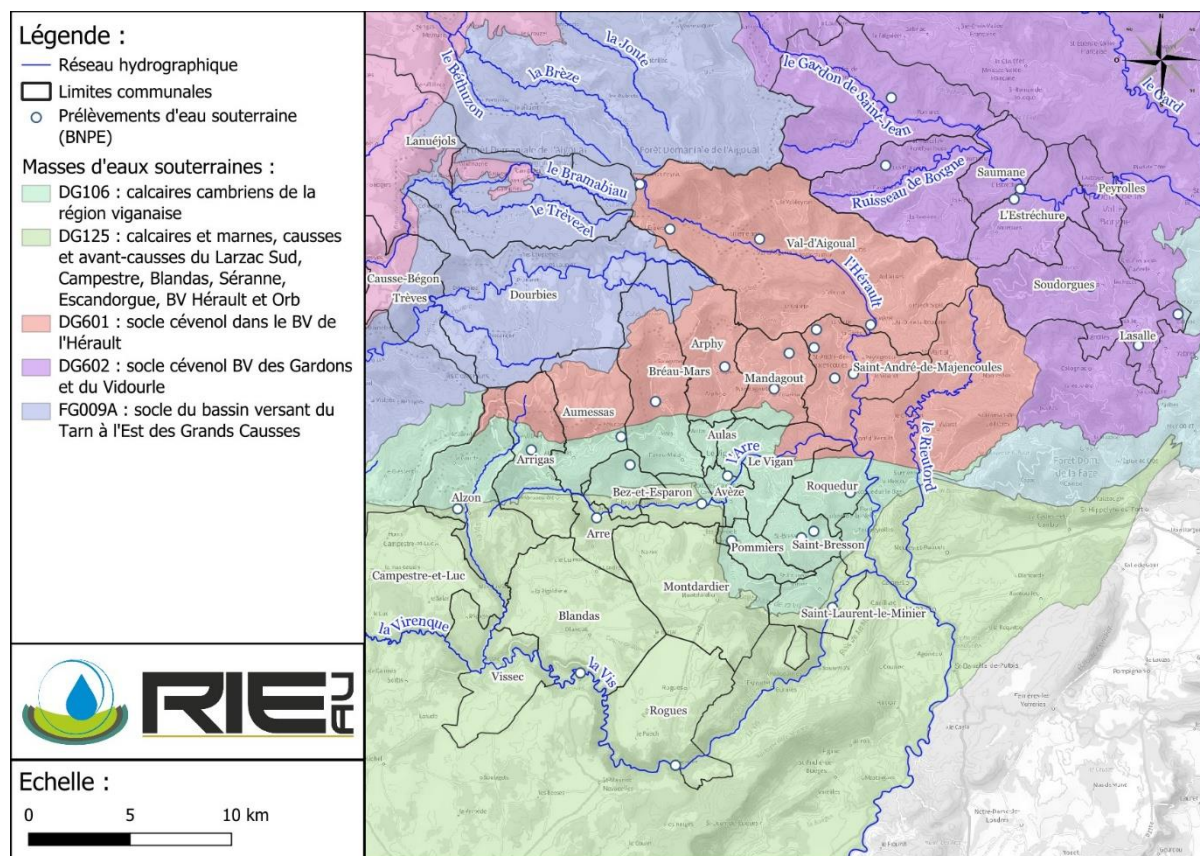


Figure 10 : Prélèvements d'eau souterraine au droit des Meso DG125 et 106 (fond de carte Plan IGN®)

Au total, 45 sources sont répertoriées dans le bassin de l'Arre. Peu de sources sont recensées dans le Jurassique. En effet, cette formation géologique étant fortement karstifiée, les eaux sont drainées à trop grande profondeur pour l'utilisation d'un puits. Cette affirmation est d'autant plus observable dans le sous-bassin de la Vis, voir Figure 11. La majorité des sources se situent dans le Trias et notamment sur la rive gauche en partie amont de l'Arre. Le Trias, situé à la limite avec le socle cévenol, présente une karstification plus faible que les calcaires du Jurassique, situés plus au Sud, du fait de sa lithologie avec des calcaires et grès moins érodés et karstifiés pour le premier. Les eaux souterraines sont facilement mobilisables, car peu profondes.

Dans la zone de transition socle/calcaire, d'après les données de la BNPE, 7 ouvrages de prélèvements d'eau sont répertoriés avec un prélèvement total de 460 734m³ en 2020, ce qui représente une consommation en eau d'environ 8 500 habitants équivalents. La source d'Isis, sur la commune d'Avèze, représente 73 % des prélèvements totaux de ce bassin (337 251m³).

À noter que des erreurs ou imprécision subsistent dans l'appréciation des volumes prélevés, les points de prélèvements n'étant pas tous déclarés ni toujours localisés ou rattachés de manière suffisamment précise à un aquifère. À ce titre, la fiche Meso de 2015 indique un volume prélevé de 1,21 Mm³ en 2001. Si notre estimation est exacte, le volume d'exploitation annuel aurait diminué d'environ 60 %, ce qui semble beaucoup. Il est donc nécessaire de réaliser un travail de recensement des points de prélèvement des eaux souterraines, sur le terrain, afin d'estimer au mieux les volumes prélevés.

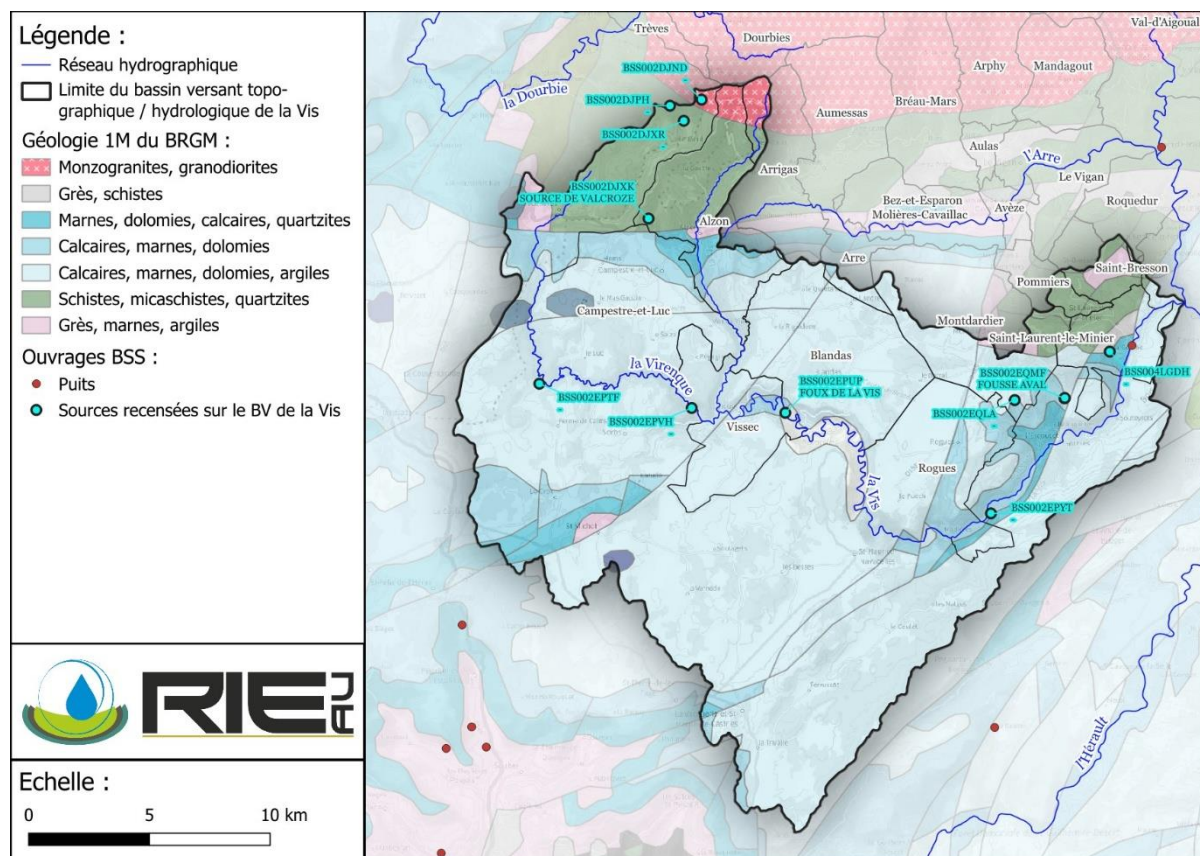


Figure 11 : Localisation des sources et puits recensés par la BSS du BRGM dans le secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

Communes de Rogues et Vissec

Au niveau du Causse de Blandas, l'étude hydrogéologique de ressources stratégiques en eau souterraine (CD34, AE RMC, 2022) et définition des zones de sauvegarde exploitées et non exploitées actuellement du Département de l'Hérault (12/2020) indique les besoins en eau potable des communes de Rogues et Vissec.

Avec un taux d'évolution de la population situé entre 0,6 et 2,1 %, respectivement pour les communes Rogues et Vissec (basé sur les données de l'INSEE), la dépendance à la Meso DG 125 va augmenter. Suivant 2 scénarii « tendanciel et pessimiste » les volumes annuel (m^3/an) et en pointe estivale (m^3/j) évolueront respectivement de la manière suivante :

- à date → 783 m^3/an pour un volume en pointe estivale de 3 m^3/j ;
- 2035 → 1 663-1 715 m^3/an pour un volume en pointe estivale de 6 m^3/j ;
- 2045 → 1 865-1 963 m^3/an pour un volume en point estivale de 7-9 m^3/j .

D'après le rapport du CD 34, AE RMC de 2022, ces communes sont alimentées en partie par le forage des Madières (3 573 m^3/an avec un volume autorisé de 200 m^3/j), voir Figure 12. Le forage permet de couvrir les besoins futurs de ces 2 communes.

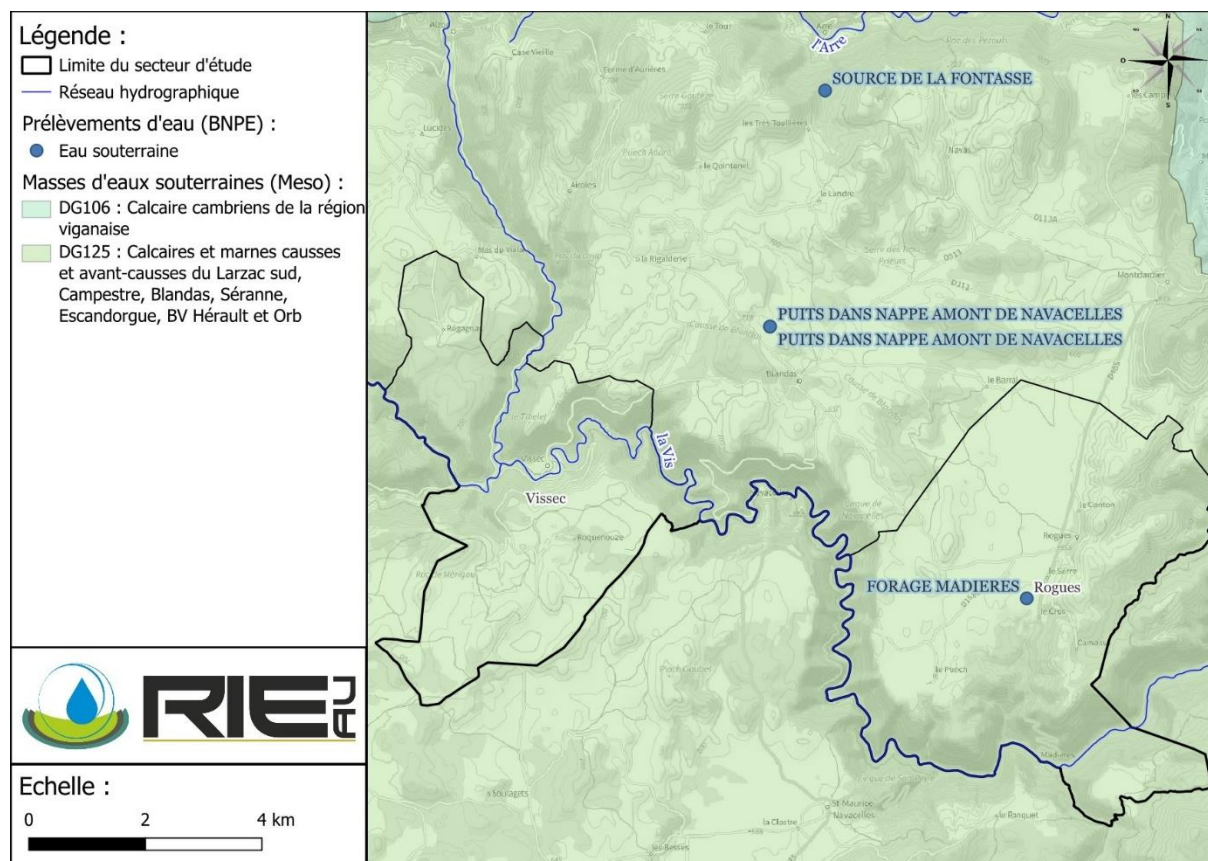


Figure 12 : Localisation des communes Rogues et Vissec ainsi que le forage des Madières (fond de carte Plan IGN®)

Communes Arre, Arrigas, Bez-et-Esparon, Molières-Cavaillac et Saint-Laurent-le-Minier

Parmi les communes disposant de la compétence AEP – Gard se trouve 5 communes situées sur le territoire étudié : Arre, Arrigas, Bez-et-Esparon, Molières-Cavaillac et Saint-Laurent-le-Minier, voir Figure 13. D'après la même étude hydrogéologique que celle citée précédemment (Département de l'Hérault, 2020), les communes Arrigas et Bez-et-Esparon dépendent que partiellement de l'aquifère du Karst pour l'exploitation d'eau potable.

Le taux d'évolution moyen de la population pour ces 5 communes est de 0,6 % [0,1 – 1,5 %], la dépendance aux eaux souterraines du karst peut augmenter.

Suivant 2 scénarii « tendanciel et pessimiste », du rapport d'étude CD 34, AE RMC (phase 1 – volume 3, 2020), les volumes annuel (m³/an) et en pointe estivale (m³/j) évolueront d'aujourd'hui à 2045 de la manière suivante :

- Arre → 13 553 à 15 600 m³/an pour un débit de pointe estivale de 43 à 50 m³/j ;
- Arrigas → 877 à 970 m³/an pour un débit de pointe estivale de 3 à 4 m³/j ;
- Bez-et-Esparon → 3 916 à 4 900 m³/an pour un débit de pointe estivale de 13 à 16 m³/j ;
- Molières-Cavaillac → 68 000 à 79 800 m³/an pour un débit de pointe estivale de 212 à 250 m³/j ;
- Saint-Laurent-le-Minier → 19 912 à 29 100 m³/an pour un débit de pointe estivale de 64 à 93 m³/j.

La commune d'Arre est alimentée par le captage de la source Fontasse. Le débit prélevé était de 30 405 m³ en 2018. Le volume de prélèvement autorisé est de 150 m³/j. Le volume journalier autorisé permet de couvrir les besoins actuels et les besoins futurs à long terme.

La commune de Molières-Cavaillac est alimentée par deux captages dont un en secours. Le forage F4 de la Plaine a prélevé 107 359 m³ en 2018. La source de Lasfons est utilisée en secours. Le volume de prélèvement autorisé est de 110 000 m³/an pour les deux ouvrages. Ainsi, sans modification, le volume annuel autorisé ne permettra pas de couvrir les besoins futurs à long terme.

La commune de Saint-Laurent-le-Minier est alimentée par deux captages (Rosier et la source de la Combe) sur la FRDG 125. Au droit de ces 2 ouvrages ont été prélevés 76 948 m³ en 2018. Le volume de prélèvement autorisé est de 800 m³/j pour le captage du Rosier, le volume n'est pas spécifié pour la source de la Combe. Le volume journalier autorisé permet de couvrir les besoins actuels et les besoins futurs à long terme.

Certaines communes ne dépendent que très partiellement de la masse d'eau FRDG 125 :

- la commune d'Arrigas ne dépend qu'à 6 % de prélèvements sur la masse d'eau FRDG 125. 880 m³ ont été prélevés sur la source Courtière en 2018 alors que 2 200 m³/an sont autorisés.
- la commune de Bez-et-Esparon ne dépend qu'à 27 % de prélèvements sur la masse d'eau FRDG 125. Un volume d'eau de 12 464 m³ a été prélevé sur la source du Moulin en 2018 alors que le débit d'étiage de la source serait de 78 m³/j.

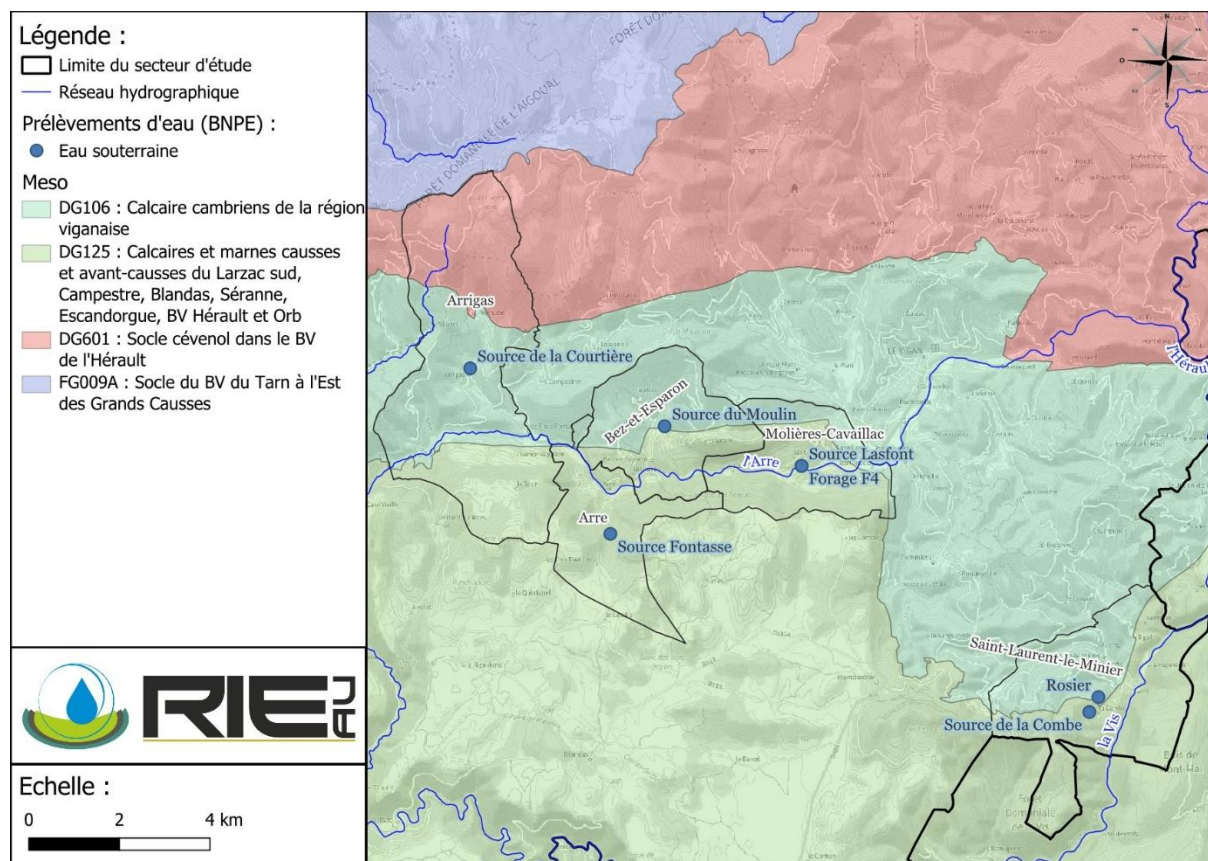


Figure 13 : Localisation des communes disposant de la compétence AEP sur le territoire ainsi que les captages AEP en eau souterraine (fond de carte Plan IGN®)

Synthétiquement :

- pour les communes Rogues, Vissec, Arre, Arrigas, Bez-et-Esparon et Saint-Laurent-le-Minier, la ressource est excédentaire à long terme (2045), voir Figure 14 ;
- pour la commune Molières-Cavaillac qui dépend des eaux souterraines du Karst, le besoin est excédentaire vis-à-vis de la ressource en eau pour une vision à long terme.

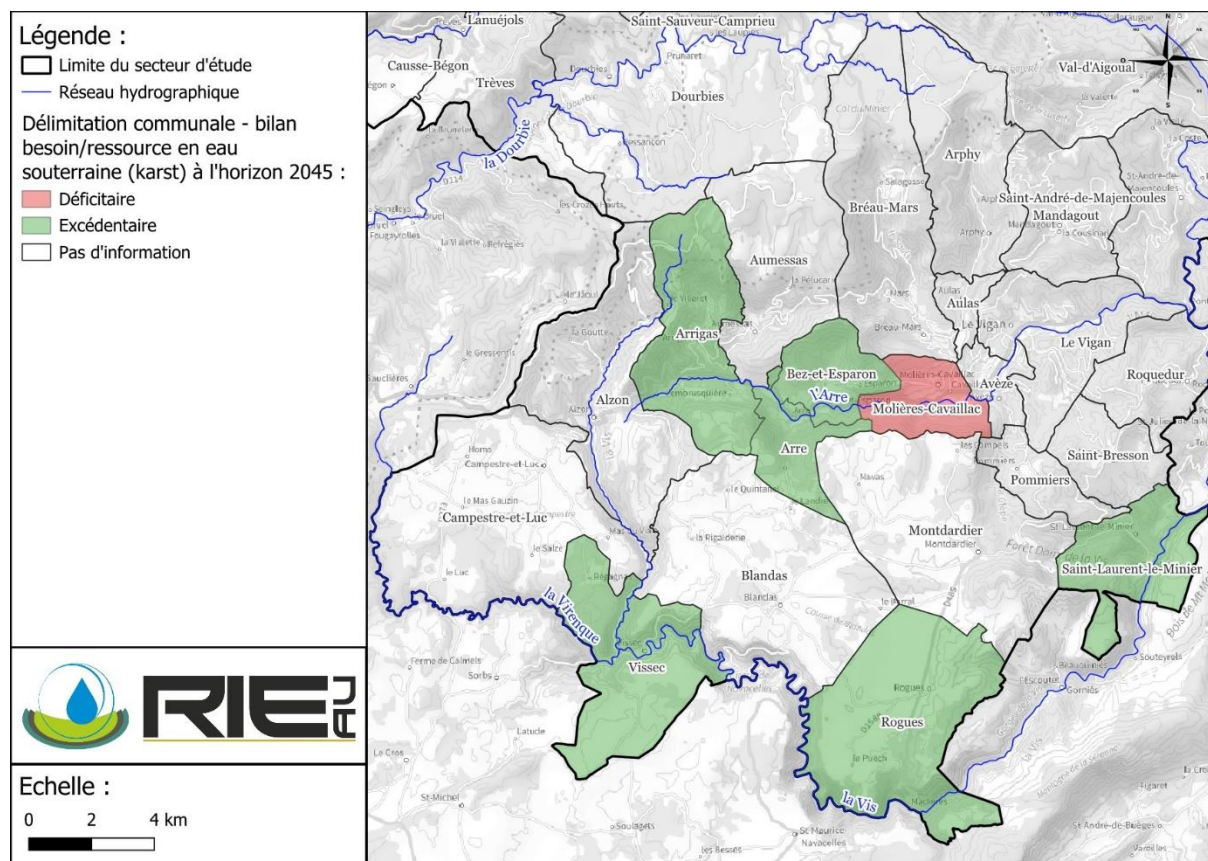


Figure 14 : Bilan du besoin des communes vis-à-vis de la ressource en eau souterraine karstique à l'horizon 2045 (fond de carte Plan IGN®)

1.3.3 7. Traçages artificiels

Les traçages artificiels recensés et présentés ci-après, proviennent de la base de données BD Traçages et de données communiquées par les associations de spéléologues de la communauté de communes du Lodévois et Larzac, partagées notamment par Arnaud Le Beuze de la Communauté de communes Lodévois et Larzac, ainsi que Laurent Danneville, hydrogéologue du Parc naturel régional des Grands Causses.

Les directions principales des écoulements d'eau souterraine d'après les résultats des différents traçages artificiels, voir Figure 15, sont soit E-W soit N-S. Les écoulements E-W sont probablement la résultante de l'orogénèse alpine qui a créé des failles normales favorisant ces écoulements. La tectonique pyrénéenne à quant à elle jouée en failles inverses avec des directions plus ou moins N-S. Ces structures anciennes ont été réactivées à plusieurs reprises au fil du temps géologiques, passant par des phases de compression, d'extension et de décrochement. Les traçages artificiels recensés et présentés dans ce rapport proviennent de la base de données BD Traçages et de données communiquées par les associations de spéléologues de la communauté de communes du Lodévois et Larzac.

Une injection a été menée dans le puits Gravagne de l'Aven du Cochon avec 6 kg de fluorescéine en décembre 2022. Le traceur a été repéré dans les Sources de Gourneyras (Vis) et de la Bergère à Gourgas. Un fluorimètre a été utilisé pour analyser les concentrations de traceurs et suivre le signal de restitution en continu.

Pour l'Aven du Cochon, les écoulements sont diffluent en direction SW ou NE avec comme résurgences Gourneyras sur la Vis à St-Maurice-Navacelles (NE) et l'Avocat 1 sur la Lergue à Saint-Étienne-de-Gourgas (SW). Entre l'aven du cochon et son exutoire au Nord-Est, se trouve le poljé de Saint-Maurice dont l'impluvium de cette plaine fini dans la Vis avec des débits assez conséquents (jusqu'à 600 L/s).

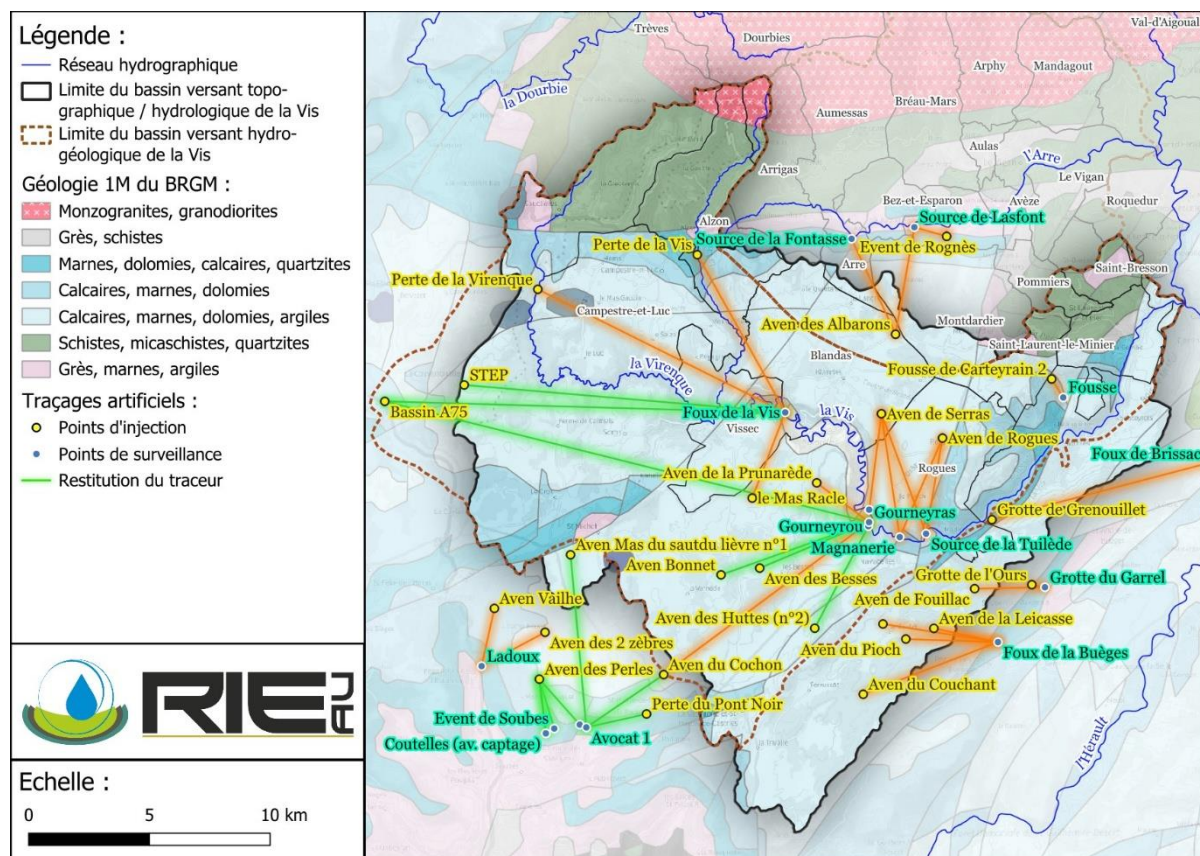


Figure 15 : Traçages artificiels recensés sur le secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

Selon les traçages artificiels réalisés par Daniel Caumont (CLPA, 1991) sur l'aven des Albarons, situé dans le causse de Blandas, des indices ont été détectés dans plusieurs sources : la Fontasse (Arre), Lasfont (Arre) et la Foux de la Vis (Vis). Toujours d'après Caumont (1991), les traçages effectués sur cette diffluence montrent que la source de Lasfont alimente, en période d'étiage, la partie orientale du Causse de Blandas. En période de crue, lorsque les exutoires de la vallée de l'Arre ne peuvent plus contenir le débit, les eaux refluent, franchissent le seuil hydraulique du causse et se mélangent à celles du bassin versant drainé par la Foux de la Vis. Les points de surveillance sont soit situés dans la vallée de la Vis, soit au niveau des couches dites "imperméables" marneuses du Trias au Sud-Est. D'autres traçages sont recensés dans la bibliographie, mais indisponibles dans la BD traçages tels que ceux réalisés dans l'unité Lasfont, voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et Tableau 1 ci-après. Tableau 1 : Traçages réalisés sur l'unité karstique Lasfont (source : étude DG125, 2020)

Date Opérateur	Point d'injection	Point de restitution	Tps 1 ^{ère} apparition	Vitesse maximale	Commentaires
-	Aven des Albarons (Blandas) **	Source de la Fontasse (Arre)	4 j		5 kg de fluorescéine
		Source de Lasfont (Molières-Cavaillac)	4 j		
		Foux de la Vis (Vissec)	6-7 j		
-	R1 du Rognes (Molières-Cavaillac)	Source de Rognes (Molières-Cavaillac)			
-	R2 de Rognes (Molières-Cavaillac)	Lasfont (Molières-Cavaillac)			

Les opérations de traçages montrent que l'exsurgence de Gourneyrou possède un bassin d'alimentation totalement déconnecté de celui de sa source voisine : Gourneyras (CCLL/CD34, 2024). De plus, l'observation simultanée des exsurgences de Gourneyrou et de

Gourneyras lors d'un épisode de crue montre que l'eau à l'exutoire de Gourneyrou est boueuse, alors qu'en amont, celle de Gourneyras est claire (HYDRIAD et al., 2020 ; CD34, 2020). Cette observation de premier ordre est cohérente avec les traçages et suggère que, non seulement les bassins d'alimentation ne sont pas connectés, mais qu'en plus, ils drainent des réservoirs d'eau souterraine, de nature différente.

Les différentes opérations de traçages permettent de délimiter des zones de sauvegardes, voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Au sud du secteur d'étude, ces unités sont dites "karstiques" en raison de leur lithologie. Les unités d'Isis et du Rieutord, présentes sur la masse d'eau DG106, sont ajoutées depuis peu aux unités karstiques par le projet Grand Karst (PGK) porté par l'EPTB Fleuve Hérault.

1.3.4 Points clés de la partie DG 125 & 106

La zone de transition entre le socle et le karst présente un fonctionnement hydrogéologique contrasté entre le socle cévenol cristallin peu perméable et les formations karstiques très perméables. Les aquifères karstiques sont structurés par des failles majeures, comme celle de Saint-Michel favorisant les écoulements souterrains rapides et une forte réactivité face aux précipitations. Les relations entre les deux structures sont localement assurées par des zones de contact fracturées ou arénisées, permettant des transferts ponctuels d'eau depuis le socle vers le karst.

Les traçages artificiels confirment des connexions complexes, parfois diffuses entre les différentes sources. Les données piézométriques mettent en évidence des dynamiques saisonnières typiques des karsts, mais avec une sensibilité accrue aux déficits pluviométriques récents, illustrant la vulnérabilité de ces systèmes face au changement climatique. Présentation de la zone 2 : DG601 - DG602 - FG009A & DG532 (socle)

1.4 Présentation de la zone 2 : DG601 - DG602 - FG009A & DG532 (socle)

1.4.1 Masses d'eau et disponibilité de la ressource

Les masses d'eau DG601, 602 et FG009A couvrent le socle cévenol du secteur d'étude, voir Figure 16. La masse d'eau DG532 est énoncée dans l'étude, car une partie du secteur d'étude la recoupe, au niveau de la commune de Lasalle, mais n'est pas développé dans notre étude. Cette masse d'eau est composée des formations sédimentaires variées en bordure du socle.

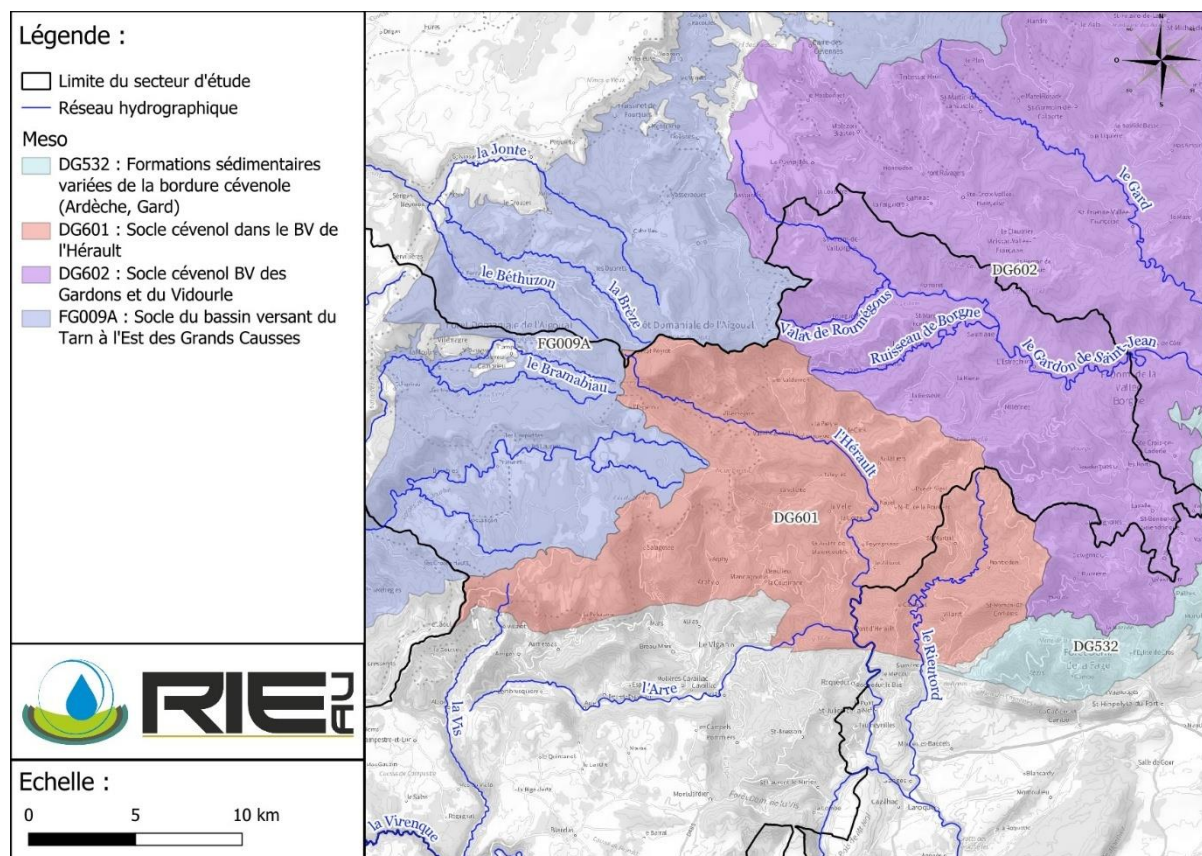


Figure 16 : Emprise des masses d'eau DG532, 601, 602 et FG009A par rapport au secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

Bien que cette zone soit la plus étendue concernant le secteur étudié, les données disponibles restent peu représentées sur l'ensemble de la zone. L'étude du BRGM sur les aquifères du Gard, les données issues des forages et l'analyse des cartes géologiques constituent les principales sources d'informations hydrogéologiques disponibles pour le socle, mettant en évidence le besoin d'acquisition de données complémentaires.

Les aquifères de socle sont classés selon leur lithologie (Blaise, M. et Marchal, J.P., 2006) telle que granitique, schisteuse ou gneissique. Les masses d'eau étudiées dans cette partie sont principalement granitiques (Mont-Aigoual et Saint-Guiral, DG601 et DG602) et schisteuses (Cévennes, FG009A).

Le bassin versant des Gardons est une zone privilégiée en termes du nombre d'études recensées, voir Figure 17. Le programme Hydropop, la thèse de M. Gillet (2021), la ressource "eau" en Cévennes et la ZABR Rivières Cévenoles intègrent cette zone. Les références bibliographiques utilisées principalement pour l'étude ont fait l'objet d'un total de 6 fiches de synthèse. Aussi, la thèse de C. Bouvier (2020) qui étudie le bassin du Valescure est également située dans le bassin des Gardons. De nombreux rapports d'hydrogéologue agréé sont situés dans la partie Ouest du socle cévenol, à la limite avec les causses. Le reste du socle ne comporte pas d'étude hydrogéologique en dehors des cartes géologiques du BRGM. Le Cahier Régional Occitanie sur les Changements Climatique (CROCC), le programme Hydropop, la Zone Atelier du Bassin du Rhône sur les Rivières Cévenoles (ZABR-RivCev) et la ressource "Eau" dans les Cévennes sont des études qui développent des aspects autres que l'hydrogéologie. La description des aquifères du Gard du BRGM a permis de mieux définir les aquifères du socle. Les données disponibles sur les banques en ligne (BSS, BNPE, etc.) permettent un approfondissement de la connaissance, surtout dans les zones "pauvres en données".

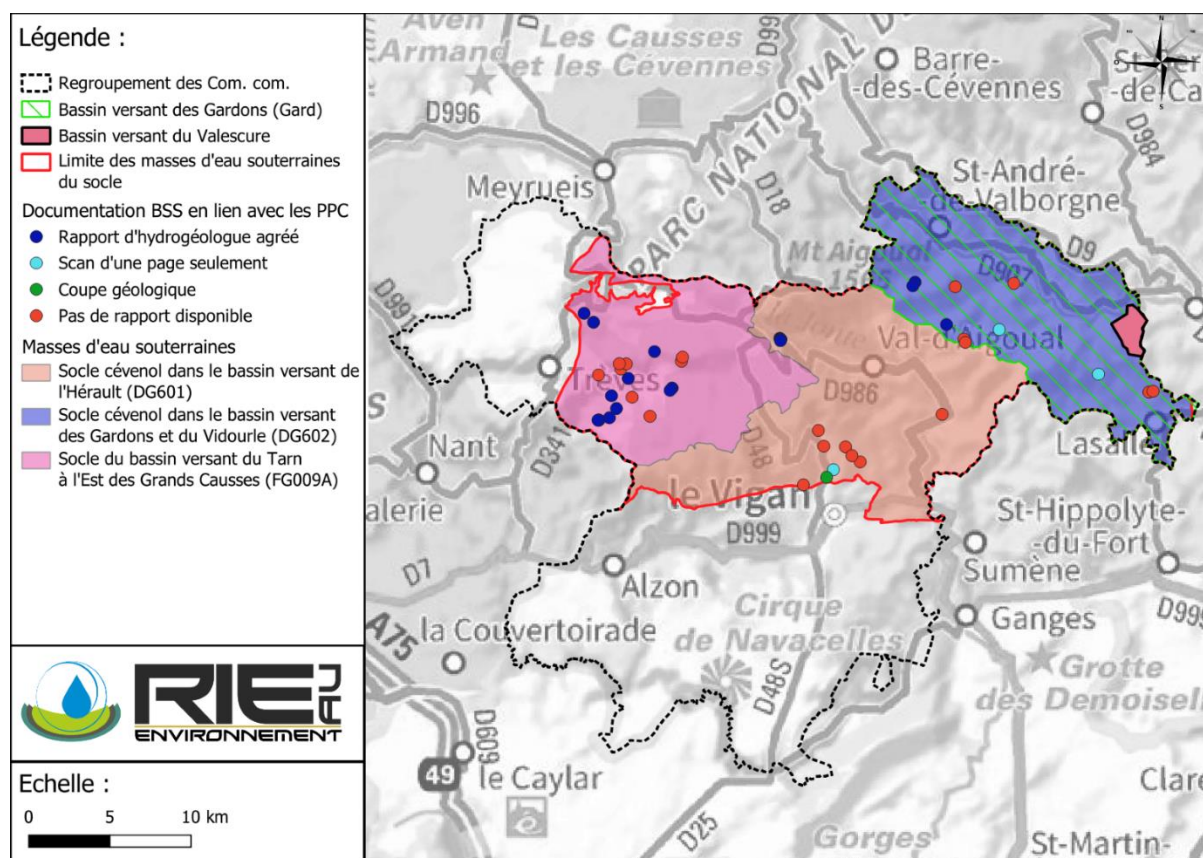


Figure 17 : Représentation graphique des données bibliographiques utilisées sur le secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

Lesynthétise les sources documentaires principalement étudiées pour la zone d'étude, selon leur précision technique et leur utilité sectorielle, sur une échelle de 1 à 5. Les cartes géologiques anciennes, ainsi que les thèses de Gillet (2021) et des retours scientifiques de la part de personnes-ressources, ont permis d'acquérir des données précieuses sur la compréhension du fonctionnement du socle et la présence potentielle de formations perméables en profondeur.

1.4.2 Hydrogéologie

Dans cette sous-partie, la visioconférence avec Monsieur Aryal, la thèse de C. Bouvier, la BSS, les cartes géologiques et le rapport du BRGM sur les aquifères du Gard ont majoritairement été utilisés. D'autres études ont apporté des éléments de compréhension au travers d'autres domaines étudiés, tels que l'hydrologie et les changements climatiques.

Le BRGM définit les aquifères du socle comme des arènes granitiques, des zones d'altérations de schistes et comme la partie fissurée des granites (Blaise, M. et Marchal, J.P., 2006). Dans un même forage, plusieurs des déformations précédemment citées peuvent être traversées, créant ainsi plusieurs modalités d'écoulements d'eau souterraine.

Selon Monsieur Aryal (Hydrologue du CNRS UMR Espace – compte rendu visioconférence, 2024), de l'eau peut se trouver dans la partie altérée du socle, sous forme d'aquifères dont certains ont pour exutoire des sources, griffons de contact. La partie altérée du socle ne serait pas uniquement l'arène granitique, mais également des strates plus en profondeur alimentées depuis la surface via l'infiltration des eaux superficielles par les failles (annexe 1). Les micaschistes se montrent localement plus productifs que les schistes, notamment dans les zones les plus altérées (Aryal, 2025). D'après les conclusions de la thèse de M. Gillet (2022), une relation est possible entre les pertes superficielles et les altérites (schistes altérés) en

fonction des pentes. De plus, C. Bouvier a étudié les écoulements d'eau dans le socle sur le bassin du Valescure en 2020. Il conclue que les flux d'eau sont verticaux avec des infiltrations jusqu'à plusieurs mètres de profondeur, mais les quantités sont très faibles.

Les sources sont plus nombreuses dans les granites que dans les schistes (Blaise, M. et Marchal, J.P., 2006) et avec un débit souvent plus élevé, mais rarement supérieur à 1 L/s (Valencia G., 2011) avec pour exemple la source de Val d'Aigoual (Alabouvette, B. et al., 1988). Des débits plus importants peuvent être liés à la recharge des nappes. En effet, comme vu dans la partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** de ce présent rapport « contexte climatique du secteur », la pluviométrie est affectée par le climat méditerranéen et les épisodes cévenols sur le massif granitique de l'Aigoual. Cette particularité climatique est moins observée sur les schistes des Cévennes à l'Est.

	<p>Selon Jean-François Dadoun (2013), voir Figure 18, les lithologies schisteuses sont affectées par l'intensité de la pluviométrie et l'effet du gel. Ces formations sont aussi affectées par la fissuration et la fracturation. L'horizon superficiel de ces schistes ainsi altéré sur sa tranche superficielle fait office de stockage et permet le transit des eaux pluviales infiltrées (Crochet, P., 2007).</p>
--	---

Figure 18 : Schéma type d'un aquifère en milieu schisteux (Dadoun, 2013)

Un aquifère à porosité de matrice existe dans cette frange superficielle du socle. Selon, J-L. Teissier (2002), le caractère quasiment aquiclude du substratum schisteux est tempéré par l'existence de fissures engendrant une porosité et une perméabilité, qui, renforcées par une couverture sous forme d'arènes, pouvant être associées à des dépôts détritiques (colluvions), permettent un stockage local d'eau souterraine. Cependant, les débits fournis y sont très faibles, mais pérennes, or, la faible épaisseur de cette tranche altérée ne permet pas d'expliquer cette pérennité des sources.

“L'existence d'un ensemble intensément fissuré au sein du socle schisteux avec une intensité, un développement et une capacité des interconnexions entre fissures diminuant avec la profondeur permet de constituer un aquifère de fissures et fractures de capacité nettement plus importante que celui de l'horizon altéré superficiel” (Dadoun J-F., 2013). Ce phénomène peut expliquer la pérennité des résurgences dans le socle cévenol.

Avec les données de la banque des sous-sols (BSS), les logs de certains forages sont disponibles. Le forage BSS002CHUB, voir Figure 19, situé au sein de la masse d'eau souterraine DG602 (socle cévenol du bassin versant des Gardons et de la Vidourle), avec une côte de 919,19 m NGF, comporte 22 m de granite sous une arène granitique de 8 m d'épaisseur. De plus, sous la côte 901,55 m NGF (soit 18 m environ de profondeur), le granite comporte des fissures verticales avec des traces d'oxydation. Sur le log géologique, on peut observer une diminution des fissures avec la profondeur. Les traces d'oxydation peuvent provenir d'écoulement d'eau dans ces fissures. Certes, il s'agit d'un substratum granitique, mais les hypothèses de J-L. Teissier (2002), J-F. Dadoun, de C. Bouvier (fissures verticales) et de P-A. Ayrat sur l'altération du socle et son lien avec l'hydrodynamisme des aquifères sont observables dans ce log. L'oxydation sur la couche granitique supérieure, bien que faillée, peut faire état de circulations horizontale et verticale, des eaux souterraines dans le socle.

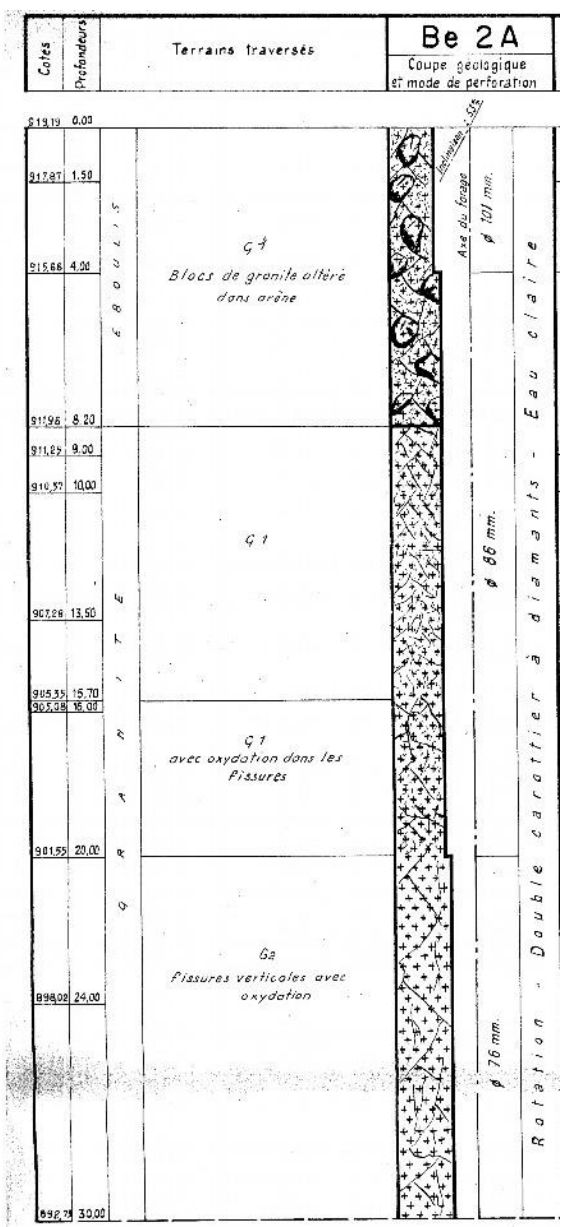


Figure 19 : Log géologique du forage BSS002CHUB

En milieu fissuré, les vitesses d'écoulement sont en principe plus rapides qu'en milieu altéré, en raison d'un drainage plus efficace (Valencia G., 2011). Les sources du bassin granitique sont directement alimentées par les eaux météoriques (Valencia G., 2006). Toujours d'après Guy Valencia (2006) l'écoulement latéral des eaux dans le sol se fait principalement dans les arènes et éventuellement dans les fissures affectant la roche saine et, dans le sens de la pente.

À l'Ouest du socle, sur la masse d'eau souterraine FG009A (socle du bassin versant du Tarn à l'Est des Cévennes), Guy Valencia (2011) conclue que les formations gréseuses du Trias sont relativement perméables par rapport au substratum schisteux et peuvent former des petits aquifères perchés alimentés par les eaux météoriques. Les deux sources, référencées BSS002CHFP et BSS002CHJP dans la BSS du BRGM, sont situées dans un lambeau de Trias, voir Figure 20, au contact avec les micaschistes. Ces lambeaux triasiques faisant office d'aquifère sont aussi observés au Sud du secteur d'étude, voir partie Prélèvements d'eau ci-après.

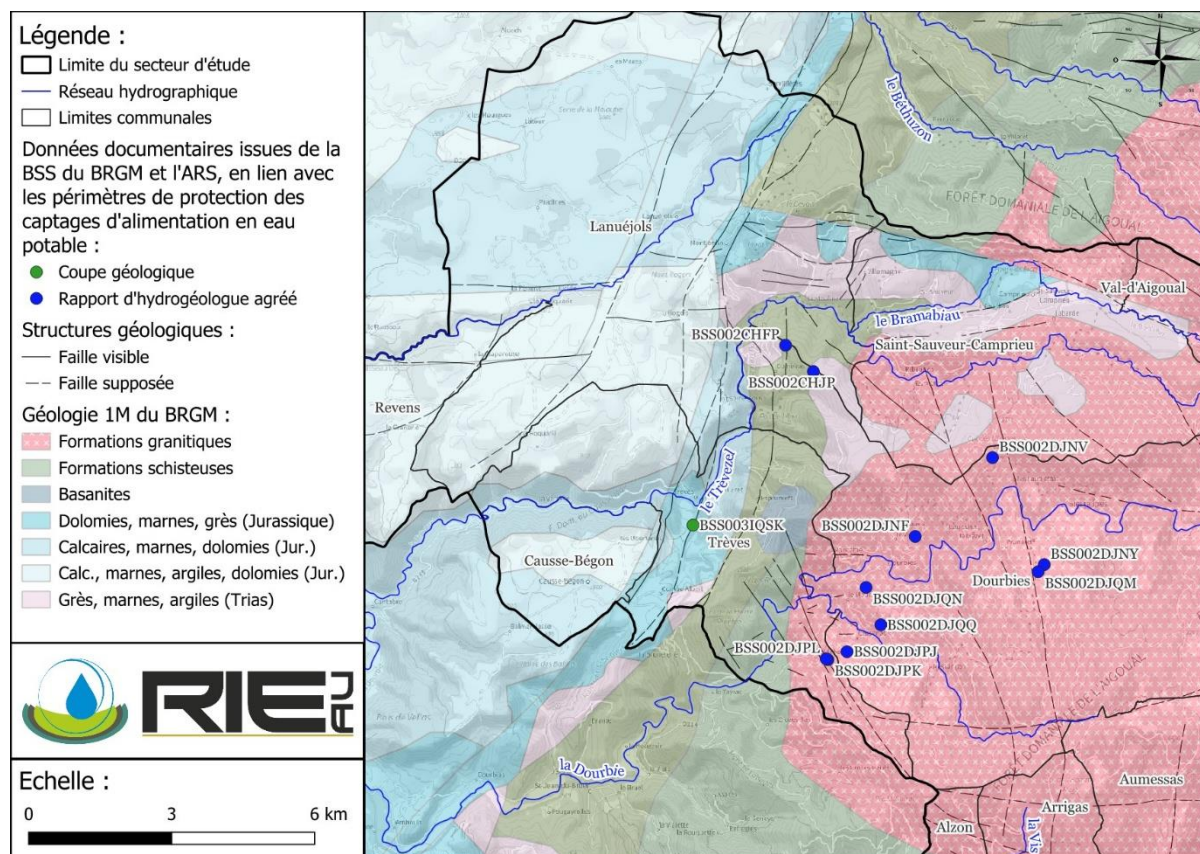


Figure 20 : Données BSS et ARS au niveau du socle : granitique (rouge), schisteux (vert), formations calcaires (bleu) et argiles et grès (violet) – fond de carte Plan IGN®

1.4.3 Prélèvements d’eau

Cette sous-partie traite des prélèvements d’eau réalisés dans les eaux souterraines, ou souterraines et superficielles lorsque que le captage combine les deux, exploités directement sur le secteur d’étude. Elle concerne les masses d’eau DG601, DG602 et FG009A, correspondant au socle cévenol.

Les données utilisées proviennent à la fois de personnes-ressources et de bases de données publiques accessibles en ligne tels que les ouvrages de la BSS du BRGM, les prélèvements de la BNPE et les rapports d’hydrogéologues agréés disponibles depuis la BSS et de l’ARS.

La régie de l'eau potable et assainissement de la CC CAC-TS, via M. Guiboud Mathias et Mme Jeanjean Noémie, a synthétisé et partagé des informations intéressantes pour cette étude (données de prélèvements, rapports dont schémas directeurs de captages AEP ...). Certaines informations et chiffres clés qui ont été communiqués par la régie, sont listés ci-après :

- les besoins en eau potable pour la population :
 - le volume d'eau souterraine et superficielle, total, prélevé sur la ressource du territoire CAC-TS, sur l'année 2024 est de 763 193 m³, pour sur 50 captages présentés ;
 - une petite quantité de hameaux sont alimentées en eau potable à partir de sources ;
 - population permanente : 5 337 habitants ;
 - capacité d'accueil saisonnière théorique : + 10 200 personnes ;
 - population touristique (camping, VVF, gites) : 2 500 personnes ;
 - population secondaire (3 850 résidences secondaires) : 7 700 personnes ;
 - population en pointe : environ 10 000 habitants pour un taux d'occupation des lits saisonniers de 60% à 80% permanent ;
 - des problématiques de disponibilité de la ressource en période estivale sur certains captages ;
- les besoins en eau agricoles (cultures, abreuvements ...) ne concerne pas la régie des eaux du CAC-TS ;
- les aspects qualitatifs et quantitatifs des captages :
 - 63 captages recensés sur le territoire et nombreux périmètres de protection
 - 5 masses d'eaux souterraines en bons états chimiques et quantitatif.
 - 16 masses d'eaux superficielles globalement en bon état écologique et chimique

À partir d'autres données publiques analysées, dans le secteur d'études, deux puits sont recensés avec des profondeurs d'investigations de 4 et 5 mètres, voir Figure 21. Une majorité des sources se situe en limite du secteur Causseard, là où les eaux souterraines circulent dans des zones arénisées. Or, ces formations arénisées, peu épaisses (de quelques mètres à une dizaine de mètres environ), conditionnent la présence d'une nappe d'eau souterraine, de sources, et l'exploitation de celles-ci car facilement prélevables. À l'inverse, le centre du socle granitique (en rouge), plus montagneux et moins perméable, compte peu de sources captées.

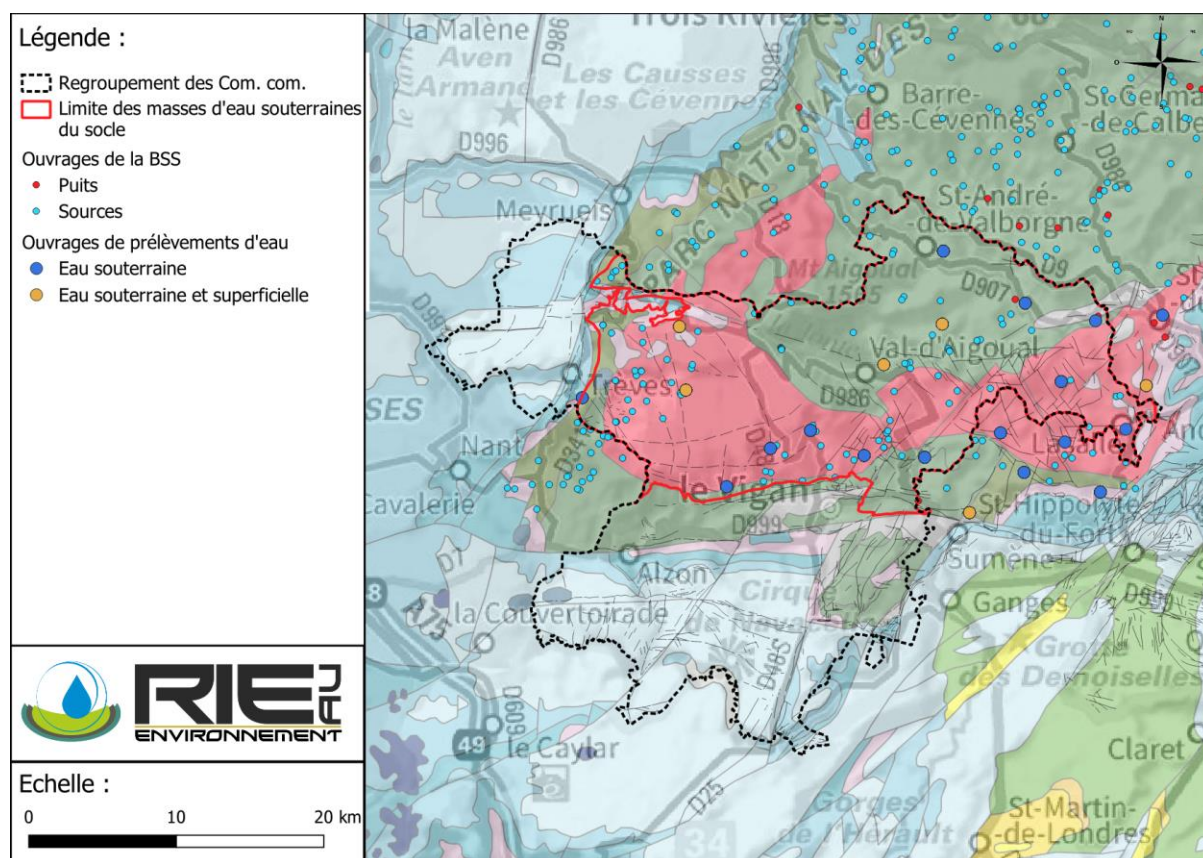


Figure 21 : Prélèvements d'eau dans le socle. Géologie : - vert : schistes ; - rouge : granite ; - gris : grès (Trias) ; - bleu : calcaires et dolomies du Jurassique (fond de carte Plan IGN®)

Les communes du socle s'approvisionnent majoritairement en eau potable (AEP) à partir des eaux souterraines. Toutefois, certaines communes combinent des prélèvements souterrains et superficiels. Cette duplicité peut s'expliquer par un faible apport d'eau souterraine voire ou non pérenne, obligeant les communes à compléter leur approvisionnement avec un prélèvement d'eau superficielle (second prélèvement en basses eaux par exemple).

Au total, 15 points de prélèvements d'eau souterraine et d'eau souterraine et superficielle combinées, sont compris dans le secteur d'étude pour 63 prélèvements recensés sur le socle. Les prélèvements sont pour la plupart, situés en bordure de cours d'eau. D'après les données de la BNPE, le volume d'eau total (eau souterraine et superficielle), prélevé en 2022, est de 985 175 m³ dans la partie socle du secteur. Cette valeur est proche du volume total calculé à partir des données de la régie de la CC CAC-TS, soit 1 059 726 m³ pour la même année. La différence est d'environ 7 % mais s'explique par le fait que les données de la régie incluent des ressources karstiques non comprises exclues des données de la BNPE.

La répartition des volumes d'eau AEP prélevés par rapport aux masses d'eaux souterraines est la suivante :

- 57 % des prélèvements dans la Meso DG601 ;
- 36 % des prélèvements dans la Meso DG602 ;
- 7 % des prélèvements dans la Meso FG009A.

Les données de la régie mettent en évidence une diminution du volume total d'eau prélevé sur le territoire de la CC CAC-TS, voir Figure 22.

Ainsi, une baisse de 296 533 m³ est calculée entre 2022 et 2024, soit une diminution d'environ 28 % du volume d'eau total de 2022.

Le prélèvement d'eau indiquant la plus grande diminution volumétrique entre 2022 et 2024 est le captage des 3 fontaines sur la commune de Val-d'Aigoual avec -368 233 m³.

À contrario, la plus forte augmentation relevée sur les différents prélèvements d'eau, est celui du captage des Genestoux (ou le Folaquier), situé sur la commune de Saint-André-de-Valborgne, avec une augmentation du volume d'eau de 77 414 m³. À noter que 4 autres prélèvements d'eau sur cette même commune, présentent une diminution du volume prélevé, sur la même période (2022 à 2024), de -28 852 m³. Il y a donc potentiellement une forme de compensation entre les différents captages d'eau, dans ce secteur.

Les volumes d'eau prélevés tendent à se stabiliser de 2023 à 2024, soit des volumes respectifs de 739 930 et 763 193 m³, puisque la différence entre ces 2 années se réduit à environ 3 %.

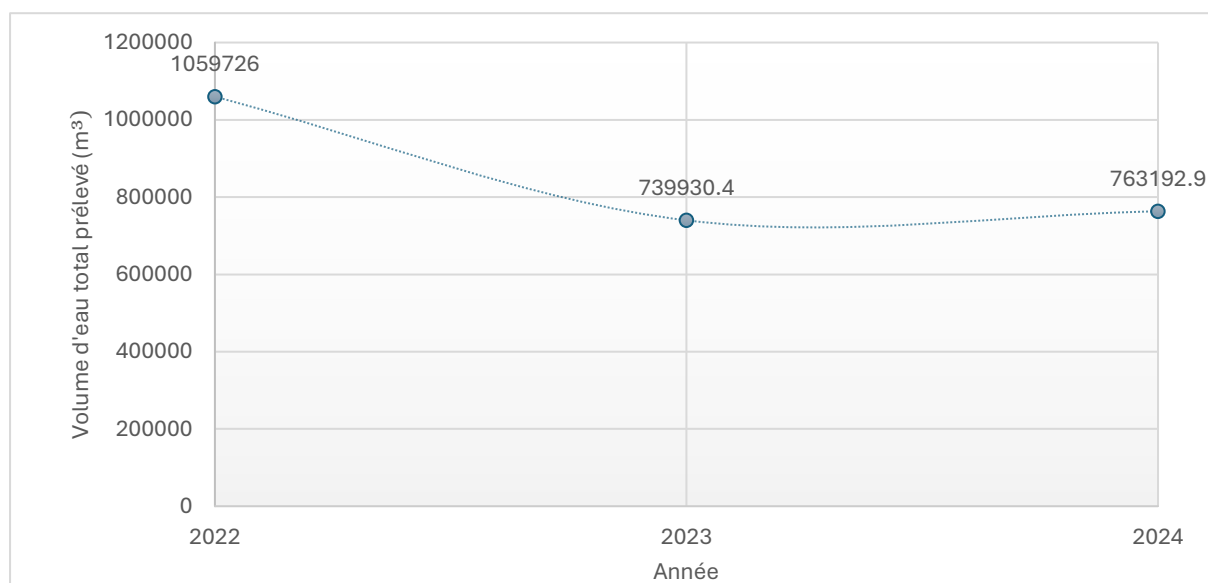


Figure 22 : Évolution du volume total d'eau prélevé sur le territoire CC CAC-TS de 2022 à 2024 (donnée de la régie de l'eau potable et de l'assainissement)

Les données issues de la BNPE et de la régie ne prennent pas en compte les prélèvements agricoles qui ne sont pas tous déclarés.

Le Plan de gestion de la ressource en eau (PGRE) de l'Hérault (2018) estime que sur le tronçon du fleuve qui s'écoule sur le socle, les prélèvements d'eau, pour un usage agricole, s'élèvent à 101 000 m³/an. Ce volume est réparti sur la période d'irrigation, soit de juin à septembre et en fonction du besoin des cultures. Le rapport ne précise pas de pourcentages pour les eaux souterraines et superficielles.

Ces données pourront être précisées par la DDT du Gard avec qui une convention est en cours d'élaboration pour que la CC CAC-TS puisse connaître les prélèvements d'eau agricoles déclarés.

Captages abandonnés

Certains captages ont été abandonnés pour leur usage d'alimentation en eau potable, que ce soit d'un point de vue qualitatif ou quantitatif. Néanmoins, en fonction du degré de dégradation qualitative et/ou quantitative, ces captages peuvent présenter un intérêt pour un usage d'abreuvement et/ou irrigation.

À partir des informations recueillies auprès de la régie de l'eau potable et de l'assainissement de la CC CAC-TS, les captages abandonnés et la cause de leur abandon, sont listés ci-après :

- le forage du Mazel, Val d'Aigoual → arsenic élevé ;
- source de Taleyrac Val d'Aigoual → manque d'eau ;
- source Pujols, Saumane → arsenic élevé (dans le cadre du schéma directeur de Saumane/Estréchur, ce captage est équipé d'un compteur en distribution vers un trop plein afin d'avoir des données sur les volumes prélevable).
- la Valbonnette, Notre Dame de la Rouvière → arsenic élevé.

Les positionnements géographiques des captages, retrouvés à l'aide de la BSS du BRGM et du schéma directeur d'alimentation en eau potable de la commune de Notre-Dame-de-la-Rouvière, sont présentés sur la Figure 23 ci-après.

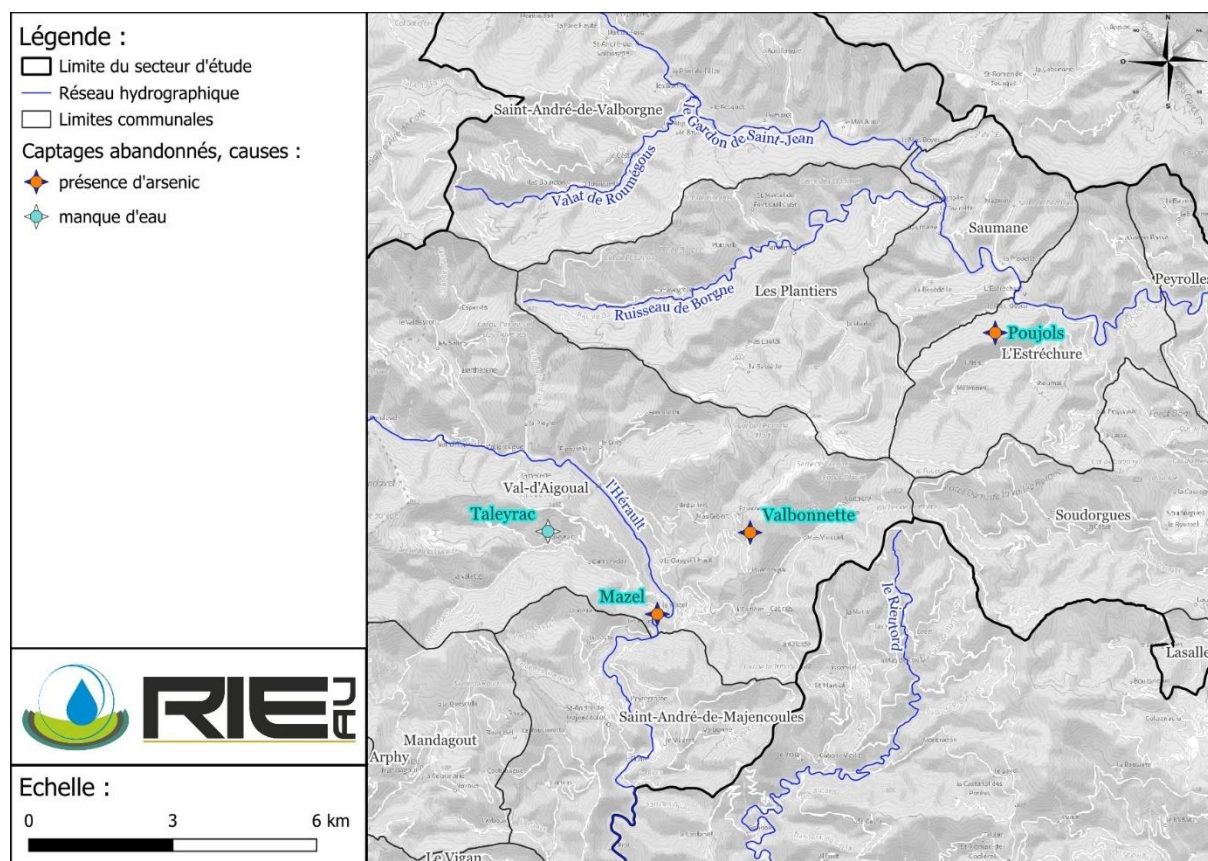


Figure 23 : Localisation des captages abandonnés renseignés par la régie de l'eau potable et assainissement de la CC CAC-TS (fond de carte Plan IGN®)

Les problématiques qualitatives de l'eau par la présence d'arsenic sont notamment liées à l'activité minière, passée.

Afin de vérifier la possibilité d'exploiter ces anciens captages pour un usage d'irrigation et/ou d'abreuvement, il est nécessaire de procéder à de nouvelles analyses chimiques des eaux.

À titre d'information, d'après le système d'évaluation de qualité des eaux souterraines et superficielles développé par les agences de l'eau (SEQ EAU V2), les limites qualitatives indiquées pour que l'eau soit considérée « de bonne qualité » vis-à-vis de l'arsenic, sont les suivantes :

Pour l'usage d'irrigation :

- eau souterraine : 100 µg/L ;
- eau superficielle : 100 µg/L ;

Pour l'usage d'abreuvement :

- eau souterraine : 50 µg/L ;

- eau superficielle : 50 µg/L.

1.4.4 Points clés des Meso DG532, 601, 602 et FG009A

En résumé, les aquifères du socle présentent une hétérogénéité lithologique marquée avec des zones fissurées, d'altérations profondes et d'arénisation. Ces structures conditionnent les écoulements, souvent peu productifs. La productivité plus élevée, observée dans les granites de l'Aigoual, s'explique en partie par une recharge effective élevée due aux précipitations orographiques, mais aussi par la présence de fractures profondes jouant un rôle structurant dans les circulations d'eau.

Les différentes données mettent en évidence une répartition inégale des prélèvements d'eau annuels entre les différentes masses d'eau du secteur, avec une prédominance notable de DG601 et DG602.

Représentativité des ressources analysées pour l'étude hydrogéologique

L'un des objectifs de l'étude est de représenter les données disponibles et manquantes en fonction des territoires de la zone d'étude. Cette information pourra permettre aux communautés de communes d'avoir un aperçu des zones géographiques dépourvues de données hydrogéologiques.

La carte synthétise les données hydrogéologiques disponibles sous forme de polygones, chacun représentant la couverture territoriale d'une étude ou d'une donnée spécifique. La superposition de ces couches permet de visualiser un gradient de densité : plus une zone vire vers le bleu foncé, plus elle concentre de données hydrogéologiques, révélant ainsi les secteurs les mieux documentés.

Au total, pour le compte de l'étude hydrogéologique ci-présentée, ce sont quasiment 300 données qui ont été analysées et traitées en fonction de leurs apports en termes de connaissances sur la ressource en eau souterraine. La Figure 24 ci-après, illustre la répartition des zones géographiques recouvertes par ces données.

La partie Sud, soit le bassin versant de la Vis et la Meso DG125, est la plus pourvue en termes de quantité d'information relevant de l'hydrogéologie.

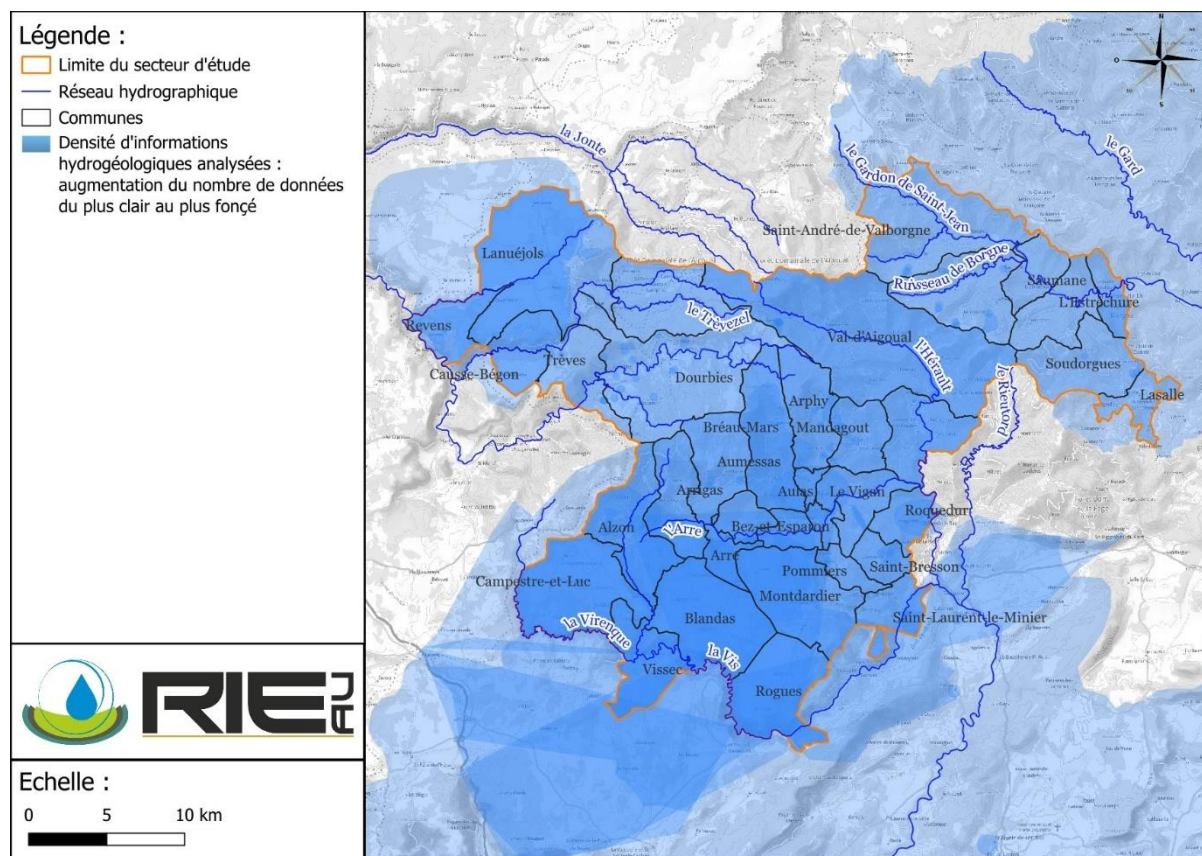


Figure 24 : Représentation et répartition des données hydrogéologiques analysées sur le secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

La carte de représentativité, voir Figure 25 ci-après, a été élaborée à partir de l'accumulation des différentes données (rapports, base de données, notes après échanges avec des personnes-ressources ...) et de leur localisation géographique. Parallèlement au travail de synthèse mené sur les études dans le secteur, un positionnement spatial de chaque étude a été réalisé à l'aide d'un logiciel SIG.

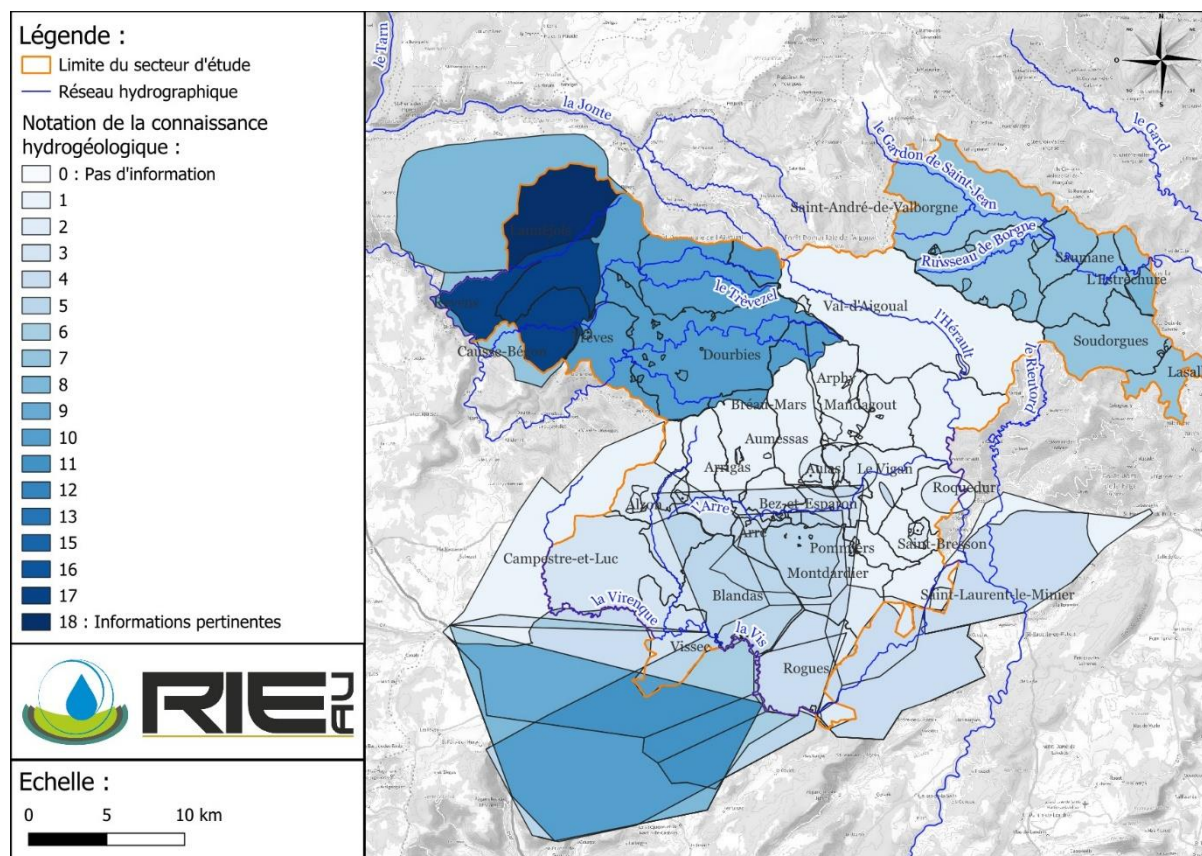


Figure 25 : Notation de la représentativité des informations hydrogéologiques sur le secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

Certaines études mentionnant des lieux géographiques bien identifiés (comme le Parc National des Cévennes ou les bassins versants) ont une géolocalisation précise. En revanche, pour les études couvrant des zones étendues, plusieurs communes, ou dont les localisations étaient imprécises, des zones tampons (polygones rectangulaires ou circulaires) ont été créées afin d'englober les aires qui concernent le secteur d'étude. Ces représentations sont naturellement moins précises, mais elles permettent de ne pas exclure l'existence de données issues de ces rapports.

Les données recueillies et utilisées pour notre étude sont pondérées à l'aide d'un système de notation pour discriminer la quantité d'information par rapport à la connaissance hydrogéologique qu'elles permettent.

Ce système de notation permet de mettre en avant les connaissances hydrogéologiques plutôt qu'un résultat quantitatif de données et rapports, comme présenté sur la Figure 24. En effet, en fonction des secteurs, comme pour la masse d'eau FG057 par exemple, il n'y a pas beaucoup de données, mais celles recueillies, permettent de connaître le fonctionnement hydrogéologique du secteur de manière détaillée.

La sélection des ouvrages de la BSS, voir Figure 26, s'est appuyée principalement sur les Périmètres de Protection de Captages (PPC) en représentant les PPE (utilisés sur tout le secteur) et les PPR (utilisés pour la partie Nord-Est du secteur, car absence de PPE). La partie Nord-Ouest est particulièrement bien couverte, à la fois par la présence de rapports d'hydrogéologues agréés et par des données de traçages issues notamment de la base BD Traçages (BRGM).

La partie Sud du secteur bénéficie également de nombreuses données de traçages (BD Traçages et données de traçages communiquées par des personnes-ressources) ainsi que de nombreuses études sur le bassin versant de l'Hérault et sur le département de l'Hérault (études : CC34, DG125, suivis piézométriques, analyses qualité ES, etc.).

Enfin, la zone des Gardons, au Nord-Est, constitue également un secteur très documenté avec des études comme Hydropop, plusieurs thèses ou l’EPTB Gardons.

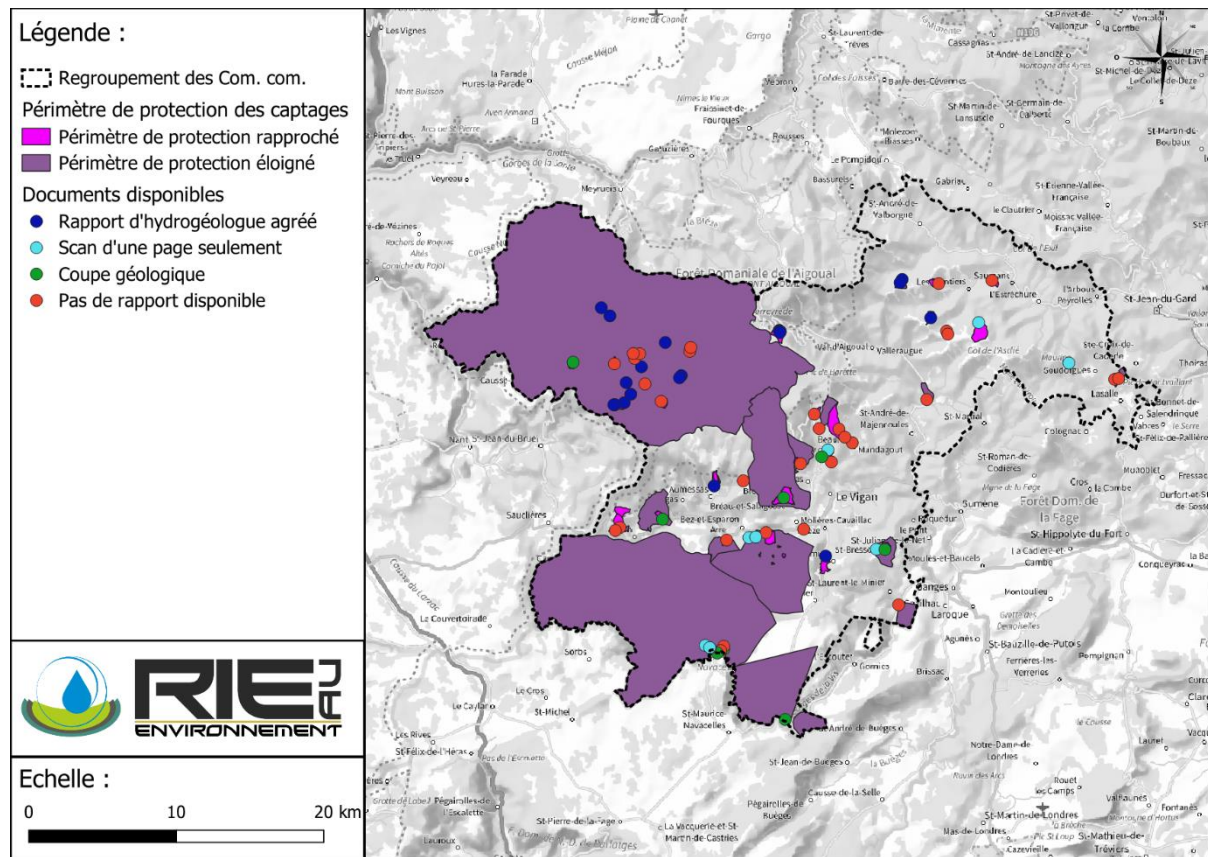


Figure 26 : Représentation géographique des données disponibles sur le secteur d'étude (fond de carte Plan IGN®)

2. Recommandations

2.1.1 Recommandations pour préciser les ressources en eau souterraines en fonction des besoins

Action 1 : définir avec précision les zones géographiques ou les besoins sont nécessaires pour affiner l'étude hydrogéologique à l'échelle du sous-bassin versant

Socle et zone de transition avec le karst

Au niveau du socle, l'écoulement des eaux souterraines va suivre plus ou moins la topographie du site d'étude. Les données bibliographiques ont révélé que les eaux superficielles ont tendance à s'infiltrer au niveau de réseaux de fissures et failles et être drainées de manière plus efficace à la faveur de failles et formations schisteuses. Ainsi, ces aspects structuraux et hydrogéologiques pourront faire l'objet d'une analyse *in situ* à l'échelle du sous-bassin versant, lié à la zone de prélèvement souhaitée.

Karst

Les aquifères karstiques ne sont pas délimités complètement par la topographie. Ainsi, lorsqu'il s'agit de définir un volume quantitatif d'exploitation, il vaut raisonner la faisabilité du projet à l'échelle de l'unité karstique (sous-bassin versant) qu'il faut alors définir. Dans cet intérêt, il est nécessaire de définir le plus précisément possible la zone géographique du projet.

Action 2 : étude du terrain pour comprendre le fonctionnement hydrogéologique à l'échelle du sous-bassin versant

Une fois la délimitation de la zone précisée grâce à l'action 1 précédent, les données hydrogéologiques complémentaires à celles disponibles par la bibliographie, le cas échéant, doivent être obtenues sur site. Le lien entre les eaux superficielles et souterraines existants, via les interactions nappe/rivière, sous forme d'apports (sources, griffons) mais également sous forme de pertes (réseau de fractures, infiltration), celui-ci doit être déterminé au niveau de la zone d'étude pour comprendre le fonctionnement de l'hydrosystème. Ainsi, plusieurs méthodes permettant de qualifier le fonctionnement de l'hydrosystème et de quantifier la ressource sont proposées ci-après. La liste n'est pas exhaustive. Chaque sous-bassin versant doit être étudié au cas par cas.

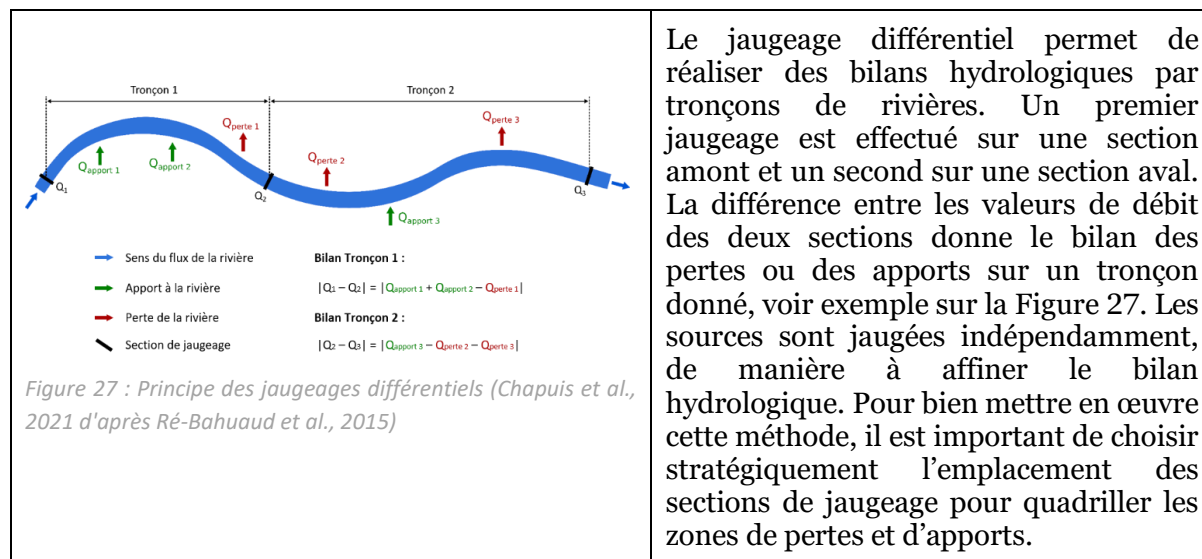
Recensement des sources

L'analyse du site d'étude, doit permettre de retrouver et le géoréférencement le plus précis possible des sources connues ou recensées *in situ*. En effet, concernant l'exploitation des eaux souterraines, la présence de sources peut permettre d'étudier plus en détail, les capacités quantitatives de l'aquifère. Elles seront également, un point privilégié pour une instrumentation nécessaire à une étude hydrogéologique dans un 1^{er} temps puis un dispositif d'exploitation dans un 2nd temps.

Recensement des prélèvements

Au même titre que les sources, l'étude sur site doit permettre de recenser les prélèvements réels qui sont réalisés sur le secteur d'étude. En effet, comme le révèle l'étude, il existe quelques différences dans les bases de données disponibles et estimations sur les prélèvements d'eaux superficielles et souterraines. L'inspection *in situ* doit également permettre de vérifier les prélèvements lorsque ceux-ci sont visibles.

Jaugeages différentiels en cours d'eau



En 1^{er} lieu, le cours doit être divisé en plusieurs sections déterminées de manière à cerner les débits d'un ou plusieurs apports et/ou d'une ou plusieurs pertes entre deux sections (voir Figure 16). Le choix des sections doit également être soumis à plusieurs critères : 1) le cours d'eau doit être le plus rectiligne possible là où la section a été établie, de manière à ce que le champ des vitesses soit homogène ; 2) l'écoulement doit être le moins turbulent possible.

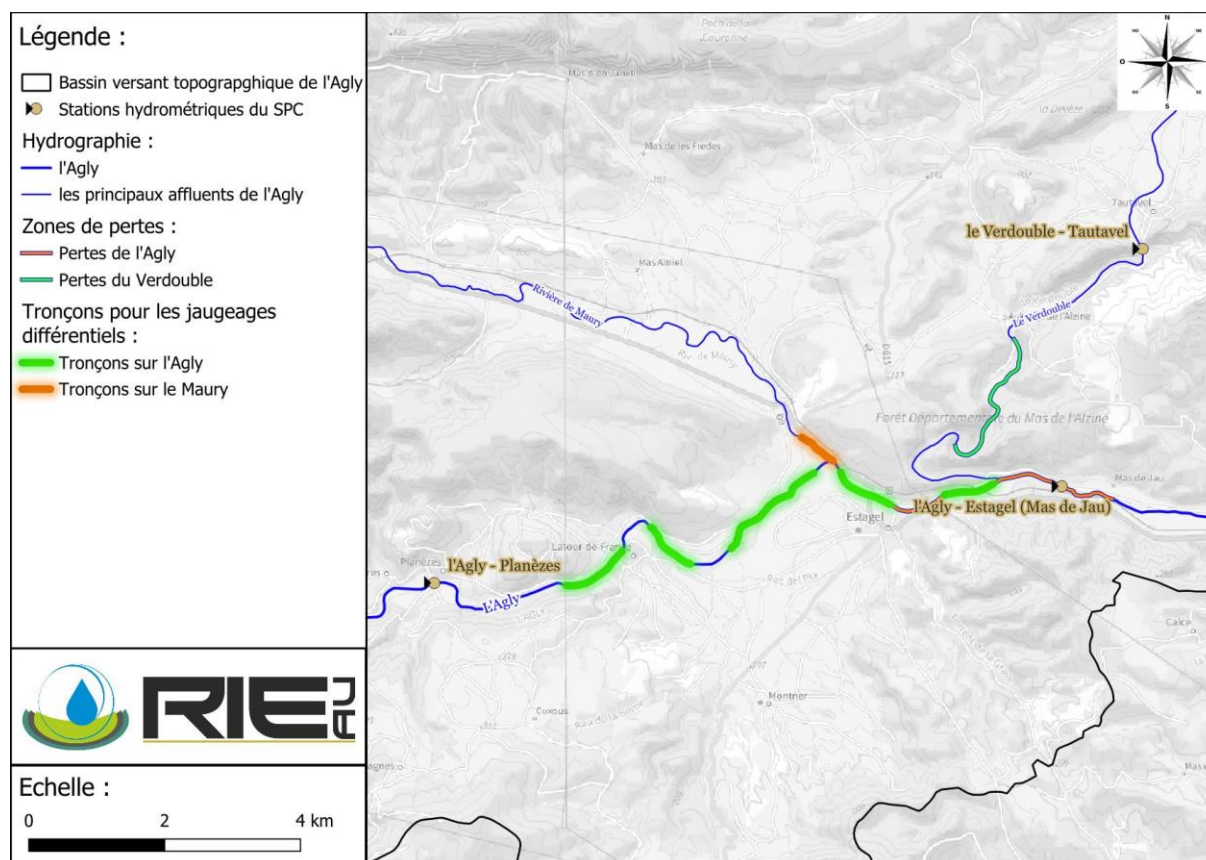


Figure 28 : Exemple de tronçons prédéfinis pour des campagnes de jaugeages différentiels (fond de carte Plan IGN®)

De plus, les jaugeages doivent être réalisés de manière synchrone au cours de plusieurs contextes hydrologiques (hautes eaux, moyennes eaux et basses eaux) de façon à obtenir une vision d'ensemble du comportement de l'hydrosystème.

Comme évoqué précédemment, en fonction du profil du cours d'eau et de l'épaisseur de lame d'eau à mesurer le groupement RIEau-Ecolimneau adaptera son matériel de mesure :

- courantomètre pour les cours d'eau de faible profondeur et largeur ;
- dilution de sel ou traceur fluorescent pour les très faibles débits ;
- mesure volumétrique pour les très faibles débits avec possibilités de contenir le filet d'eau ;
- profileur acoustique pour les débits en hautes eaux voire très hautes eaux.

À titre d'exemple, pour notre précédente étude sur la Cèze, les débits obtenus sur chaque section et source issus des campagnes de jaugeage synchrones ont été reportés sur des graphiques afin de suivre leurs évolutions, dans l'espace et dans le temps. La Figure 29 ci-après montre que le débit de la rivière, sous l'influence des sources, augmente de l'amont à l'aval. Les zones de pertes en amont des gorges (Pont de Rivière à Tharaux) et Baumes Salène apparaissent très clairement. Le graphique révèle par ailleurs que les apports karstiques sont très variables au cours de l'année et de l'état hydrique du système karstique. En effet, les apports issus du réseau karstique, mesurés à l'exutoire des sources ont été évalués jusqu'à environ 49 % du débit total de la Cèze en aval des gorges en période de moyennes eaux et environ 68 % en période de basses eaux.

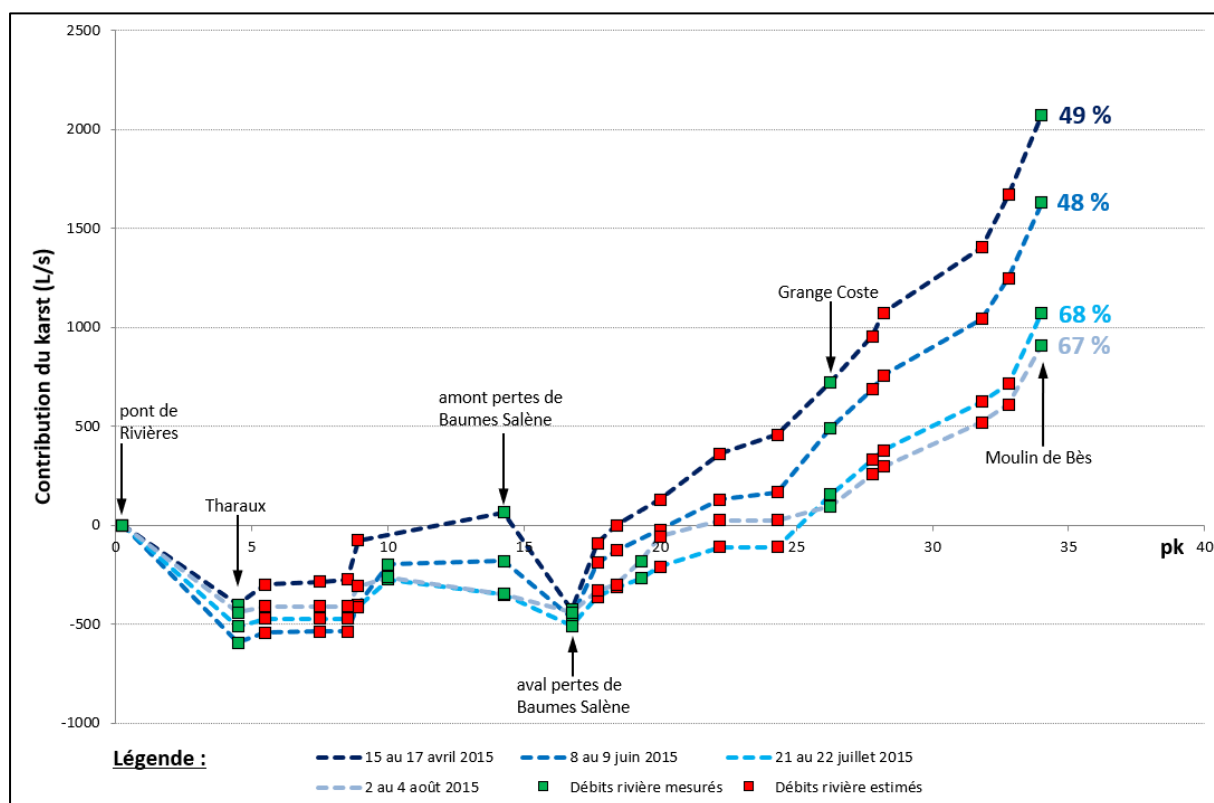


Figure 29 : Campagnes de jaugeages pour les périodes du 15 au 17 avril 2015, du 8 au 9 juin 2015, du 21 au 22 juillet 2015 et du 2 au 4 août 2015 ; les débits mesurés en rivière à l'aide d'un courantomètre (carrés verts) correspondent aux sections de mesures en rivière ; les débits estimés en rivière (carrés rouges) sont l'ajout, le long du tronçon de rivière des débits des sources mesurés à l'aide du même courantomètre (Chapuis, 2017)

Suivi en continu des sources (physico-chimique et quantitatif)

L'instrumentation des sources par des sondes de mesures de paramètres physico-chimiques tels que la pression de lame d'eau, la température et la conductivité électrique peut permettre d'analyser le comportement de la source en fonction des saisons, réponses : (i) à une pluie (ii) à une période de sécheresse. Les chroniques (suivi sur plusieurs années, plusieurs cycles hydrologiques) avec la pluviométrie en continu, forment des bases de données exploitables pour des analyses de fonctionnement des hydrosystèmes :

- les analyses corrélatoires permettent d'interpréter le fonctionnement d'un hydrosystème en s'appuyant sur des données recueillies à l'entrée et à la sortie de celui-ci. Deux types d'analyses, entre autres, peuvent être réalisées : l'autocorrélation et la corrélation croisée ;
- les analyses fréquentielles permettent de caractériser les différents régimes et l'organisation des écoulements souterrains. Elles apportent des informations sur l'hydrodynamisme. Deux types d'analyses, entre autres, peuvent être réalisés : la méthode des débits classés et l'analyse de la distribution des fréquences de minéralisation ;
- les analyses en éléments chimiques que l'on retrouve dans les eaux qui s'enrichissent en ces éléments chimiques au contact des formations géologiques qu'elles traversent. Elles acquièrent ainsi une signature spécifique qui permet de les reconnaître et de les classer. Les résultats d'analyses permettent de discriminer, par exemple, les eaux de source purement karstiques, c'est-à-dire peu ou pas influencées par la rivière. Les tendances de mélanges, c'est-à-dire les tendances de sources à recycler des eaux de la rivière (pertes en amont). Lorsque l'eau de l'aquifère et celle de la rivière sont bien distincts et marquées en termes d'éléments chimiques, ils peuvent ensuite être utilisées pour quantifier les mélanges d'eaux, le cas échéant.

Analyse des données et interprétation des possibilités

L'acquisition des données précédemment présentées forme une base de données permettant d'estimer quantitativement (pérennité, volume, débit) et qualitativement (faciès chimique, indication par rapport à l'usage) la ressource en eau vis-à-vis du projet. La combinaison des résultats obtenus peut permettre de se prononcer sur la vulnérabilité de la ressource, notamment en fonction des zones de pertes et d'apports liées au sous-bassin versant.

Action 3 : conceptualisation du fonctionnement hydrogéologique du sous-bassin versant

La conceptualisation est une démarche qui précède la modélisation. Elle permet dans un premier temps de rassembler toutes les informations relatives au fonctionnement du système étudié. L'information ainsi acquise est extrêmement variée, et la quantité de connaissances obtenues au terme de l'étude peut être assez conséquente. De ce fait, la conceptualisation trouve son intérêt en ce qu'elle permet de sélectionner l'information pertinente et de l'agencer de façon cohérente. Cette approche a donc une vocation synthétique.

Coordonner de cette manière l'information pertinente ressort d'une logique systémique. L'intérêt principal de la pensée en système est qu'elle permet de mettre en lien des approches pluridisciplinaires. Un système est donc une structure conceptuelle qui intègre des éléments en interaction entre eux. La mise en évidence de ces interrelations permet de cerner les limites, qui sont toujours arbitraires, d'un système et de s'approprier la logique globale qui préside à son fonctionnement.

La mise en forme de ce système par la construction d'un schéma conceptuel est en quelque sorte une pré-modélisation. La conception d'un modèle fonctionnel repose sur une somme de connaissances relativement restreinte. Ainsi, la somme des connaissances acquises ne saurait être intégrée au modèle, elle constitue néanmoins une base solide qui a permis d'améliorer progressivement celui-ci. Ces connaissances ont servi par exemple à formuler des hypothèses

afin d'expliquer les raisons pour lesquelles notre modèle ne reproduit pas correctement certains débits. En d'autres termes, Le schéma conceptuel du système karstique est un idéal théorique que la modélisation vise à atteindre.

3. Conclusions générales

Le secteur des communautés de communes de Causse Aigoual Cévennes Terre Solidaire (CACTS) et Pays Viganais est particulier dans sa ressource en eau superficielle et souterraine. Sa diversité, avec des secteurs karstiques soutenant d'importants cours d'eau, et des zones cristallines au réseau hydrographique plus variable mais soutenu, en font principalement un atout. C'est cependant un territoire soumis à un risque inondation fort et plus récemment à des risques de sécheresse accentués.

La zone de transition entre le socle et le karst de la partie bassin méditerranéen du secteur d'étude (Meso DG106 et 125), présente un fonctionnement hydrogéologique contrasté entre le socle cévenol cristallin peu perméable et les formations karstiques très perméables. Les aquifères karstiques sont structurés par des failles majeures, comme celle de Saint-Michel favorisant les écoulements souterrains rapides et une forte réactivité face aux précipitations. Les relations entre les deux structures sont localement assurées par des zones de contact fracturées ou arénisées, permettant des transferts ponctuels d'eau depuis le socle vers le karst.

Les traçages artificiels confirment des connexions complexes, parfois diffuses entre les différentes sources. Les données piézométriques mettent en évidence des dynamiques saisonnières typiques des karsts, mais avec une sensibilité accrue aux déficits pluviométriques récents, illustrant la vulnérabilité de ces systèmes face au changement climatique.

Si le bassin de la Vis est bien étudié, notamment par les travaux scientifiques réalisés et en cours, il est recensé moins d'informations, du point de vue hydrogéologique, sur le bassin versant de l'Arre. Ce bassin qui recoupe 3 masses d'eau (DG125, 106 et 601) du fait de l'écoulement de l'Arre qui suit une direction plus ou moins de l'Ouest vers l'Est traverse une zone de transition socle / karst très fracturée. Si la Meso DG106 est moins importante que la DG125 du point de vue emprise géographique, elle peut tout de même contenir une ressource en eau souterraine intéressante et potentiellement moins profonde que pour les autres systèmes karstiques du fait de sa proximité avec le socle.

Des investigations de terrain plus précises, pour recenser les sources, les apports ou pertes à travers le cours d'eau de l'Arre notamment serait une 1^{ère} approche pertinente pour connaître le fonctionnement du karst pour ce sous-bassin versant. Le suivi qualitatif et quantitatif des sources principales, la réalisation de traçages artificiels, sont des solutions pour définir les hydrosystèmes karstiques et appréhender la ressource pour une utilisation future.

Concernant le socle, soit les Meso DG601, 602 et FG009A, celles-ci présentent une hétérogénéité lithologique marquée par des zones fissurées, d'altérations profondes et d'arénisation. Ces structures conditionnent les écoulements d'eau souterraine, souvent peu productifs et très hétérogène d'un point de vue spatiale. La productivité la plus élevée est actuellement observée dans les granites de l'Aigoual. Elle s'explique en partie par une recharge effective élevée due aux précipitations orographiques, mais aussi par la présence de fractures profondes jouant un rôle structurant dans les circulations d'eau souterraine et d'infiltration efficace des eaux superficielles.

Les activités, notamment touristiques, entraînent une hausse importante des prélèvements en eau largement dominés par l'alimentation en eau potable (AEP). Ces prélèvements sont les plus importants durant l'été, soit lors de la période d'étiage des cours d'eau. Des cours d'eau comme l'Arre, avec un débit historiquement constant et élevé, voit ses étiages de plus en plus forts en aval de la ville du Vigan. La gestion des étiages est encore peu précise sur le secteur et des cours d'eau comme l'Hérault sont peu suivis malgré les risques croissants. La baignade, de plus en plus fréquente, et le risque de surfréquentation peut également avoir une pression significative localement.

Les usages de l'eau pour les prélèvements agricoles et industriels sont plus réduits sur le secteur, entraînant un impact réduit sur la ressource en eau. Les principaux prélèvements agricoles sont présents le long des grands cours d'eau (vallée de l'Hérault et de l'Arre) afin d'alimenter des canaux d'irrigation. Les vergers sont présents uniquement sur ces zones irrigables. Les pressions urbaines sont présentes principalement sur le bassin versant du Coudoulous pour la qualité de l'eau, avec des dégradations notamment liées au réseau d'assainissement (ANC défaillant ou absent). D'un point de vue quantitatif, les pressions urbaines sont majoritaires sur les communes du Vigan (prélèvements à Avèze) Val d'Aigoual et dans une moindre mesure Lasalle.

La qualité écologique des cours d'eau du secteur est globalement bonne à très bonne. Les cours d'eau sont des réservoirs biologiques de tête de bassin importants pour l'ensemble du bassin versant. La quasi absence de perturbations en font des zones refuges et de qualité. Des pollutions chimiques sont présentes sur la Crenze et la Glèpe, notamment lié à la pollution encore effective des activités minières et industrielles (métallurgie) passées.

La situation est globalement bonne sur la ressource en eau du secteur. Localement, des points de pressions persistent et peuvent avoir un impact assez important sur des cours d'eau à faible débit. Dans une perspective de changement climatique des secteurs alors fragiles peuvent devenir vulnérables. Des cours d'eau comme la Vis semblent connaître peu de diminution de débit à l'avenir, mais l'Arre et les Gardons ont des diminutions assez importantes, avec des prélèvements déjà élevés, ayant atteints leur potentiel seuil maximal sur l'Arre. Si ces diminutions sont couplées à des augmentations de prélèvements (notamment agricoles et pour l'AEP), le risque sur la ressource en eau peut devenir conséquent. Des enjeux de qualité d'eau sont localement importants sur le secteur et à améliorer afin de préserver la ressource en eau.

Ce territoire connaît par ailleurs des précipitations abondantes, mais qui s'écoulent rapidement vers les territoires aval. Les ressources locales, en l'absence de stockage et/ou d'utilisation de la réserve souterraine, sont ainsi très faibles. Les demandes supplémentaires en eau agricole (en particulier pour la culture des oignons doux, essentiellement dans la Haute vallée de l'Hérault) apparaissent réduites, mais importantes au regard des faibles ressources disponibles. Elles représentent de plus un enjeu économique majeur pour le maintien du tissu rural.

L'AEP en période estivale constitue également un enjeu fort du territoire (ressources faibles et forte augmentation de la population pendant la période touristique). Le territoire des Cévennes présente une forte culture de l'eau et une nature résiliente et innovante sur laquelle il peut s'appuyer pour s'adapter à ces évolutions climatiques et socio-économiques. Le patrimoine local est un atout indéniable et à pérenniser.

4. Bibliographie :

Zone 1 : Bassin de la Vis et de l'Arre (karstique et causses)

Rapports hydrogéologiques

Titre du document	Année	Type de données	Source
Cartes géologiques de Nant/Vigan/Caylar/St-Martin-de-Londres		Cartes et notices	BRGM
Piezométrie Vigan	2011/2024	Données au format Excel	Mikolasek
Étude FRDG125	2020/2022	Rapport sur la meso 125	CD Hérault / Agence de l'Eau RMC
Spéléo	2002-2006-2011-2024	Rapport spéléologie	Club de spéléo et EKPP
Suivi Piézo 125	2021	Rapport piézo de la meso 125	Conseil Départemental de l'Hérault
Qualité ES	2021	En corrélation avec suivi piézo et l'étude 125	CD Hérault / BRGM
Traçage Aven du Cochon	2022	Synthèses et données Excel	CC Larzac et Lodévois
Étude des volumes prélevables (EVP)	2016	Rapport	EPTB fleuve Hérault
BSS	x	Rapports, logs, scans	ARS/BRGM
Projet Grand Karst (PGK)	En cours	Présentations, notes	BRGM, Hydrosiences Montpellier, Géosciences Montpellier
Plan de gestion de la ressource en eau (PGRE)	2018	Rapport	CLE, EPTB Fleuve Hérault
Thèse C. Baral	2024	Thèse de doctorat	Baral Céline

Zone 2 : Zones du socle, bassin de l'Hérault et des Gardons

Rapports hydrogéologiques :

Titre du document	Année	Type de données	Source	Ressource	Précision	Utilité
Thèse Gillet et CR visio Ayrat	2021/2025	Thèse et visio	Ayrat et Gillet	Ayrat Pierre-Alain	4	Thèse Gillet et CR visio Ayrat
Thèse Bouvier	2020	Thèse de doctorat	Christophe Bouvier	Ayrat Pierre-Alain	3.5	Thèse Bouvier
CROCC	2021	Rapport	RECO	Fenart Pascal	2.5 (toute la région)	CROCC
Hydropop	2019	Présentation et chroniques	x	x	3.5 (BV des Gardons)	Hydropop
RivCev	2016	Projet fin études et mise en contexte	Graie	x	2.5 (BV des Gardons dans l'étude avec Cèze et Ardèche)	RivCev
La ressource « Eau » dans les Cévennes	2024	Plan de gestion de l'eau	PN Cévennes/EPT B Gardons	x	4	La ressource « Eau » dans les Cévennes
Cartes géologiques de Nant-Le Vigan-Meyrueis-Saint-André-de-Valborgne	<2000	Cartes et notice géologique	BRGM	Ecole des Mines Saint-Etienne	5 (beaucoup d'informations précises et dans le secteur)	Cartes géologiques de Nant-Le Vigan-Meyrueis-Saint-André-de-Valborgne
BSS	x	Rapports, logs et scans	BRGM	x	5 (informations sur la géologie, hydrodynamique, prélèvements)	BSS
Étude des aquifères du Gard	2006	Rapport	BRGM	x	2.5 (définitions des aquifères)	Étude des aquifères du Gard

Bibliographie hydrogéologie :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée Corse, 2015, fiches de caractérisation et évaluation du risque de non atteinte du bon état (NABE) des masses d'eau souterraine 6106 et 6125.

Alabouvette, B., Arthaud, F., Bodeur, Y., Barthes, J.-P., Paloc, H., Aubague, M., 1988. Notice explicative de la feuille Le Vigan n°937.

Alabouvette, B., Arrondeau, J.P., Aubague, M., Bodeur, Y., Dubois, P., Mattei, J., Paloc, H., Rancon, J.P., 1988a. Notice explicative de la feuille Le Caylar n°962.

Alabouvette, B., Bouchot, V., Brouder, P., Cocherie, A., Faure, M., Thierry, J., 2009. Notice explicative de la feuille Saint-André-de-Valborgne n°911.

Ayral, P.-A., 2025. Compte-rendu de visioconférence avec M.Ayral.

Bailly-Comte, V., 2008. Interactions hydrodynamiques surface/souterrain en milieu karstique-Approche descriptive, analyse fonctionnelle et modélisation hydrologique appliquées au bassin versant expérimental du Coulazou, Causse d'Aumelas, France. Université Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc.

Bambier, A., Gèze, B., Paloc, H., 1985. Notice explicative de la feuille Nant n°936.

Baral, C., 2024. Géologie des réservoirs karstiques : développement d'un outil méthodologique type SIG en 3D, exemple du Larac sud (France) (Thèse de doctorat). Université de Montpellier, École Doctorale GAIA Biodiversité, agriculture, alimentation, environnement, terre, eau.

Blaise, M., Marchal, JP., 2006. Description des aquifères du département du Gard (Rapport final No. RP-54850-FR). BRGM.

Bodeur, Y., Féraud, J., Mattauer, M., Mattei, J., Paloc, H., Philip, H., Théron, R., 1979. Notice explicative de la feuille Saint-Martin-de-Londres n°963.

Bouvier, C., 2020. Characterization of subsurface fluxes at the plot scale during flash floods in the Valescure catchment, France (Thèse de doctorat). HydroSciences Montpellier.

Brouder, P., Gèze, B., Macquar, J.C., Paloc, H., 1977. Notice explicative de la feuille Meyrueis n°910.

Caumont, D., 1991. Un cas de diffluence souterraine dans les Grands-Causse : La coloration de l'aven des Albarons et le réseau des Chèvres d'Arre (cause de Blandas - 30) (No. Spelunca Mémoires n°19), Actes du XIXème congrès national de spéléologie. Montpellier.

Carrière, D., n.d. Étude hydrogéophysique de la structure et du fonctionnement de la zone non saturée du karst. Université d'Avignon, Sciences de la Terre.

Chapuis, H., Jolivet, J., Ré-Bahuaud, J., Paran, F., Graillot, D., Guy, B., 2017. Displacement of watershed between two karstic rivers. Presented at the World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium, p. 10.

Chapuis, H., Pascoletti, Y., Paran, F., Graillot, D., Ré-Bahuaud, J., Johannet, A., Bernard, G., Peuble, S., Marmonier, P., Piégay, H., 2022. Connaître et quantifier les échanges hydrauliques Karst / rivière-Recommandations méthodologiques.

Chen, Z., Auler, A.S., Bakalowicz, M., Drew, D., Griger, F., Hartmann, J., Jiang, G., Moosdorf, N., Richts, A., Stevanovic, Z., 2017. The World Karst Aquifer Mapping project: concept, mapping procedure and map of Europe. Hydrogeology Journal 25, 771.

Crochet, P., 2007. Détermination des périmètre de protection des sources des Moulènes et de Valcroze (Rapport d'hydrogéologue agréé No. 030000001108). Saint-André-de-Valborgne.

Dadoun, J.-F., 2013. Avis hydrogéologique et sanitaire définitif relatif au captage d'eau souterraine du lieu-dit "Faveyrolles" (Rapport d'hydrogéologue agréé No. 0300000006696). Les Plantiers.

Étude des potentialités en eau de l'aquifère du Cambrien au sud du Vigan, sur la vallée du Coularou, 2011.

Étude hydrogéologique de ressources stratégiques en eaux souterraines et définition des zones de sauvegarde exploitées et non exploitées actuellement - Département de l'Hérault - FRDG125 : Calcaires et marnes des causses et avant-causses du Larzac-sud, Campestre, Blandas, Séranne, 2022. . Département de l'Hérault.

- Gillet, M., 2022. Rôle des eaux souterraines sur les étiages des rivières cévenoles : Compréhension et modélisation des contributions pour la gestion des étiages (Thèse de doctorat). Université de Nîmes.
- Johannet, A., Martin, P., Paran, F., n.d. Projet de création d'un Site Atelier au sein du GIS ZABR pour les Rivières Cévenoles (SA-ZABR-RC). LGEI-EMA, UMR 7300 ESPACE Univ Avignon, UMR 560 EVS GSE-EMSE.
- Lamotte, 2021. Réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault - résultats des campagnes étiages 2020 - hautes eaux 2021 (Rapport final No. BRGM-71161-FR).
- Liénart, N., 2024. Traçage de l'Aven du Cochon. Département de l'Hérault.
- Manche, Y., Georges, L., 2024. La ressource « Eau » en Cévennes.
- Marsaud, B., 1996. Structure et fonctionnement de la zone noyée des karsts à partir des résultats expérimentaux. Paris XI, Orsay.
- Martin, P., Ayral, P.-A., Cicille, P., Didon-Lescot, J.-F., Douguédroit, A., Sauvagnargues, S., 2019. Hydropop : De l'Hydrologie populaire et participative ? (Rapport final). ZABR, Agence de l'eau.
- Membrado, L., Liénart, N., 2021. Réseau départemental de suivi piézométrique des eaux souterraines (Rapport annuel 2020).
- Mikolasek, O., 2011. Suivi piézométrique du Coularou au sud du Vigan.
- Projet Grands Karsts - Bassin du fleuve Hérault, n.d.
- Mudry, J., 1990. Les courbes flux chimique-debit et le fonctionnement des aquifères karstiques. *Journal of Hydrology* 120, 283–294. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(90\)90154-P](https://doi.org/10.1016/0022-1694(90)90154-P)
- Souque, B., Ayral, P.-A., Martin, P., 2016. Vers une stratégie fondamentale et appliquée dans le nouveau Site Atelier des Rivières Cévenoles de la ZABR (Projet de Fin d'Étude). Écoles des Mines d'Alès - Université d'Avignon.
- Teissier, J.-L., 2002. Alimentation en eau potable - Captage des Trois Fontaines (Rapport d'hydrogéologue agréé No. 0300000000752). Val d'Aigoual.
- Valencia, G., 2011a. Avis sanitaire sur la protection des captages de Comeiras 1 et 2 (Rapport d'hydrogéologue agréé No. 0300000006698). Dourbies.
- Valencia, G., 2011b. Avis sanitaire sur la protection du captage des Laupiettes (No. 0300000000316). Dourbies.
- Valencia, G., 2006. Avis sanitaire concernant la protection du captage d'AEP de la source de Pesses Longues (Rapport d'hydrogéologue agréé No. 0300000000312). Dourbies.
- Worthington, S.R., 1999. A comprehensive strategy for understanding flow in carbonate aquifers. *Karst modeling* 5, 30–37.

Annexe 1 :

