

Document public

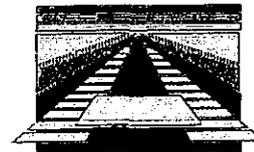
Évaluation des ressources en eau souterraine des systèmes karstiques des Corbières

*Sous-phase CORB01
« État des connaissances hydrogéologiques des Corbières »*

Étude réalisée dans le cadre du projet Corbières et du module du projet de recherche
01EAUR01 « Structure et fonctionnement des systèmes karstiques »

Septembre 2001
BRGM/RP-51103-FR





Document public

Évaluation des ressources en eau souterraine des systèmes karstiques des Corbières

*Sous-phase CORB01
« État des connaissances hydrogéologiques des Corbières »*

Étude réalisée dans le cadre du projet Corbières et du module du projet de recherche
01EAUR01 « Structure et fonctionnement des systèmes karstiques »

N. Dörfliger, R. Schoen, H. Giroux
avec la collaboration de
M. Bakalowicz, P. Lachassagne, B. Ladouche et J-P. Marchal

Septembre 2001
BRGM/RP-51103-FR



Mots clés : Corbières, Hydrogéologie, Karst, ressources en eau, potentialités

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

Dörfliger N., Schoen R., Giroux H. avec la collaboration de Bakalowicz M., Lachassagne P., Ladouche B. et Marchal JP. (2001) - Évaluation des ressources en eau souterraine des systèmes karstiques des Corbières ; Sous-phase CORB01 « État des connaissances hydrogéologiques des Corbières ». Rap. BRGM RP-51103-FR, 93 p., 12 fig., 2 annexes.

© BRGM, 2001, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La première phase du projet d'évaluation de la ressource en eau des systèmes karstiques des Corbières, projet pluriannuel (2001-2005) financé par les maîtres d'ouvrage suivants - Conseil Général des Pyrénées Orientales et Conseil Général de l'Aude -, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et la dotation de recherche du BRGM (projet 01EAUR01 « Fonctionnement et structures des systèmes karstiques ») consiste à établir un état des connaissances à partir de l'existant. L'objectif est de proposer une liste des systèmes karstiques revêtant un intérêt tant du point de vue de leurs potentialités en terme de ressource en eau que du point de vue des possibilités d'instrumentation.

Ces données sont soit de type hydrométriques (pluviométrie, stations de mesures des cours d'eau de la zone d'étude et suivi des eaux souterraines (piézomètres, sources)), soit des ouvrages ou rapports concernant des études antérieures et des travaux de recherche (Thèses de 3^{ème} cycle ou doctorat).

La zone d'étude qui s'étend du Nord au Sud, globalement de Narbonne à Perpignan, et d'Est en Ouest, de la mer Méditerranée au cours de l'Aude, a été subdivisée en 6 secteurs :

- le secteur des Corbières d'Opoul et du synclinal du Bas-Agly,
- le secteur du synclinal de St-Paul-de-Fenouillet,
- le secteur du synclinal de Boucheville
- le synclinal de Soulatgé. Ce dernier se situant en zone limitrophe du secteur de l'étude,
- le secteur de Lapalme,
- le secteur de Fitou.

Une quinzaine d'ouvrages principaux ont été consultés et analysés selon une grille de lecture, secteur par secteur ; des avis et commentaires généraux et spécifiques liés à la ressource en eau souterraine et au caractère thermominéral des sources ont été formulés. De plus un avis sur la faisabilité technique d'équipement des points d'eau à suivre éventuellement a été donné.

Au terme de cet état des connaissances, une typologie des systèmes karstiques présents au niveau de la zone d'étude est proposée ainsi qu'un tableau de synthèse. Ce dernier propose une liste de priorité des systèmes karstiques à étudier. Cette liste de priorité prend uniquement en considération des caractéristiques hydrogéologiques et techniques ; elle est indépendante de toute considération socio-économique de l'expression des besoins en eau des départements concernés.

Trois secteurs de la zone d'étude présentent des potentialités en ressource en eau souterraine importante et intéressante en vue d'une caractérisation future :

- le bassin d'alimentation de Font-Estramar/Fontdame y compris le synclinal du Bas-Agly (secteur de Cases-de-Pène),
- le synclinal de St-Paul-de-Fenouillet dans son ensemble,
- le synclinal de Roquefort du secteur Lapalme. Les exutoires de ce dernier ne permettent pas un suivi hydrologique, mais une prospection géologique et géophysique en amont de la zone des exutoires pourraient permettre d'implanter des sondages de reconnaissance.

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. Cadre et objectifs.....	9
1.2. Secteurs d'analyse et méthodologie retenue	9
2. Analyse des données existantes secteur par secteur	11
2.1. Secteur synclinal du Bas-Agly et Corbières orientales (Cases-de-Pènes, Pertes Verdoube, Rodoul, Agly, Sources de Fontdame et Font-Estramar).....	11
2.1.1. Contexte géographique.....	11
2.1.2. État des connaissances sur le secteur	11
2.1.3. Avis et commentaires.....	24
2.1.4. Avis sur les potentialités.....	27
2.1.5. Avis sur la faisabilité technique	28
2.1.6. Réseau de suivi piézométrique des calcaires secondaires du système Fontestramar - Fontdame - Cases de Pène	28
2.2. Secteurs occidentaux avec les synclinaux de St-Paul-de Fenouillet, de Boucheville et de Soulatgé	30
2.2.1. Synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet (la Tirounère, la Mouillère (de Maury, Clue de la Fou, Paziols, Mas Fouradade).....	31
2.2.2. État des connaissances sur le secteur	33
2.2.3. Avis et commentaires.....	36
2.2.4. Avis sur les potentialités.....	36
2.3. Synclinal de Boucheville [Sournia, La Doux].....	38
2.3.1. Contexte géographique.....	38
2.3.2. État des connaissances sur le secteur	38
2.3.3. Avis et commentaires.....	40
2.3.4. Avis sur les potentialités.....	41
2.4. Synclinal de Soulatgé (source du Verdoube, Gourg de l'Antre, Giraldasse, source de l'Agly).....	41
2.4.1. Contexte géographique.....	41
2.4.2. État des connaissances sur le secteur	42

2.4.3. Avis et commentaires.....	43
2.4.4. Avis sur les potentialités.....	43
2.4.5. Avis sur la faisabilité technique	43
2.5. Secteur de lapalme.....	44
2.5.1. Contexte géographique.....	44
2.5.2. État des connaissances sur le secteur	44
2.5.3. Avis et commentaires.....	51
2.5.4. Avis sur les potentialités.....	52
2.5.5. Avis sur la faisabilité technique	53
2.6. secteur de Fitou	53
2.6.1. Contexte géographique.....	53
2.6.2. État des connaissances sur le secteur	54
2.6.3. Avis et commentaires.....	57
2.6.4. Avis sur les potentialités.....	57
2.6.5. Avis sur la faisabilité technique	57
3. Potentialités des aquifères karstiques des Corbières sur la base des connaissances actuelles	59
3.1. Rappel sur le contexte général des karsts littoraux en région Languedoc-Roussillon.....	59
3.2. Typologie des sources karstiques des Corbières orientales.....	61
3.3. Potentialités du point de Vue des ressources en eau souterraine.....	62
3.3.1. Potentialités.....	62
3.3.2. Liste des systèmes à étudier dans le cadre du projet CORBIERES	63
4. Références bibliographiques.....	67
Annexes.....	71

Liste des illustrations

- Figure 1 : Extrait de la carte géologique du synclinal du Bas-Agly et d'une coupe transverse NNO-SSE passant au niveau de Cases-de-Pène. (p.15)
- Figure 2 : Coupe NNW-SSE de l'arrière pays de Salses au niveau des sources de Fontdame et de Font-Estramar. (p. 18)
- Figure 3 : Topographie du réseau spéléologique noyé de la source de Font-Estramar (© Association de Recherches de Font-Estramar, 1997). (p. 22)
- Figure 4 : Évolution piézométrique des sondages 102 à 107 entre Font-Estramar et Salses-le-Château. (p. 26)
- Figure 5 : Coupe géologique schématique dans la partie est des secteurs d'étude occidentaux. (p. 32)
- Figure 6 : Coupe géologique schématique dans la partie ouest des secteurs d'étude occidentaux (Casteras, 1974). (p. 32)
- Figure 7 : Extrait de coupes géologiques transversales W-E schématiques du secteur de Lapalme (tiré de Erre, 1977). (p. 47)
- Figure 8 : Coupe schématique des systèmes karstiques littoraux en Languedoc-Roussillon avec une composante d'eaux continentales et d'eaux thermo-minérales (p. 60)

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Proposition d'une hiérarchisation des systèmes à étudier dans le cadre du projet « Corbières », sur la base actuelle des connaissances et de critères hydrogéologiques uniquement.

Liste des annexes

Annexe. 1 – Structure des bases de données hydrologiques et bibliographiques.

Annexe. 2 – Cartes de situation de la zone d'étude et par secteurs ainsi que les tableaux des sources principales et des pertes ou avens.

Figures de l'annexe 2

Figure 1 : Carte de la zone d'étude avec les différents secteurs retenus pour la synthèse bibliographique.

Figure 2 : Carte des secteurs des Corbières Orientales et du synclinal du Bas-Agly. Système de Fontestramar-Fontdame et de Cases de Pène.

Figure 3 : Carte des points d'eau inventoriés en vue d'établir un réseau de suivi piézométrique dans les calcaires des systèmes de Font-Estramar, Fondame et de Cases-de-Pène.

Figure 4 : Carte des trois secteurs orientaux : synclinal de St-Paul-de-Fenouillet, synclinal de Boucheville et synclinal de Soulatgé.

Figure 5 : Carte de St-Paul de Fenouillet, Boucheville et Soulatgé avec notamment la position des stations météorologiques.

Figure 6 : Carte des secteurs de Lapalme et Fitou.

1. Introduction

1.1. CADRE ET OBJECTIFS

L'objectif de la première étape du projet « CORBIERES : évaluation de la ressource en eaux des calcaires », financé par les Conseils Généraux des Pyrénées Orientales et de l'Aude, ainsi que par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et le BRGM (dotation de recherche scientifique), est de réaliser un état des lieux concernant la connaissance hydrogéologique du secteur d'étude et de proposer une liste de priorité quant aux systèmes à étudier en détail. Cette première étape correspond à la sous-phase CORB 01 de l'annexe technique du projet, projet qui s'étend sur une période de 5 ans.

Cet état des lieux se base sur des documents de différents types : articles scientifiques, rapports d'étude et rapports inédits ainsi que, notamment, les données de la base de données BDHYDRO et celles de la DDAF des Pyrénées Orientales. Tous les documents recensés et complétés sont référencés dans une base de données bibliographiques qui sera alimentée tout au long de l'étude. De même les bases de données telles que la banque de données du sous-sol (BSS) et des bases de données de l'AERMC ont été utilisées pour sélectionner les données relatives aux points d'eau du secteur d'étude. Une base de données a été constituée ; elle est évolutive et pourra être validée en collaboration avec les services de l'État en cours de l'étude. Ces bases de données sont géoréférencées et exploitables à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG). Ces bases de données ne constituent pas la partie centrale de cette synthèse de l'état des connaissances ; elles permettent néanmoins d'organiser les données collectées. Seule la structure de la base de données bibliographiques et des données est référencée en annexe 1. La base de données des points d'eau, essais de traçage et des phénomènes karstiques, est amenée à évoluer et à être validée au fur et à mesure de l'avancement du projet.

1.2. SECTEURS D'ANALYSE ET METHODOLOGIE RETENUE

Cette synthèse porte sur l'ensemble de la zone d'étude telle que définie dans l'annexe technique du projet et rappelée dans la figure 1 de l'annexe 2. Un découpage suivant globalement les découpages proposés par Faillat (1972) et Erre (1977) a été effectué, en prenant en considération la géologie et l'hydrogéologie ; 6 secteurs ont ainsi été retenus, à savoir du Nord au Sud et de l'Est vers l'Ouest (fig. 1, annexe 2) :

- Secteur des Corbières orientales et du synclinal du Bas-Agly [Sources de Fontdame et Font-Estramar, Cases-de-Pènes, Pertes Verdoube, Roboul, Agly].
- Synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet [la Tirounère, la Mouillère (Maury), Clue de la Fou, Mas de la Fouradade / Paziols].
- Synclinal de Boucheville [Sournia, La Doux].

- Secteur de Cubières s/Cinoble et Soulatgé [source du Verdoble et Gourg de l'Antre, Giraldasse, Source de l'Agly].
- Secteur de Lapalme.
- Secteur de Fitou.

Une analyse des données existantes a été effectuée pour chacun des secteurs en mettant en évidence les points suivants (chapitre 2) :

- i) Contexte géographique.
- ii) État des connaissances sur le secteur :
 - Données disponibles (documents, données ponctuelles, séries chronologiques) ;
 - Potentiel aquifère, structure des formations aquifères (stratigraphie, extension, épaisseur, niveaux imperméables et perméables) ;
 - Fonctionnement hydrogéologique ;
 - Limites des systèmes ;
 - Principaux exutoires, ordre de grandeur des débits ;
 - Niveau de base.
- iii) Avis et commentaires.
- iv) Avis sur les potentialités :
 - Eau souterraine « froide » ;
 - Eaux à caractère thermominéral.
- v) Avis sur la faisabilité technique tant du captage d'une ressource en eau que de l'évaluation de cette ressource.

Pour chaque secteur, un avis synthétique est rédigé concernant l'état des connaissances, mettant en avant les lacunes à combler, les potentialités en terme de ressource ainsi que la faisabilité technique.

Un tableau de synthèse, rédigé à partir de ces informations, permet d'établir une typologie des systèmes karstiques du secteur ainsi qu'une liste des systèmes à étudier en priorité. Aucune considération d'intérêt socio-économique n'a été prise en compte au moment de fixer les ordres de priorité. Une représentation cartographique de l'expression de l'état des connaissances est donnée en tant qu'une carte de potentialités des ressources souterraines à étudier (chapitre 3).

2. Analyse des données existantes secteur par secteur

2.1. SECTEUR SYNCLINAL DU BAS-AGLY ET CORBIERES ORIENTALES (CASES-DE-PENES, PERTES VERDOUBLE, RODOUL, AGLY, SOURCES DE FONTDAME ET FONT-ESTRAMAR)

2.1.1. Contexte géographique

Le secteur des Corbières Orientales y compris le synclinal du Bas-Agly est situé au Nord et à l'Ouest de Perpignan. Il comprend les Corbières d'Opoul, zone de plateaux calcaires (Opoul – Périllos), d'altitude moyenne de 450 m, qui s'étend entre Estagel et Fitou, dominant la plaine de la Salanque et l'étang de Salses-Leucate. L'étang avec la mer constitue la limite orientale des Corbières. La limite occidentale est marquée par la dépression de Vingrau Tautavel parcourue par le Verdoble, affluent de l'Agly. Le flanc sud du synclinal du Bas-Agly marque la limite sud du secteur avec la source temporaire de Cases-de-Pène ainsi que les avens situés au col de Baixas ; ces derniers fonctionnent en trop plein, en période de hautes eaux uniquement. La ligne de crêtes du Mont Perillou (708 m) constitue la limite septentrionale de ce secteur.

La pluviométrie moyenne sur le secteur des Corbières Orientales s'élève à 530 mm. La zone littorale du secteur est soumise à des vents importants tout au long de l'année.

L'unique cours d'eau pérenne prenant naissance dans ce secteur est le Roboul, qui s'écoule du Nord vers le Sud ; son bassin versant d'orientation Nord-Sud, à une surface de 70 km² dans la région d'Opoul-Périllos. Il possède un régime marqué par des crues méditerranéennes. Le lit du Roboul comprend de nombreuses pertes chaque fois que le cours d'eau traverse les calcaires barrémo-aptiens en position anticlinale.

Des pertes des eaux de surface existent le long des cours d'eau de l'Agly et du Verdoble. L'Agly au passage du défilé d'Estagel à Cases-de-Pène, se perd au niveau des calcaires aptiens. Ces pertes peuvent être totales. Il semblerait que les pertes de l'Agly et du Verdoble soient en connexion hydraulique avec les exutoires de Font-Estramar et de Fontdame.

Ce secteur s'étend sur environ 200 km², dont la moitié concerne le plateau d'Opoul (fig. 4, annexe 2).

2.1.2. État des connaissances sur le secteur

a) Documents et données disponibles

De nombreux documents de travaux de recherche géologique, hydrogéologique, hydraulique et spéléologique existent pour le secteur d'étude. Les principaux documents consultés sont cités ci-dessous.

➤ **Partie amont : pertes de l'Agly et du Verdoube et synclinal du Bas-Agly**

Il s'agit d'une part, des données hydrologiques disponibles dans la banque de données HYDRO gérée par la DIREN LRO et alimentée pour ce secteur par la DDAF 66 et, d'autre part, des études réalisées avant et après la mise en exploitation du barrage de l'Agly à Caramany et des thèses de Faillat (1972) et de Serrat (2000). La première thèse concerne l'hydrogéologie des formations carbonatées du Haut-Bassin de l'Agly, cependant elle comprend des informations sur le flanc sud du synclinal du Bas-Agly et sur les pertes du Verdoube et de l'Agly. La deuxième thèse concerne la géodynamique et la géomorphologie du bassin de l'Agly. Elle renferme néanmoins des informations d'ordre climatique et hydrométrique sur le cours d'eau et notamment sur les pertes.

➤ **Corbières d'Opoul : système de Font-Estramar (la Rigole) et de Fontdame**

Concernant ce système, de nombreux documents existent. On peut citer les travaux de Salvayre concernant l'inventaire des phénomènes exo- et endokarstiques du système, des colorations, ainsi que des explications sur la karstification (mise en place, intensité, développement et datation), et les résultats des explorations récentes de plongée spéléologique par l'Association de Recherches de Font Estramar (ARFE).

Concernant la géologie de ce secteur, les travaux de thèse de Erre (1977) et de Gadel et Got (1970) peuvent être cités; ils renferment de nombreuses informations concernant les formations aquifères, des limites possibles de bassin d'alimentation et des directions d'écoulement. Les travaux les plus récents concernent l'exploitation de séries chronologiques de données hydrologiques de Font-Estramar mais aussi de l'Agly et du Verdoube (Llaneza Alonzo, 1995 et Barbera, 1996).

Des travaux d'investigation du système karstique de Font-Estramar – Fontdame ont été initiés à la fin des années 60 – début des années 70 par le CERGS du CSU de Perpignan et les services de l'état DDAF66 : instrumentation des deux principaux exutoires, prospection spéléologique d'avens et de Font-Estramar (plongées), réalisation d'essais de coloration, prospection géophysique à l'amont de Fontdame, implantation et réalisation de sondages « profonds ». Quelques quarante années de chroniques hydrologiques des deux exutoires principaux existent (source DDAFF et BDHYDRO) et 25 années pour le suivi des sondages N° 102 et N° 104, de la Combe française (suivi manuel mensuel à hebdomadaire entre 1970 et 1977 et entre 1981 et 1991, enregistrement papier à numériser en partie pour cette même période et puis données enregistrées entre 1991 et 2001).

Des données hydrochimiques concernant les sources de Font-Estramar et de Fontdame ont été acquises d'une part dans le cadre du CPER Fonctionnement des bassins versants des lagunes du Languedoc Roussillon (suivi régulier pendant une année et un suivi spatial) et d'autre part d'une étude sur l'origine des contaminations de l'étang de Salses-Leucate (une campagne de prélèvements à la fin avril 1998, 20 points prélevés y compris au niveau de l'étang, des rejets des stations de traitement des eaux usées).

Il s'agit du suivi régulier mensuel entre le 02/09/1998 et le 18/08/1999 sur les sources de Fontdame, Font-Estramar, la grotte des fées, le forage de Maison Monté et le Puits Fontaine Loin et du suivi spatial effectué le 05/01/1999, sur un nombre plus important de points au niveau du pourtour de l'étang (forages, puits et sources). Les analyses suivantes ont été effectuées : cations, anions, traces (bore, rubidium, strontium, brome, baryum et lithium) et des métaux (cuivre, cadmium, zinc et plomb).

Des données hydrométriques relatives aux cours d'eau de l'Agly, du Verdoube et de la Désix ont été recueillies auprès des services de l'état des Pyrénées Orientales (DDAF et DDE 66), ainsi qu'auprès de la DIREN-LRO (accès à la BDHYDRO), pour les périodes de 1970 à 2001.

Du côté des données pluviométriques, les données des stations suivantes ont été recueillies :

- Périllos (altitude 410 m.) [DDAF66]
- Caramany (altitude 190 m.) [DDAF66]
- Tautavel (altitude 200 m.) [DDAF66]
- Opoul-Périllos (altitude 180 m.) [Météo France]
- Vingrau (altitude 290 m.) [DDAF66]
- Le Barcarès (altitude 3 m.) [Météo France]

Pour les stations de Périllos, Vingrau et Tautavel, nous disposons des données des années 1967-2000. Pour les autres sites les données recueillies couvrent la période 1991-2000.

b) Potentiel aquifère, structure des formations aquifères (stratigraphie, épaisseur, imperméable et perméable)

➤ Synclinal du Bas-Agly : Massif karstique de Cases-de-Pène

Le massif karstique de Cases-de-Pène, d'une superficie évaluée à environ 10 km², est situé dans le flanc sud du synclinal du Bas-Agly ; il est constitué des formations carbonatées du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur. Ces formations carbonatées sont comprises entre deux niveaux pouvant être considérés comme imperméables : les marnes du Lias marneux et celles de l'Albien. Vers l'Est au niveau du col de Baixas, les calcaires plongent sous les alluvions mio-plio-quaternaires de la plaine du Roussillon (Faillat, 1972).

Le synclinal du Bas-Agly présente un flanc sud fortement redressé. A l'Ouest d'Estagel, la série du flanc sud est inverse, puis à l'est d'Estagel, la série devient verticale. Le flanc nord est penté vers le sud. L'axe du synclinal suit une direction E-W à ENE-WSW et plonge vers l'Est. Le synclinal, pincé dans le secteur d'Estagel, s'évase au niveau de la plaine du Roussillon. Le flanc sud est recoupé par la faille majeure de Prades (direction NNE – SSW) entre Espira-de-l'Agly et Rivesaltes. Les sédiments miocènes, pliocènes et quaternaires recouvrent en discordance le compartiment abaissé (fig. 1). La recharge de ce massif s'effectue probablement par le flanc nord du synclinal. La fracturation, plus

intense à l'extrados du pli, favoriserait une circulation souterraine selon l'axe de ce dernier.

Deux zones d'émergence (toutes deux temporaires) sont connues au niveau de ce massif :

- une source temporaire au niveau de l'ancienne carrière à Cases-de-Pène, proche de la cimenterie,
- deux avens situés au col de Baixas sur la route entre Espira de l'Agly et Baixas, fonctionnant en période de hautes eaux en trous émissifs.

Le suivi des niveaux d'eau à l'aide de limnigraphes au niveau de ces deux points dans les années 1970 par Faillat a permis de constater des comportements similaires et parallèles entre Baixas et Cases-de-Pène, ceci reflétant une bonne continuité du système.

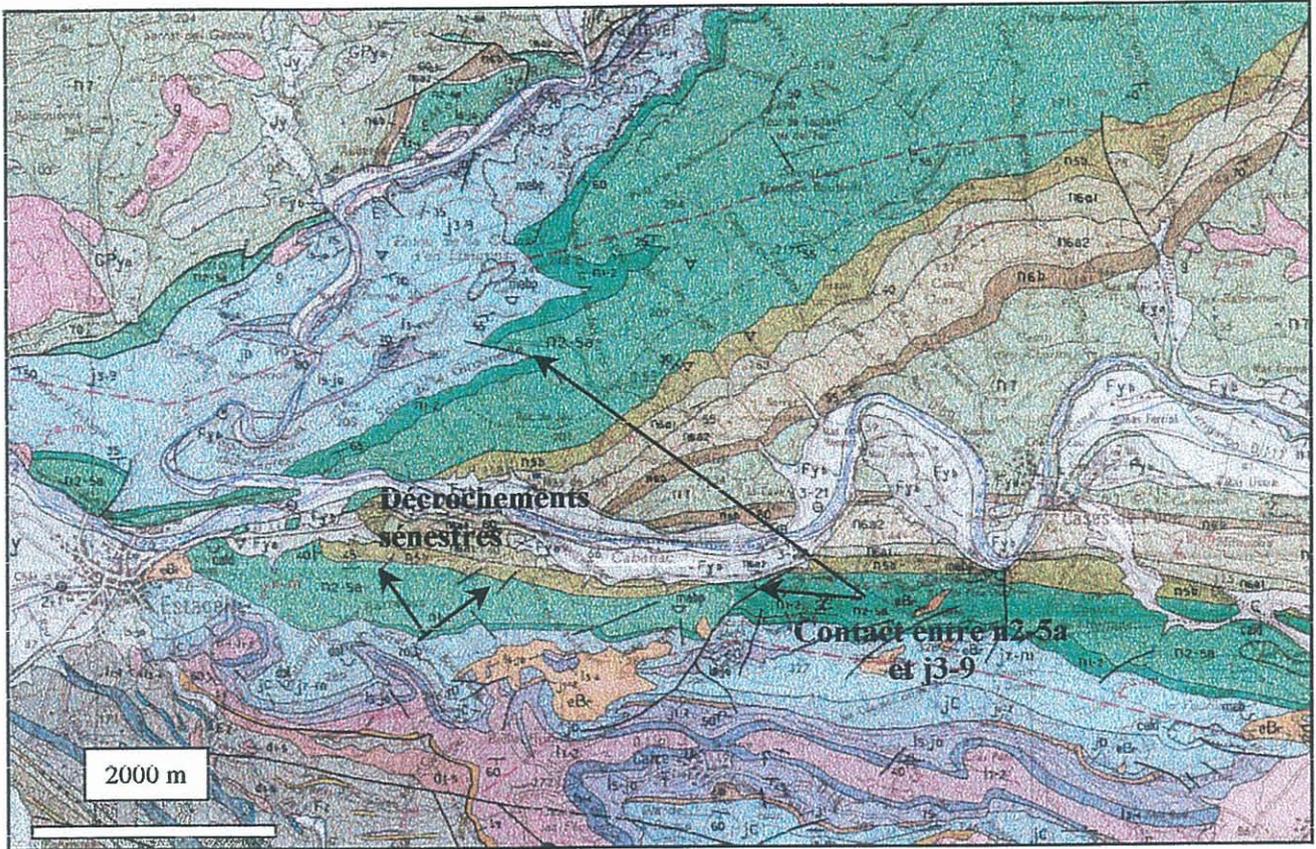
On ne peut pas exclure une influence des pertes du Verdoube et de l'Agly sur le fonctionnement de ce massif karstique. En effet, celles de l'Agly se produisent dans les mêmes calcaires, à proximité et dans l'axe même du synclinal. De plus l'altitude des pertes est vraisemblablement supérieure à l'altitude de la charge de l'aquifère de manière générale, les charges pouvant varier de manière importante au cours du temps.

➤ **Partie des Corbières d'Opoul**

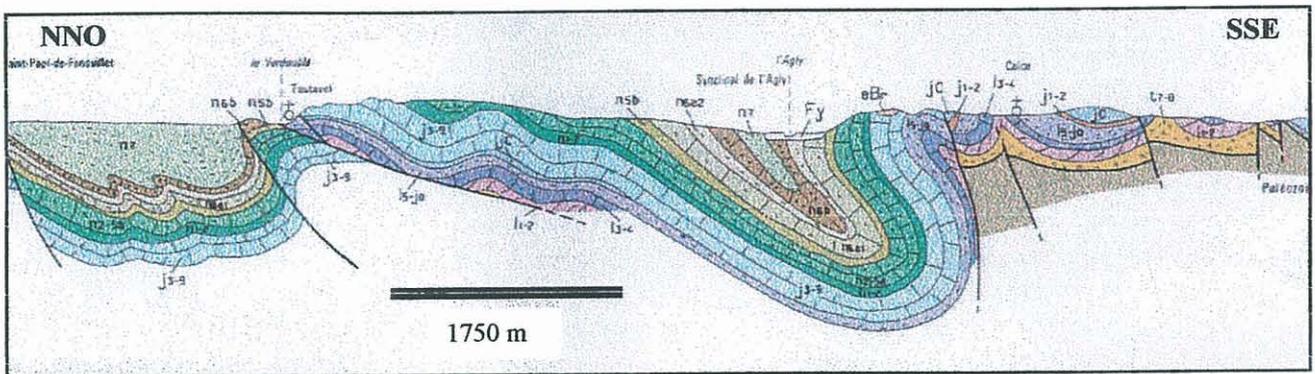
La majeure partie des terrains affleurants appartiennent aux formations d'âge crétacé et jurassique ; les calcaires du Jurassique constituent la bordure NW des Corbières orientales et affleurent au niveau NE et SW de la zone des plateaux d'Opoul-Périllos.

Des études géologiques sur les Corbières orientales ont été menées dans les années 1965 par Got et Gadel (1970) et lors de l'établissement des cartes géologiques du secteur et des notices s'y rapportant (Perpignan N° 1091, Leucate N° 1079, Tuchan N° 1080, Rivesaltes N° 1090 au 1/50 000). Des précisions synthétiques ont été apportées sur le contexte géologique au niveau de l'étang de Salses-Leucate et de ses implications hydrogéologiques sur les écoulements souterrains dans la partie nord de l'étang dans le cadre d'une étude menée à la demande de la DIREN LRO en 1997 par le BRGM.

Les formations calcaires du Jurassique et du Crétacé atteignent une épaisseur maximale de 1200 m. Le Jurassique est constitué de bas en haut de cargneules, grès, marnes vertes et micacées à rares bancs calcaires roux surmontés par des dolomies et des calcaires sombres marneux, d'une épaisseur variable pouvant atteindre jusqu'à 500 m. (Jurassique inférieur, Lias) ; le Dogger (Jurassique moyen) est constitué de calcaires et de dolomies d'une épaisseur pouvant atteindre 200 m à Feuilla. Enfin le Jurassique supérieur (Malm) comprend des calcaires à patine grise avec des bancs de dolomies et de brèches à ciment rouge, d'une puissance atteignant 300 m. L'ensemble du Jurassique repose sur les marnes versicolores et gypses du Trias supérieur (Keuper) qui constituent la discontinuité sur laquelle les formations supérieures ont été charriées pour former les nappes de Corbières lors de l'orogénèse pyrénéenne.



Carte géologique du synclinal du Bas-Agly (Fontelles et al.,1993)



Coupe schématique du synclinal du Bas-Agly (Fontelles et al.,1993)

Fig. 1 : Extrait de la carte géologique du synclinal du Bas-Agly et d'une coupe transverse NNO-SSE passant au niveau de Cases-de-Pène.

Légende : Fy : Alluvions anciennes / g : Oligocène : formation de Paziols et Estagel / n5b-7 : Aptien-Albien : marnes et marno-calcaires métamorphisés / n7 : Albien : Marnes sombres à intercalations gréseuses / n6a1 : Gargasien inf. : calcaires blancs à rudistes / n5b : Bédoulien sup. : Marnes et marno-calcaires / j 1-2 : Bajo-Bathonien : Calcaires fins en dalles / j3-9 : Dogger sup. et Malm : calcaires et dolomies / j c : Dogger sup. à Malm inf. : Alternances caclaréo-dolomitiques / l : Lias : calcaires / t : Trias : marnes et gypses – argiles.

Une succession de synclinaux et d'anticlinaux, dont les axes sont orientés NE-SO (Got (1965), Gadel (1966), et Bakalowicz *et al.* (1997)), se chevauchant les uns les autres du SE vers le NO, résultent de l'histoire pyrénéenne. Quatre synclinaux principaux peuvent être distingués, de Salses vers Vingrau : le synclinal de Salses, le synclinal des Fontanilles, le synclinal d'Opoul et le synclinal de Mas Farines à Périllos. Cette succession de syncliformes se termine par le chevauchement du Jurassique supérieur sur les formations de l'Albien au NE de Vingrau (fig. 2).

Du point de vue des accidents tectoniques, une faille majeure à signaler est la faille de Prades qui a participé à la mise en place des Corbières lors de la genèse des Pyrénées depuis le Crétacé supérieur jusqu'à l'Eocène et à la création de la plaine du Roussillon lors de la distension d'âge oligo-miocène.

Parmi l'ensemble des formations du Jurassique et Crétacé, deux niveaux aquifères peuvent être distingués ainsi que trois niveaux de faible perméabilité hydraulique (Biscaldi, 1970). ce sont de bas en haut :

– **Niveaux aquifères :**

- Les calcaires et dolomies du Jurassique moyen (200 m), les calcaires – dolomies – brèches intraformationnelles du Jurassique supérieur (300 m), les calcaires en plaquettes du Berrisien (30 m) et les calcaires du Néocomien, Barrémien et Aptien inférieur (dits aussi « calcaires inférieurs ») (250 m),
- Les calcaires de l'Aptien moyen dits « calcaires supérieurs ».

– **Niveaux peu perméables :**

- les marnes du Lias (200 m),
- les marnes de l'Aptien moyen (80 m, mais parfois absentes par laminage),
- les marnes, calcaires marneux et grès calcaires de l'Aptien supérieur – Albien (200 m)

L'aquifère carbonaté karstique (système karstique de Font-Estramar - Fontdame) drainé par les sources éponymes, est limité au SE par le prolongement de la faille de Prades et à l'est par une faille de transfert Nord Sud. La faille de Prades met ainsi en contact les formations carbonatées du Secondaire avec les formations tertiaires épaisses, et globalement imperméables. Au niveau de Fontdame, la structure est monoclinale ; elle est constituée de calcaires, de grès et de marnes d'âge crétacé inférieur. Le pendage de ces calcaires est de 40° vers le SE. La surface d'érosion et de contact est discordante avec les dépôts plio-quadernaires.

Par ailleurs, il existe de nombreux phénomènes karstiques au niveau des Corbières Orientales. H. Salvayre a recensé et publié dans les années 1970 l'inventaire spéléologique du secteur : 118 éléments (grottes, avens, pertes ou sources) en grande partie fossile, inactifs du point de vue hydrologique sur le massif d'Opoul.

Le caractère prépondérant des cavités est le développement vertical ; la profondeur varie entre 5 et 200 m (Salvayre, 1969, 1989). Cependant, ces gouffres sont, dans la plupart des cas, obstrués par des bouchons d'argiles ou des éboulis ; seuls cinq avens inventoriés par Salvayre recourent des plans d'eau d'une façon pérenne dont le Barrenc de Roboul

(-100 m) et celui de la Bergerie (-90 m), situés tous deux dans la partie N-E du synclinal de Mas Farines de Périllos. D'autres avens situés également dans la zone synclinale du Périllos peuvent être cités ; ce sont l'aven des Amandiers à Opoul et l'aven de Périllos. Ces deux avens sont le siège de circulation lorsque la dépression d'Opoul est inondée, de manière temporaire. Aucun aven ou barrenc (dénomination régionale) ne recoupe des circulations pérennes d'eau souterraine. En surface, les lapiaz occupent des surfaces importantes.

Parmi les nouvelles découvertes spéléologiques (communication orale H. Salveyre), citons l'aven de l'Hydre (643.623/69.120/626 m) avec un développement de 878 mètres et un dénivelé de 400 mètres est situé sur la commune de Feuilla (Aude) au Montoullié de Périllou. Cet aven remarquable par son développement et dénivelé est situé dans la zone non saturée du karst. D'autres avens comme l'aven des ordures ou l'aven de la Vache ont été découverts et explorés pour leur développement vertical; ils ne sont pas d'un grand intérêt du point de vue hydrogéologique. Des contacts ont été pris avec les clubs spéléologiques de l'Aude notamment afin d'identifier des objets spéléologiques interceptant la zone noyée et pouvant être intéressants à ce titre. L'objet de ce rapport de synthèse n'est pas d'effectuer un inventaire exhaustif des phénomènes karstiques.

c) Fonctionnement hydrogéologique

⇒ *Limites des systèmes* (existence, fonctionnement et rôle des pertes du Verdoble et de l'Agly ; colorations réalisées)

Les limites du bassin d'alimentation des sources de Font-Estramar et de Fontdame restent hypothétiques. Au NE la limite se fait au niveau des fenêtres tectoniques du Trias du système de Fitou. Au Nord et au Nord-Ouest, la limite se situe au niveau du contact avec les calcaires du Lias marneux. A l'Ouest, les calcaires affleurant autour de Paziols semblent être isolés hydrauliquement de ceux qui participent à l'alimentation de Font-Estramar (Llaneza Alonzo S., 1995). Au Sud, le bassin rejoindrait la zone des pertes de l'Agly et du Verdoble (flanc nord du synclinal du Bas-Agly) et au SE le karst s'enfonce sous les matériaux plio-quadernaires de la plaine de la Salanque. Le bassin délimité de la sorte occupe une superficie 170 km². Cette surface passe à plus de 200 km² si le flanc sud du synclinal du Bas Agly et les formations carbonatées plongeantes sous couverture plio-quadernaire sont pris en compte (fig. 4, annexe 2).

La cohérence de la superficie du bassin d'alimentation peut être vérifiée en calculant le bilan hydrique. Au vu des incertitudes existant sur certains des termes du bilan, ce type de vérification permet uniquement de s'assurer que les ordres de grandeur sont corrects.

Erre (1977) a calculé le bilan hydrique en considérant une pluviométrie annuelle de 0,7 m, une évaporation de 60 % et des apports par les pertes de 0,4 à 0,2 m³/s (Faillat, 1972) : le total des entrées correspond à 2,2 m³/s pour une surface de 200 km². Les sorties sont évaluées à partir des débits moyens des deux sources principales à savoir Font-Estramar et Fontdame à des valeurs comprises entre 2,5 et 3 m³/s. Après déduction d'une proportion d'eau salée au débit de sortie à hauteur de 10 %, le bilan est

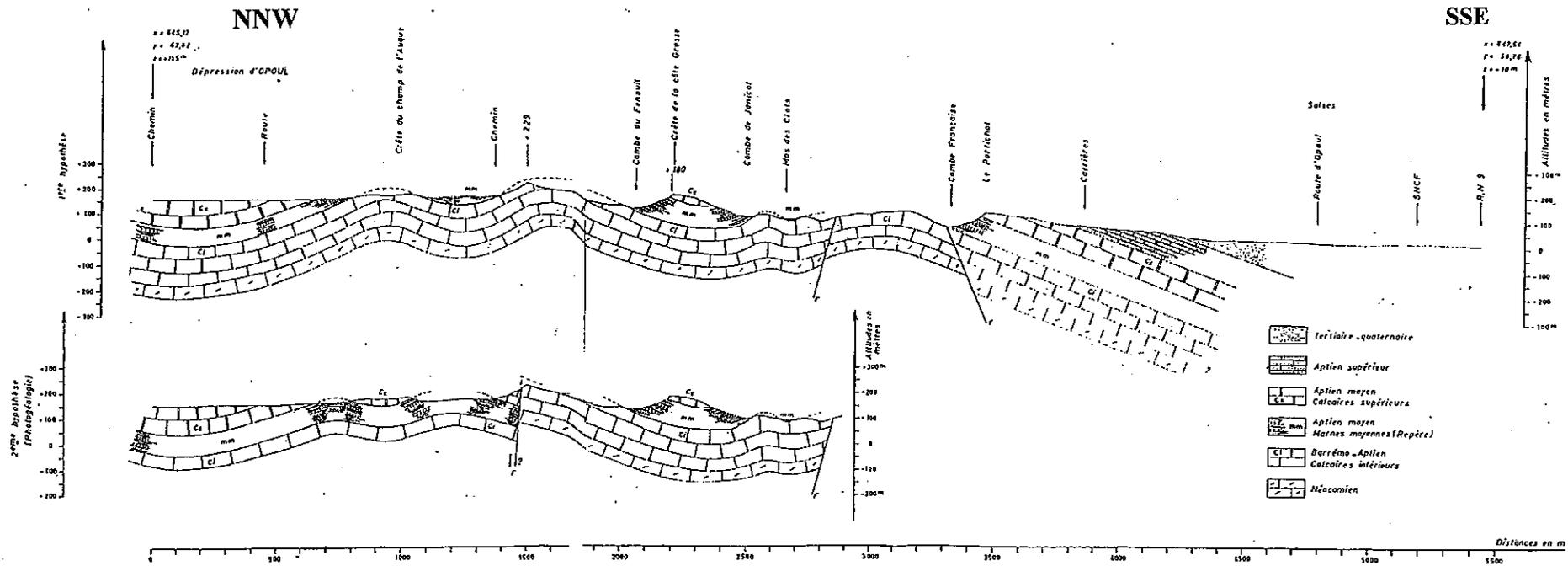


Fig. 2 : Coupe NNW-SSE de l'arrière pays de Salses au niveau des sources de Fontdame et de Font-Estramar, d'après H. Got et Y. Tourel (document BRGM).

relativement bien équilibré. Ce bilan hydrique néglige les fuites ou l'alimentation des formations aquifères de la Plaine du Roussillon par les calcaires.

Le bilan calculé par Llanaza Alonso S. (1995) est légèrement différent : 200 à 300 km² pour un débit moyen de 3 m³/s.

A noter que la surface du bassin délimitée à partir de la géologie et des essais de traçage (Verdoble, notamment) est inférieure à 200 km², soit 170 km². Cette surface ne comprend pas a priori le flanc sud du synclinal du Bas-Agly. Trois traçages ont été effectués au niveau du secteur :

Lieu d'injection	Date	Distance	Temps 1ère apparition	Pente	Conditions hydrologiques	Type et quantité de traceur
Aven des Amandiers	11/11/1962	5 700 m	72 h	2,7 %	crue	1kg uranine
Perte du Verdoble	07/07/1967	22 000 m	215 jours	0,33 %	étiage	15kg uranine
Perte du Roboul	01/12/1968	8 600 m	40 jours	1,5 %	crue	10kg uranine

Ces essais de traçage (Salvayre H., 1969) sont qualitatifs (coloration) ; la fiabilité des résultats peut être discutée. En effet, le contrôle de la restitution du traceur a été fait uniquement à l'aide de fluocapteurs (charbons actifs) ; le signal de la fluorescéine (uranine) peut être mal interprété si les eaux ont des teneurs en matière organique importante. Ces essais demandent donc vérification, notamment celui concernant les pertes du Verdoble ; la mise en évidence de l'existence d'une connexion hydraulique avec les exutoires de Font-Estramar et de Fontdame permettrait d'apporter des précisions sur les limites du bassin d'alimentation de ces deux exutoires majeurs.

Les directions principales des écoulements au sein du système karstique de Font-Estramar et de Fontdame est présumée par Salvayre comme étant principalement SW-NE et W-E. Ces directions ont été mises en évidence essentiellement à partir d'essais de traçage réalisés au niveau de l'aven des Amandiers (Opoul), des pertes du Roboul et du Verdoble. Des mesures géophysiques ont été effectuées par la Compagnie de Prospection Géophysique Française (méthode électrique de mise à la terre) ; elles ont permis de mettre en évidence une direction d'écoulement globalement NNE-SSW en amont de la source de Font-Estramar. Cette direction correspondrait à des directions de failles. Selon Gadel et Got, les orientations des écoulements suivent d'une part les failles N-S, découpant le système en différents compartiments dans le secteur des sources et d'autre part l'orientation E-W des grandes structures tel que l'axe du synclinal du Bas-Agly.

Le système karstique de Font-Estramar-Fontdame est un système binaire, alimenté par des pertes de cours d'eau superficiels. Quant au secteur de Cases-de-Pène, il est a priori unaire, bien que l'on ne puisse pas exclure une alimentation par le Verdoble ou par l'Agly.

L'Agly se perd au sein des calcaires aptiens au passage du défilé d'Estagel à Cases-de-Pène. Quant au Verdoble, il se perd lors de son passage dans le méandre des Maures au sein des calcaires du Jurassique.

Les études **des pertes de l'Agly** réalisées conjointement de 1980 à 1986 par BRL et par la DDAF en vue de la mise en place d'un barrage en amont sur l'Agly, avaient conduit (i) à les localiser exclusivement dans le bief compris entre la cave coopérative d'Estagel et le trou de la Pastère, près du Mas de Jau et (ii) à les estimer au maximum à un débit de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (DDAF 66, 1998) [$1.067 \text{ m}^3/\text{s}$, Serrat (2000)].

Des informations hydrométriques en aval du barrage sur l'Agly sont maintenant disponibles : station de Planèzes (débit sortant du barrage + débit du Tournefort), station de La Tour de France (suivi des prélèvements du Canal de La Plaine), station de Tautavel sur le Verdoble (estimation par excès de l'apport du Verdoble à l'Agly), station de Mas de Jau située à l'aval des pertes sur l'Agly et de la confluence avec le Verdoble.

Les pertes de l'Agly sont estimées selon deux hypothèses :

- (1) En calculant la différence entre le débit de l'Agly à Planèzes et le prélèvement du canal de la Plaine; cette différence est représentative du débit de l'Agly à l'amont immédiat d'Estagel en période de forte sécheresse (rivière de Maury et du Verdoble à sec), lorsque de plus le canal de la Plaine ne rejette rien dans l'Agly.
- (2) En prenant en compte le débit du Verdoble à Tautavel ; cette hypothèse conduit à une estimation du débit des pertes par excès.

La prise en considération d'une valeur moyenne résultant des valeurs calculées selon ces deux hypothèses, pour les périodes 1995–1997, indique que le débit des pertes karstiques ne dépasserait $1 \text{ m}^3/\text{s}$ que lorsque le débit sortant du barrage est supérieur à $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Lors de l'été 1995, le Verdoble et la rivière de Maury étaient à sec ; l'estimation la plus significative calculée est alors de $0,754 \text{ m}^3/\text{s}$. Dans le rapport de la DDAF relatif à la situation du barrage au 1/1/2000, les débits des pertes calculés pour les périodes entre 1995 et 1999 sont comprises entre 1 et $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ et sont conformes aux prévisions. Les volumes absorbés par le karst en 1995, 1996 et 1997 sont compris entre $3,4$ et $5,5 \text{ hm}^3$. Ces estimations sont probablement sous-évaluées, surtout en 1997 à cause des orages d'été. Les volumes de 1998 et de 1999 sont plus proches des prévisions faites par BRL, soit $10,7 \text{ hm}^3$, vu qu'elles sont respectivement de $12,6$ et $8,6 \text{ hm}^3$.

Les pertes du Verdoble s'élevaient à $0,706 \text{ m}^3/\text{s}$ lors des jaugeages effectués le 14/05/1999 par Serrat (2000). L'infiltration du Verdoble dans le milieu karstique est variable au cours du temps ; des mesures de jaugeages différentiels ont donné des valeurs de $0,450 \text{ m}^3/\text{s}$ (23/04/1998) et de $0,365 \text{ m}^3/\text{s}$ en été 1996. La limite supérieure du débit des pertes du Verdoble devrait se situer aux alentours de $0,7$ et $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Serrat, 2000). La valeur moyenne des pertes du Verdoble pour l'année 1996 a été évaluée à $0,622 \text{ m}^3/\text{s}$ par Serrat.

Les pertes sont relativement nombreuses le long du Roboul, du Verdoube et de l'Agly. Elles sont totales à l'étiage pour ces deux derniers cours d'eau, s'il n'y a pas de lâchers du barrage de l' Agly à Caramany sur l'Agly.

⇒ *Principaux exutoires et autres points d'eau* (forages, sondages de reconnaissance), ordre de grandeur des débits ; données hydrochimiques et isotopiques.

Deux exutoires principaux existent dans ce secteur :

- La source de **Font-Estramar** de type vauclusien, est issue des calcaires « inférieurs » du Crétacé inférieur ; elle présente une vasque d'une trentaine de mètres de diamètre et d'une dizaine de mètres de profondeur. Différentes galeries participent à son alimentation. Un réseau de galeries a été reconnu en plongée jusqu'à -60 m de profondeur dans les années 1970 (Salvayre H.) et jusqu'à plus de 150 m par l'Association de Recherches de Font Estramar (ARFE). Le débit de la source à l'étiage est de 800 l/s, alors qu'en crue le débit de pointe peut dépasser 20 à 30 m³/s. Le débit moyen est de 2 m³/s (période 1971-1975) (Llaneza Alonzo S., 1995), 1,7 m³/s pour les années 1997-1998 (BDHYDRO). La source donne naissance à un ruisseau La Rigole ou le ruisseau d'Estramar qui passe sous l'autoroute, la RN9 et la voie SNCF pour se jeter dans l'étang de Salses Leucate (au niveau d'une pisciculture) après avoir traversé une zone marécageuse (Serrat, 2000).

Selon les observations faites lors des nombreuses plongées effectuées par l'ARFE entre 1986 et aujourd'hui, il semblerait que la majorité de l'eau émerge du puits terminal et de la galerie la plus en amont à -150 m. (fig. 3). Une faible contribution proviendrait de la Galerie Chaude, avec une eau plus chaude et plus salée que le courant principal (en étiage) selon les plongeurs. L'eau de cette galerie au vu de son débit relativement faible n'a pas une influence dominante sur la température de l'émergence.

La température des eaux de la source de Font-Estramar est comprise entre 18 et 20°C, donc supérieure au module thermique annuel du secteur qui est plus ou moins égal à 15°C. Cette température est indicatrice de l'existence de circulations profondes dans un réseau karstique situé en profondeur et conditionné par les évolutions du niveau de base au cours de l'histoire géologique, ainsi que potentiellement par une influence thermique liée aux accidents tectoniques de socle.

Les eaux ont un caractère chimique singulier ; ce sont des eaux très chargées en minéraux. Leur conductivité électrique moyenne est de l'ordre de 8 µS/cm, ce qui correspond à une minéralisation de plus de 5,5 g/l. Le faciès chimique de ces eaux est de type chloruré sodique. Elle résulte très probablement d'une contamination par de l'eau marine dont l'origine reste à déterminer (étang actuel, mer ancienne ?) ; elle est marquée par de fortes teneurs en calcium, magnésium, strontium, bore et brome (Ladouche *et al.* 2000).

Ainsi, les eaux de Font-Estramar et de Fontdame ont un faciès chloruré sodique. Pour Font-Estramar, le faciès des eaux de source en période de hautes eaux évolue vers un faciès bicarbonaté calcique. Une forte diminution des concentrations en chlorures, sodium, magnésium, potassium, et en éléments traces, sauf les métaux lourds, est associée à ce changement de faciès. Cette forte diminution peut être liée à un effet de dilution des eaux « marines » et/ou lagunaires par des apports directs de subsurface du bassin d'alimentation (Ladouche, 2000). Au niveau de la source de Fontdame, de faibles variations de la conductivité et des concentrations des différents éléments majeurs contenus dans les eaux sont observées. Le faciès chimique ne semble pas être dépendant du contexte hydrologique. Les deux sources présentent des concentrations similaires en bicarbonate, calcium et silice.

Les données hydrochimiques (interprétation des résultats à l'aide de diagrammes de corrélation et de rapports caractéristiques) de l'étude du CPER montrent que les eaux des deux sources Font-Estramar et Fontdame ont des signatures similaires (diagrammes $Sr = f(Ca)$, $SO_4 = f(Sr)$, $SO_4 = f(Ca)$, $Mg = f(Ca)$ et $HCO_3 = f(Ca + Mg)$). Les diagrammes $Na = f(Cl)$ et $Mg = f(Cl)$ montrent que les concentrations des eaux des deux sources s'alignent sur une droite qui tend vers les pôles « eau de mer » et « étang » confondus. Les diagrammes $B = f(Br)$ et $B = f(K)$ semblent indiquer une influence de l'eau de l'étang sur la composition des eaux des deux sources. De plus, le diagramme $SO_4 = f(Cl)$ indique un enrichissement en chlorures et en sulfates ne tendant vers aucun des deux pôles ; une influence des eaux issues des évaporites du Trias n'est pas exclue. Ces premiers résultats ne permettent pas d'apporter une réponse claire quant à l'origine de la forte minéralisation des eaux de Font-Estramar et de Fontdame (eau de mer évoluée ou produit de lessivage des évaporites du Trias). De plus aucun suivi du chimisme des réponses des sources à des événements particuliers n'a été effectué en détail à ce jour.

D'autres sources telles que les sources du **Fort de Salses**, ainsi que celles du secteurs de Fitou au Nord (Malpas, gare de Fitou, Madeleine) sont citées ; ces dernières sont abordées dans le cadre du système Fitou. L'émergence de Fort de Salses a des eaux d'une température moyenne de 17°C ; et d'une conductivité moyenne de 500 $\mu S/cm$. Le faciès chimique des eaux est sulfaté calcique. Il existe également, comme le mentionne Erre (1977), des **émergences sous-lagunaires** au niveau de l'étang de Salses Leucate; ces émergences ont été reconnues d'une part à l'aide de photographies aériennes à l'infra-rouge (Bukhalter, 1973) et d'autre part, lors de campagnes de prélèvement d'eau par des plongeurs (CPER 1999).

Au Sud-Ouest du bassin d'alimentation, supposé mais non validé, des deux principaux exutoires, des **émergences temporaires** (trop plein) sont présentes au niveau de la bordure sud du synclinal de l'Agly, à **Cases-de-Pène** et au niveau du col de **Baixas**. Leur débit n'est pas connu.

⇒ *Niveau de base*

Les sources de Font-Estramar et de Fontdame sont situées au niveau de base actuel conditionné par l'étang et la mer. Ce niveau de base a évolué au cours des derniers 20

millions d'années (Ma), conditionné par l'évolution du niveau de la mer et les mouvements tectoniques. Le niveau de mer au cours de l'événement Messinien (Miocène terminal 5,5 Ma) s'est abaissé considérablement (1000 m au moins). Il est fort probable que ces variations eustatiques et plus encore la grande régression messinienne, aient influencé l'organisation du drainage karstique dans toutes les Corbières orientales. La profondeur atteinte par exploration (-150 m), tout comme les anomalies thermales, en sont des indices

Sur les 2750 m de galeries reconnues dans de la source de Font-Estramar, près de 2 km se situent à une profondeur moyenne monotone de -35 à -40 m. Ce développement qui ne suit pas le pendage de la roche, correspondrait à une formation en zone noyée (ARFE, 1997).

Les commentaires de la coupe géologique établie par P. Le Strat (Rapport BRGM R 39677) au niveau de l'étang de Salses Leucate et jusqu'au substratum indiquent qu'au vu de la surface d'érosion du Miocène dans le secteur de la lèvre sud de la faille de Prades, marquée par l'isobathe du mur des sables pliocènes inférieurs, le niveau de base se situait à cette époque vers -50 m. Cela laisse donc supposer que le niveau de la karstification a pu à cette époque se développer jusqu'à cette cote. Le niveau de base du karst a également dû être conditionné par les variations eustatiques quaternaires.

2.1.3. Avis et commentaires

⇒ Avis généraux sur l'état de la connaissance

De nombreuses informations sont d'ores et déjà à disposition dans les comptes-rendus des travaux effectués depuis la fin des années soixante. Ces informations d'ordre géologique, spéléologique et hydrologique sont complémentaires et permettent de caractériser globalement le secteur des Corbières d'Opoul et du synclinal du Bas-Agly; de plus, elles permettent d'identifier les points sur lesquels les sous-phases du projet Corbières devront apporter des renseignements complémentaires.

La majorité des méthodes utilisées dans les études antérieures sont des méthodes d'analyse de la structure, telle que les nombreuses investigations spéléologiques et les prospections géophysiques. Elles permettent d'apporter des renseignements locaux et de faire des hypothèses sur l'organisation du système karstique. Salvayre (1974) en déduit l'existence d'un karst actif superficiel possédant un réseau de fissures et de diaclases et un karst noyé profond avec des chenaux et galeries.

Le karst noyé profond possède des sources temporaires qui fonctionnent en trop-pleins (source temporaire dans diaclase à Cases-de-Pène, avens du col de Baixas, source de Malpas) et des sources pérennes comme Font-Estramar et Fontdame. Ces interprétations devront être confrontées avec les résultats des méthodes basées sur l'analyse fonctionnelle, à savoir l'interprétation des débits classés des exutoires, des hydrogrammes et des chimiogrammes des sources à l'aide d'outils statistiques. Les méthodes fonctionnelles apportent des indications sur le degré de karstification des systèmes et leur volume dynamique (coefficient de tarissement, etc), mais également sur

la structure. Une interprétation des débits classés des deux exutoires et des analyses statistiques permettra d'apporter des éléments concernant la nature de la source de Fontdame par rapport à Font-Estramar ; la première fonctionne-t-elle en débordement ?

Les limites du bassin d'alimentation des sources de Fontdame et de Font-Estramar ne sont pas connues avec certitude ; la délimitation repose sur des considérations géologiques, sur les résultats d'essais de coloration qui peuvent être remis en cause et sur une vérification de cohérence par bilan hydrologique. Le synclinal du Bas-Agly en fait-il partie dans son intégrité ou non, flancs nord et sud ? Les cours de l'Agly à d'Estagel et du Verdoble en aval de Tautavel (Mas Domingo) constituent-ils une limite à potentiel du système karstique Fontdame – Font-Estramar. La relation hydraulique entre d'une part, les pertes de l'Agly et les pertes du Verdoble et d'autre part, les sources de Fontdame et Font-Estramar est supposée à partir des travaux de Salvayre et de la DDAF 66. Si la connexion hydraulique entre les pertes du Verdoble et les sources de Font-Estramar et de Fontdame est supposée uniquement sur la base d'une coloration, qui peut être remis en cause, la vérification à l'aide d'un essai de traçage quantitatif permettra devrait apporter des éléments sur les limites du système, et sur les modalités de transfert (volume tracé, vitesses de transit, taux de restitution), par conséquent sur le rôle de la karstification dans ces écoulements).

L'étude qualitative (Barbera, 1996) des relations entre les pertes du Verdoble et de l'Agly et la source de Font-Estramar à partir des hydrogrammes indique une contribution possible de pertes au débit de Font-Estramar, elle devra être poursuivie. Le traitement statistique (corrélogramme croisé notamment) des hydrogrammes des cours d'eau concernés et de la source devrait permettre de déterminer l'existence ou non d'une relation de cause à effet. De plus, à l'aide du traitement du signal, si une relation de cause à effet existe, il devrait être possible de quantifier le pourcentage des différentes composantes de l'hydrogramme de la source de Font-Estramar.

Les possibilités de recharge de l'aquifère plio-quaternaire du Roussillon par les calcaires crétacés sont citées à plusieurs reprises dans la littérature, sans qu'elles n'aient été démontrées de manière évidente. Des mesures ponctuelles, voire des enregistrements en continu des paramètres physico-chimiques sur certains points proches du contact entre les deux formations aquifères, devraient permettre d'apprécier la recharge du plio-quaternaire par les calcaires. Un réseau piézométrique dans les calcaires à proximité du contact entre calcaires et plio-quaternaire sera mis en place, selon proposition technique faite au paragraphe 2.1.6.

⇒ **Avis spécifiques sur l'exploitation des données hydrologiques antérieures**

Les nombreuses données antérieures telles que les hydrogrammes de Font-Estramar de 1970 à aujourd'hui avec une période d'interruption en automne 1996 suite à du vandalisme sur la station de mesure, sont précieuses. Des premiers essais d'interprétation sur des cycles hydrologiques avant et après la mise en fonctionnement du barrage de l' Agly à Caramany sur l'Agly à l'aide du logiciel TEMPO ont été effectués afin de voir l'effet éventuel du barrage sur les débits de Font-Estramar. Ces

essais sont en cours de réalisation. Leur interprétation permettra de déterminer la contribution relative de l'Agly, voire du Verdoble à la source de Font-Estramar.

Connaissant les perturbations du niveau d'eau à la source de Font-Estramar par la végétation (développement important tout au cours de l'année liée aux propriétés de l'eau), une analyse critique des courbes de tarage et des jaugeages mensuels effectués par les services de la DDAF 66 devra être effectuée, avant tout traitement du signal et toute interprétation. Avec cette réserve, les données antérieures de Font-Estramar sont utilisables dans l'ensemble.

Les données des suivis hebdomadaires à bimensuels ou mensuels sur les sondages 101 à 107 réalisés entre 1970-1977 et 1978-1982 sont difficiles à interpréter statistiquement. La fréquence d'échantillonnage n'est pas adaptée aux réactions d'un milieu karstique. Cependant, l'observation de leur évolution générale, indique deux gammes de variations au sein de ces sondages ; les gammes les plus basses sont proches des variations de Fontdame et les autres de Font-Estramar (fig. 4). Ainsi il serait intéressant de suivre les variations du niveau d'un sondage supplémentaire ainsi que sa conductivité ; ces forages ayant été en partie rebouchés ou effondrés un réalésage est très certainement nécessaire. Le forage 106, d'une profondeur de 42 m, pourrait faire l'objet d'un équipement.

Les enregistrements des niveaux d'eau des sondages 102 et 104 depuis 1990 jusqu'à ce jour par les services de la DDAF66 sont en préparation par ces mêmes services pour transmission au BRGM pour en extraire les données numériques.

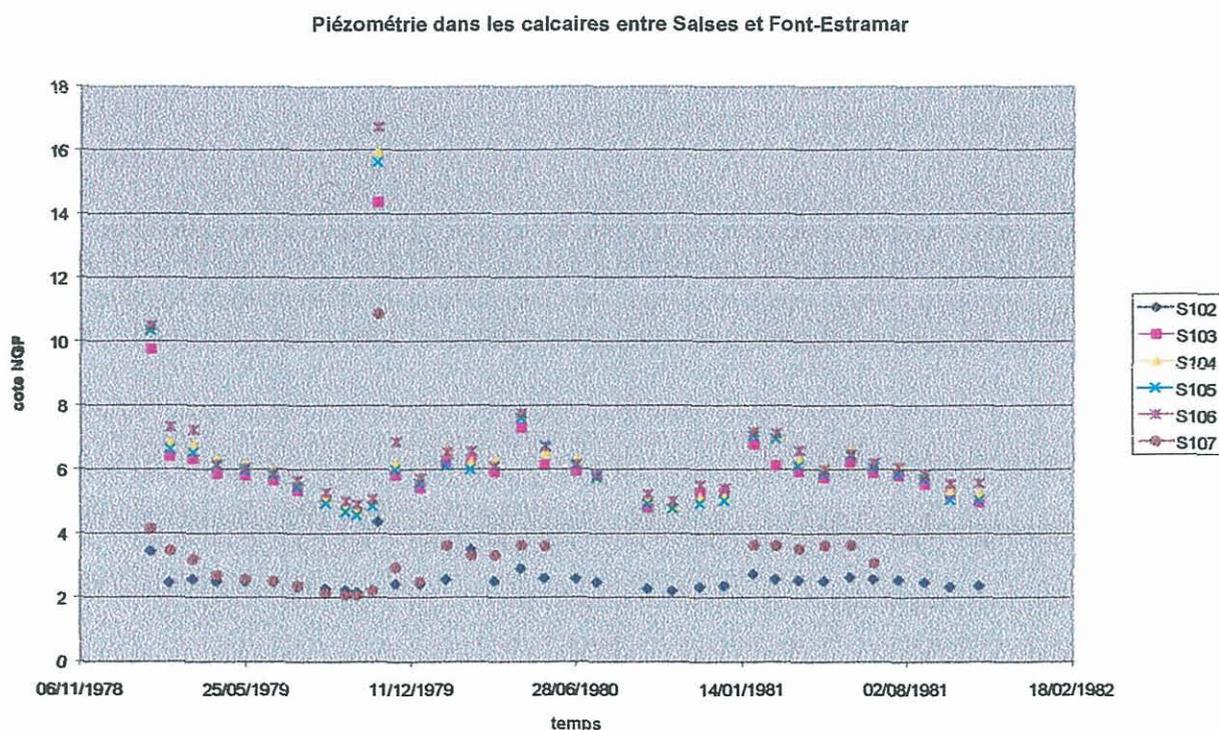


Fig. 4 : Évolution piézométrique des sondages 102 à 107 entre Font-Estramar et Salses-le-Château.

2.1.4. Avis sur les potentialités

➤ Eau souterraine « froide »

Les deux sources de Font-Estramar et de Fontdame représentent les exutoires d'un système karstique ayant des potentialités importantes. Toutefois, les quelques analyses réalisées tendent à montrer que le fonctionnement de Font-Estramar est complexe avec des comportements différents selon les cycles hydrologiques. Si la conductivité électrique des eaux de ces deux sources et la minéralisation laissent penser qu'il n'est pas envisageable de capter cette ressource directement à partir de ses exutoires, néanmoins une caractérisation de ce système permettra d'obtenir des éléments en terme de structure de fonctionnement et de préciser l'origine de cette salinité et sa variation spatio-temporelle. Tous ces éléments devraient permettre de sélectionner des secteurs cibles d'intérêt en vue d'exploitation de la ressource à l'aide de forages.

Des premiers traitements statistiques ont été effectués sur trois cycles hydrologiques de la source de Font-Estramar pour les périodes 1971-1975 (Llaneza Alonzo S., 1995). L'analyse des débits classés pour les trois cycles de Font-Estramar montre une rupture de pente de même type pour les trois cycles indiquant un fonctionnement différent du système en fonction des conditions hydrologiques : augmentation possible de la surface contributive du bassin d'alimentation, et notamment de l'importance des pertes en hautes eaux. Une analyse de deux courbes de récession a été effectuée (début du cycle 71-72 et fin du cycle 73-74). Les paramètres calculés sont les suivants : $\alpha = 0,0142$ (60 % du volume dynamique serait évacué) et 0,004 (35 % du volume dynamique serait écoulé). Les volumes dynamiques correspondant sont de 14,1 respectivement de 27,1 hm³.

Les résultats de l'analyse corrélatrice et spectrale sont les suivants :

- le corrélogramme de la pluie décroît très vite, devenant nul au bout de deux jours ; la pluie a une structure quasi aléatoire ;
- corrélogrammes du Verdoube et de l'Agly : pratiquement identiques ; la décroissance est plus lente que celle de la pluie (le léger effet mémoire traduit le caractère karstique des sources alimentant ces deux cours d'eau) ;
- corrélogramme de Font-Estramar : décroissance variable de 16, 60 à 27 jours ; l'effet mémoire est différent d'un cycle à l'autre (très élevé pour la période sèche).

Il ressort de ces premières analyses que le système de Font-Estramar est très complexe, avec des comportements différents selon les cycles hydrologiques (déficitaires ou normaux). Les réserves sont importantes.

➤ Eaux à caractère thermominéral

Le système de Font-Estramar/Fontdame présente des anomalies de température et de composition chimique. L'origine de l'hydrothermalisme n'a pas été élucidée. S'agit-il d'un phénomène local lié au développement en profondeur du réseau karstique et/ou de la proximité d'accidents tectoniques de socle ? ou s'agit-il d'un phénomène régional lié à une particularité géologique caractérisant l'extrémité orientale des Pyrénées ? L'origine

de la minéralisation est-elle liée uniquement à un mélange avec les eaux marines, ou bien également à une contribution d'eau marines anciennes et/ou d'eaux ayant lessivé le Trias ? Ces anomalies thermiques s'observent également au niveau du forage de Cases-de-Pène.

L'étude de cet hydrothermalisme paraît nécessaire pour comprendre son origine, son extension, les relations entre tous les aquifères existants. Une telle étude devra montrer son importance et les possibilités d'exploitation.

2.1.5. Avis sur la faisabilité technique

L'équipement d'une station limnimétrique et de sondes de conductivité/température ne pose pas de problèmes majeurs à Font-Estramar. Une attention toute particulière doit être donnée à l'établissement de la courbe de tarage, notamment en basses eaux, compte tenu des problèmes liés à la prolifération des plantes aquatiques en été.

Quant au niveau de la source de Fontdame, qui peut être influencé par les variations du niveau de l'étang (effet du vent notamment important tout au long de l'année) et de plus par le développement de végétation dans le cours d'eau, la station doit être surveillée tout particulièrement, surtout pour l'établissement de la courbe de tarage. Au vu de ces influences, on cherchera à voir s'il n'est pas possible de trouver une relation entre les variations de niveau d'eau à la source et dans le forage F102, afin de s'affranchir des perturbations directes sur la source.

L'équipement d'un sondage supplémentaire autre que le 102 ou le 104 nécessiterait un réalésage préalable de ce forage, voire à un coût certainement inférieur un nouvel ouvrage.

Dans le but de déterminer le rôle et la contribution relative des pertes du Verdoble au niveau des sources de Font-Estramar et de Fontdame, il serait important d'équiper d'un seuil et d'une échelle limnigraphique ainsi que d'une sonde le Verdoble dans la zone à l'aval des pertes (en amont de la confluence) afin de mieux quantifier les pertes au cours du temps.

2.1.6. Réseau de suivi piézométrique des calcaires secondaires du système Fontestramar - Fontdame - Cases de Pène

Une évaluation des points d'eau de type forage, sondage et avens à caractère émissif pouvant faire l'objet d'un suivi piézométrique au cours du projet a été effectuée en consultant notamment les dossiers communes du Conseil Général des Pyrénées Orientales, la Banque de Données du Sous-Sol (BSS). Des prises de contact avec les propriétaires de certains forages particuliers et avec la SAUR (Opoul) et la CGE (Rivesaltes, Perpignan et Salses) ont permis d'apporter des confirmations sur la faisabilité ou non technique d'équipement d'un point d'eau. H. Savlayre a été contacté ; la possibilité de compléter les points identifiés a été abordé lors d'un entretien. De plus, l'ensemble de ces points a été discuté avec J-P. Marchal (BRGM SGR-LRO).

Les points considérés concernent principalement les ouvrages recoupant les formations carbonatées du Secondaire, mais aussi ceux recoupant le Pliocène et pouvant avoir une piézométrie influencée par l'aquifère karstique. Les points d'eau inventoriés se situent sur les communes suivantes des Pyrénées Orientales :

- Baixas
- Cases de Pène
- Espira-de-l'Agly
- Estagel
- Opoul-Périllos
- Peyrestortes
- Rivesaltes
- Salses-le-Château
- Vingrau.

Sur quelques 60 points, dont 27 concernant les formations carbonatées, seuls 10 points pourraient faire l'objet d'un suivi piézométrique. Il s'agit des points suivants :

Indice BSS	Dénomination	X LIII Sud	Y LIII Sud	Z (sol)	Lieu -dit	Profondeur (m)	Aquifère	Suivi
10903X0009	Aven de Baixas	640,13	51,94	65	Route de Baixas	20	Aptien	Continu
10903X0026	Ste- Colombe	636,69	52,52	80	Notre Dame de Pène	90.5	Aptien	Continu
10904X0068	F2	642,57	50,2	48	La Devèze	150	Pliocène	Mensuel
10911X0030		645,1	58,15	41	Ancien captage d'Opoul à proximité de Mas Nou	58	Albien	Mensuel
10795X0028	P102	648,89	61,43	14,6	Plaine de Salses	13,55	Aptien	Continu
10795X0030	P104	647,08	61,1	42,21	Combe française	42	Aptien	Continu
10795X0033	P107	649,48	62,19	34,57	Combe Léon	32	Aptien	Continu
/	F	642.5	58.30	65	Roboul	10 (?)	Aptien	Continu
/	Mas Banet	645.68	65.13	210	Mas Banet	300 (?)	Aptien	A vérifier
/	Forage	637,22	59,03	250	Carrière OMYA	320	Aptien	mensuel

Le forage de 150 m utilisé par la commune de Peyrestortes pour l'AEP (Forage F2 La Devèze, 10904X0068) qu'une vingtaine de jours entre novembre et mars, intercepte les formations sablo-argileuses du Pliocène et concerne la nappe profonde du Pliocène. Un suivi régulier à une fréquence mensuelle pourrait être envisagé. Un courrier officiel sera envoyé au maire de la commune.

Le projet de réaliser un forage jusqu'au calcaire par le CGE sur la commune de Salses dans les années 70-80 n'a pas été réalisé. Les forages du camp militaire sont situés dans les formations du Pliocène; un des ouvrages est situé à proximité immédiate d'un forage en exploitation. Ils n'ont ainsi pas été retenus. Le forage de la Route de Vingrau à Rivesaltes est exploité, tout comme le forage de la zone industrielle. Concernant le forage de reconnaissance F3 de Rivesaltes (Pliocène et brèches anté-pliocène), ce point n'est plus en état selon les informations obtenues auprès de la CGE de Perpignan.

Les autres ouvrages qui représentaient un intérêt tel le forage de l'ancien camp militaire de Rivesaltes est situé à proximité du forage exploité pour le centre de formation professionnelle de Rivesaltes. Les forages privés des Mas Ste-Marie de Vespeille, de

Vespeil, de la Chique, Péchot, de la Bresse sont tous exploités. Les forages situés à proximité des exutoires ne représentent pas un intérêt particulier pour un suivi : soit ils sont à proximité d'autres forages en exploitation ou sont artésiens (Fontdame), soit ils sont en exploitation (Fontestramar). De plus, les exutoires font déjà l'objet d'un suivi en continu des paramètres suivants: pression, conductivité et température. Il en est de même pour les forages du Pliocène; les forages situés dans la zone d'intérêt sont tous en exploitation ou alors influencés par des forages en exploitation dans le voisinage immédiat (forages AEP de Salses tous en exploitation, forage de la Maison de Retraite, Ancien Motel de Salses). A noter que s'il existait des ouvrages du Pliocène influencés par l'aquifère karstique, ils auraient été intégrés au réseau piézométrique du Roussillon.

La liste complète des forages examinés est en annexe 2 tout comme la carte de localisation des ouvrages avec leur indice BSS (fig. 3).

➡ **Proposition d'un protocole de suivi du réseau sur deux cycles hydrologiques (dès janvier 2002) :**

- a) réalisation de sondages: un sondage de 50 mètres au niveau de l'aven de Baixas et un sondage de 30 mètres au niveau de la Combe Léon (sondage 107) de diamètre 6 pouces avec tube piézométrique en PVC.
- b) équipement : sonde piézométrique pour les suivis en continu.
- c) type de suivi :
 - suivi en continu sur les points Cases de Pène, Aven de Baixas, sondages 102, 104 et nouveau 107
 - suivi régulier sur un premier cycle hydrologique à la fréquence mensuelle (adaptation du protocole pour le deuxième cycle de suivi) : forage de reconnaissance AEP de Rivesaltes, forage de la carrière de Vingrau, forage de réserve d'AEP d'Opoul et forage AEP de Peyrestortes.

2.2. SECTEURS OCCIDENTAUX AVEC LES SYNCLINAUX DE ST-PAUL-DE FENOUILLET, DE BOUCHEVILLE ET DE SOULATGE

La partie occidentale de la zone d'étude du projet « Corbières » se décompose en 3 sous-secteurs d'étude (fig. 4, annexe 2) :

- les synclinaux de **Boucheville** et de **Saint-Paul de Fenouillet**, situés dans la zone nord-pyrénéenne, et
- le synclinal de **Soulatgé** situé dans la zone sous- pyrénéenne.

La zone sous-pyrénéenne (située au nord du front de chevauchement nord-pyrénéen, FCNP) ne sera évoquée que brièvement (synclinal de **Soulatgé**), car elle ne fait pas partie des secteurs ciblés de manière prioritaire dans le cadre de l'étude « Corbières ». De même, le synclinal de **Saint-Louis-et-Parahou**, situé dans la zone nord-pyrénéenne, à l'ouest du synclinal de Soulatgé, n'est pas prioritaire.

De même, le synclinal de **Saint-Louis-et-Parahou**, situé dans la zone nord-pyrénéenne, à l'ouest du synclinal de Soulatgé, n'est pas prioritaire.

La partie de la zone nord-pyrénéenne qui concerne l'étude peut se décomposer en deux synclinaux principaux, **Saint-Paul de Fenouillet** au Nord, et **Boucheville** au Sud. A l'Est, ces deux synclinaux sont séparés par les gneiss et granites du massif hercynien de l'Agly et à l'Ouest par le môle métamorphique de Salvezines et par des synclinaux intermédiaires. Un autre synclinal, celui de **Paziols**, se situe au nord-est de celui de Saint-Paul. Ce synclinal est jurassique, contrairement aux autres, qui sont crétacés. L'extrémité sud-ouest de ce synclinal a été incorporée dans le secteur « Saint-Paul-de-Fenouillet ».

2.2.1. Synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet (la Tirounère, la Mouillère (de Maury, Clue de la Fou, Paziols, Mas Fouradade)

2.2.1.1. Contexte géographique

Le secteur d'étude de Saint-Paul-de-Fenouillet est constitué par un synclinal calcaire orienté ouest-est, long de près de 40 km, et large de 6 à 7 km en moyenne (superficie d'environ 295 km²). Il est limité au Nord par le massif calcaire de la Forêt des Fanges et le chaînon calcaire de Galamus (Pech de Bugarach, Roc Paradet, La Quille). A l'Ouest, il est limité par la vallée de l'Aude bien que la partie occidentale (entre Puilaurens et Axat) ne soit pas décrite ici, car située en dehors de la zone d'étude du projet. Au Sud, il est limité par le massif cristallin de l'Agly (à l'est de Fenouillet) et par les massifs de Salvezines et du Pic d'Estable (à l'ouest de Fenouillet). Enfin à l'Est, le secteur est limité par la vallée du Verdoble.

Le synclinal est bordé au Nord et au Sud par des chaînons calcaires dont les sommets atteignent près de 1 000 m d'altitude au Nord, et entre 1 500 m et 600 m au Sud (de l'Ouest vers l'Est). La vaste gouttière de ce synclinal se situe à des altitudes comprises entre 500 m à l'Ouest et moins de 200 m à l'Est (fig. 5).

Le synclinal est traversé du Nord au Sud, à hauteur de Saint-Paul-de-Fenouillet, par le cours de l'**Agly**, qui franchit le chaînon de Galamus par les gorges du même nom et le chaînon sud du synclinal par la Clue de la Fou. A l'Ouest de l'Agly, le synclinal est occupé par son affluent la **Boulzane**, et à l'Est par le ruisseau de **Maury**, qui coule vers l'Est, et ne rejoint l'Agly qu'à hauteur d'Estagel. Tous ces cours d'eau ont un régime marqué par des crues méditerranéennes et par des pertes lorsqu'ils traversent des zones où affleurent des roches calcaires.

Les températures moyennes annuelles du secteur varient entre 10°C à l'Ouest et 15°C à l'Est. La pluviométrie moyenne annuelle dépasse 1 000 mm à l'Ouest et est inférieure à 700 mm à l'Est.

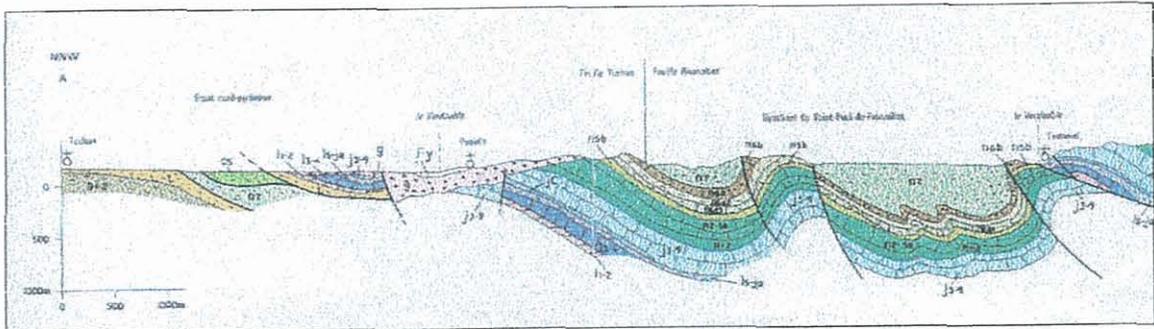


Fig. 5 : Coupe géologique schématique dans la partie est des secteurs d'étude occidentaux (carte géologique de Rivesaltes).

Légende : Fy : Alluvions anciennes / g : Oligocène : formation de Paziols et Estagel / n5b-7 : Aptien-Albien : marnes et marno-calcaires métamorphisés/ n7: Albien : Marnes sombres à intercalations gréseuses / n6a1: Gargasien inf.: calcaires blancs à rudistes / n5b : Bédoulien sup.: Marnes et marno-calcaires / j3-9: Dogger sup. et Malm : calcaires et dolomies / l : Lias : calcaires

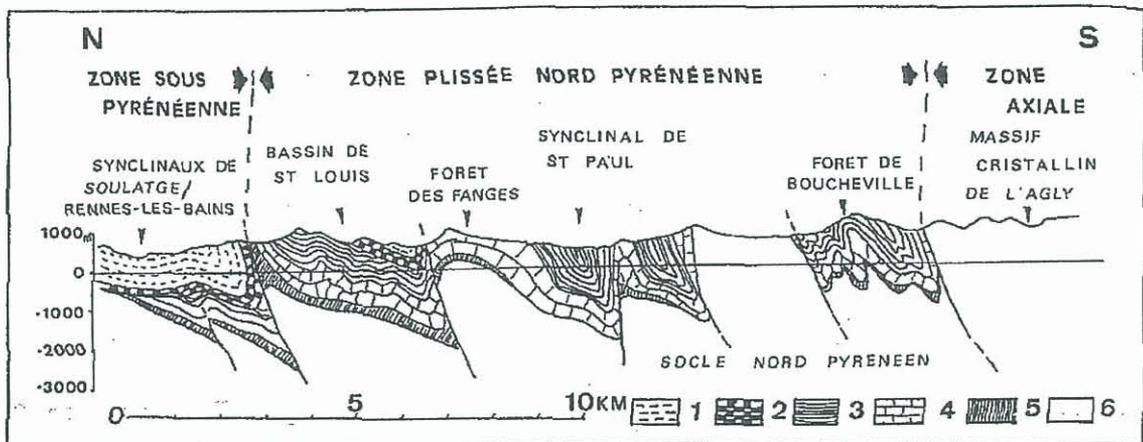


Fig. 6 : Coupe géologique schématique dans la partie ouest des secteurs d'étude occidentaux (Casteras, 1974).

1: Cretacé supérieur. 2: Cénomanién. 3: Albien. 4: Urgo-Aptien, Malm, Dogger, Lias. 5: Trias. 6: Socle hercynien.

2.2.2. État des connaissances sur le secteur

a) *Données disponibles*

Le principal ouvrage traitant de l'hydrogéologie de ce secteur est la thèse de 3e cycle de Faillat (1972), qui concerne l'ensemble du haut-bassin de l'Agly.

Une thèse plus récente, celle de Serrat (2000), concerne en partie ce secteur, mais elle traite les aspects géographiques et géomorphologiques. Elle contient toutefois une synthèse des données existantes, notamment en climatologie et hydrométrie.

Par ailleurs, il existe des publications spéléologiques sur les cavités karstiques du secteur, la plus intéressante au regard des objectifs qui nous intéressent étant l'article de Ournié (1987), concernant la spéléologie des chaînons karstiques susceptibles d'alimenter la source de la Tirounère.

Toutes les données se rapportant aux stations météorologiques présentes sur ce secteur se trouvent en annexe 2, figure 5.

b) *Potentiel aquifère, structure des formations aquifères (stratigraphie, épaisseur, imperméable et perméable)*

Le synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet est l'unité structurale la plus importante de la partie « ouest » des secteurs d'étude. C'est un synclinal d'une longueur de près de 50 km, orienté ouest-est. Les formations potentiellement aquifères du synclinal sont les formations calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur (jusqu'à l'Aptien). Ces formations sont redressées sur les flancs nord ; les flancs sud sont très redressés à inversés. Les terrains du Secondaire constituant ce synclinorium atteignent des épaisseurs variant de 1000 à 2000 m. Les niveaux carbonatés prédominent largement et sont largement massifs ; leur épaisseur atteint 600 à 1500 m.

Si les formations du Trias et du Lias moyen constituent des niveaux imperméables, le Lias inférieur tout comme le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur sont des niveaux karstifiables. Le Lias inférieur est dolomitique et calcaire. Le Dogger semble être absent ou tout au moins d'épaisseur peu importante au sein du synclinal. Le Malm, essentiellement calcaire, a une puissance de 400 à 1000 m. Globalement, l'épaisseur de ces calcaires est de l'ordre de 500 m pour le Jurassique et de 500 m pour le Crétacé. Ils sont recouverts, dans l'axe du synclinal, par les marnes de l'Albo-Aptien, dont l'épaisseur dans l'axe du synclinal est également de l'ordre de 500 m. Les flancs nord affleurent sur à peu près toute la longueur du synclinal, et sur une largeur de l'ordre de 1 à 2 km en moyenne. De même, les flancs sud affleurent sur toute la longueur, mais sur une largeur de moins d'un kilomètre.

Le synclinal a pu servir de vallée à un paléo-Agly empruntant l'axe entier (occupé actuellement par la Boulzane et le Maury) d'ouest en est (hypothèse ancienne reprise par Serrat, 2000).

Au nord-est du synclinal de Saint-Paul, le synclinal de **Paziols** est formé par des calcaires jurassiques affleurants. La partie sud-ouest de ce synclinal a été incorporée dans le secteur « Saint-Paul-de-Fenouillet ». Ces calcaires sont post-liasiques et reposent sur le Lias marneux. Les calcaires atteignent des épaisseurs de l'ordre de 500 m dans les axes synclinaux.

c) Fonctionnement hydrogéologique

➤ *Principaux exutoires et autres points d'eau*

Le sens général des écoulements est d'Ouest en Est au niveau de ce synclinal ; il est prédéterminé par les structures et par l'existence de niveaux de base régionaux d'altitude décroissante vers l'Est. Les circulations karstiques sont à la fois importantes et complexes, comme l'indique Faillat.

Les principaux exutoires de ce synclinal sont décrits ci-après, par ordre décroissant d'importance.

La Tirounère (n° 6) : cette importante source émerge dans le lit de l'Agly en rive droite, à la sortie des gorges de Galamus. Le gouffre qui sert d'exutoire est alimenté par un réseau pénétrable, accessible également par un aven, le Barrenc de la Balme, situé à moins de 100 m de l'exutoire. Du fait de la position de la source, les débits ont été estimés par jaugeage différentiel de l'Agly à l'amont et à l'aval ; le débit moyen serait de l'ordre de 0,3 m³/s au minimum. Il n'existe pas de données limnimétriques. Le régime est par conséquent mal connu. Le captage de Saint-Paul-de-Fenouillet capte une faible part du débit d'étiage. L'eau est pompée dans un forage réalisé au droit du conduit karstique, environ 20 m à l'aval de l'aven (Barrenc de la Balme). Avant la réalisation du forage, l'eau était captée par gravité, ce qui a été facilité par la construction d'un barrage surélevant le niveau de l'Agly de 1 à 2 m. Des variations de température dans la zone d'émergence indiquent des mélanges d'eau d'origines différentes. Le faciès chimique est bicarbonaté calcique, avec de fortes teneurs de sulfates (env. 120 mg/l).

La Mouillère (n° 5) : cette source est située dans le ravin de la Mouillère à 3 km au nord de Maury. Au siècle dernier, ce ravin comportait de multiples petites sources peu importantes. En 1864 la plus importante de ces sources a fait l'objet de travaux de mise à jour en creusant une fouille de 50 m² et de 5 m de profondeur. Depuis ces travaux, les débits s'écoulant de la source sont plus importants. Des hydrogrammes de la source sont disponibles en 1917, 1918 et 1970 (Faillat, 1972), qui révèlent des temps longs de concentration et de retour à l'état initial, supérieur à 2 jours et de l'ordre de 2 mois respectivement. Cette source constitue une émergence des calcaires crétacés dont les eaux transitent au contact des marnes albo-aptiennes qui affleurent à l'emplacement des sources de la Mouillère.

La Clue de la Fou (n° 19) : ces émergences, situées sur les deux rives de l'Agly, drainent les massifs calcaires du flanc sud du synclinal, Alvèze à l'Est (rive gauche) et forêt domaniale de Peyralade à l'Ouest (rive droite). Elles sont liées à des accidents affectant les calcaires, ont des températures comprises entre 21 et 27°C, et des débits de

l'ordre de quelques litres par seconde en étiage au total (Faillat, 1972, Scherer, 1985). Leur chimie est sulfatée calcique magnésienne et bicarbonatée, avec des concentrations supérieures à celles qui sont autorisées pour l'alimentation en eau potable. Les 3 sources principales sont situées en rive droite et avaient été captées pour l'ancienne station thermale de Saint-Paul. Trois autres sources, de faible débit, sont situées en rive gauche. Les seules venues d'eau froide que l'on observe dans la Clue apparaissent en période de hautes eaux et sont liées à des écoulements au sein des parties superficielles des massifs calcaires. Ces sources ont fait l'objet d'une étude de caractérisation de type eau minérale, réalisée par ANTEA pour le compte de la commune en 1993; cette étude a confirmé le caractère radioactif de ces eaux.

Le Col de Soul (n° 34) : cette émergence est alimentée au moins en partie par des pertes de l'Agly situées moins d'un kilomètre à l'amont. On dispose d'un hydrogramme en 1970 (Faillat, 1972). Les temps de concentration et de retour à l'état initial sont courts, inférieur à une journée et de l'ordre du mois respectivement.

Synclinal de Paziols (n° 17 et 18) **et Mas de Fouradade** (n° 4) : les cavités karstiques sont nombreuses, les débits sont faibles, bien que pérennes. Certaines sources du synclinal de Paziols sont captées pour l'alimentation en eau potable (cf. Annexe 2).

➤ *Limites des systèmes* (unaire ou binaire, traçages, zones de recharge)

Pour la **Tirounère** (n° 6), la zone d'alimentation n'est pas connue, mais est supposée se trouver dans le chaînon du Roc Paradet, sur le flanc nord du synclinal, à l'ouest des gorges de Galamus. Selon Faillat (1972) l'aire d'alimentation est supérieure à 20 km², ce qui dépasse le chaînon du Roc Paradet. Selon Ournié (1995) le bassin d'alimentation pourrait s'étendre vers l'ouest au massif de la Forêt des Fanges, où se situent d'importantes cavités karstiques dont certaines fonctionnent en trop-plein. Ces cavités seraient associées à cette source selon Ournié, mais cela n'a pas été prouvé. Dans tous les cas le bassin serait de type unaire.

Pour la **Mouillère**, les limites ne sont pas connues, et les zones de recharge peuvent se trouver sur le flanc nord de synclinal et/ou sur le flanc sud dans l'hypothèse d'une connexion sud-nord étayée par la quasi-absence d'émergences côté sud. Dans l'hypothèse d'une alimentation par le flanc sud, le système serait binaire (pertes n° 16 ou 40 par exemple). Dans l'hypothèse contraire, le système serait unaire.

Sur le flanc sud, les sources de la **Clue de la Fou** ne sont probablement alimentées que par les affleurements calcaires du flanc sud (Scherer, 1985). Les débits de ces sources correspondent à des surfaces d'alimentation plus faibles que les massifs calcaires du flanc sud (déficit d'écoulement), qui contribuent donc probablement à la recharge du synclinal. Ceci pose donc à nouveau la question des relations entre flancs sud et nord et plus généralement, de la direction des écoulements dans le synclinal.

Pour les sources de l'extrémité orientale (synclinal de **Paziols** et **Fouradade**), les débits naturels des sources sont faibles, mais une part importante des débits alimente

probablement les alluvions du Verdoube, voire les émergences situées en bordure de l'étang de Salses (Faillat, 1972).

➤ *Niveau de base*

Les niveaux de base s'abaissent d'Ouest en Est : l'Agly à la Tirounère, le Verdoube à Paziols et au Mas Fouradade, Agly vers Estagel (malgré l'absence d'émergences pérennes).

2.2.3. Avis et commentaires

⇒ **Avis généraux sur l'état de la connaissance**

Concernant la source de la Tirounère, malgré son importance en terme de débit, il existe peu de données et pas d'hydrogramme.

Aucun traçage n'a été réalisé, hormis celui du Col de Soul, qui ne révèle qu'une connexion à courte distance depuis les pertes de l'Agly.

Il serait intéressant de réaliser des traçages complémentaires afin de comprendre les circulations souterraines du synclinal : liens entre les flancs nord et sud, bassin d'alimentation de la Tirounère, raisons de la quasi-inexistence d'émergence sur le flanc sud,... Les points d'injection intéressants seraient les pertes n° 16 et n° 40 et différents avens du Roc Paradet (Aven Vidal) ou de la Forêt des Fanges (Chtulu).

⇒ **Avis spécifiques sur l'exploitation des données hydrologiques antérieures**

Les hydrogrammes disponibles sont potentiellement exploitables bien que disponibles seulement sous format papier. De plus, certaines modifications de configuration des sources, notamment celles qui sont captées, ont pu apparaître depuis le recueil des données ; les données de la source de la Mouillère datent en partie du début du siècle (1917-1918), et le limnigramme de 1970 ne porte que sur une année. Enfin, ces données ne concernent pas des sources présentant un fort potentiel d'exploitation, comme la Tirounère.

2.2.4. Avis sur les potentialités

➤ **Eau souterraine « froide »**

La Tirounère est la plus importante source du synclinal et est largement sous-exploitée. Toutefois, la situation de la source à proximité de l'Agly ne facilite pas une augmentation de production. Des investigations complémentaires sont nécessaires, ainsi que la mise place d'équipements hydrométriques.

A l'extrémité orientale du synclinal, les « nappes » karstiques (**Paziols**, Fouradade) peuvent présenter des potentialités intéressantes, malgré la faiblesse des débits naturels des sources, les niveaux piézométriques étant peu profonds et les réserves potentiellement importantes.

➤ **Eaux à caractère thermominéral**

La **Mouillère** a des débits naturels qui sont peu importants, et les émergences sont de type diffus, ce qui ne favorise pas une augmentation de la production. Des réserves potentielles importantes existent à faible profondeur, mais la réalisation de forages dans les karsts est toujours aléatoire.

Dans les **Gorges de la Fou** les sources thermales ont des débits faibles et ont fait l'objet d'exploitation thermique par le passé.

A l'**extrémité orientale** du synclinal, la Fouradade, ainsi que les 3 sources situées entre Paziols et les gorges du Verdoube (ou Caune de l'Arago), Mas d'en Caraman, Font des Aigues et Caouno des Sants (non représentées sur la carte) ont un caractère thermal. Ces sources ont des débits assez faibles, mais comme précisé précédemment, ce secteur peut receler des réserves importantes à faible profondeur, à capter par forage.

2.2.5. Avis sur la faisabilité technique

Le secteur potentiellement le plus intéressant pour la réalisation d'une étude de caractérisation complémentaire est celui de la Tirounère. Cette étude passerait par l'équipement de la source de la Tirounère (et éventuellement d'un trop plein près du « Chtulu démoniaque » au voisinage de la forêt des Fanges), ainsi que par des jaugeages.

L'aven qui sert d'exutoire à la source est situé à 50 m environ à l'amont du seuil, au fond du lit de l'Agly. En raison de cette particularité, il serait inutile d'installer un limnimètre sur la source elle-même. Son installation dans le forage subirait trop l'influence des pompages. La seule possibilité est par conséquent l'aven, bien qu'il subisse également l'influence du pompage, mais de façon très atténuée. Par ailleurs, le débit de pompage est discontinu et très inférieur au débit d'étiage (cf. annexe 2), ce qui limite encore l'influence sur le régime de la source. L'instrumentation devra être accompagné du recueil des données de pompage à la source (période de pompage, débit) et, le cas échéant, de son équipement à cet effet. Les mesures de débit de la source pourront être déterminées à partir de jaugeages différentiels sur l'Agly, ce qui est simple à l'aval, mais plus compliqué à l'amont, en raison de l'extension du plan d'eau lié au barrage : il oblige à s'éloigner de la source, ce qui implique la possibilité d'erreurs dues à l'arrivée d'affluents temporaires éventuels, ou d'émergences karstiques non connues. Il faudra vraisemblablement envisager des jaugeages chimiques pour déterminer le débit de cette source.

2.3. SYNCLINAL DE BOUCHEVILLE [SOURNIA, LA DOUX]

2.3.1. Contexte géographique

Ce secteur est constitué par un synclinal calcaire orienté ouest-est, d'une longueur de 30 km et d'une largeur de près de 5 km à l'Ouest, se rétrécissant vers l'Est (superficie d'environ 125 km²). Bien qu'étant un synclinal, la topographie de ce secteur forme plutôt un dôme, en raison de la forme du cœur marneux du synclinal. La limite nord du synclinal correspond grossièrement à la limite sud du synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet : elle est matérialisée par la crête calcaire du Pic d'Estable à l'Ouest, le massif de Salvezines au centre, et le massif cristallin de l'Agly à l'Est. A l'Ouest, il est limité par la vallée de l'Agly au Nord et celle de son affluent l'Aiguette au Sud. Au Sud, la limite correspond à la zone de contact du synclinal calcaire avec les massifs cristallins de Quérigut-Millas. A l'Est, le synclinal se rétrécit pour disparaître à hauteur de Caramany, au contact du massif cristallin de l'Agly.

Le synclinal est traversé du Sud au Nord, à hauteur de Gincla et Monfort-sur-Boulzane, par le cours de la **Boulzane**, qui rejoint au Nord le synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet. Au Sud, la **Désix** longe la limite du synclinal avant de le traverser du Sud au Nord (à hauteur de Pézilla-de-Conflent), où son affluent le **Matassa** la rejoint après avoir longé la limite nord. La Désix rejoint vers Ansignan le lac de barrage de l' Agly à Caramany (vallée de l'Agly). Ces cours d'eau ont un régime marqué par des crues méditerranéennes et par des pertes lorsqu'ils traversent des zones où affleurent des roches calcaires (fig. 4).

A l'Ouest de la Boulzane, les sommets ont des altitudes comprises entre 1 000 et 1 500 m, et à l'Est la ligne de crête Boucheville-Prats-de-Sournia culmine à des altitudes comprises entre 1 300 m à l'Ouest et moins de 700 m à l'Est.

Les températures moyennes annuelles du secteur varient entre 9°C au Sud-Ouest et 14°C à l'Est. La pluviométrie moyenne annuelle dépasse 1 000 mm à l'Ouest et est inférieure à 800 mm à l'Est.

2.3.2. État des connaissances sur le secteur

a) *Données disponibles*

Le principal ouvrage traitant de l'hydrogéologie de ce secteur est la thèse de 3e cycle de Faillat (1972), qui concerne l'ensemble du Haut-bassin de l'Agly.

Une thèse plus récente, celle de Serrat (2000), concerne en partie ce secteur, mais elle traite les aspects géographiques et géomorphologiques. Elle contient toutefois une synthèse des données existantes, notamment en climatologie et hydrométrie.

b) Potentiel aquifère, structure des formations aquifères

La structure géologique de ce synclinal est complexe dans la partie occidentale (à l'ouest de Gincla et de la Boulzane). Cette partie est néanmoins celle qui présente le moins d'intérêt au regard des objectifs de l'étude. Les formations potentiellement aquifères sont les formations calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur (jusqu'à l'Aptien). Le secteur contient un môle métamorphique (massif de Salvezines) et de l'Aptien marmorisé aux alentours du môle. Vers Montfort-sur-Boulzane, le Dévonien dolomitique et calcaire de la zone axiale des Pyrénées présente également une karstification, mais son extension est limitée.

La partie orientale (à l'est de Gincla) présente une tectonique plus simple : le synclinal de calcaires du Jurassique et du Crétacé d'une longueur de l'ordre de 20 km est orienté Ouest-Est et se rétrécit vers l'Est. Les formations potentiellement aquifères du synclinal sont les formations calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur (jusqu'à l'Aptien). Les calcaires sont très redressés sur les flancs nord et sud, voire inversés. Le contact avec le socle est anormal. L'épaisseur des formations calcaires est de l'ordre de 100 m, et elles sont recouvertes par l'Albo-Aptien métamorphisé. Dans ces formations métamorphisées « imperméables » se développe par endroits une pseudo-karstification (« parakarst ») peu développée et peu étendue. Les calcaires n'affleurent que très peu, autant au nord qu'au sud.

La karstification importante s'étend parfois aux marno-schistes de l'Albien, plus ou moins indurés et fissurés (aven de 55 m dans le massif de Boucheville). Les formations carbonatées assurent le rôle principalement de drains au sein des terrains imperméables : formations albo-aptiennes métamorphisées. La capacité de réservoir de ces formations carbonatées est peu importante.

c) Fonctionnement hydrogéologique

⇒ *Principaux exutoires et autres points d'eau*

Montfort-sur-Boulzane (n° 37) : cette émergence comporte 3 sources et présente des débits importants (supérieurs à 70 l/s au total en étiage), elle émerge au contact entre Dévonien (zone axiale) et calcaires et marnes crétacés (zone nord-pyrénéenne). Elle est alimentée par les pertes de la Boulzane en amont.

Résurgences de la Désix (n° 23 et 24) : ces sources présentent des débits importants (supérieurs à 50 l/s au total en étiage), et sont alimentées par des pertes éloignées de moins d'un kilomètre, sur la Désix et un affluent. Les pertes et les sources ont des débits comparables.

Fenouillet ou Las Bordes (n° 20) : ces deux sources captées sont situées dans les calcaires urgoniens crétacés, dans un secteur à tectonique complexe. La température est stable, de 10°C environ.

La Poux de Sournia (n° 2) : elle émerge au contact anormal entre calcaires barrémo-aptiens à albiens et le granite du massif de Quérigut-Millas. Les eaux issues du karst traversent la zone d'altération du socle où elles émergent. La température est de 14°C environ.

La Doux de Caramany (n° 3) : cette émergence prend naissance au niveau du contact anormal entre calcaires secondaires et gneiss du massif de l'Agly. Le griffon se trouve dans les calcaires et est recouvert par le captage de Caramany. La température est anormalement élevée et stable (18,5°C environ).

Petites sources issues de l'Albo-aptien métamorphisé (n° 25 à 30) : ces sources de faible débit sont issues des petits systèmes pseudo-karstiques qui se sont développés dans les roches métamorphisées. Elles sont souvent captées pour des villages ayant des besoins en eau limités.

⇒ *Limites des systèmes* (unaire ou binaire, traçages, zones de recharge)

Les résurgences de la Désix et celle de Montfort sont alimentées par des systèmes karstiques binaires, dont la composante de surface paraît prépondérante : elles sont alimentées essentiellement par des pertes peu éloignées, ce qui a été confirmé par des traçages.

Le système de Fenouillet bénéficie de deux essais de traçage qui lui conféreraient un bassin d'alimentation s'étendant vers l'ouest, avec une alimentation partielle par des pertes de la Boulzane à Gincla et par celles d'un affluent. L'imprécision des mesures de débit de la source et des pertes ne permet pas de délimiter le bassin d'alimentation.

Les autres systèmes sont de taille plus réduite, avec une alimentation de type unaire, via l'Albo-aptien métamorphisé.

2.3.3. Avis et commentaires

➤ Avis généraux sur l'état de la connaissance

Les connaissances sont assez limitées sur l'ensemble du secteur. Malgré l'existence de traçages (dont les résultats ne peuvent pas toujours être certifiés), les données sur les débits et la chimie restent approximatives et discontinues.

➤ Avis spécifiques sur l'exploitation des données hydrologiques antérieures

Les données hydrologiques antérieures sont très limitées, et nécessitent des investigations complémentaires.

2.3.4. Avis sur les potentialités

⇒ Eau souterraine « froide »

Hormis la source de **Fenouillet**, aucune source ne présente un potentiel d'exploitation significatif : les résurgences de la Désix et de Monfort ne peuvent en effet pas être considérées comme des réserves en eau souterraines stricto sensu, ce qui implique une fragilité de la ressource qui s'apparente davantage à de l'eau superficielle.

La source de Fenouillet permet-elle une exploitation au-delà de son débit d'étiage naturel ? En l'état il est difficile de répondre à cette question, sans investigations complémentaires. Il n'en demeure pas moins qu'un débit d'étiage de 35 l/s environ est notable.

⇒ Eaux à caractère thermominéral

La seule source d'importance significative présentant un caractère thermal est le captage de Caramany. Mais les débits potentiels sont faibles.

2.4. Synclinal de Soulatgé (source du Verdouble, Gourg de l'Antre, Giraldasse, source de l'Agly)

2.4.1. Contexte géographique

Ce secteur est constitué par un synclinal calcaire orienté ouest-est, d'une longueur de 16 km et d'une largeur comprise entre 4 km à l'Ouest, et 6 km à l'Est (superficie d'environ 80 km²). Il est limité au Nord par la ligne de crête du Bouchard au Col de Redoulade, d'altitude 900 m en moyenne. A l'Ouest, il est limité par le Pech de Bugarach qui dépasse 1 200 m. Au Sud, la limite correspond à la limite nord du synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet, le chaînon de Galamus. A l'Est, la limite passe à l'est de Rouffiac-des-Corbières.

L'axe synclinal est occupé par le Haut-Agly à l'Ouest. L'**Agly** prend sa source au pied du Pech de Bugarach, puis coule vers l'Est avant de bifurquer vers le Sud-Est après Cubières-sur-Cinoble, pour traverser le chaînon de Galamus par les gorges du même nom. A l'Est, l'axe synclinal est occupé par le **Verdouble**, qui prend sa source à l'amont de Soulatgé.

Les températures moyennes annuelles du secteur varient entre 11°C à l'Ouest et 13°C à l'Est. La pluviométrie moyenne annuelle dépasse les 1 000 mm à l'Ouest et est inférieure à 800 mm à l'Est.

2.4.2. État des connaissances sur le secteur

a) Données disponibles

Les deux ouvrages principaux traitant de l'hydrogéologie de ce secteur sont les thèses de 3^e cycle de Faillat (1972) qui concerne l'ensemble du Haut-bassin de l'Agly et Kuhfuss (1987), qui ne concerne que le synclinal de Soulatgé (ainsi que ceux de Sougraigne et Fourtou situés au voisinage nord).

Une thèse plus récente, celle de Serrat (2000), concerne en partie ce secteur, mais elle traite les aspects géographiques et géomorphologiques. Elle contient toutefois une synthèse des données existantes, notamment en climatologie et hydrométrie.

b) Potentiel aquifère, structure des formations aquifères

Le synclinal de Soulatgé, situé en zone sous-pyrénéenne, présente des séries karstifiables dont l'épaisseur, la continuité et la teneur en carbonates sont nettement plus faibles que dans la zone nord-pyrénéenne. Ces faits limitent la possibilité d'existence de systèmes karstiques très étendus aussi bien horizontalement et que verticalement.

Le potentiel aquifère du synclinal est principalement lié aux formations du Crétacé supérieur du versant nord. Elles apparaissent à différents niveaux de ces formations calcaro-gréso-marneuses.

c) Fonctionnement hydrogéologique

⇒ *Principaux exutoires et autres points d'eau*

Les sources de Soulatgé (n° 35), de la Doux (ou source du Verdoble, n° 9) et le Gourg de l'Antre (n° 10) apparaissent sur le contact entre calcaires coniaciens et marnes sénoniennes. Ces exutoires sont à des altitudes semblables et ne sont séparés par aucun accident important. Leur débits sont assez importants et réguliers.

Le Gourg de l'Antre est un regard sur une circulation aboutissant à la Doux (source du Verdoble). On dispose d'un limnigramme (Faillat, 1972) à peu près continu sur 2 années (1970-1971) au Gourg de l'Antre.

Le captage de Cubières (n° 36) émerge à la faveur de plusieurs accidents, et il apparaît au contact entre les calcaires du Crétacé supérieur et les marnes sénoniennes. Il assure l'essentiel du débit d'étiage de l'Agly à cette hauteur. La source de l'Agly est l'aboutissement d'un conduit karstique dans les calcaires.

⇒ *Limites des systèmes* (unaire ou binaire, traçages, zones de recharge)

Les traçages recensés dans le secteur sont reportés sur la carte. Pour la source la plus importante du secteur, la Doux (source du Verdoble), en liaison avec le Gourg de l'Antre, les données ne sont pas suffisantes pour délimiter le bassin d'alimentation de la source.

Les limites des systèmes karstiques ne sont pas connues, mais leur aire d'alimentation est vraisemblablement incluse dans le versant nord du synclinal (ouest pour la source de l'Agly). Les systèmes sont de ce fait unaires.

2.4.3. Avis et commentaires

➤ **Avis généraux sur l'état de la connaissance**

L'état général des connaissances est très bon pour la géologie et les principales sources. Mais les limites des bassins d'alimentation, et notamment pour la Doux (source du Verdoble), le fonctionnement et les réserves de ces systèmes ne sont pas connus.

➤ **Avis spécifiques sur l'exploitation des données hydrologiques antérieures**

Les mesures hydrométriques en continu sur 2 années (1970-1971) au Gourg de l'Antre sont exploitables, mais cela a peu d'intérêt au regard des potentialités d'exploitation.

2.4.4. Avis sur les potentialités

Les formations karstifiables des terrains secondaires, représentées dans cette zone essentiellement par les calcaires et grès du Crétacé supérieur, présentent à première vue peu de potentialités en réserves d'eau. En effet, selon Faillat (1972), seul le Dévonien sous couverture secondaire serait susceptible d'abriter des réserves importantes. Ce serait le cas pour la Doux (source du Verdoble), où l'essentiel des débits d'étiage proviendrait du Dévonien, le Crétacé n'abritant que des réseaux karstiques peu profonds, ne pouvant pas fournir des débits supérieurs aux débits de tarissement naturels. Cette hypothèse reste à vérifier, car les régimes hydrologiques ne sont pas connus, notamment le tarissement, dont l'analyse permet d'évaluer les ressources du système. Un forage dans le Dévonien pourrait donner accès à des réserves plus importantes (profondeur de l'ordre de 200 m), mais cela reste hypothétique.

La Doux et le Gourg de l'Antre présentent un caractère thermal, par des températures anormalement élevées de l'ordre de 18°C, résultant de venues d'eau chaude présente dans les calcaires carbonifères sous-jacents (Faillat 1972, Kuhfuss 1987). La Font de Soulatgé et le captage de Cubières, sans anomalie de température, présentent toutefois des teneurs en CO₂ anormalement élevées qui leur donnent également un caractère thermo-minéral.

2.4.5. Avis sur la faisabilité technique

On dispose de nombreuses données (Faillat 1972, Kuhfuss 1987) sur le système Gourg de l'Antre – La Doux, notamment sur l'hydrochimie. Toutefois, l'absence de limnigramme sur la source de la Doux est limitative : le suivi hydrométrique de cette source permettrait de confirmer ou d'infirmer les thèses de Faillat et Kuhfuss.

L'investigation des potentialités du Dévonien sous-jacent nécessiterait la mise en œuvre de moyens différents, et notamment la réalisation de forages, avec les contraintes que cela implique.

2.5. SECTEUR DE LAPALME

2.5.1. Contexte géographique

Ce secteur est composé de trois unités géographiques : l'unité karstique du plateau du Pied-du-Poul, la dépression triasique de Villesèque–St-Jean–Feuilla et l'unité karstique du synclinal de Roquefort (fig. 6 , annexe 2).

Le plateau du Pied-du-Poul est limité au Nord par la rivière Berre et le village de Portel, à l'Ouest par la dépression de Villesèque–Fraïsse–Saint-Jean, au Sud par les communes de Feuilla et Treilles et à l'Est par les plaines de Caves et Sigean. Ce plateau occupe une surface de 72 km² et se situe à une altitude moyenne de 200–300 m, culmine au Pic du Pied-du-Poul (596 m) au Sud et à l'Estrons-de-la-Vieille (416 m) à l'Ouest.

En bordure, à l'Ouest et au Sud de l'édifice du Pied-du-Poul, des lambeaux de calcaires secondaires sont disposés au sein des formations marno-gypsifères. La superficie de cette dépression de Villesèque–Saint-Jean–Feuilla est d'environ 6 km². L'érosion a dégagé les sédiments marneux qui forment les dépressions situées aux altitudes de 80–130 m, et mis en relief les formations calcaires (altitude de 200 m). Cette érosion confère un caractère très irrégulier à la topographie du secteur.

Le Rieu au Nord, l'étang de Lapalme au Sud et des falaises abruptes limitent le synclinal de Roquefort dont la superficie est d'environ 19 km². Les formations calcaires comprises dans le triangle Roquefort - Lapalme - Port-la-Nouvelle s'élèvent quasi-uniformément à l'altitude de 100 m. En bordure, au NNW et au SSE, des reliefs résiduels culminent à 131 m à la Castanière et à 122 m au Cap Romarin.

2.5.2. État des connaissances sur le secteur

a) Données disponibles

Les principales données relatives à ce secteur se trouvent consignées dans le mémoire de thèse de Erre (1977) concernant l'hydrogéologie des Corbières orientales ainsi que les émergences littorales des calcaires du Languedoc Roussillon.

Ces données concernent :

- Le climat : précipitations, températures de l'air, vent, pression atmosphérique, évapotranspiration pour l'année 1975 ;
- L'hydrologie de surface : régimes des débits de la Berre 1971-1973 ;
- L'inventaire et caractéristiques des forages de la plaine de Caves–Lapalme ;
- La composition chimique des principaux exutoires ;

- Les phénomènes karstiques ;
- Les comptes-rendus des logs de forages de l'unité karstique du synclinal de Roquefort.

b) Potentiel aquifère

➤ Pied-du-Poul

Le Pied-du-Poul constitue un plateau carbonaté limité par d'épaisses formations schisteuses et marneuses. Les eaux souterraines seraient drainées en partie vers la plaine oligocène de Sigean et la plaine oligo-miocène et plio-quadernaire de Caves. Une continuité hydraulique entre le plateau de Pied-du-Poul et le synclinal de Roquefort n'est pas à exclure.

Le Lias dans sa totalité représente l'assise du Pied-du-Poul de Fraïsse à Feuilla. Deux séquences majeures : carbonatée à la base, marneuse au sommet (Lias supérieur) atteignent au maximum des puissances respectives de 350 et 120 m. Le Jurassique moyen et supérieur, puissant ensemble carbonaté, constitue le corps principal du plateau du Pied-du-Poul. Dans le secteur du Pied-du-Poul, on peut trouver jusqu'à 400 m de calcaires au total.

Les structures calcaires monoclinales ou plissées offrent un impluvium de 70 km². La couverture pédologique quasi-inexistante (lithosols) et les champs de lapiaz s'opposent à tout ruissellement superficiel. Sur ces surfaces, on peut distinguer des plans subhorizontaux fortement soumis à la karstification. Ces surfaces karstiques bénéficient partout d'une fracturation très dense ; les diaclases parallèles qui affectent la roche, ont été karstifiées découpant les surface en prismes aux arrêtes vives. On peut observer que très souvent ces zones sub-horizontales karstifiées enclavent des dolines. La karstification se développerait davantage en profondeur au niveau des reliefs. Le développement vertical maximal est de 140 m. Ces avens sont situés principalement dans la zone d'infiltration du karst. Un seul intercepte la zone noyée (aven de St-Clément). Les canyons et vallées sèches n'assurent pas de drainage des eaux de surface si ce n'est qu'exceptionnellement dans le temps ou dans l'espace au niveau du Rieu de Feuilla (fig. 7).

➤ Villesèque – St-Jean – Feuilla

Ce secteur est constitué de lambeaux carbonatés du Muschelkalk et du Lias inférieur, disposés, tels les éléments d'une marqueterie au sein des formations marno-gypsifères du Trias. Cette structure est le résultat de phases tectoniques liées à la mise en place des

Pyénées. La karstification sous l'action des eaux d'infiltration a pris place au sein de ces formations. Le peu d'objets karstiques laisse penser que la karstification est plus faible au niveau des écailles et des lambeaux calcaires. Ainsi le karst n'a qu'une extension réduite dans ce secteur (sur des épaisseurs maximales de 200 m et des surfaces d'affleurement maximale d'1 km²).

Les processus de dissolution au niveau des roches salifères hypersolubles du Keuper sont plus importants et sont à l'origine du développement d'un pseudo-karst en profondeur.

➤ **Synclinal de Roquefort**

Cette structure synclinale à matériel carbonaté jurassico-crétacé a été charriée sur les marnes albiennes de Roquefort. Les plans subhorizontaux fissurés et les dolines réceptacles permettent l'enfouissement des eaux superficielles. Cependant, les étendues karstiques, à l'exception de la bordure littorale, se trouvent bloquées sur de grandes épaisseurs (100 m au moins) par des argiles rouges qui ralentissent la progression verticale des eaux. Au-dessous de cette zone, les conditions structurales sont favorables à l'existence d'un karst actif : broyage des calcaires suivant le contact anormal et fissuration dans la charnière synclinale. L'aquifère karstique est donc monocouche, captif sous la couverture albienne de Roquefort. A noter à proximité de la côte, une influence d'eau marine au niveau des sources. La karstification est certainement polygénique, les changements de niveau de la mer et les dislocations tectoniques complexes enregistrées depuis le Crétacé ont dû cumuler leurs effets pour aboutir aux formes karstiques actuelles (fig. 7).

c) Fonctionnement hydrogéologique

➤ **Pied-du-Poul**

Cette unité fonctionne comme un vaste réservoir qui reçoit grâce à sa morphologie les apports pluviaux superficiels. Cependant, les sources de cette unité réparties tout autour du plateau n'ont pas de débits importants ; ces derniers n'excèdent que rarement un litre/seconde.

Les ordres de grandeur des débits des sources suivantes sont, d'après Erre (1977) :

- La source de Terre Rouge, source pérenne, avec un débit moyen à l'étiage de 0,04 l/s. (suivi étiage hiver 1974-1975) ;
- La Iéro de Terre Rouge, source temporaire, avec un débit de 0.01 l/s (mesures de novembre 1974 à mai 1975) ;
- La source Janfeste, pérenne, avec un débit de 1 l/s (suivie par Erre de janvier à mai 1975) ;
- La Font du Bouis, temporaire, avec un débit pouvant atteindre 10 l/s en période de crues (estimation) ;
- La source de la Combe Loubière et les sources de Micaciels, temporaires, avec un débit total inférieur à 1 l/s ;
- Les émergences de la Prèse et de Belvèze, pérennes, avec un débit moyen de 0,2 l/s (enregistrement par Erre d'octobre 1974 à mai 1975). Erre estime la surface d'alimentation de cette source située au sein du Crès de la Nobie, à 6 ha, à partir d'un bilan hydrologique ;

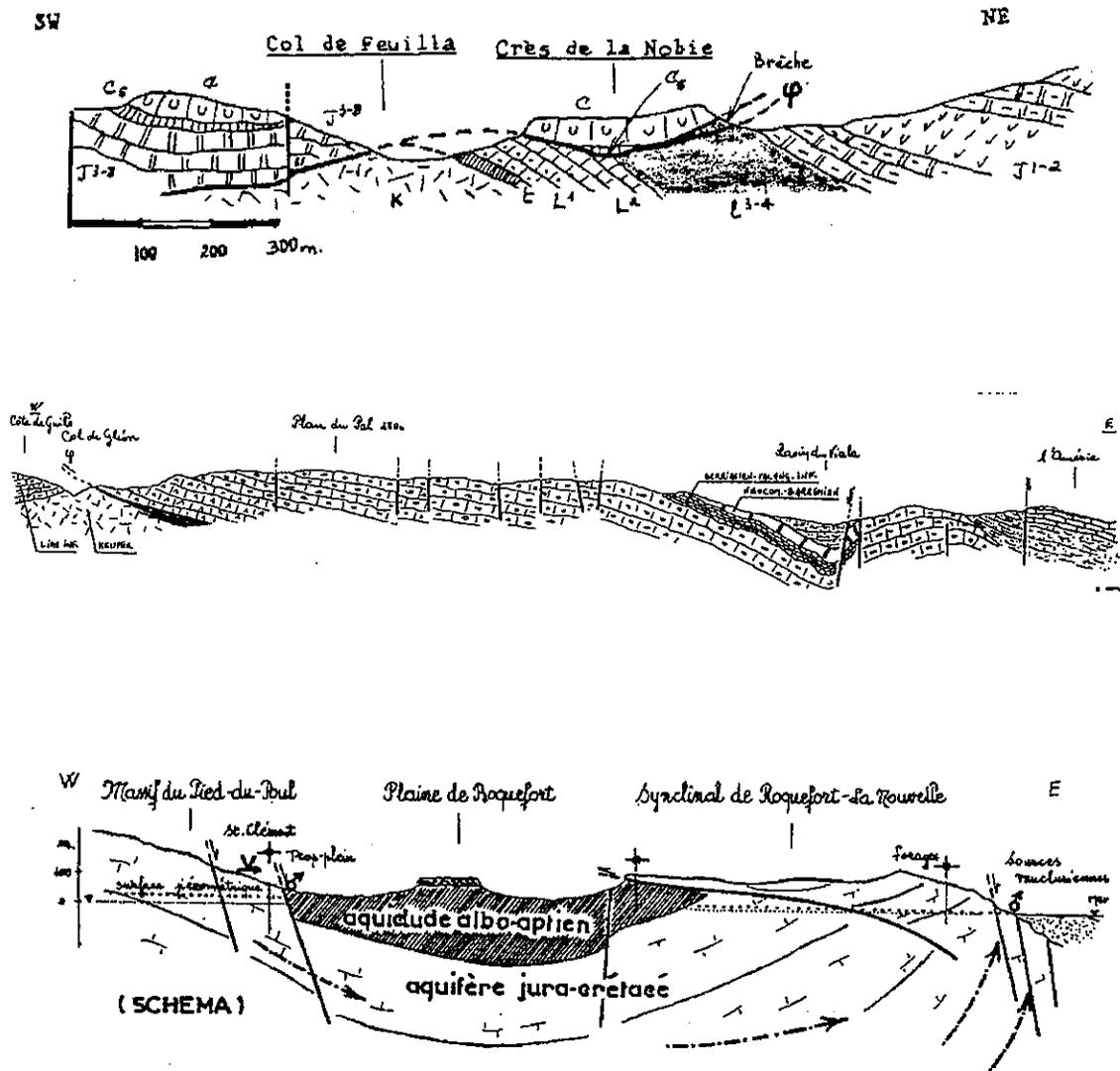


Fig. 7 : Extrait de coupes géologiques transversales W-E schématiques du secteur de Lapalme (tiré de Erre, 1977).

- La source de Fontcaude, temporaire, avec un débit estimé à 1 l/s ;
- Les émergences de la bordure du bassin de Caves, sources temporaires, (Mort du Turc, Métaierie Benaïs, Grange des Vergnes et la Condamine) pour un débit total de 20 l/s) ;
- L'émergence de la Grange de Berger, temporaire, avec des débits plus importants uniquement après de violents orages.

Une alimentation des nappes du bassin de Caves-Lapalme par les eaux des calcaires karstiques du Pied-du-Poul existe. L'alimentation des aquifères de nature captive est possible uniquement par une alimentation latérale par les calcaires du massif du Pied-de-Poul. Les réponses de la nappe aux précipitations sont assez rapides, ce qui demande un apport efficace dont le karst peut seul en être « l'opérateur ».

L'extension de l'unité karstique du Pied-du-Poul sous la plaine de Caves-Lapalme est démontrée par les données de forage et de géophysique. Cette unité constitue un réservoir aquifère qui contribue à la recharge des nappes profondes captives. Le débit d'alimentation a été estimé par Schoeller à 15.10^4 m³/an. Les calcaires participent également à l'alimentation de la nappe superficielle. Les émergences au contact des formations secondaires et du Miocène fonctionnent en sources de débordement en période de crue : Mort du Turc, Benaïs, Vergues, Condamine, Devèze.

➤ Villesèque -St-Jean -Feuilla

Sur les écaillés et lambeaux carbonatés seules trois émergences ont un débit supérieur ou égal à 0,1 l/s. Il s'agit des sources de Gléon, Linas et La Coudine.

Les deux premières sourdent au contact des évaporites-marnes du Keuper et des dolomies hettangiennes de la Serre de Montagnac et de la côte de Guille au Nord de Villesèque, à la base du lambeau de recouvrement. Les débits enregistrés à la source de Linas à l'étiage d'hiver 1974-1975 ont des valeurs autour de 0,11 l/s. Les débits de tarissement estimés à la source de Gléon sont du même ordre de grandeur. Ces deux sources drainent un karst perché a priori faiblement karstifié. La surface d'alimentation de ces deux émergences a été évalué à l'aide du calcul du bilan hydrologique à une superficie de 52 ha. Or le lambeau (Serre de Montagnac et côte de Guille) planimétré offre une superficie de 94 ha. Deux autres sources sont alimentées par ce lambeau : au sud, la source temporaire de Montagnac, à l'est le captage du col de Gléon dont les débits avoisinent le litre/s. Ces quatre sources constituent les exutoires de ce massif circonscrit.

L'émergence de la Coudine sourd au niveau du contact anormal majeur, « fenêtre » du Lias-Trias allochtone, au nord-ouest de Villesèque. La température des eaux est élevée : $T = 15,2^{\circ}\text{C}$ en moyenne, pour des températures extrêmes de l'air variant entre $-2,2^{\circ}\text{C}$ et $11,5^{\circ}\text{C}$. La source est sensiblement homotherme. Ces anomalies s'expliquent si l'on envisage des circulations lentes et profondes (karst enfoui vers -30 m), avec un cheminement ascendant au niveau de l'exutoire. Les données géologiques corroborent cette idée puisque la fenêtre tectonique ouverte au sein du Keuper laisse voir une série

renversée de marnes du Toarcien et de calcaires du Lias Inférieur. Un drainage y serait assuré, forcé au jour par l'écran marneux triasique. Le débit moyen observé de 0.1 l/s et son tarissement lent, passant de 0.13 à 0.065 l/s en 100 jours, expriment un aquifère de dimension réduite et de faible perméabilité (données de Erre, 1977).

Les circulations « pseudo-karstiques » issues des évaporites donnent naissance à de nombreuses émergences, dont le débit n'excède pas 0,5 l/s au total. Erre en a étudié quatre plus spécifiquement : la source des Barrans, celle captée par le puits municipal de St-Jean-de-Barrou, l'émergence des Bastides et le puits Aïgo Fresco de Feuilla. La minéralisation en sulfate de ces sources est comprise en 16 et 35 méq/l.

➤ **Synclinal de Roquefort**

Les différentes émergences ont été rassemblées en 6 groupes par Erre :

- (1) Lapalme-Pacheire,
- (2) Valentine-Pacheiras,
- (3) Rec des Bains,
- (4) Rec Mendil,
- (5) Port-la-Nouvelle, et
- (6) la source de la métairie des Trois Fontaines.

(1) Le groupe **Lapalme-Pacheire** est composé d'émergences disposées suivant la direction est-ouest sur 600 m au pied des calcaires valanginiens. E1 (coordonnées Lambert, X = 653.67 ; Y = 75.36 ; Z = 5 m) est un ensemble de griffons diffus émergeant à 4 m d'altitude environ. Quelques-uns ont été captés par des puits, situés dans la rue et les dernières habitations du village à proximité du lavoir (E2). E2 (X = 653.84 ; Y = 75.37 ; Z = 2 m) correspond à un lavoir qui concentre à peine les sorties diffuses en crue. Il est sec en étiage, le débit de crue estimé à 50 l/s. La source Pacheire ou croix de St-Vincent, E3 (X = 654.08 ; Y = 75.375 ; Z = 1 m), constitue l'exutoire de base de ce groupe. Elle est aménagée en mare et actionnait jadis un moulin. Elle sourd au travers de bancs marno-calcaires miocènes. Elle est pérenne, avec des débits d'étiage de 20 l/s et de crue de 600 l/s. Erre a évalué sa surface d'alimentation à au moins 26 km², sans pour autant la délimiter. E1 de la Ponso, E4 (X = 654.21 ; Y = 75.32 ; Z = 1 m), petite mare cratériforme, clôturée, d'altitude inférieure à 1 m environ, « sort de façon curieuse d'un boyau karstique vertical au milieu de gros éboulis » d'après Kiener et Petit (1968). Des blocs et dalles calcaires recouvrent le fond à 5 m environ (Erre, 1977). Les variations du plan d'eau seraient liées à celles de l'étang. L'écoulement, faible ou nul, est confirmé par les températures calquées sur celles de l'air. Pourtant Schoeller (1951) aurait évalué un débit de 0,5 à 1 m³/s le 28 décembre 1950.

(2) Le groupe **Valentine - Pacheiras** est constitué d'émergences pérennes alignées sur 80 m suivant la direction NE-SW. En crues, de nombreux griffons s'étagent jusqu'au chemin rural et crèvent son revêtement, vers + 0,7 à 1 m/étang. La source Pacheiras, E5 (X = 655.1 ; Y = 75.7 ; Z = 1 m), débite en étiage 30 l/s et 120 l/s en crue. Les débits de E6 (X = 655.17 ; Y = 75.7 ; Z = 1 m) ont été estimés à 10 l/s à l'étiage et 50 l/s en crue.

- (3) Le groupe **Rec des Bains** est formé d'émergences temporaires au pied de la falaise (brèche calcaire polygénique) distribuées sur 900 m selon la direction NNE-SSW. E7 (X = 657.03 ; Y = 76.86 ; Z = 2 m) ne dispose pas de fossé d'évacuation des eaux. E8 (X = 657.1 ; Y = 76.96 ; A = 2 m) est peu observée et semble évoluer comme les autres sources du groupe. La source Rec des Bains ou source de la Grille, E9 (X = 657.15 ; Y = 77.21 ; Z = 2 m), est une émergence-grotte pénétrable sur 6 m. Son débit a été estimé à 200 l/s en crue alors qu'à l'étiage, elle tarit complètement. E10 (X = 657.225 ; Y = 77.31 ; Z = 2 m) et E11 (X = 657.25 ; Y = 77.35 ; Z = 2 m) débordent en crue. E12 (X = 657.325 ; Y = 77.47 ; Z = 3 m) se manifeste à l'altitude d'environ 3 m dans les éboulis, seulement au cours de crues notables, avec un débit supérieur à 10 l/s. E13 (X = 657.325 ; Y = 77.5 ; Z = 2 m) montre un caractère ascensionnel de l'eau très net à partir de fissures. Des bulles d'air se trouvent dans cette eau dont le débit d'étiage est nul pour 100 l/s en crue. E14 (X = 657.375 ; Y = 77.6 ; Z = 2 m) émerge à partir d'une diaclase oblique.
- (4) Le groupe **Rec Mendil** comprend des exutoires temporaires répartis sur une distance de 120 m au contact de la brèche polygénique et des marécages. E15 (X = 657.32 ; Y = 77.8 ; Z = 3 m) est conduite au jour par un drain ménagé sous le chemin de la Combe Redonde. A l'étiage, la source tarit alors que son débit en période de hautes eaux est estimé à 25 l/s. E16 (X = 657.25 ; Y = 77.8 ; Z = 3 m) n'est visible qu'au cours de crues notables et ne débite pas plus de 5 l/s. E17 (X = 657.23 ; Y = 77.83 ; Z = 3 m) débite dans les mêmes circonstances que E16 avec un débit de 5-10 l/s et possède des caractéristiques physico-chimiques identiques à E18. La source Rec Mendil ou Ramandil, E18 (X = 657.23 ; Y = 77.83 ; Z = 2 m), est la plus importante du groupe. Si cette source tarit à l'étiage, son débit peut atteindre 150 l/s (estimation). E19 (X = 657 ; Y = 79.23 ; Z = 1 m) a un débit maximum supposé de 50 l/s d'après les dimensions du fossé d'évacuation.
- (5) Le groupe **Port-la-Nouvelle** rassemble trois sources dont une seule E20 (X = 656.9 ; Y = 80.45 ; Z = 1 m) a pu être remarquée, par bouillonnement dans le canal.
- (6) La source de la **métairie des Trois Fontaines**, E21 (X = 653.78 ; Y = 79.17 ; Z = 60 m) sourd au contact des calcaires berriasiens et des marnes albiennes. C'est la seule source du flanc NW du synclinal. Elle est située à 60 m d'altitude. Elle est temporaire et de débit faible (< à 1 l/sec), donc ne représente pas un grand intérêt.

L'observation des sources a révélé des orifices de nature karstique certaine. Les eaux surgissent per ascensum de fissures, diaclases ou conduits verticaux souvent masqués. Le caractère karstique des écoulements est mis en évidence par l'amplitude importante du régime des débits. Les montées de crue sont très rapides. A E3 les débits passent en quelques heures de 20 à 600 l/s, débit de pointe le plus élevé. Ils ne dépassent pas 150 à 200 l/s ailleurs. La source Pacheire apparaît bien comme l'émergence de base du système hydrogéologique de Roquefort. Une détermination des coefficients de tarissement a permis de calculer un volume d'eau disponible de 10^6 m^3 au début de la vidange du système.

Toutes les émergences ont une minéralisation comprise entre 4,5 et 10 g/l. La conductivité varie en relation inverse avec le débit ce constitue une caractéristique des systèmes karstiques littoraux à développement profond de la karstification (voir § 3.1 et 3.2). Le faciès chimique commun est chloruré-sodique. Les compositions sont identiques pour E5, E9, E10, E13, E18, sensiblement moins chargées pour E2 et E3. Dans un diagramme de Schoeller, les segments reliant les ions sont parallèles entre eux : la composition des eaux de E2, E3 paraît provenir d'une dilution des deux autres. Confrontées à la composition chimique de l'étang de Leucate, toutes les analyses d'eaux souterraines s'en trouveraient dérivées par dilution.

On peut distinguer entre deux types d'émergences : celles qui sont temporaires fonctionnant en trop-pleins, - la majorité des sources dont les principales sont E13, E15, E18- et celles qui sont pérennes (E3, E5, E6). Dans les deux cas, leurs décrues sont lentes. A noter que ces sources seraient influencées d'une part par les variations de niveau de l'étang et d'autre part par les variations barométriques -un effet sur la partie captive pouvant se faire sentir-. Ces sources ont des températures plus élevées que la normale ; des circulations en profondeur liées soit à une karstification qui s'est développé au cours de l'évolution du niveau de base (variations importantes du niveau marin), soit à la proximité d'accidents de socle sont donc à considérer.

2.5.3. Avis et commentaires

Il existe de nombreuses données sur les sources du Synclinal de Roquefort, avec notamment des hydrogrammes pour quelques sources. Ces données sont cependant difficilement exploitables en l'état. Les données papier correspondent uniquement à des hauteurs d'eau sans aucune courbe de tarage. En outre, les repères utilisés à l'époque du travail d'Erre ont disparu. L'aménagement des différents sites d'émergences a de plus été en partie modifié au cours des années (développement d'un lotissement).

Aucun essai de traçage n'a été réalisé. La perte du Rieu du Feuilla est située à 7 km des sources de Lapalme. La position tectonique des unités permet de supposer des directions d'écoulement principales et une alimentation du synclinal de Roquefort par les unités juxtaposées. La surface d'alimentation de la source Pacheire a été évaluée par Erre ; son bassin versant semble circonscrit au massif du Pied-du-Poul.

Si les sources littorales du système de Roquefort sont influencées par les variations du niveau de l'étang et des contaminations d'eau marine (actuelle ou ancienne), une caractérisation chimique plus détaillée parallèlement à la caractérisation des sources de Font-Estramar et de Fontdame permettrait d'apporter des éléments complémentaires.

Les données concernant les sources des autres systèmes sont ponctuelles et satisfaisantes. Néanmoins, vu l'ordre de grandeur des débits, ces sources ne représentent pas un grand intérêt.

2.5.4. Avis sur les potentialités

- Eau souterraine « froide »

➤ Pied-du-Poul

Les eaux souterraines de cette zone contribuent pour l'essentiel à l'alimentation en eau de la plaine de Caves-Lapalme et, plus au Nord, du synclinal de Roquefort. Les débits des sources de débordement sont faibles. La quantification du volume alimentant la plaine par les eaux karstiques et la mise en évidence de cette recharge par le suivi piézométrique de forages existants, permettraient d'envisager de capter la ressource à l'aide de forages dans les zones de contact. L'implantation de nouveaux ouvrages dans cette plaine devrait prendre en considération l'exploitation actuelle ainsi que les conséquences vis-à-vis de la progression du biseau salé.

➤ Villesèque–St-Jean–Feuilla

Les écoulements souterrains sont très compartimentés et localisés au sein des écaïlles et sans relation avec la nappe des calcaires. Les débits sont faibles. Seules les eaux au contact des lambeaux et écaïlles calcaires, de faciès bicarbonaté calcique, sont potables. Les autres, sulfatées calciques, sont trop chargées en ions Ca, Mg, SO₄ acquis par circulation dans les gypses du Keuper. Ces eaux ne représentent ainsi pas un réel intérêt.

➤ Synclinal de Roquefort

Les émergences sont beaucoup plus productives même lors de l'étiage que pour les deux secteurs précédemment évoqués. Néanmoins, elles sont toutes influencées par la proximité de la côte (intrusion marine). Elles ne sont donc pas directement adaptées à l'alimentation en eau potable des populations littorales. Une caractérisation de son potentiel et de l'évolution spatio-temporelle du biseau salé à l'aide des ouvrages existants voire des forages existants, permettrait de proposer une exploitation par forage dans des zones situées plus en amont.

- Eau à caractère thermominéral

Les eaux des sources du Pied du Poul et de la dépression de Villesèque, St-Jean, Feuillat présentent des températures comprises entre 14 et 15°C ce qui ne traduit pas d'anomalie de température.

Les sources du synclinal de Roquefort présentent des températures plus élevées comprises entre 16 et 18° C, ce qui traduit une légère anomalie thermique. Ces anomalies thermiques confirment le caractère ascendant des écoulements. D'après Erre (1977), ces anomalies thermiques peuvent s'expliquer par les circulations profondes des eaux dans la zone homotherme soumise de façon prépondérante au flux géothermique. Les variations de températures constatées peuvent relever de la géométrie du réservoir souterrain, d'une distribution hétérogène des perméabilités et du temps de transit différent des eaux dans les systèmes.

La remontée des eaux profondes s'effectuerait par cheminement privilégié à proximité du littoral que l'on sait accidentés de fractures en distension.

A partir des travaux de Mathey (1974) mettant en évidence des anomalies du gradient de température provoquées par la disparité des vitesses d'écoulement des eaux dans la zone noyée des aquifères karstiques, Erre (1977) utilise un gradient de $0,01^{\circ}\text{C}/\text{m}$ pour estimer la profondeur maximale de circulation. Il arrive ainsi à des profondeurs de 340 à 450 m au lieu de 110 à 150 m avec un gradient « normal » de $0,03^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Ces éléments d'information rendraient une exploitation thermominérale plus onéreuse, si les travaux de Mathey se vérifiaient pour cette zone d'étude. Pour tester et vérifier cette hypothèse ($0,01^{\circ}\text{C}/\text{m}$), il apparaît nécessaires de réaliser des mesures complémentaires de gradient thermique en forage sur les sites des Corbières Orientales.

Bien qu'un peu plus chaudes que la normale, comme dans toutes les Corbières, les eaux ne semblent pas présenter un caractère thermominéral suffisamment marqué pour justifier une exploitation spécifique.

2.5.5. Avis sur la faisabilité technique

La zone d'émergence du synclinal de Roquefort au niveau de Lapalme est constituée de nombreuses émergences dans un environnement anthropisé (lotissement). L'équipement d'une des sources principales au niveau de l'ancien moulin ne paraît pas être possible : le niveau de la mare ne semble pas subir de grandes variations d'une part, et d'autre part, sa disposition rend difficile la réalisation de jaugeages pour l'établissement d'une courbe de tarage. Les anciennes vannes qui régulaient les différents niveaux d'eau des émergences n'existent plus ; au niveau de l'ancien moulin, l'eau semble même stagner en période de basses eaux.

Une caractérisation chimique dans des conditions hydrologiques variées reste intéressante à réaliser, à titre de comparaison avec le secteur de Font-Estramar.

Ce secteur devrait être prospecté en amont de la zone des émergences à l'aide de méthodes géophysiques afin de localiser d'une part le niveau de la zone saturée en eau et d'autre part d'identifier des anomalies correspondant à des fractures et d'implanter des sondages. Ce type d'investigation reste difficile et un taux d'échec probablement élevé de ces sondages est à prendre en considération.

2.6. SECTEUR DE FITOU

2.6.1. Contexte géographique

Deux unités karstiques peuvent être rattachées à ce secteur géographique : celle de la presqu'île de Leucate et celle de Fitou (fig. 2, annexe 2).

La presqu'île de Leucate constitue le prolongement direct de la zone de Fitou, séparée par l'étang de Salses-Leucate et un accident tectonique relais de la faille de Prades. Cet accident traverse l'étang du Nord au Sud. Les environs de Fitou (Pech des Teissonières)

et la presqu'île de Leucate constituent un niveau d'aplanissement très net à 50-60 m. Pour ce qui concerne le reste de l'unité de Fitou, les altitudes sont comprises entre 100 et 200 m, jusqu'aux limites de la zone. Au regard des connaissances actuelles, ces limites doivent s'inscrire dans une zone bornée au Nord par le bombement anticlinal paléozoïque de Feuilla-Treilles-La Marende qui, par sa structure et sa lithologie, doit être considéré comme étanche. Au Sud-Est, les limites de l'unité sont matérialisées par les formations tertiaires ; à l'Ouest, elles restent floues et pourraient être matérialisées par l'anticlinal jurassique et à l'Est par l'étang de Leucate.

2.6.2. État des connaissances sur le secteur

a) Données disponibles

Le principal ouvrage traitant de l'hydrogéologie de ce secteur est la thèse de ERRE (1977). Par ailleurs, il existe des rapports plus récents du BRGM concernant le contexte géologique de la partie nord de l'étang de Salses-Leucate et des recherches de l'origine des contaminations bactériologiques de l'étang (Bakalowicz et Le Strat, 1997 ; Ladouche *et al.*, 2000).

b) Potentiel aquifère

➤ Fitou

Le secteur supposé alimenter les sources de Fitou est constitué du plateau carbonaté jurassico-crétacé du Plat de la Gardie, Plat de la Bruze et de la Garrigue. Ce plateau est bordé par des fenêtres tectoniques, celle de Treilles au Nord, de la Marende au N-E et celle des Corneilles au S-O. Au sein de ces fenêtres tectoniques affleurent des terrains paléozoïques et mésozoïques constitués par des :

- séries métamorphiques gréseuses et schisteuses à filons de quartz, globalement imperméables, de l'Ordovicien et du Dinantien ;
- terrains triasiques et liasiques constitués de dolomies jaunes, marnes blanches et calcaires vermiculés bleutés (Muschelkalk), de marnes versicolores à quartz bipyramidés et gypse, d'épaisseur variable du fait du laminage tectonique (Keuper). Le Trias moyen est composé de formations à perméabilité de fissures de faible extension ; il est très souvent emballé dans le Trias supérieur. Cette formation constitue la discontinuité sur laquelle les formations supérieures ont été charriées pour former les nappes des Corbières ; elle contient, en éléments emballés, des roches éruptives comme des syénites néphéliniques (Fitou) et des ophites. Cette formation est imperméable et constitue l'écran imperméable de base des masses calcaires du Lias. Si le Lias inférieur est karstifié, le Lias supérieur marneux constitue le mur imperméable de l'ensemble calcaro-dolomitique jurassico-crétacé.

Au contact de ces fenêtres affleurent les calcaires et dolomies du Dogger. Ces formations peuvent atteindre 200 m de puissance à Feuilla.

➤ Presqu'île de Leucate

C'est un massif calcaire qui constitue l'extrémité la plus orientale des Corbières. Il présente une couverture pliocène composée de calcaires lacustres. Le karst secondaire sous-jacent renferme une zone noyée. La partie sud de la presqu'île offre trois regards sur ce karst noyé jurassico-crétacé.

L'aven de Leucate (A1) ($X = 656.93$; $Y = 67.87$; $Z = 22$ m) est ouvert sous quelques mètres de marnes miocènes, dans des dolomies pulvérulentes du Dogger, à la croisée de fractures EO-NS. Il est profond d'environ 20 m et atteint un plan d'eau permanent de 30 m². L'exploration effectuée par C. Touloumdjian a été arrêtée à -20 m dans une vaste salle encombrée d'éboulis, tapissée de calcite et d'aragonite.

L'aven au SO de Leucate (A2) suit une fracture mettant en contact le Malm et le Lias. Il comporte un plan d'eau de 80 m² et profond de 10 m. Quand Erre (1977) a réalisé sa thèse (1974-1977), il était masqué par la décharge municipale de Leucate.

L'aven Grotte des Fées (A3) ($X = 657.08$; $Y = 66.73$; $Z = 8$ m) se trouve dans la brèche calcaire, à 50 m du rivage. C'est un ensemble de puits pénétrables, profonds de 5 à 10 m, connectés entre eux par un réseau horizontal de galeries corrodées et chargées de coulées calcitiques, dont l'organisation est guidée par des failles normales E-O. Les cavités noyées ont été explorées en plongée par C. Touloumdjian et JL. Vernette jusqu'à -17 m dans une grande salle obstruée d'éboulis.

L'aven Grotte découvert par le G.E.K. Perpignan en 1975 (A4) est situé à moins de 100 m de A3. C'est une longue cavité E-W, périodiquement noyée d'après la présence d'argiles décantées sur les parois.

c) fonctionnement hydrogéologique

➤ Fitou

Le système karstique de Fitou est drainé par les sources du même nom. La géologie du secteur incite à considérer qu'il est indépendant du système karstique de Font-Estramar. Son isolement serait en partie dû à la fenêtre tectonique composée d'un niveau évaporitique du Trias, de marnes et marno-calcaires et de calcaires et dolomies du Lias. Il est limité au S-E par les formations tertiaires. Ce système comprend plusieurs sources :

- **Les émergences du Pont-à-Rouch** (R1 et R2 : $X = 654.36$; $Y = 67.1$; $Z = 1$ m) ont été découvertes dans un verger en bordure du karst jurassique supérieur. Ce sont des émergences temporaires, appelées « œil », drainées par des « aiguilles » vers l'étang. Elles ont été contrôlées par ERRE une fois par mois durant l'année 1975. La crue de décembre 1975 a peu affecté le débit de R1 et R2 qui est resté inférieur à 5 l/s. Les débits quasi-nuls de R1 sur l'année rendent très variables les températures au griffon qui évoluent suivant la température de l'air. Par contre R2 présente une température remarquablement constante : 16,4°C +/- 0,1°C. En dépit de leur situation littorale, les

conductivités sont seulement de 1,25 à 1,43 mS/cm, avec un faciès est chloruré sodique.

- **L'œil de la Madeleine ou Œil Doux** (R3 : X = 654.15 ; Y = 66.93 ; Z = 2 m) est situé dans une vasque au milieu d'un marais. Son débit maximal est de 15-20 l/s (selon une estimation de Erre en décembre 1975). Il est nul ou insignifiant le reste de l'année. La température des eaux écoulées est variable pour une moyenne de 17,5°C. Leurs conductivités sont entre 625 et 909 μ S/cm et leur faciès est bicarbonaté-calciq, avec une dominante chlorurée-sodique possible selon les conditions hydrologiques.
- **La source de la gare de Fitou** (R4 : X = 654.21 ; Y = 66.6 ; Z = 0.7 m) est une source captée dont les eaux sont évacuées dans un bassin puis par un fossé à l'étang. De débit moyen 10 l/s (jaugé), elle a atteint les 150 à 200 l/s en décembre 1950 d'après Schoeller. L'étiage est inférieur au l/s. Alors que toutes les sources littorales ont réagi positivement aux pluies de mi-décembre 1975, ERRE a personnellement observé qu'au contraire, R4 fonctionnait en perte, engouffrant les eaux de l'étang (10 l/s environ) surélevé par un effet de sèche lié au vent marin (cote de l'étang + 47 cm). Les mesures physico-chimiques ont montré une relation possible avec la source précédente. Néanmoins, il semble que ces résultats ne soient plus observables actuellement. Ladouche *et al.* (2000) montre dans les diagrammes $SO_4 = f(Cl)$, $SO_4 = f(Ca)$, $Mg = f(Ca)$ que les eaux de la Madeleine ne sont pas influencées par des apports marins.
- **L'œil ou Puits de Passerieu** (R5 : X = 654.04 ; Y = 66.3 ; Z = 1 m) est, en crue, un puits débordant avec un débit inférieur à 5 l/s. Les températures dans l'écoulement sont comprises entre 17,1°C et 17,5°C mais ont enregistré une augmentation sensible 2 à 3 jours après la crue de décembre 1975. Dans le même sens, la conductivité a suivi la hausse de température. En crue, la conductivité était de 2 mS/cm en décembre 1975 et 1 mS/cm en mai 1975. Le faciès est de type chloruré-sodique.

➤ Presqu'île de Leucate

Les hauteurs d'eau dans les avens A1 et A3 ont été contrôlées par un piézomanomètre dans l'aven A1, qui permet des mesures (ponctuelles) à partir de la surface et par un limnigraphe installé dans une des cavités de A3. Les mesures ont été suivies par Erre (1977) de juillet 1975 à février 1976 et ont été confrontées aux données pluviométriques et limnimétriques de la lagune de Leucate. Des analyses chimiques ont été effectuées dans le cadre des travaux d'Erre et du BRGM-IFREMER en 1998 et 1999 (Ladouche, 2000), et un enregistrement du niveau d'eau de la grotte des Fées a été effectuées par les services du CG11 en 1998.

L'ensemble de ces résultats semble indiquer que les eaux des sources ou des regards au niveau de la presqu'île de Leucate sont issues d'un aquifère de faible importance et globalement déconnecté du reste du secteur (Font-Estramar, Fontdame et Fitou). Le système aquifère semble très compartimenté ; lors d'étiages sévères, le niveau dans la grotte des Fées peut être inférieur au niveau de l'étang sans qu'une intrusion saline n'ait été constatée. Les abaissements sont attribués à une activité anthropique (Ladouche,

2000). Cet aquifère peut être influencé par les variations du niveau de l'étang (Erre, 1977) de manière variée selon les conditions hydrologiques. Une émergence pourrait se produire dans l'étang lui-même au niveau des tables conchylicoles de Leucate en conditions hydrologiques de hautes eaux (Ladouche, 2000).

2.6.3. Avis et commentaires

Ces deux systèmes sont bien décrits et connus à partir des études antérieures ; leur délimitation ne pose pas de problèmes majeurs. Cette dernière est basée sur la caractérisation géochimique des sources vis-à-vis des systèmes voisins et sur les informations géologiques et structurales.

2.6.4. Avis sur les potentialités

- Eau souterraine « froide »

➤ Fitou

Cette unité paraît isolée hydrauliquement des systèmes de Font-Estramar et du Pied-du-Poul ; elle ne présente pas un potentiel aquifère important, du fait de ses dimensions réduites. De plus les formations évaporitiques du Trias peuvent parfois se montrer contaminantes, tout comme l'étang. Les sources sont peu productives et déjà sollicitées. Aussi le développement de l'alimentation en eau nécessiterait l'implantation de forages dans le jurassico-crétacé, avec un taux de succès qui risque d'être faible.

➤ Presqu'île de Leucate

Cet aquifère est de faible étendue et déjà sollicité, par des particuliers essentiellement. De plus, il est sensible à des contaminations d'origine anthropique. Cette unité ne représente pas de grand intérêt.

- Eaux à caractère thermominéral

Les températures de ces eaux ne semblent pas fondamentalement intéressantes à exploiter.

2.6.5. Avis sur la faisabilité technique

Au vu du faible intérêt que représentent ces deux systèmes, aucun avis sur la faisabilité technique n'est formulé.

3. Potentialités des aquifères karstiques des Corbières sur la base des connaissances actuelles

3.1. RAPPEL SUR LE CONTEXTE GENERAL DES KARSTS LITTORAUX EN REGION LANGUEDOC ROUSSILLON

La zone d'étude des Corbières comprend des systèmes karstiques littoraux, tels que le système de Fontestramar-Fontdame, le système de Fitou et de la presqu'île de Leucate et les sources de Lapalme (synclinal de Roquefort). Ces systèmes ont été influencés par les variations du niveau de la mer, niveau déterminant le niveau de base du karst et par conséquent le développement de son réseau karstique.

De plus, ces systèmes ont une géométrie de réservoir qui a été fortement conditionné par la tectonique liée à la mise en place des Pyrénées. Des accidents de socle bordent ces systèmes, telle la faille de Prades qui est prise en relais, plus au nord-est, par la faille de Nîmes. Ces accidents sont notamment situés au niveau des étangs littoraux tels l'étang de Salses-Leucate pour la zone d'étude, tout comme l'étang de Thau à proximité de Montpellier.

Les eaux de ces systèmes ont un caractère thermominéral important ; les anomalies de gradient de température sont contrôlées d'une part par les structures géologiques (développement des réservoirs carbonatés en profondeur) et les accidents tectoniques profonds et d'autre part, au développement de réseaux karstiques en profondeur lié aux variations importantes du niveau de la mer (crise messinienne au pliocène). La minéralisation des eaux peut s'expliquer (1) comme le résultat de mélange avec de l'eau salée dont l'origine reste encore à préciser (eau mer actuelle ou ancienne), (2) par des interactions eau-roche important, en particulier celles liées à des circulations profondes, et (3) à la dissolution de roche saline (Trias).

Les eaux des sources montrent fréquemment l'existence de mélange entre des eaux à temps de séjour très court (liées à l'infiltration des événements pluvieux) et des eaux plus anciennes issues des circulations profondes. En règle générale, la composante thermale est plus affirmée en étiage qu'en période de crue.

La figure 4 illustre ces propos ; elle peut s'apparenter à une coupe schématique d'orientation ouest-est au niveau des Corbières d'Opoul, de la source de Fontestramar et de l'étang de Salses-Leucate.

Des anomalies du gradient thermique se retrouvent également au sein des systèmes karstiques continentaux par opposition aux systèmes karstiques littoraux décrit ci-dessus. Ces anomalies sont à mettre en relation avec la nature des structures géologiques (Faillat, 1995) :

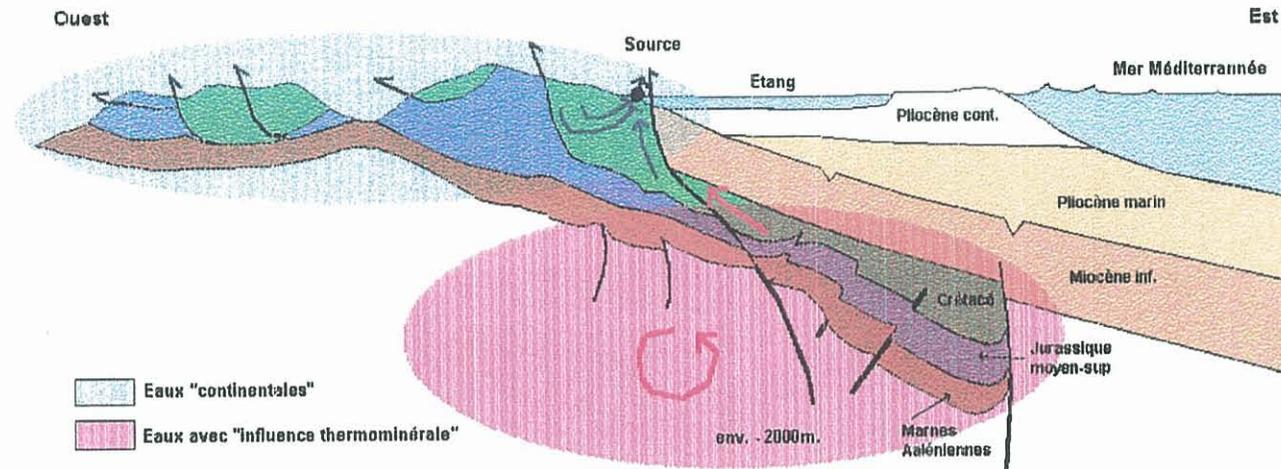


Fig. 8 : Coupe schématique des systèmes karstiques littoraux en Languedoc-Roussillon avec une composante d'eaux continentales et d'eaux thermo-minérales.

- les failles transversales et la structure en plis synclinaux à flancs raides qui positionnent les formations carbonatées de manière subverticale et par conséquent en grande profondeur, peuvent être une explication qui s'appliquerait aux sources du synclinal de St-Paul-de-Fenouillet,
- dans les synclinaux dont les épaisseurs des formations aquifères sont importantes, l'infiltration des eaux donne lieu à des circulations à grande profondeur,
- d'une manière générale, et en raison du caractère redressé des structures, les remontées d'eau se produisent au niveau des zones de faille : la remontée peut être considérée comme rapide sans grand échange thermique et perte d'énergie.

3.2. TYPOLOGIE DES SOURCES KARSTIQUES DES CORBIERES ORIENTALES

Au vu des différents systèmes karstiques présents dans les secteurs sur lesquels porte cette synthèse, il est possible de proposer une typologie des principaux systèmes karstiques des Corbières Orientales. On peut ainsi distinguer 4 types de systèmes différents, illustrés par des sources de la zone d'étude :

- **Système karstique littoral** dont le niveau de base a fortement évolué au cours des temps géologiques s'est fréquemment trouvé beaucoup plus bas qu'actuellement. Les exutoires actuels ne sont en général pas adaptés à la structure de la karstification telle que développée lors des périodes de bas niveau marin (Pliocène, Quaternaire). Il s'agit d'anciennes structures karstiques abandonnées lors des périodes de bas niveaux et réactivées lors des remontées, voire même des structures d'infiltration (aven) activées en sens inverse de leur fonctionnement originel. Les exutoires actuels peuvent donc être appréhendés comme des sources de débordement des systèmes, ne constituant pas la totalité de leur drainage. Le système peut être drainé en profondeur en direction des étangs ou d'aquifères juxtaposés. Ces systèmes sont caractérisés par des bassins d'alimentation ne possédant pas des topographies accentuées et par l'existence de karstification en profondeur (Faillat, 1995). Ces systèmes sont caractérisés par des minéralisations importantes, dont les origines ont été évoquées plus haut (§ 3.1) et des gradients thermiques anormaux qui peuvent s'expliquer par le développement en profondeur de cette karstification.
 - ⇒ Fontestramar, FontDame, Lapalme : les potentialités hydrogéologiques de ces systèmes doivent être investies à partir d'une étude hydrologique et hydrochimique détaillée mais aussi à partir d'investigations de détail (grande échelle) géologique voire géophysique (Lapalme).
- **Système karstique aujourd'hui « continental »** mais dont le réseau de drainage a pu être influencé par les variations du niveau de la mer ou indirectement via les variations associées de niveaux de base que constitue les cours d'eau. Il est en effet démontré que le canyon messinien a fortement entaillé les formations carbonatées au niveau et dans le prolongement de la Plaine du Roussillon et de ses principaux affluents. A l'image des systèmes karstiques littoraux, ces systèmes peuvent ne pas

montrer aujourd'hui un fonctionnement en adéquation avec la structure de la karstification.

- ⇒ Cases de Pène / Baixas [Synclinal du Bas-Agly, flanc sud] : quelle structure et quel niveau de karstification en profondeur, quelle relation avec les eaux de surfaces, quelle(s) relation(s) hydraulique(s) avec le système de Fontestramar/Font Dame et les aquifères du Plio-quatenaire ?
- ⇒ La source des Mounières émerge au niveau de marnes; elle est l'expression d'un système en charge au niveau du synclinal dont la karstification a pu être influencée par des variations de niveau de base.

– **Systèmes karstiques** (unaires ou binaires) situés dans des **environnements tectoniques complexes**, dont les sources émergent au contact avec des formations imperméables (fenêtre tectonique de Feuilla, granites du massif de l'Agly dans le synclinal de Boucheville). Leurs bassins possèdent des reliefs variables, des réseaux karstiques pouvant être ascendants. Le développement de la karstification est influencé par la présence des épontes imperméables qui peuvent limiter significativement l'importance de la ressource.

⇒ Fitou / La Sournia

– **Systèmes karstiques unaires ou binaires** (alimentation par des pertes), dont les ressources semblent être importantes ; ils sont caractérisés par des bassins d'alimentation aux reliefs élevés, froids arrosés et possédant des réseaux karstiques principalement verticaux mais à histoire géologique complexe (présence de trop plein).

⇒ La Tirounère (gorges de Galamus)

3.3. POTENTIALITES DU POINT DE VUE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

3.3.1. Potentialités

Dans le cadre de l'analyse des potentialités du point de vue des ressources en eau souterraine de la zone d'étude du projet Corbières, il convient de distinguer la ressource d'eau souterraine destinée à une exploitation pour l'alimentation en eau potable et la ressource d'eau à caractère thermominéral pouvant représenter un intérêt pour des activités économiques telles que l'embouteillage ou des activités de parcs ludo-récréatifs par exemple.

La zone d'étude renferme plusieurs secteurs dont les potentialités paraissent importantes, au vu des débits des exutoires, à savoir le secteur des Corbières d'Opoul avec Fontestramar et Fontdame, le flanc sud du synclinal du Bas-Agly (forage de Cases de Pène), le synclinal de St-Paul-de-Fenouillet dans son ensemble et le synclinal de Roquefort en amont des sources de Lapalme. Certains de ces systèmes sont binaires ; des pertes de cours d'eau peuvent participer à leur alimentation. L'importance relative de

des différentes contributions (infiltration de la pluie et perte d'eau de surface) devra être identifiée ; elle joue un rôle non négligeable dans l'évaluation et la gestion de la ressource.

Du point de vu des eaux à caractère thermominéral, de nombreuses sources de la zone d'étude sont influencées par un gradient thermique anormal, et/ou par une minéralisation importante. Les origines de cet hydrothermalisme restent à préciser tant à l'échelle de l'ensemble de la région d'étude qu'à celui de chaque système hydrogéologique. Il est en effet probable que des processus ou des caractères locaux, propre à chaque source ou système karstique (géométrie des formations carbonatées, nature de la fracturation, développement de la karstification, etc.) se combinent avec des caractères et des phénomènes régionaux (distribution des formation carbonatées, localisation des grands accidents tectoniques, évolution des niveaux de base, etc.). Dans la recherche de l'origine de cette caractéristique, une connexion hydraulique avec le massif de Mouthoumet et le rôle des carbonates dévoniens de ce dernier devraient être recherchés. La participation des évaporites du Trias dans l'acquisition de la minéralisation des eaux souterraines doit également être identifiée.

3.3.2. Liste des systèmes à étudier dans le cadre du projet CORBIERES

L'ensemble des principales caractéristiques liées à la connaissance et à la faisabilité technique des sites en vue d'un suivi a été rassemblé dans le tableau ci-dessous (tableau 1) afin de classer les secteurs par ordre d'intérêt décroissant de ces seuls points de vue. Les considérations d'ordre socio-économiques ou de proximité de zones de besoins identifiées par les Conseils généraux des Pyrénées-Orientales et de l'Aude n'ont pas été considérées lors de l'établissement de ce tableau. Elles seront prises en compte lors des plans de concertation avec les membres du comité de pilotage du projet.

Tableau 1

Secteur	Sources principales	État des connaissances	Problèmes techniques pour la caractérisation	Potentialités	Exploitation potentielle de la ressource	Priorité
Font-Estramar, Fontdame + Cases de Pène	Fontestramar Fontdame	<ul style="list-style-type: none"> Bon état des connaissances générales sur le système mais avec incertitudes sur les limites, et absence de caractérisation des systèmes en terme de structure, fonctionnement et de ressources. Grand nombre d'informations hydrométriques, exploitables en partie. Bon inventaire des phénomènes karstiques, données issues des prospections du réseau de Fontestramar par plongées Peu de données de caractérisation géochimique et isotopique des eaux. 	<ul style="list-style-type: none"> Etablissement de chroniques de débits fiables pour la source de Font Dame Relation à définir pour déterminer les débits de la source de Font Dame à partir des chroniques du F102. Installation d'un seuil sur le Verdoble et station limnigraphique pour quantifier la variabilité temporelle des pertes. 	<p>Importantes potentialités</p> <p>Caractère thermominéral important</p>	<p>Exploitation peu probable de la ressource au niveau des exutoires ou à proximité (salinité trop élevée)</p> <p>Captage de la ressource au sein de structures favorables (à identifier) au contact avec la nappe du Roussillon.</p>	(1)
Synclinal de St-Paul-de Fenouillet	Tirounère Mouillère	<ul style="list-style-type: none"> Absence de données concernant le débit de la Tirounère ; nombreuses informations complexité de l'ensemble. Peu d'informations sur les limites des systèmes. 	<ul style="list-style-type: none"> Équipement possible au niveau de l'aven de la Tirounère Jaugeages différentiels à l'amont et à l'aval de la source au niveau de l'Agly Prise en compte de l'exploitation actuelle par forage (800 m³/jour) dans le réseau karstique (SAUR) 	<p>Importante pour le système de la Tirounère.</p> <p>Potentialités possibles (à démontrer) pour l'extrémité est du synclinal.</p>	<p>Exploitation potentielle au niveau de la source (prendre en considération le rôle de la proximité du niveau de l'Agly)</p>	(2)
La Palme : synclinal de Roquefort.	Pacheire (E3) Pacheiras (E5 et E6)	<ul style="list-style-type: none"> Bonne connaissance en terme d'inventaires des sources et de leurs caractéristiques générales (chimisme, ordre de grandeur des débits) Pas de données hydrologique exploitables Incertitudes sur le bassin d'alimentation de la source principale 	<ul style="list-style-type: none"> Grande difficulté de mettre en place un système fiable de suivi des hauteurs d'eau au niveau des sources et difficulté de jaugeages suivi du chimisme des sources possible 	<p>Importantes potentialités</p> <p>Caractère minéral</p>	<p>Exploitation de la ressource au niveau des exutoires probable. Investigation géophysique et forage en amont (risque d'échec ne peuvent être exclu)</p>	(3)

Secteur	Sources principales	Etat des connaissances	Problèmes techniques pour la caractérisation	Potentialités	Exploitation potentielle de la ressource	Priorité
Synclinal de Boucheville	Poux de Sournia Caramany S. Fenouillet	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissances assez limitées de ce secteur relativement complexe du point de vue tectonique • Données de chimie des eaux et de débits approximatives et discontinues 	/	Faibles et, de plus, les systèmes sont fortement influencés par les eaux de surface	Exploitation envisageable de la S. Fenouillet	(4)
Synclinal de Soulatgé	S. Agly Gourg de l'Antre La Doux	<ul style="list-style-type: none"> • Bon état général des connaissances à l'exception de la question de la délimitation des bassins d'alimentation des différents systèmes. 	/	Faible potentiel en terme de ressources	Peu d'intérêt	(5)
Fitou	Gare de Fitou	<ul style="list-style-type: none"> • Bon état des connaissances à partir des études antérieures et récentes : <ul style="list-style-type: none"> - individualisation des systèmes satisfaisante - caractérisation du chimisme des sources. 	/	Faible potentiel en terme de ressources	Peu d'intérêt; système limité peu étendu et vulnérable pour la presqu'île de Leucate	(6)

Tableau 1 : Proposition d'une hiérarchisation des systèmes à étudier dans le cadre du projet Corbières, sur la base de la connaissance et de critères hydrogéologiques uniquement.

Trois secteurs de la zone d'étude paraissent représenter des potentialités importantes du point de vue de leur ressource en eau souterraine :

- le bassin d'alimentation de Fontestramar-Font Dame y compris le synclinal du Bas-Agly (système de Cases de Pène),
- le synclinal de St-Paul-de-Fenouillet dans son ensemble
- le synclinal de Roquefort du secteur Lapalme.

Les autres secteurs n'offrent a priori pas de potentialités importantes; les sources existantes n'offrent que de petits débits et sont sujettes au tarissement. De plus ces sources appartiennent à de petits systèmes qui peuvent être influencés par des écoulements de surface ou être vulnérables aux contaminations anthropiques (par exemple la Presqu'île de Leucate).

Les secteurs montrant des potentialités importantes, à confirmer lors des phases ultérieures de l'étude, sont susceptibles de fournir des débits d'intérêt « régional » de l'ordre de plusieurs centaines de l/s voire du m³/s.

Les secteurs à plus faibles potentialités ne peuvent a priori fournir de tels débits de manière durable. Ils sont néanmoins susceptibles de constituer, dans les cas favorables, des ressources d'intérêt local (alimentation de villages ou petites villes).

4. Références bibliographiques

SHEYLAN G. (1977) - Département des Pyrénées-Orientales ; Étude géologique préliminaire du barrage de Saint-Arnac sur l'Agly ; étude des fuites par les calcaires aptiens. CNARBRL, SET Section Géologie, Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, Décembre 1977.

AIRAULT S. (1986) - Barrage de Cassagnes Caramany-Ansignan, Étude des pertes de l'Agly, CNABRL, Nîmes.

Association de Recherches de Font-Estramar (ARFE) correspondant BRANDT CYRILLE (1997) - Font-Estramar : 11 ans de recherches en plongée dans un grand réseau noyé en bord de Méditerranée. *12th International Congress of Speleology, Symposium 4 : Exploration and Speleology*. Volume IV, pp. 71-75, La Chaux-de-Fonds, Suisse.

BAKALOWICZ M. et LE STRAT P. (1997) - Étang de Salses-Leucate, Contexte géologique. Implications hydrogéologiques sur les écoulements souterrains dans la partie nord de l'étang. Rapport BRGM R-39677, 23 p., 4 fig., 1 annexe.

BARBERA H. (1996) - Apports de la connaissance du fonctionnement hydrodynamique du karst des Corbières. Mémoire de MST de géotechnologie environnementale, Université de Poitiers.

BENECH CL. (1986) - Étude des pertes de l'Agly

BERGER G.M. *et al.* (à paraître) - Carte géologique de la France (1/50 000) feuille de Tuchan (1078), Orléans, BRGM.

BERGER G.M., FONTEILLES M., LEBLANC D., CLAUZON G., MARCHAL JP., VAUTRELLE (1993) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille de Rivesaltes (1090) Orléans, BRGM, 119 p.

BISCALDI R. (1970) - Contribution à l'étude des émergences de Font-Estramar et de Fontdame et de leur réservoir aquifère calcaire (Pyrénées Orientales), Rapport BRGM 70 SGN 134 LRO, 23 p.

BRL (1990) - Karst de l'Agly.

BURKHALTER R. (1973) : Télédétection des résurgences d'eaux douces dans l'étang de Leucate par radiométrie IR à balayage. Rapp. CERGA, SRAE Montpellier, 5 p., 4 fig., 10 pl.

CASTERAS M. *et al.* (1967) - Carte géologique de la France (1/80 000) notice explicative. Feuille *Quillan* (254), 3e édition, Orléans, BRGM par BESSIERE *et al.* (1989), 16 p.

CASTERAS M., 1974. Les Pyrénées. In *Géologie de la France* de J. Debelman, P.296-345, Doin, Paris.

- CROCHET B. *et al.* (1989) - Carte géologique de la France (1/50 000) feuille *Quillan* (1077), Orléans, BRGM. Notice explicative par BESSIERE *et al.* (1989), 98 p.
- DDAF 66 (1998) - Analyse sommaire du fonctionnement du barrage Agly de 1995 à 1997. 45 p., 11 fig., 16 tabl., 3 annexes.
- ERRE H. (1977) - Contribution à l'étude hydrogéologique des Corbières orientales karstiques et pseudokarstiques et des émergences littorales des côtes calcaires du Languedoc Roussillon (Aude, Pyrénées Orientales). Mémoire du CERGH Montpellier tome 11, 213 p. fig., tableaux et annexes.
- FAILLAT J.P. (1972) - Contribution à l'étude des circulations souterraines dans les formations carbonatées du haut bassin de l'Agly (Ruissellement souterrain et nappes karstiques). Thèse de 3^{ème} cycle, UER Ressources naturelles et aménagement régional. Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- FAILLAT J.P. (1988) - Hydrogéologie des grandes structures carbonatées : exemple des sources thermo-minérales du synclinorium de Saint-Paul-de-Fenouillet. *Ann. Sci. de Besançon*, n° 6, pp. 198-204.
- FONTEILLES M., LEBLANC D., CLAUZON G., VAUDIN J-L., BERGER G.M. (1993) - Carte géologique de France, (1/50 000) feuille Rivesaltes (1090), Orléans, BRGM.
- FONTEILLES M. *et al.* (1993) - Carte géologique de la France (1/50 000) feuille *Rivesaltes* (1090), Orléans, BRGM. Notice explicative par BERGER G.M. *et al.* (1993), 119 p.
- GADEL, GOT (1970) - Étude géologique de l'arrière pays de Salses (Pyrénées orientales) 8 p.
- GOT H. (1965) - Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Feuilla-Fitou (Corbières) et de la Salanque (Roussillon) Thèse Montpellier.
- KIENER et PETIT (1968) - Contribution à l'étude écologique et biologique de la résurgence de Font-Estramar et de quelques sources vauclusiennes de la région de Salses - La Nouvelle, cité dans Erre.
- KUHFUSS (1981) - Géologie et hydrogéologie des Corbières méridionales. Région de Bugarach Rouffiac des Corbières. Thèse de 3^{ème} cycle, Géologie régionale structurale appliquée, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- LADOUCHE B., LE BEC C., AQUILINA L., BAKALOWICZ M., SOUCHU P., DOERFLIGER N. et ANUS S. (2000) - Recherche de l'origine de la contamination bactériologique de l'étang de Salses-Leucate. Rap. BRGM RP-50003-FR, 64 p., 15 fig., 8 tabl., 1 annexe.
- LLANEZA ALONSO S. (1995) - Le karst de Font-Estramar et l'alimentation de l'étang de Salses Leucate (Pyrénées orientales). Mémoire de DESS Hydrogéologie et Environnement, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, 56 pp.

MARCEIROU, BURE, CONTE (1928) - Irrigations : sources de la Mouillère à Maury, de Font Extramar et de Fontdame à Salses. Renseignements sur les arrosages pratiqués au moyen des eaux dérivées de ces diverses sources. Rapport du Subdivisionnaire, Ponts et chaussées des Pyrénées-Orientales, le 24 septembre 1928.

OURNIE (1987) - Présentation spéléologique du massif des Fanges et du chaînon du Roc Paradet (Fenouillèdes, Aude et Pyrénées-Orientales). *Karstologia* N° 10, 2e semestre 1987.

SALVAYRE H (1969) - Compte-rendu des travaux du GERS, *Spelunca*, 3, 1969, p. 191.

SALVAYRE H (1970) - Arguments en faveur de l'existence d'un karst noyé sur la bordure E des Corbières Font-Estramar et Fontdame, Actes du IX^{ème} congrès national de spéléologie, *Spelunca* 4ème série, N° 7, 1970, p. 79.

SALVAYRE H (1974) - Contribution à l'étude des origines des résurgences côtières de Font-Estramar – Fontdame (massif des Corbières, Pyrénées Orientales, France). In : « Phénomènes karstiques » (II), Mémoires et documents, CNRS, Service de Documentation et de cartographie géographique, Année 1974, Nouvelle série, volume 15, pp. 249-267, fig., tabl.

SALVAYRE H. (1967) - Coloration – recherche sur les origines de la résurgence de Font-Estramar. *Spelunca*, 3, 1967, p. 250.

SALVAYRE H.(1989) - Les Karsts des Pyrénées orientales (caractères hydrogéologiques et spéléologiques généraux), *Karstologia* N° 13, 1^{er} semestre 1989, 10 p.

SCHERER R. (1985) - Hydrogéologie de la Clue de la Fou ; Corbières, Pyrénées-Orientales. Mémoire de DEA de l'USTL, Laboratoire d'Hydrogéologie. 61 p.

SCHOELLER (1951) - Etude hydrogéologique des environs de Leucate, rapport inédit, cité dans Erre.

SERRAT P. (2000) - Genèse et dynamique d'un système fluvial méditerranéen : le bassin de l'Agly (France), thèse de doctorat en géographie, Université de Perpignan, 14 janvier 2000, 653 pages.

VERDEIL P. (1964) - Etude hydrogéologique du bassin de l'Agly. Annexe II - les systèmes karstiques. Institut de Géologie CERH, Université de Montpellier.

VERDEIL P. (1967) - Introduction à l'étude de l'hydrologie superficielle et souterraine des bassins de l'Aude, de l'Agly et du haut bassin de l'Hers, Thèse, Université de Bordeaux – Faculté des Sciences, CERH Montpellier.

Annexes

Annexe. 1 – Structure des bases de données hydrologiques et bibliographiques.

Annexe. 2 – Cartes de situation de la zone d'étude et par secteurs ainsi que les tableaux des sources principales et des pertes ou avens.

Figures de l'annexe 2

- Figure 1 : Carte de la zone d'étude avec les différents secteurs retenus pour la synthèse bibliographique.
- Figure 2 : Carte des secteurs des Corbières Orientales et du synclinal du Bas-Agly. Système de Fontestramar-Fontdame et de Cases de Pène.
- Figure 3 : Carte des points d'eau inventoriés en vue d'établir un réseau de suivi piézométrique dans les calcaires des systèmes de Font-Estramar, Fondame et de Cases-de-Pène.
- Figure 4 : Carte des trois secteurs orientaux : synclinal de St-Paul-de-Fenouillet, synclinal de Boucheville et synclinal de Soulatgé.
- Figure 5 : Carte de St-Paul de Fenouillet, Boucheville et Soultagé avec notamment la position des stations météorologiques.
- Figure 6 : Carte des secteurs de Lapalme et Fitou.

Annexe 1

Structure de la base de données

STRUCTURE DES TABLES DE LA BASE DE DONNÉES ASSOCIÉE AU S.I.G. CORBIÈRES										
sources	traçages	forages et puits	phénomènes karstiques	eaux de surface (capt. etc.)	ensembles karstiques AERMC	systèmes karstiques AERMC	systèmes karstiques biblio	bibliographie	pluvio-mètres	hydro-métrie
num id	num id	num id	num id	num id	nom AERMC	nom AERMC	nom	ouvrage (auteur, année)	station	station
nom AERMC	ens karstiq (nom)	ensemble karstique (nom)	nom AERMC	nom et observations		code système	références biblio (nom, date)	ouvrage (titre)	X	rivière
ensemble karstique (nom)	lieu injection (nom)	système karstique (code)	nom biblio	+ CHAMPS BSS UTILES		code ensemble		références (rapport BRGM, thèse...)	Y	code hydro
système karstique (code)	lieu injection (nom AERMC)	système karstique (nom)	références biblio (nom, date)					nom fichier table des matières (.pdf)	Z	X
système karstique (nom)	lieu injection (n° BSS)	débit exploit. moyen (m3/h)	ensemble karstique (nom)					nom fichier résumé (.pdf)	Equipe-ment	Y
débit moyen (l/s)	X injection	débit exploitation pointe (m3/h)	système karstique (code)						Centrale acquisition	cote zero
débit crue (l/s)	Y injection	débit exploit. indéfini (m3/h)	système karstique (nom)						Mise en service	surf BV
débit étiage (l/s)	Z injection	références biblio (nom, date)	+ CHAMPS BSS UTILES						Periode couverte	Equipement
débit indéfini (l/s)	lieu restitution (nom)	+ CHAMPS BSS UTILES							Donnes disponibles	periode observée
réf. biblio (nom, date)	lieu restit. (nom AERMC)								Exploitant	nombre jaugeages
intérêt thermal (O/N)	lieu restitution (n° BSS)									type de données
+ CHAMPS BSS UTILES	X restitution									Fiabilité
	Y restitution									Exploitant
	Z restitution									
	auteurs, année									

La base de données associée au Système d'Information Géographique (SIG) "Corbières" est composée d'informations issues de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM, de la synthèse de l'Agence de l'Eau (AERMC) sur les systèmes karstiques, de la bibliographie et des données fournies par les partenaires.

"CHAMPS BSS UTILES" :
 Pour les tables comportant des points issus de la (BSS), ces champs sont ceux qui sont disponibles dans la dite BSS. Ils comprennent notamment le numéro national d'identification, les coordonnées géographiques, le lieu-dit, la commune, la nature du point, des informations sur l'exploitation, les caractéristiques (du forage, de la source...),

Annexe 2

Cartes de la zone d'étude et par secteurs

Figures 1 à 6 avec tableaux des sources et pertes/avens associés

- Figure 1 : Carte de la zone d'étude avec les différents secteurs retenus pour la synthèse bibliographique.
- Figure 2 : Carte des secteurs des Corbières Orientales et du synclinal du Bas-Agly. Système de Fontestramar-Fontdame et de Cases de Pène.
- Figure 3 : Carte des points d'eau inventoriés en vue d'établir un réseau de suivi piézométrique dans les calcaires des systèmes de Font-Estramar, Fondame et de Cases-de-Pène.
- Figure 4 : Carte des trois secteurs orientaux : synclinal de St-Paul-de-Fenouillet, synclinal de Boucheville et synclinal de Soulatgé.
- Figure 5 : Carte de St-Paul de Fenouillet, Boucheville et Soultagé avec notamment la position des stations météorologiques.
- Figure 6 : Carte des secteurs de Lapalme et Fitou.

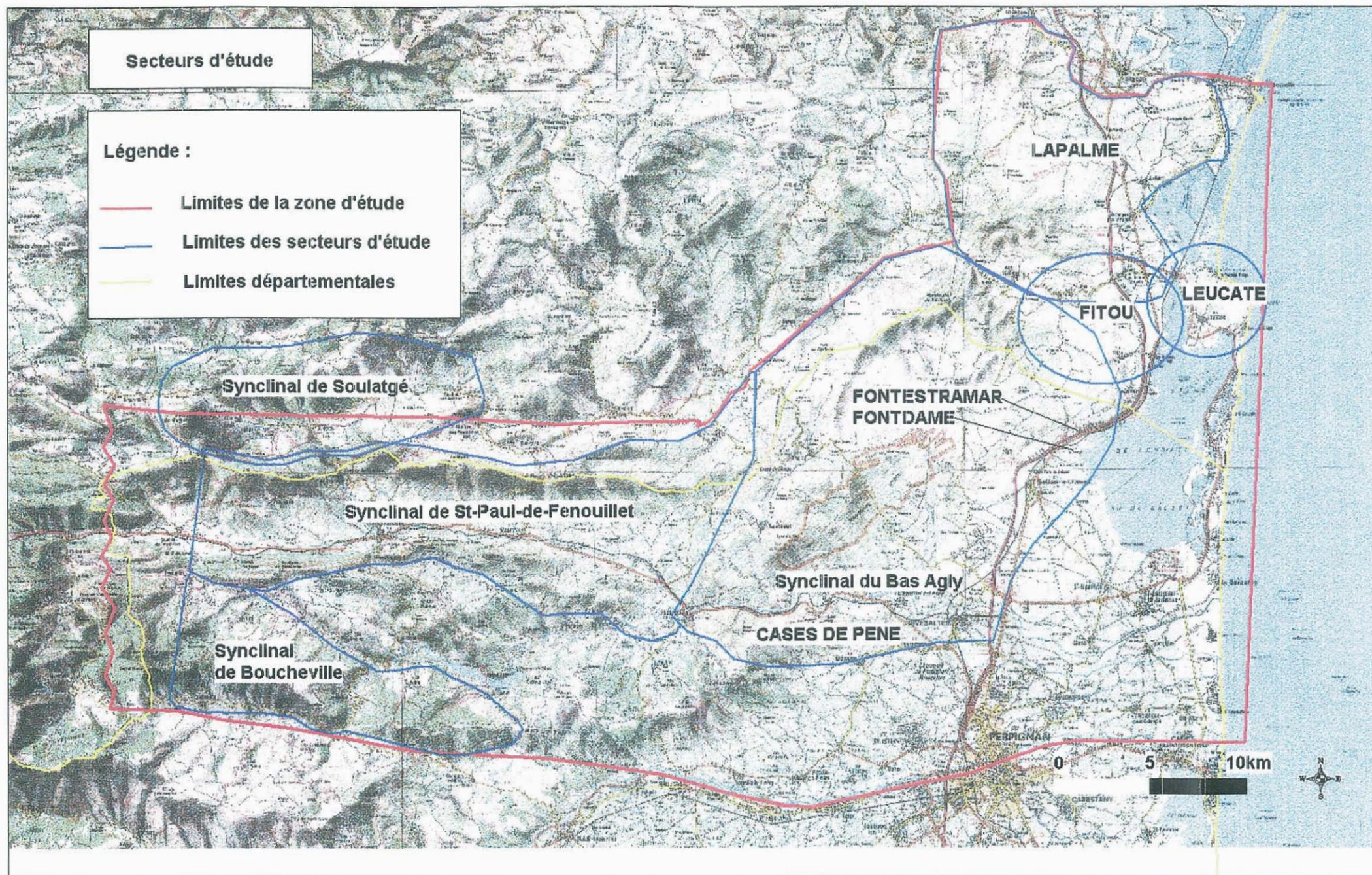


Figure 1 : Carte de la zone d'étude avec les différents secteurs retenus pour la synthèse bibliographique

Secteur Font-Estramar/Fontdame et synclinal Bas-Agly

Tableaux des principales sources et pertes/avens du secteur.

N°	Dénomination sources	Références	Coord X LIII_Sud km	Coord Y LIII_Sud km	Altitude (m)
1	AVEN DE NOTRE-DAME DE PENE	FAILLAT, 1972	636,64	52,52	50,00
2	AVENS DE BAIXAS	FAILLAT, 1972	640,05	51,95	60,67
3	Fontdame	Salvayre, 1978	649,34	61,38	3,00
4	Fontdame trop plein N° 1	Salvayre, 1978	649,13	61,45	3,00
5	Fontdame trop plein N° 2	Salvayre, 1978	648,98	61,40	3,00
6	Fontdame trop plein N° 3	Salvayre, 1978	648,70	61,30	3,00
7	Fontdame trop plein N° 4	Salvayre, 1978	648,65	61,15	3,00
8	Fontdame trop plein N° 5	Salvayre, 1978	649,30	61,60	5,00
9	Fontdame trop plein N° 6	Salvayre, 1978	648,83	61,38	5,00
10	Font-Estramar	Salvayre, 1978	650,20	62,38	4,00
11	Font-Estramar Trou Souffleur	Salvayre, 1978	650,73	62,33	6,00
12	Trop plein plaine de Salses	Salvayre, 1978	647,85	60,55	15,00
13	Emergence de Malpas		652,97	63,26	1,00
14	Emergence de Fort de Salses		647,56	60,28	10,00

N°	Avens et pertes	Référence	Coord. X	Coord. Y	Altitude (m)
1	Aven de Baixas N° 1	Salvayre 1978	640,15	51,78	61,00
2	Aven de Baixas N° 2	FAILLAT, 1972	640,13	51,85	60,67
3	AVEN de Notre-Dame de Pène	FAILLAT, 1972	636,64	52,52	50,00
4	Aven de Périllos	Salvayre 1978	642,68	66,30	290,00
5	Aven du Mas Farines	Salvayre 1978	639,80	62,98	229,00
6	Aven du Mas Génégals	Salvayre 1978	638,25	61,50	278,00
7	Aven du Mas Génégals	Salvayre 1978	637,85	61,83	325,00
8	Avens des Amandiers	Salvayre 1978	645,25	63,13	148,00
9	Barrenc de la Bergerie	Salvayre 1978	643,05	66,25	300,00
10	Fontaine de Baixas - impénétrable	Salvayre 1978	483,90	734,75	95,00
11	Perte de l'Agly	FAILLAT, 1972	631,00	53,10	65,00
12	Perte du Roboul	Salvayre 1978	642,02	62,30	120,00
13	Perte du Roboul près de Périllos	Salvayre 1978	642,65	66,00	290,00
14	Perte du Verdoble	FAILLAT, 1972	630,45	53,95	70,00

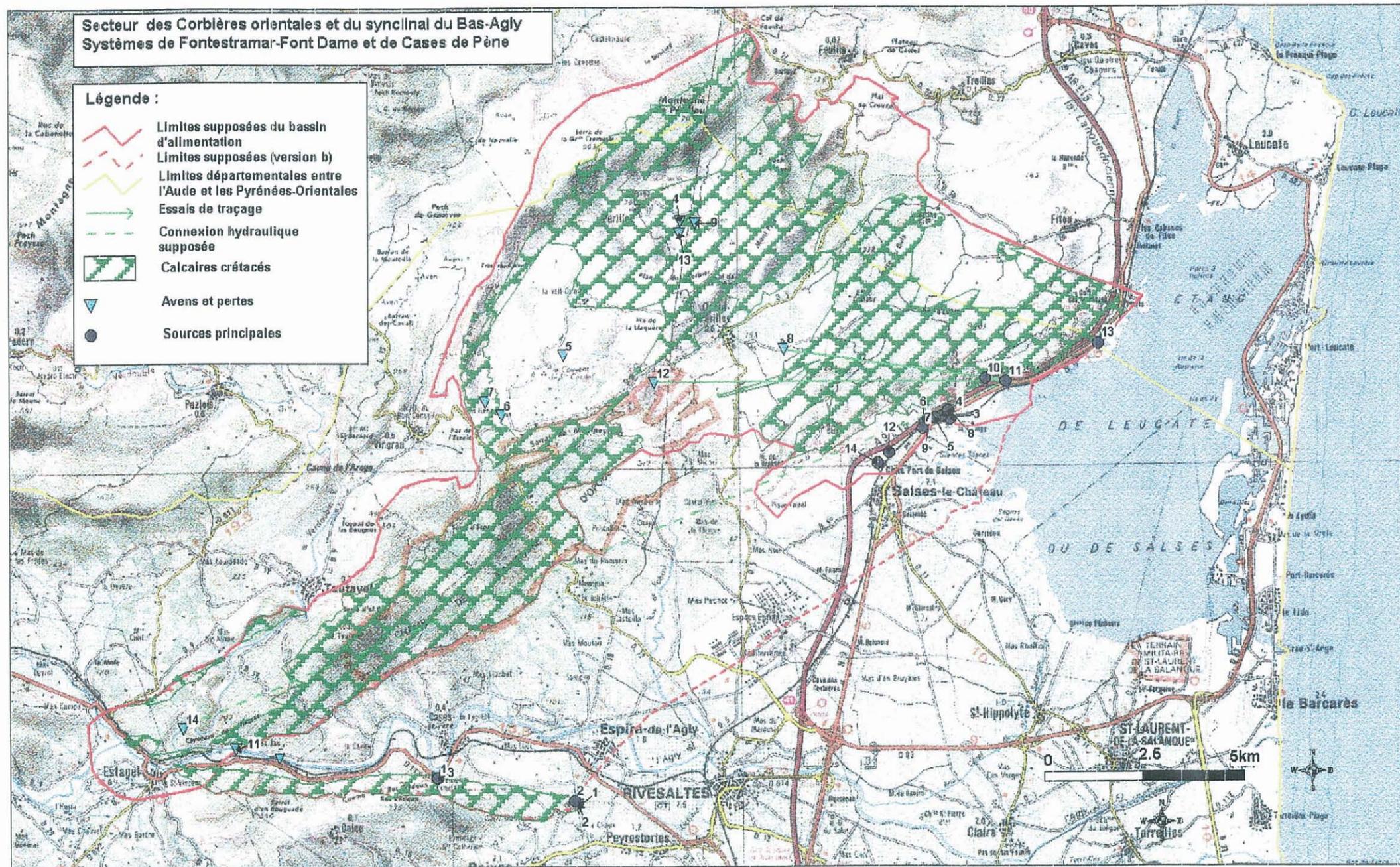


Figure 2 : Carte des secteurs des Corbières Orientales et du synclinal du Bas-Agly. Système de Fontestramar-Fontdame et de Cases de Pène.

Liste des points d'eau analysés en vue de constituer un réseau piézométrique

Indice BSS	Désignation	X LIII Sud	Y LIII Sud	Z sol	Comune	Lieu-dit	Prof. Atteinte	Aquifère	Code Aquifère	Commentaires	Réseau oui/non
10904x0060	Cave coopérative				BAIXAS	Cave coopérative	-999	Pliocène	0	Forage de la Cave coopérative, bouché	non
10904X0063	MARSOL	640,3	50,81	54	BAIXAS	PARCELLE 2418 SECTION A	53	Pliocène	0	Forage exploité	non
10903X0009	Aven de Baixas	640,13	51,94	65	BAIXAS	Route de Baixas	20	Aptien	1	Sondage à réaliser pour optimiser le suivi piézo	oui/suivi
10903X0026	PENE	636,69	52,52	80	CASES-DE-PENE	NOTRE DAME DE PENE	90,5	Aptien	1	Exploitation future	non
10903X0026	PENE	636,69	52,52	80	CASES-DE-PENE	NOTRE DAME DE PENE	90,5	Aptien	1	Point piézo de suivi en continu	oui/suivi
10903X0021	JAU	635,21	53,11	58	CASES-DE-PENE	LA CAVE DE JAU	22	Albien	1	Forage exploité	non
10903X0022	DAURE	634,84	52,95	70	CASES-DE-PENE	FORAGE DAURE DOMAINE DE JAU	60	Albien	1	Forage exploité	non
10904X0099	F4	640,61	52,82	33	ESPIRA-DE-L'AGLY	STADE	139	Pliocène	0	Exploitation	non
10904X0067	F3	640,72	52,81	33	ESPIRA-DE-L'AGLY	FORAGE D'EXPLOITATION F3	120	Pliocène	0	Exploitation	non
10904X0102	F	639,38	57,83	190	ESPIRA-DE-L'AGLY	DOMAINE DE MONT PINS	-999	Aptien	1	Forage exploité par les Carrières Provençales	non
10904x0103	F	638,93	58	215	ESPIRA-DE-L'AGLY	DOMAINE DE MONT PINS	240	Aptien	1	Exploitation	non
10904X0079	SAGOT	640,33	53,3	34	ESPIRA-DE-L'AGLY	SAGOT	79	Albien	1	Exploitation individuelle	non
10904X0006	S	640,78	56,87	78	ESPIRA-DE-L'AGLY	LA JOLIETTE	205	Albien	1	Forage exploité	non
10903X0023	CCOOPE	629,84	52,9	73	ESTAGEL	CAVE COOPERATIVE SAINT-VINCENT	40	Aptien	1	Exploité	non
	Mas Banet	645,68	65,13	210	OPOUL-PERILLOS	MAS BANET	300	Aptien	1	Non exploité / forage particulier	Oui possible
10788X0056	COURGR	643,92	62,9	155	OPOUL-PERILLOS	COURGRANE	300	Aptien	1	Exploité AEP	non
10904X0068	F2	642,57	50,2	48	PEYRESTORTES	LA DEVEZE	150	Pliocène	0	Exploité AEP partiellement	oui
10904X0011	F	643,95	58,7	60	RIVESALTES	MAS NOU	156	Pliocène	0	Exploité	non
10904X0022	F	643,91	56,93	47	RIVESALTES	MAS PECHOT	73	Pliocène	0	Pliocène	non
10911X0166	CAZES	645,32	55,12	23	RIVESALTES	LO CARGOL	63,5	Pliocène	0	Pliocène	non
10911X0068	CERH-R	644,61	53,5	20	RIVESALTES		68	Pliocène	0	Pliocène	non
10904X0050	CERH-R	643,59	53,41	24	RIVESALTES		65,7	Pliocène	0	Pliocène	non
10904X0031	CERH-R	643,52	52,93	22	RIVESALTES	MAS JOLY DONAT L	82	Pliocène	0	Pliocène sable	non
10904X0070	F4	643,55	53	21	RIVESALTES	FORAGE AEP F4	98	Pliocène	0	Exploité, AEP	non
10911X0148	SOLA	644,27	54,75	27	RIVESALTES	SOLA. ANCIEN CHEMIN DE VESPEILLE RIVESALTES	49	Pliocène	0	Pliocène	non
10904X0097	PRATX	642,21	53,77	31	RIVESALTES	LO MONA	43	Pliocène	0	Pliocène	non
10911X0001	F	645,28	56,22	25	RIVESALTES	ANCIEN CAMP MILITAIRE	62	Pliocène	0	Pliocène et à proximité d'un autre forage en exploitation	non
10911X0112	CERH-R	645,48	55,51	25	RIVESALTES	CAMP DE RIVESALTES L	64	Pliocène	0	Pliocène et en exploitation	non
10904X0003	F	641,5	54,2	35	RIVESALTES	BACA AL MONNA	36	Pliocène	0	Pliocène	non
10904X0035	CERH-3	643,24	54,25	32	RIVESALTES		70	Pliocène	0	Pliocène	non
10911X0061	CERH-R	646,61	54,34	18,45	RIVESALTES	MAS MARCO L	76	Pliocène	0	Pliocène	non
10911X0002	BYRRH	646,64	54,92	17,5	RIVESALTES	CAVE DES CORBIERES BYRRH	111	Pliocène	0	Pliocène	non
10904X0010	R42	642,4	54,6	36	RIVESALTES	R. 42	44,4	Pliocène	0	Pliocène	non
10904X0005	F	642,6	54,95	40	RIVESALTES	ROUTE DE VINGRAU	53,8	Albien	1	Exploité	non
10911X0024	111111	644,36	51,25	25	RIVESALTES	Forage de reconnaissance pour AEP	152,8	Aptien	1	Pliocène et brèches anté-pliocène	non
10795X0050	FONTDA	649,51	60,98	1	SALSES	FONT DAME	34	Pliocène	0	exploité + suivi des sources à proximité	non
10911X0032	ZI-RIV	646,63	55,87	16	SALSES	ZONE INDUSTRIELLE DE RIVESALTES	121	Pliocène	0	exploité par la CGE pour la Zone industrielle	non
10911X0098	CERH-S	647,72	55,04	13	SALSES	MAS D'EN BRUGUERES O	90	Pliocène	0	Pliocène	non
10911X0214	DEVYS	648,97	57,49	5	SALSES	LAS PARETS ROUGES - SERRES PHILIOU	74	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0086	SA37	649,11	57,1	6	SALSES	MAS LAMER	72	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0213	F3	647,85	59,33	6	SALSES	VILLAGE -F3	72	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0091	RESERV	648,26	57,81	8	SALSES	RESERVOIR	70	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0142	F2	647,8	59,19	5	SALSES	STATION DE POMPAGE - FORAGE 2	58	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0115	111111	647,79	59,2	6	SALSES	STATION DE POMPAGE - FORAGE 1	55	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0006	N1	646,22	57,38	24	SALSES	MAS FAGES N0 1	63	Pliocène	0	Pliocène + exploité	non
10911X0003	F	646,65	56,9	20	SALSES	MAS JUSTIN	95	Pliocène	0	Exploité	non
10904X0076	VESPEI	641,39	58,76	100	SALSES	MAS STE MARIE DE VESPEILLE	120	Pliocène	0	Pliocène	non
10795X0047	SUJOLA	650,07	61,63	12	SALSES	SAGNE D'OPOUL ABRICOTIERS	27	Pliocène	0	Pliocène, non exploité	non
10795X0026	S	648,37	60,75	6	SALSES	MOTEL DE SALSES= Maison de Retraite	54,4	Pliocène	0	Pliocène exploité	non

Liste des points d'eau analysés en vue de constituer un réseau piézométrique (suite)

10911X0030	111111	645,1	58,15	41	SALSES	ANCIEN CAPTAGE AEP OPOUL à proximité de Mas Nou	58	Albien	1	Ancien forage AEP, hors service depuis 2000, en réserve; accessible	oui
10795X0049	FONTEST	651,2	62,1	1	SALSES	FONTESTRAMAR EXTRAMER	42	Pliocène + Aptien	1	exploité+ suivi des exutoires	non
10911X0007	N2	646,2	57,37	24	SALSES	MAS FAGES N0 2	86	Aptien	1	Pliocène + exploité	non
10904X0065	PIGOU	641,65	59,1	95	SALSES	MAS VESPEILL	194	Aptien	1	Aptien , exploité	non
10904X0001	F	642,8	58,6	65	SALSES	MAS DE LA CHIQUE	131.1	Aptien	1	Aptien , exploité	non
	F	642,5	58,3	65	SALSES	ROBOUL	10 (?)	Aptien	1	Aptien , exploité	
10911X0143	BRESSE	645,35	60,15	92	SALSES	MAS DE LA BRESSE	125	Aptien	1	Aptien, non exploité, ancien forage DDAF 66	oui
10911X0127	F	647,18	59,29	15	SALSES	ROUTE D'OPOUL	10	Aptien	1	Aptien , non exploité,	oui
10795X0027	P101	649,25	61,67	6,65	SALSES	PLAINE DE SALSES	6,25	Aptien	1	Faible profondeur, pas de suivi possible	non
10795X0028	P102	648,89	61,43	14,6	SALSES	PLAINE DE SALSES	13,55	Aptien	1	Suivi DDAF 66, BRGM	oui /suivi
10795X0029	P103	648,01	61,55	22,13	SALSES	PLAINE DE SALSES	20	Aptien	1	variation piézométrique similaire à celle du 104	non
10795X0030	P104	647,08	61,1	42,21	SALSES	COMBE FRANCAISE	42	Aptien	1	Suivi DDAF 66	oui/suivi
10795X0031	P105	647,51	61,37	27,76	SALSES	RAVIN DES ABIMES	25	Aptien	1	variation piézométrique similaire à celle du 104	non
10795X0032	P106	647,07	61,32	39,54	SALSES	RAVIN DES ABIMES	42	Aptien	1	Variation piézométrique similaire à celle du 104, voire légèrement supérieure; nécessite de réaliser un nouvel ouvrage	non
10795X0033	P107	649,48	62,19	34,57	SALSES	COMBE LEON	32	Aptien	1	Nécessite de réaliser un nouvel ouvrage	oui
pas entré en BSS	Forage	637,22	59,03	250	VINGRAU	Carrière OMYA	320	Aptien	1	Forage non exploité, peu productif, niveau d'eau vers 220 m (faible variation du niveau d'eau)	oui



Figure 3 : Carte des points d'eau inventoriés en vue d'établir un réseau de suivi piézométrique dans les calcaires du système de Fontestramar-Fontdame et de Cases de Pène.

Secteurs de St-Paul-de-Fenouillet, Soulatgé et Boucheville

Un tableau regroupant les principales pertes des cours d'eau de ces 3 secteurs occidentaux, avec le numéro attribué à chaque perte sur la carte de synthèse, est présenté ci-après. Ce tableau est suivi du tableau regroupant les principales sources. Il indique le numéro attribué à chaque source sur la carte de synthèse ainsi que le secteur d'appartenance, et les débits approximatifs, captés ou non.

LES PRINCIPALES PERTES	
N° sur la carte	Nom de la perte
16	Col de Pourteil
21	Gincla (Boulzane)
22	Bac d'Estable
31	Désix
32	Maison Cantoniere
33	Agly à l'amont Gorges de Galamus
38	Montfort-sur-Boulzane
40	Fenouillet

État des connaissances hydrogéologiques des Corbières

PRINCIPALES SOURCES DES SECTEURS D'ETUDE OCCIDENTAUX						
N° sur la carte	Nom de la source	Secteur d'étude	débit moyen (l/s)	débit étiage (l/s)	Captée pour la commune	débit capté (l/s)
2	Poux de Sournia	Boucheville	40	8	Sournia	1
3	Caramany La Dout	Boucheville		5	Caramany	0.4
4	Mas Fouradade	St-Paul-de-F.	2.5	0.5		
5	Mouillère	St-Paul-de-F.	50	10	Maury	3
6	Tirounère	St-Paul-de-F.	400	125	Saint Paul de F.	11
7	Source de l'Agly Fontfroide	Soulatgé				
8	Source de l'Agly Moulin	Soulatgé	25	4		
9	La Doux (sce du Verdoble)	Soulatgé	100	40	Soulatgé	0.2
10	Gourg de l'Antre	Soulatgé	25	5		
17	Aillens (ou Ailleus)	St-Paul-de-F.			Paziols	0.4
18	Font d'en Baranc (ou Laprade)	St-Paul-de-F.	1	0.1	Paziols	0.4
19	Gorges de La Fou (3 sces)	St-Paul-de-F.	20	2		
20	Fenouillet -Las Bordes (2 sces)	Boucheville	150	35	Caudies-de-F.	2
23	Résurg. Maison Cantonnière	Boucheville	50	15		
24	Moulin de la Désix	Boucheville	100	40		
25	Pezilla-de-Conflent	Boucheville			Pezilla-de-C.	0.2
26	Lavoir (2 sources)	Boucheville			Prats-de-Sournia	0.1
27	La Doux	Boucheville			Rabouillet	0.3
28	Trilla (3 sources)	Boucheville			Trilla	0.1
29	Vira (2 sources)	Boucheville			Vira	0.1
30	Fontoudet (2 sources)	Boucheville			Le Vivier	0.3
34	Coì de Soul	St-Paul-de-F.	25	5		
35	Font de Soulatgé	Soulatgé	40	2.5		
36	Cubières-sur-Cinoble	Soulatgé	20	10	Cubières-sur-C.	0.1
37	Résur. Montfort-sur-Boulzane	Boucheville		75	Montfort-sur-B.	

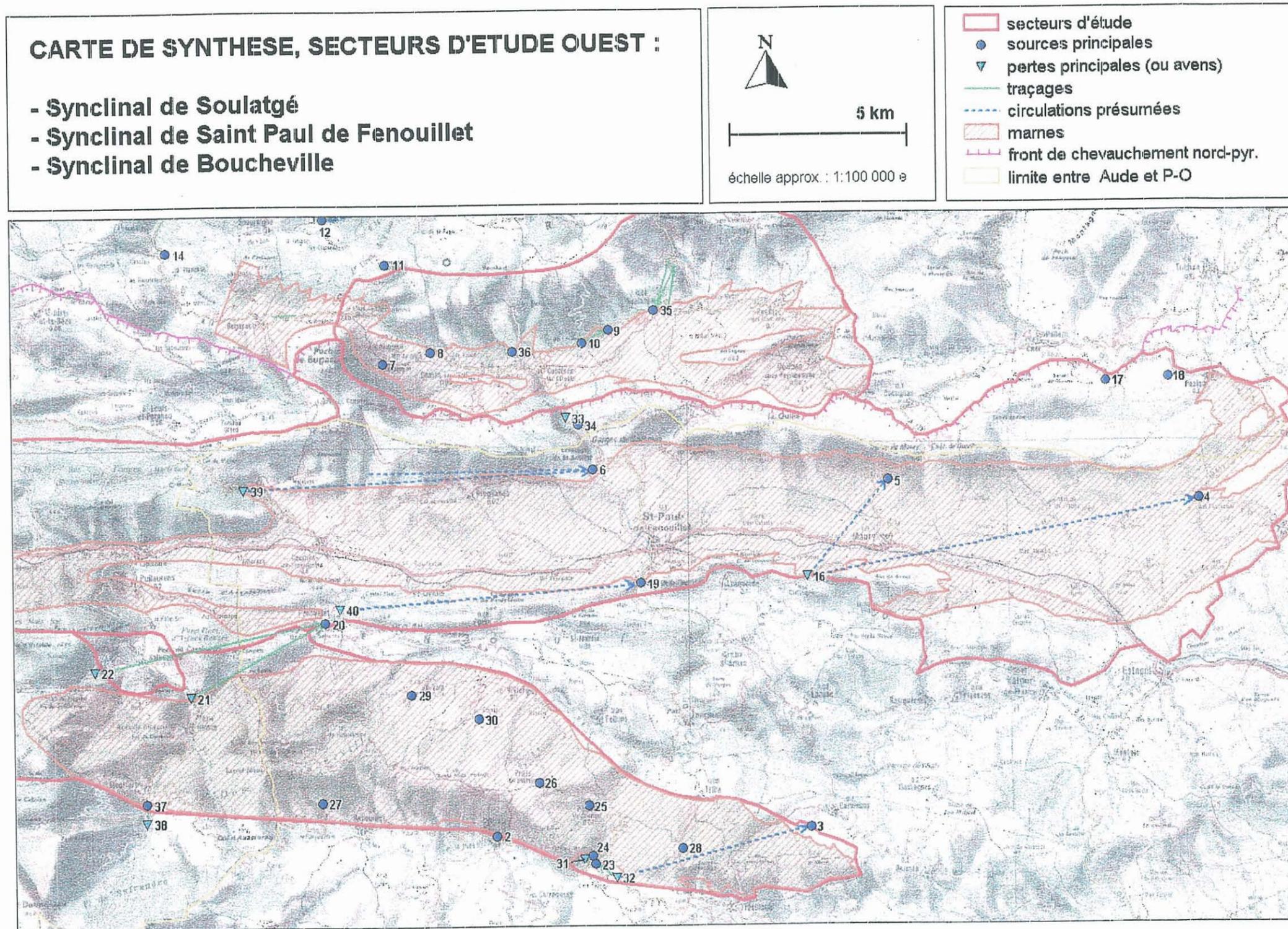
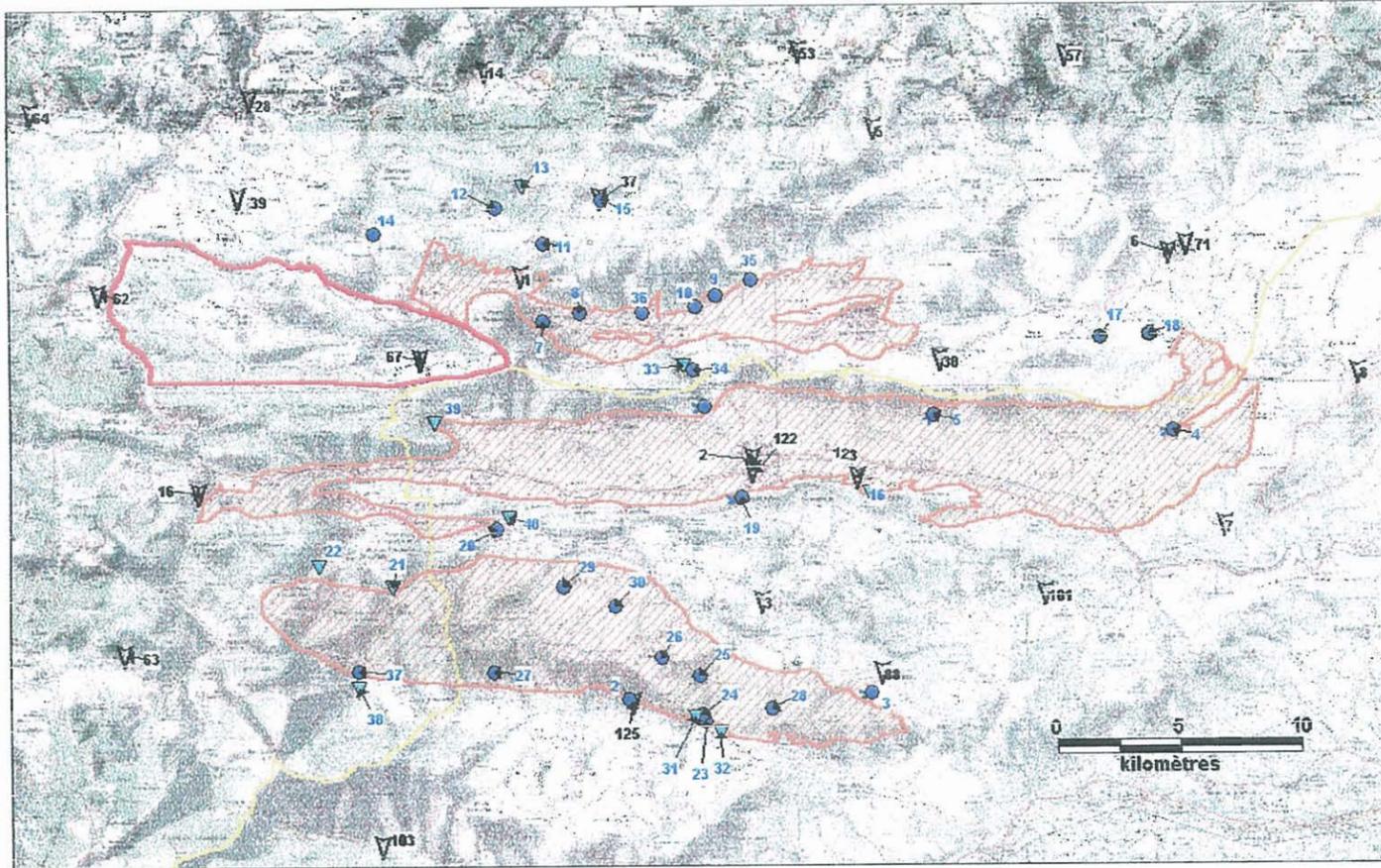


Figure 4 : Carte des trois secteurs orientaux : synclinal de St-Paul-de-Fenouillet, synclinal de Boucheville et synclinal de Soulatgé.



Légende des Pluviomètres

- ▽ 1-Le Linas-690 m, DDAF 66, BRL
- ▽ 2-Saint Paul de Fenouillet 270 m, DDAF 66
- ▽ 3-Ansignan-300 m, DDAF 66, BRL
- ▽ 5-Massac 640 m, DDAF 66
- ▽ 6-Tuchan 230 m, DDAF 66
- ▽ 7-Tautavel 200 m, DDAF 66, MF
- ▽ 8-Vingrau 290 m, DDAF 66
- ▽ 14-ARQUES 357 m, Météo-France
- ▽ 16-AXAT 415 m, Météo-France
- ▽ 28-COUIZA-222 m, Météo-France
- ▽ 30-CUCUGNAN 299 m, Météo-France
- ▽ 37-FOURTOU 666 m, Météo-France
- ▽ 39-GRANES 420 m, Météo-France
- ▽ 53-MOUTHOMET 538 m, Météo-France
- ▽ 57-PALAIRAC 224 m, Météo-France
- ▽ 62-QUILLAN 282 m, Météo-France
- ▽ 63-ROQUEFORT-SAULT 1030 m, Météo-France
- ▽ 64-ROUVENAC 310 m, Météo-France
- ▽ 67-ST LOUIS ET PAR 680 m, Météo-France
- ▽ 71-TUCHAN 160 m, Météo-France
- ▽ 88-CARAMANY 190 m, Météo-France
- ▽ 101-LAT-FRANCE 110 m, Météo-France
- ▽ 103-MOSSET 750 m, Météo-France
- ▽ 122 ST PAUL FENOUIL 262 m, Météo-France
- ▽ 123 ST PAUL FENOUIL 205 m, Météo-France
- ▽ 125 SOURNIA 515 m, Météo-France

Légende de sources et pertes

- 2-Poux de Soumia
- 3-Caramany La Dout
- 4-Mas Fouradade
- 5-Mouillere
- 6 Tirouner
- 7 Source de l'Agly Fontfroide
- 8 Source de l'Agly Moulin
- 9-La Doux (sce Verdouble)
- 10 Gourg de l'Antre
- 11 Fontaine Salée
- 12-Tourtes
- ▽ 13-Trou de la Mandre (ruisseau Caousse)
- 14-Ferriere
- 15-Source de l'Orbieu (Fourtou)
- ▽ 16-Col de Pourteil
- 17-Aillens
- 18-Font d'en Baranc ou Laprade
- 19-Thermales des Gorges de La Fou
- 20-Fenouillet 2 sources
- ▽ 21-Gincla (Boulzane)
- ▽ 22-Bac d'Estable
- 23-Resurgence de la Maison Cantonniere
- 24-Moulin de la Desix
- 25-1 source (captée pour Pézilla de Conflent)
- 26-Lavoir 2 sources (captée pour Prats de Soumia)
- 27-La Doux (captée pour Rabouillet)
- 28-3 sources (captée pour Trilla)
- 29-2 sources (captée pour Vira)
- 30-Fontoudet 2 sources (captée pour Le vivier)
- ▽ 31-Desix
- ▽ 32-Maison Cantonniere
- ▽ 33-Agly amont Gorges de Galamus
- 34-Col de Soul (gorges Galamus)
- 35-Font de Soulatge
- 36-Cubieres-sur-C
- 37-Resurgence de Montfort-sur-Boulzane
- ▽ 38-Montfort-sur-Boulzane
- ▽ 39-Chtulu
- ▽ 40-Fenouillet

Figure 5 : Carte de St-Paul de Fenouillet, Boucheville et Soultagé avec notamment la position des stations météorologiques

**Tableau des points de stations météorologiques représentés
sur la carte ci-avant (figure 5) :**

Numéro	Indice	Dénomination	Coord X	Coord Y	Altitude	Propriétaire
1	0	Le Linas	604400	1764100	690	DDAF 66, BRL
2	0	Saint-Paul de Fenouillet	613800	1756800	270	DDAF 66
3	0	Ansignan	614200	1751100	300	DDAF 66, BRL
5	0	Massac	618900	1769900	640	DDAF 66
6	0	Tuchan	630900	1764900	230	DDAF 66
7	0	Tautavel	633100	1754100	200	DDAF 66, MF
8	0	Vingrau	638600	1760100	290	DDAF 66
14	11015001	ARQUES	603000	1772300	357	Météo-France
16	11021002	AXAT	591200	1755500	415	Météo-France
28	11103001	COUIZA	593400	1771200	222	Météo-France
30	11113001	CUCUGNAN	621500	1760700	299	Météo-France
37	11155001	FOURTOU	607700	1767200	666	Météo-France
39	11168001	GRANES	592900	1767300	420	Météo-France
53	11260002	MOUTHOMET	615800	1773000	538	Météo-France
57	11271001	PALAIRAC	626700	1772800	224	Météo-France
62	11304001	QUILLAN	587200	1763500	282	Météo-France
63	11321003	ROQUEFORT-SAULT	588200	1749100	1030	Météo-France
64	11329001	ROUVENAC	584500	1770700	310	Météo-France
67	11352001	ST LOUIS ET PAR	600300	1760800	680	Météo-France
71	11401001	TUCHAN	631600	1765200	160	Météo-France
88	66039001	Caramany	619100	1748300	190	Météo-France
101	66096001	LAT-FRANCE	625800	1751400	110	Météo-France
103	66119002	MOSSET	598600	1741400	750	Météo-France
122	66187001	ST PAUL FENOUILLET	613800	1756300	262	Météo-France
123	66187004	ST PAUL FENOUILLET	618100	1756000	205	Météo-France
125	66198001	SOURNIA	608900	1747100	515	Météo-France

Secteurs Lapalme et Fitou

Tableau des principales sources

N°	Nom de la source	Coord. X	Coord. Y	débit moyen (l/s)	débit étiage (l/s)	débit max (l/s)
1	La source de Terre Rouge	644300	83250		0,04	
2	la Iéro de Terre Rouge	644020	83250		0,01	
3	la source Janfeste	642730	80640	1,00		
4	la Font du Bouis	642570	76450			10
5	la source de la Combe Loubière	643650	75610			1
6	les sources de Micaciels	643350	74050			1
7	émergence de la Prèse	644050	71730	0,20		
8	émergence de Belvèze	644600	71400	0,20		
9	la source de Fontcaude	647450	71200	1,00		
10	l'émergence de la Grange de Berger	647750	79100			
11	émergence de Gléon	642150	82040		0,11	
12	émergence de Linas	641430	81750		0,11	
13	émergence de la Coudine	641640	79880	0,10	0,07	
14	E1	653670	75360			
15	E2	653840	75370		0,00	50
16	La source Pacheire ou croix de St-Vincent, E3	654080	75375		20,00	600
17	El de la Ponso, E4	654210	75320	0,00		1
18	La source Pacheiras, E5	655100	75700		30,00	120
19	E6	655170	75700		10,00	50
20	E7	657030	76860			
21	E8	657100	76960			
22	La source Rec das Bans ou source de la Grille, E9	657150	77210		0,00	200
23	E10	657225	77310			
24	E11	657250	77350			
25	E12	657325	77470			10
26	E13	657325	77500		0,00	100
27	E14	657375	77600			
28	E15	657320	77800		0,00	25
29	E16	657250	77800			5
30	E17	657230	77830			10
31	La source Rec Mendil ou Ramandil, E18	657230	77830		0,00	150
32	E19	657000	79230			50
33	E20	656900	80450			
34	La source de la métairie des Trois Fontaines, E21	653780	79170			1
35	Les émergences du Pont-à-Rouch (R1 et R2)	654360	67100			5
36	L'œil de la Madeleine ou Œil Doux	654150	66930		0,00	20
37	« L'inversac » de la gare de Fitou (R4)	654210	66600	10,00		200
38	L'œil ou Puits de Passerieu (R5)	654040	66300			5

État des connaissances hydrogéologiques des Corbières

Tableau de la principale perte du secteur Fitou et Lapalme:

N°	Nom de la perte	Coord. X	Coord. Y
1	perdes du rieu de Feuilla	648150	71550

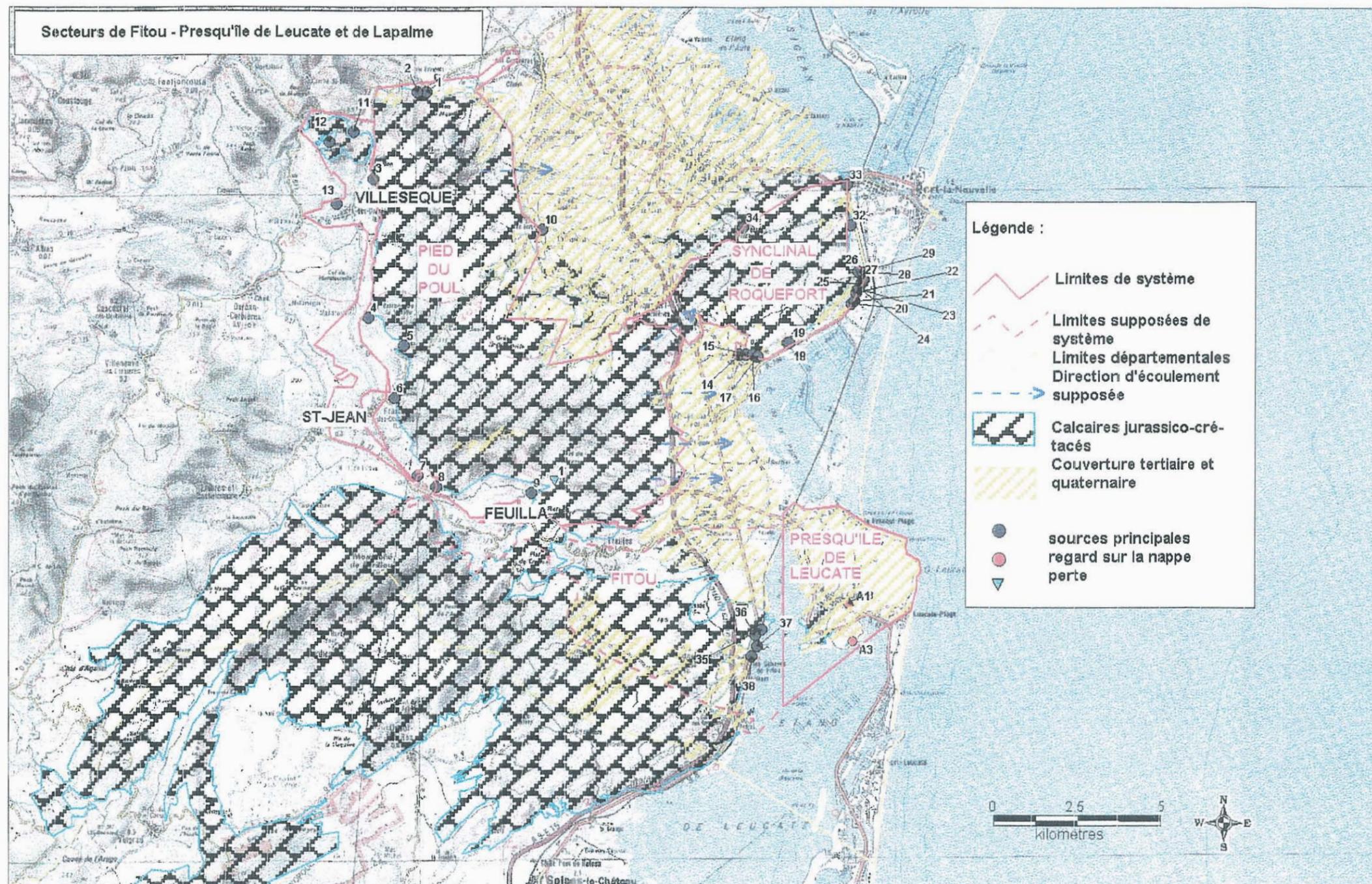


Figure 6 : Carte des secteurs de Lapalme et Fitou.