

Evaluation du coût de mobilisation de nouvelles ressources en eau souterraine dans l'Ouest de l'Hérault

BRGM/RP- 61794-FR
Avril 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM PSP09LRO12

J-D Rinaudo, Y. Noel, J-P. Marchal et C. Lamotte

Vérificateur : Caballero Y.

Date :

Approbateur : Audibert M.

Date :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots clés : coût ; eau souterraine ; Ouest Hérault.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : Rinaudo J-D, Noel Y., Marchal J-P., C. Lamotte, (2013) Evaluation du coût de mobilisation de nouvelles ressources en eau souterraine dans l'Ouest de l'Hérault. Rapport BRGM-RP- 61794-FR

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du projet « Ouest Hérault 2 », intitulé « Evaluation économique d'un programme de mesure de la DCE : application à la gestion quantitative dans l'Ouest de l'Hérault ».

La première partie du rapport identifie et présente les formations aquifères susceptibles de représenter des ressources significatives pouvant être exploitées pour répondre aux nouveaux besoins en eau potable et réduire (par substitution) les pressions quantitatives exercées sur les deux fleuves côtiers (Orb et Hérault) et leurs nappes d'accompagnement.

Le rapport présente ensuite une estimation du coût d'exploitation de ces ressources. Pour certaines ressources (Orb), plusieurs variantes sont évaluées, considérant des hypothèses de ressource et de consommation différenciées. Les résultats suggèrent qu'un volume de 8 à 10 millions de m³ pourrait potentiellement être substitué aux prélèvements réalisés dans l'Hérault et sa nappe alluviale, pour un coût unitaire variant de 0.5 à 0.75 €/m³. Une analyse de sensibilité est ensuite réalisée pour caractériser la sensibilité du coût (€/m³) en fonction du taux d'utilisation des infrastructures créées.

Les résultats obtenus suggèrent que la mobilisation de ressources en eau souterraine est une alternative coût-efficace qui devrait être considérée dans l'élaboration d'une stratégie de gestion à l'échelle des bassins versants. Ils doivent cependant être confirmés par une analyse hydrogéologique plus poussée des ressources considérées par les experts associés à cette réflexion préliminaire.

Sommaire

1. Introduction.....	7
2. Identification des ressources potentielles et définition des scénarios d'exploitation	9
2.1. <i>Méthode et statut des hypothèses</i>	9
2.1.1. Concernant les ressources	9
2.1.2. Concernant l'utilisation potentielle de ces ressources	9
2.2. <i>Calcaires des monts de Faugère – raccordement du Secteur de Cessenon. 10</i>	10
2.2.1. Justification de l'hypothèse de ressource.....	10
2.2.2. Scénario de raccordement et variantes (SES-1 et SES-2).....	10
2.3. <i>Calcaires des monts de Faugère – raccordement du secteur de Vieussan... 12</i>	12
2.3.1. Justification de l'hypothèse de ressource.....	12
2.3.2. Scénario de raccordement (SES-3 et SES-4)	13
2.4. <i>Calcaires du Lias du secteur de Cruzy et Saint Chinian..... 15</i>	15
2.4.1. Justification de l'hypothèse de ressource.....	15
2.4.2. Scénario de raccordement (SES-5 ??)	16
2.5. <i>Calcaires jurassiques du pli occidental de Montpellier - Bassins de Villeveyrac et de Pézenas</i>	17
2.5.1. Justification de l'hypothèse de ressource.....	17
2.5.2. Scénario de raccordement (SES-6??)	19
2.6. <i>Calcaires jurassiques des secteurs du Puits du Drac - Montpeyroux et la Clamouse – St Jean de Fos</i>	21
2.6.1. Justification de l'hypothèse de ressource.....	21
2.6.2. Scénario de raccordement (SES-7)	23
2.7. <i>Autres ressources potentielles..... 24</i>	24
2.7.1. Source des cents fonts	24
2.7.2. Source du Lez – Secteurs du nord montpelliérain.....	26
2.7.3. Autres ressources.....	27
3. Estimation du coût d'exploitation des ressources en eau souterraine	29
3.1. <i>Objectif et méthode</i>	29
3.2. <i>Coût complet avec hypothèse d'exploitation à pleine capacité.....</i>	30
3.3. <i>Analyse de la sensibilité du coût au niveau d'exploitation</i>	30
3.4. <i>Coût rapporté au volume mobilisé en période de pointe</i>	32
4. Conclusion.....	33

Liste des figures

Figure 1: Extension de l'aquifère de Roquefourcade et du défilé de Marie Close à Cruzy.....	16
Figure 2 : Schéma de raccordement au SIVOM Ensérune et CABEM du nouveau forage des calcaires du Lias dans le secteur de Cruzy.....	17
Figure 3 : Schéma de raccordement à la CABEM du nouveau forage de Cessenon dans les calcaires des monts de Faugères	11
Figure 4 : Sites de Boissezon et Ceps à Vieussan	13
Figure 5 : Schéma de raccordement du second nouveau forage des Monts de Faugère à l'amont de la vallée de l'Orb.	14
Figure 6: bassin de Villeveyrac. Isohypes du toit des calcaires jurassiques et délimitation de l'entité	19
Figure 7 : Schéma de raccordement au SIBL des nouveaux forages de la Castellane.	21
Figure 8 : Schéma de raccordement des nouveaux forages du puits du Drac à la vallée de l'Hérault, au littoral et au nord Montpéliérain.	24
Figure 9 : Sensibilité du coût complet (en €/m ³) en fonction du niveau de la capacité installée, pour les projets de la vallée de l'Orb	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coût complet estimé pour les projets d'exploitation et raccordement de nouvelles ressources en eau souterraine.....	31
---	----

1. Introduction

Dans le cadre de la première phase du projet Ouest Hérault, un travail de prospective a montré que les évolutions démographiques, agricoles, économiques et climatiques attendues à l'horizon 2020 étaient susceptibles de donner naissance à des situations de déficit en eau dans la zone Ouest Hérault (bassins versants de l'Hérault, de l'Orb, de l'Astien et des communes extérieures alimentées par ces ressources dans l'Aude et l'Hérault).

Partant de ce constat, une analyse économique a alors été réalisée afin d'identifier la combinaison de mesures qui permettrait de résorber ces déficits au moindre coût. Ont été considérées dans cette analyse des mesures visant à réduire les consommations (tant agricoles que dans le secteur eau potable) et des mesures consistant à mobiliser de nouvelles ressources en eau de surface (Aquadomia).

La mobilisation de nouvelles ressources en eau souterraine n'avait pas été considérée dans cette première phase de l'étude « Ouest Hérault ». Or, il s'agit bien d'une stratégie pouvant permettre, en combinaison avec d'autres actions, de réduire les prélèvements dans les masses d'eau à risque de non atteinte du bon état au sens de la DCE, par substitution. Le comité de pilotage avait donc demandé à ce que la phase 2 prenne en considération la possibilité de mobiliser de nouvelles ressources en eau souterraine. Il s'agit notamment d'évaluer sommairement les volumes d'eau souterraine potentiellement mobilisables, ainsi que leur coût d'exploitation dans le périmètre de l'étude (bassins versants de l'Hérault, de l'Orb, de l'Astien et des zones alimentées à partir de ces ressources).

Le présent rapport présente le travail réalisé en réponse à cette demande. En s'appuyant sur des avis d'experts, il identifie quelques ressources en eau souterraine potentielles et décrit des scénarios de raccordement de ces ressources aux réseaux d'eau potable existants (section 2). Le coût de mobilisation de ces ressources est ensuite calculé (section 3) en tenant compte de l'investissement nécessaire pour exploiter la ressource (forage, usine de potabilisation), pour la raccorder aux réseaux existants (construction de canalisations et stations de relevage) et des coûts d'exploitation (énergie, traitement). Le détail de la méthode utilisée pour dimensionner les ouvrages et évaluer les coûts est exposé en annexe 1.

Les résultats présentés dans ce rapport reposent sur une connaissance encore non exhaustive du potentiel des ressources en eau souterraine qui demande à être confortée par des études plus poussées. Ils donnent cependant des ordres de grandeur quant aux volumes disponibles et au coût d'exploitation de ces ressources. Ces indications permettent d'amorcer une comparaison des projets d'exploitation d'eau souterraine à des options alternatives, tant en matière d'économie d'eau que de mobilisation de ressources alternatives (transfert d'eau de surface / dessalement).

2. Identification des ressources potentielles et définition des scénarios d'exploitation

2.1. METHODE ET STATUT DES HYPOTHESES

2.1.1. Concernant les ressources

L'identification et la caractérisation des ressources en eau souterraines analysées dans ce rapport ont été réalisées en s'appuyant sur l'avis de deux hydrogéologues régionaux disposant d'une expérience de près de 40 ans dans le département (Jean-Pierre Marchal, ancien hydrogéologue du Brgm et José Grevellec, ancien hydrogéologue au Conseil général de l'Hérault). L'analyse a été complétée par Claudine Lamotte (hydrogéologue au Brgm) et Nicolas Liénart (hydrogéologue au Conseil général de l'Hérault) en mobilisant des données complémentaires. Elle a aussi bénéficié de la réflexion de l'atelier d'experts en hydrogéologie réuni par la Commission Particulière du Débat Public (CPDP), à l'occasion du débat sur le projet Aquadomia.

Pour chacune des ressources considérées, les hypothèses de profondeur des ouvrages à créer et celles relatives aux débits exploitables potentiels ont été définies sur la base de la connaissance actuelle et des données disponibles, dont le caractère lacunaire est souligné par les experts. Ces hypothèses sont à considérer comme une base de travail provisoire devant être ultérieurement confirmée par des études approfondies, avant toute prise de décision.

La définition de ces hypothèses est réalisée essentiellement pour permettre d'évaluer un ordre de grandeur du coût de mise en exploitation de ces ressources. Il est en effet indispensable de s'assurer que ce coût reste inférieur ou égal aux solutions alternatives avant de décider d'approfondir les connaissances, via des études complémentaires détaillées visant à évaluer les débits exploitables.

2.1.2. Concernant l'utilisation potentielle de ces ressources

Une fois la ressource identifiée, un ou plusieurs scénarios de raccordement ont été définis, en considérant d'une part la proximité des réseaux d'adduction existants et d'autre part, les besoins futurs estimés dans le cadre de la première phase de l'étude Ouest Hérault. Le tracé des nouvelles canalisations à construire a ensuite été réalisé en tenant compte de la topographie et de la voirie existante. Le dimensionnement de la taille des conduites a été réalisé en tenant compte des débits d'exploitation, du dénivelé et de la longueur de la canalisation (voir la méthode en annexe 1). Le renforcement des réseaux actuels, lorsqu'ils ne permettent pas de faire transiter le nouveau débit, a également été pris en compte. En tout, 7 Scénarios d'exploitation des Eaux Souterraines (SES) ont été évalués économiquement.

Notons que l'exploitation complémentaire des eaux souterraines devra aussi tenir compte, en plus des caractéristiques hydrogéologiques locales et des contraintes spécifiquement liées à l'exploitation des eaux souterraines, de l'impact de ces nouvelles exploitations sur les captages existants, mais aussi sur les eaux superficielles et donc sur le débit réservé des cours d'eau. Ces questions n'ont pas été traitées dans le présent rapport.

Enfin, dans chaque cas, une évaluation plus précise sera nécessaire afin de mieux appréhender les scénarios de raccordement qui pourraient être envisagés.

2.2. CALCAIRES DES MONTS DE FAUGERE – RACCORDEMENT DU SECTEUR DE CESSENON

2.2.1. Justification de l'hypothèse de ressource

Les calcaires des Monts de Faugères et notamment la partie la plus occidentale sont drainés vers la vallée de l'Orb et en particulier, soit vers les sources de Vieussan (Boissezon et Ceps), soit, en ce qui concerne le petit massif calcaire de Mont Peyroux, vers la source du Foulon qui alimente Cessenon. Cette source a un débit moyen de 40 l/s et un débit d'étiage de 20 l/s.

Ces calcaires ont montré une karstification développée au forage de Mont Peyroux exploité pour l'alimentation en eau de la commune de Causse et Veyran. La zone très productive a été recoupée entre 180 et 220 m de profondeur, avec des vides significatifs, notamment une cavité de 2 m de hauteur entre 184 et 186 m. Il apparaît donc que ces formations calcaires du Dévonien peuvent être intensément fracturées et karstifiées, notamment dans la moyenne vallée de l'Orb.

2.2.2. Scénario de raccordement et variantes (SES-1 et SES-2)

Ce scénario consiste à implanter un captage de 150 m de profondeur dans les calcaires des Monts de Faugères, permettant d'exploiter un débit de 100 à 200 m³/h. Cette productivité potentielle demande à être confirmée par des nouvelles études hydrogéologiques et des essais de pompage sur des nouveaux forages à réaliser.

Cette nouvelle ressource serait utilisée pour approvisionner les syndicats de Thézan-Pailhes et la Communauté d'agglomération de Béziers-Méditerranée. Les besoins considérés sont les suivants :

- Couverture des besoins futurs des communes : Maraussan, Cazoules-les-Béziers, Cessenon-sur-Orb, Lignan-sur-Orb, Puisserguier, Maureilhan.
- Couverture d'une partie des besoins futurs de Béziers. Le raccordement au réseau de Saint-Chinian dont les besoins sont faibles n'est pas pris en compte ici.

La première variante (SES- 1) consiste à créer et équiper un forage pour un débit de 100 m³/h. Ce forage est raccordé au réseau existant au niveau Cazouls-les-Béziers au

moyen d'une canalisation de 11 km en Φ 200 mm. Exploité 20h/jour, il fournit une ressource maximale de 730 000 m³ par an.

La seconde variante (SES-2) consiste à équiper le forage pour un débit de pompage de 200 m³/h, ce qui donnerait accès à une ressource maximale de 1.5 million de m³/an environ pour une exploitation 20h/jour. Pour raccorder le forage à Cazouls, la pose d'une conduite de plus gros diamètre est nécessaire (Φ 360mm). Un prolongement de la conduite de Φ 250mm de Maraussen vers Béziers NW est également considéré dans ce scénario.

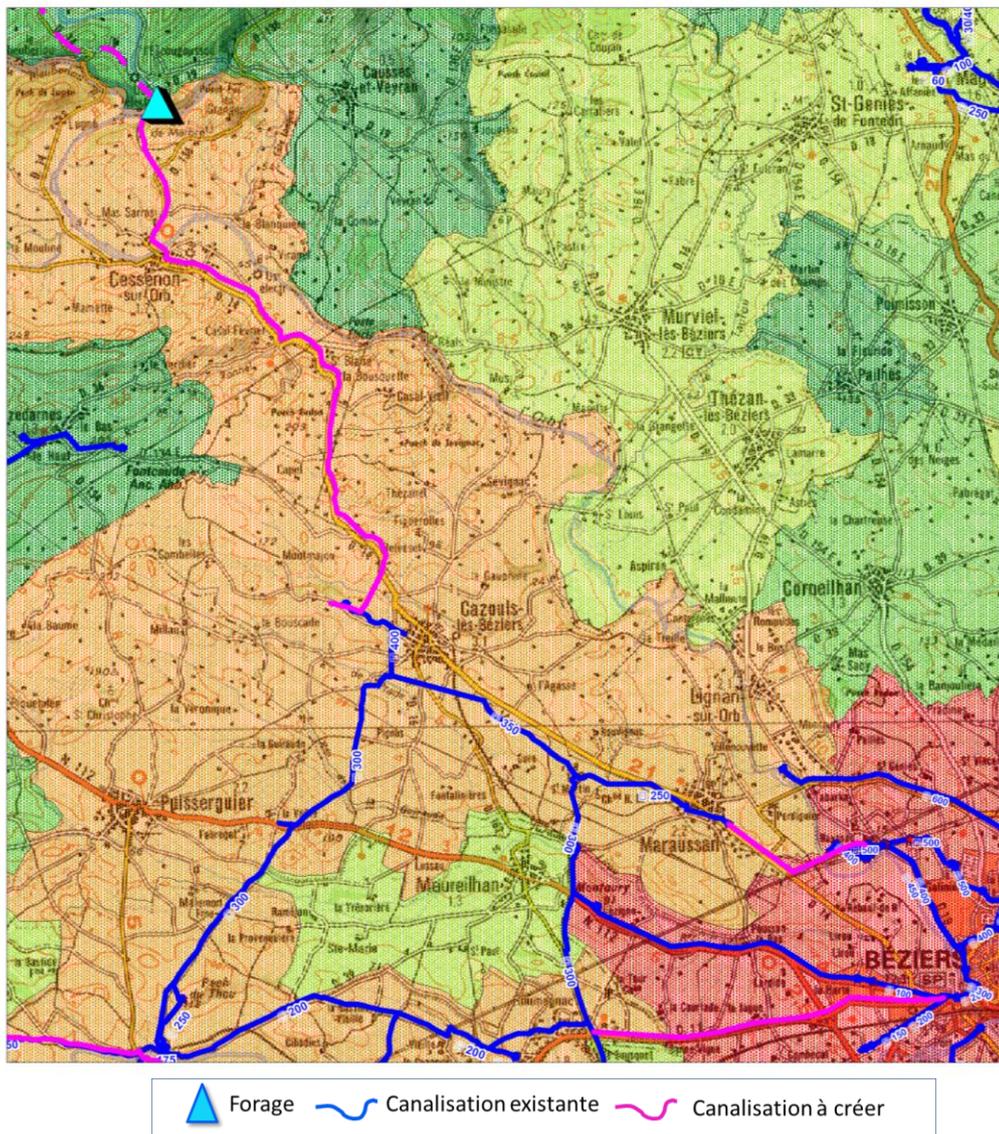


Figure 1 : Schéma de raccordement à la CABEM du nouveau forage de Cessenon dans les calcaires des monts de Faugères

2.3. CALCAIRES DES MONTS DE FAUGERE – RACCORDEMENT DU SECTEUR DE VIEUSSAN

2.3.1. Justification de l'hypothèse de ressource

Dans le secteur correspondant à la zone occidentale des Monts de Faugères, les calcaires dévoniens affleurent sur une superficie de 40 km² environ.

L'ensemble structural orienté Est - Ouest de cette partie des Monts de Faugères est constitué de calcaires et de dolomies du Dévonien avec des formations semi-perméables du Carbonifère. Ce sont les formations dévoniennes qui représentent le véritable réservoir en eau souterraine. Bien qu'apparemment subdivisé en plusieurs parties, la continuité en profondeur de cet ensemble est attestée par le régime et les caractéristiques des eaux souterraines. En fait, les calcaires dévoniens qui affleurent à l'Est de Vieussan sont reliés à ces mêmes formations constituant l'unité du Mont Peyroux située au Nord de Causse et Veyran par une zone d'affleurement continu de calcaires en rive gauche de l'Orb. Il faut noter que toutes les formations dévoniennes plongent vers l'Ouest sous le flysch schisto-gréseux cambro-silurien.

C'est sur cette barre de calcaires dévoniens reliant le secteur situé à l'Est de Vieussan et l'unité de Mont Peyrou que se localisent les sorties d'eau les plus importantes, soit sur la rive droite de l'Orb, soit directement sous le lit de l'Orb.

Le premier groupe d'émergences est situé à l'aval de Vieussan et le second à l'aval de Ceps. Les débits de sortie sont de l'ordre de 100 à 200 l/s. Ces sources drainent la partie occidentale des Monts de Faugères alors que l'unité des Monts Peyroux située en rive gauche de l'Orb au Sud Est de Roquebrun est drainée vers des exutoires localisés à l'Ouest de Causse et Veyran et notamment la source du Foulon qui est captée pour l'alimentation de Cessenon.

Le site de Boissezon sur la commune de Vieussan est maintenant exploité pour le Syndicat de la Vallée du Jaur à partir de forages sollicitant les calcaires dolomitiques du Dévonien inférieur. Ce site est apte à fournir des débits supérieurs à 200 m³/h, comme cela a été démontré par les sondages réalisés dans ce secteur qui ont été testés à des débits dépassant 100 m³/h chacun.

Il apparaît donc que des débits allant jusqu'à 200 m³/h sont susceptibles d'être captés sur la commune de Vieussan, d'une part dans le secteur de Boissezon, et d'autre part près du hameau de Ceps, les deux sites étant distants de 3 km environ.

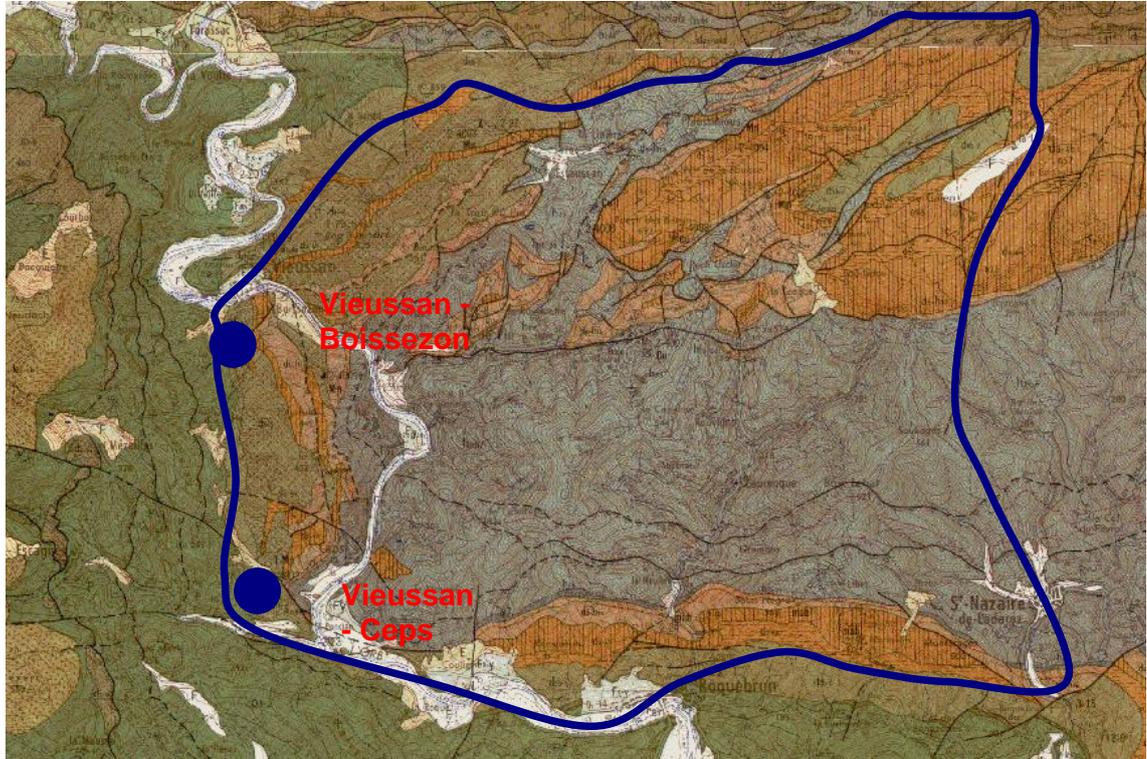


Figure 2 : Sites de Boissezon et Ceps à Vieussan

2.3.2. Scénario de raccordement (SES-3 et SES-4)

Ce scénario consiste à créer un nouveau forage implanté dans les calcaires des Monts de Faugères du secteur de Vieussan (hameau de Boissezon) d'une capacité de 100 à 200 m³/h, soit une ressource annuelle comprise entre 730 000 et 1 460 000 m³/an pour une exploitation de 20 h/jour. L'exploitation d'un nouvel ouvrage à un tel débit nécessite cependant une validation par des essais complémentaires à réaliser.

Ce captage serait connecté à celui décrit dans le scénario précédent, l'ensemble permettant d'alimenter, d'une part, la vallée de l'Orb en amont du captage et, d'autre part, un renforcement de l'approvisionnement de la CABEM. Le second forage créé étant très éloigné de la zone de consommation, le scénario suppose la construction d'un linéaire de canalisation important.

Sur cette base, à partir de Vieussan, nous avons schématisé deux variantes pour ce scénario.

La première variante (SES-3) consiste à créer un forage exploité au débit de 100 m³/h, destiné à alimenter les communes de la vallée du Jaur et celles de la vallée de l'Orb (communes de Vieussan, Les Aires, Poujol-sur-Orb, Lamalou-les-Bains, Hérépian, Bédarieux). Environ 25 km de conduite en Φ 180mm sont à poser pour relier le captage à Bédarieux. A noter que la pertinence de dépasser Lamalou en direction de Bédarieux a été contestée par certains experts consultés. Le scénario est cependant maintenu à titre hypothétique. Une ressource de l'ordre de 730 000 m³ / an pour une exploitation de 20 h/jour serait alors mobilisée.

La seconde variante (SES-4) consiste à doubler la capacité de pompage de ce forage (200 m³/h), et de le connecter au nouveau forage envisagé à Cessenon (projet SES-2) via une conduite de 41 km en Φ 300 mm. On disposerait ainsi d'une capacité totale de 400 m³/h pouvant alimenter en eau potable la vallée de l'Orb vers l'amont jusqu'à Bédarieux, et son aval jusqu'à Béziers. Ce scénario rend nécessaire la pose de canalisation de plus gros diamètre que dans le scénario CESSENON 2 entre Cessenon et Cazouls, vu que le débit serait très supérieur.

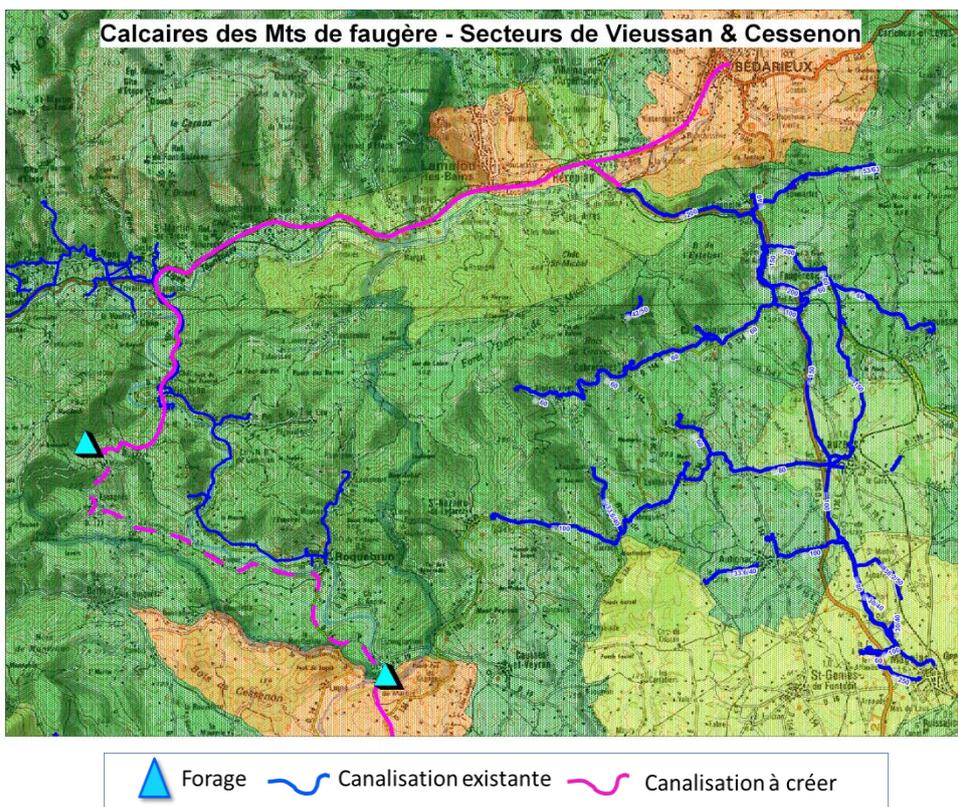


Figure 3 : Schéma de raccordement du second nouveau forage des Monts de Faugère à l'amont de la vallée de l'Orb.

On a retenu, d'une part une conduite pour approvisionner Lamalou et Bédarieux, et d'autre part, un renforcement de l'approvisionnement du « Grand Béziers » par Cessenon. Les conduites en aval de Cessenon doivent être redimensionnées (dans

l'hypothèse où les deux projets sont réalisés). La conduite de Φ 360mm environ prévue depuis le captage de Cessenon serait remplacée par une conduite de Φ 450mm jusqu'à Cazouls-les-Béziers et le prolongement de la conduite depuis Maraussan vers Béziers NW passerait en Φ 300mm pour tenir compte de l'existant, mais sera très probablement trop juste.

2.4. CALCAIRES DU LIAS DU SECTEUR DE CRUZY ET SAINT CHINIAN

2.4.1. Justification de l'hypothèse de ressource

Les écaillés liasiques de l'Arc de St Chinian (entité hydrogéologique 557E1) peuvent constituer des réservoirs importants, eu égard à la nature des formations, à leur extension et à leur structure. Ces formations correspondent à l'allochtone qui s'avère d'une grande complexité tectonique. La masse charriée est composée d'anticlinaux de Keuper et de Lias (anticlinaux de Marie Close, de Roquefourcade, de Geyssa et de Fontanche) et de synclinaux de Crétacé supérieur et d'Eocène (synclinaux de Ste Foi, de Burrio, de Gourgouille et de Fargoussières). Les calcaires dolomitiques de l'Hettangien constituent les principales formations aquifères de ces différentes écaillés.

Ainsi, le nouveau forage du Défilé de Marie Close sur la commune de Cruzy est implanté dans une de ces écaillés liasique. Il a testé, sous 52 m de formations crétacées pratiquement imperméables, les calcaires et dolomies de l'Hettangien dont l'épaisseur atteint plus de 100 m, 84 m ayant été recoupés par le forage sans que le substratum n'ait été atteint. Cet ouvrage sollicite la bande de calcaires et dolomies de l'Hettangien orientée NNE-SSW, qui s'ennoie sous le Miocène au Sud du défilé de Ste-Foi à l'Ouest de Cruzy.

Les essais de pompage ont montré que le débit spécifique atteignait environ 10 m³/h par mètre de rabattement. Avec un rabattement du niveau de l'eau de l'ordre de 12 m pour un débit de 68 m³/h, un prélèvement nettement plus élevé semble possible dans la mesure où l'épaisseur du réservoir est supérieure à 100 m.

En l'état actuel, un prélèvement au débit de 200 m³/h, ou plus, pourrait être envisagé sur ce secteur, sous réserve de la réalisation de forage permettant techniquement de prélever un tel débit, mais aussi sous réserve que l'aquifère soit suffisamment alimenté, dans un contexte complexe d'écaillés, dont on connaît encore mal les limites hydrauliques.

L'actuel forage du défilé de Marie Close peut être exploité à 70 m³/h. Le pompage sur ce forage est sans incidence sur le captage communal de Cruzy dit source de Roquefourcade, car ces deux ouvrages sont situés dans des barres calcaires différentes.

Cependant, des données complémentaires s'avèrent nécessaires afin d'appréhender au mieux le débit exploitable sur cette entité. Il s'avère donc nécessaire de réaliser au moins un forage atteignant le substratum de ces calcaires et dolomies de l'Hettangien et de réaliser des essais de pompage de longue durée à un débit supérieur à 200 m³/h

permettant d'appréhender le comportement de l'aquifère et l'impact de ce prélèvement sur les autres écaillés hettangiennes de ce secteur.

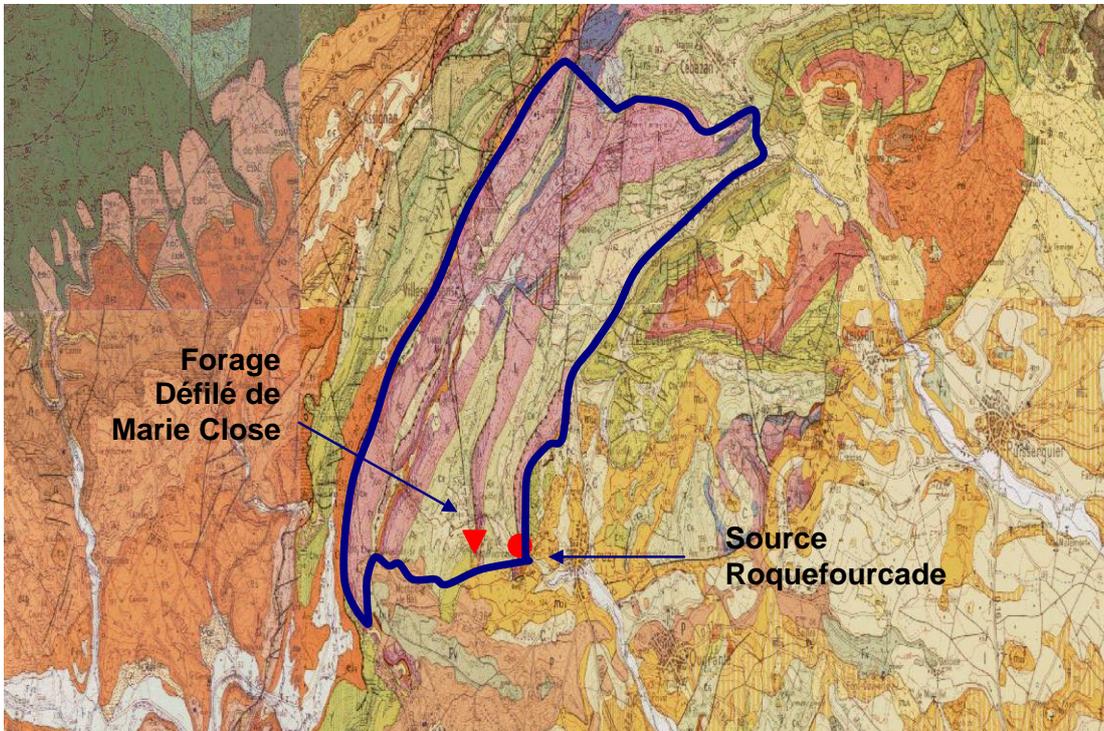


Figure 4: Extension de l'aquifère de Roquefourcade et du défilé de Marie Close à Cruzy.

2.4.2. Scénario de raccordement (SES-5)

Ce scénario consiste à implanter un forage d'une centaine de mètres de profondeur dans les calcaires du Lias du secteur de Cruzy, permettant l'exploitation d'un débit de l'ordre de 100 m³/h, soit un potentiel de 730 000 m³/an, pour une exploitation de 20 h/jour. Notons que cette hypothèse est jugée optimiste par certains experts et difficile à démontrer compte tenu de la connaissance actuelle. Elle est donc considérée dans cette étude en tenant compte de ces réserves.

A partir de ce nouveau forage dans le secteur de Cruzy, on peut envisager de couvrir les besoins futurs des communes à proximité ainsi que le sud-ouest de Bézier, voire de substituer certains prélèvements actuels. Le scénario considéré suppose que le forage est exploité pour assurer la couverture des besoins futurs des communes : Quarante – Capestang – Nissan-Lez-Ensérune – Lusignan – Vendres – Montady – Colombiers.

Compte tenu des canalisations existantes, le scénario suppose la construction :

- D'une conduite de 11.5 kilomètres en Φ 200mm de Cruzy à Casestang.
- D'une conduite de 9.7 kilomètres Φ 200mm de CaSEStang à Colombiers.

- Un raccordement de Montady vers Béziers pourrait également être envisagé selon le débit disponible à la source. Il n'est pas considéré dans cette étude.

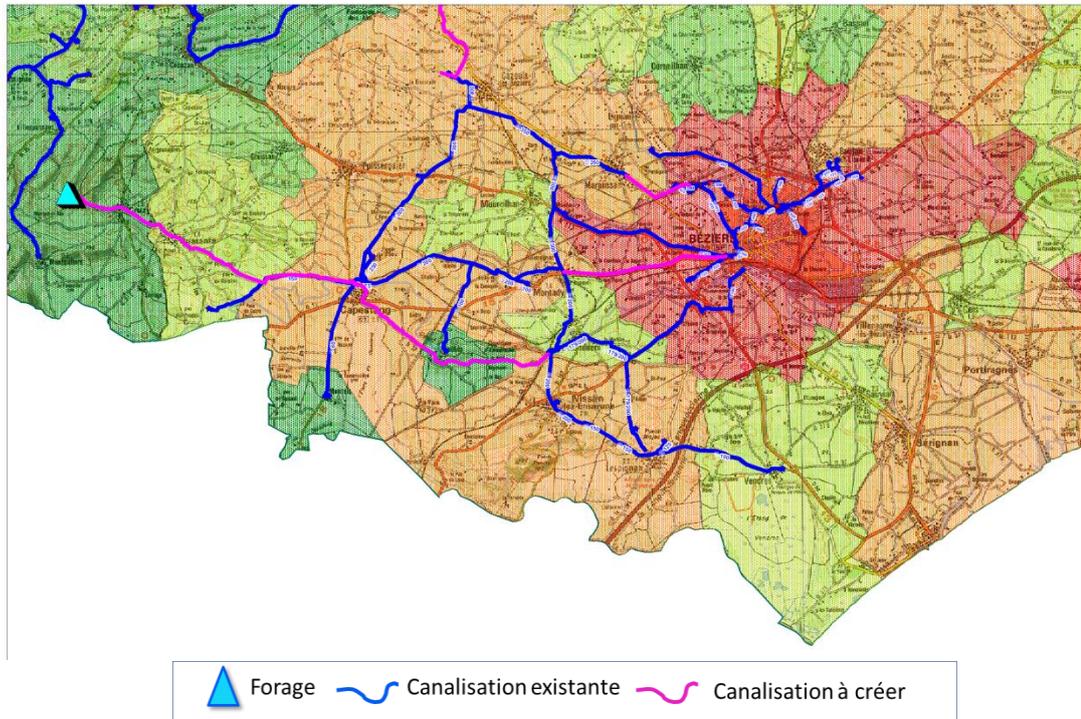


Figure 5 : Schéma de raccordement au SIVOM Ensérune et CABEM du nouveau forage des calcaires du Lias dans le secteur de Cruzy.

2.5. CALCAIRES JURASSIQUES DU PLI OCCIDENTAL DE MONTPELLIER - BASSINS DE VILLEVEYRAC ET DE PEZENAS

2.5.1. Justification de l'hypothèse de ressource

Les calcaires jurassiques qui constituent la structure dite « Pli de Montpellier » s'étendent vers l'Est jusqu'au Nord de Montpellier avec l'entité Vène – Issanka – Cauvy et avec l'entité Mosson. Ces calcaires affleurent sur le Causse d'Aumelas et la Montagne de la Moure. Vers l'Ouest, ils plongent sous le bassin de l'Hérault en direction de la basse vallée de l'Hérault, sous des dépôts plus récents que sont les formations du Crétacé supérieur, puis les dépôts éocènes et miocènes.

Les formations du Jurassique supérieur sont représentées essentiellement par des calcaires, voire des dolomies. Les calcaires et dolomies du Kimméridgien supérieur affleurent sur toute la bordure du synclinal de Villeveyrac et s'avèrent très souvent fissurés et karstifiés.

Le bassin de Villeveyrac est représenté par une cuvette synclinale orientée NE-SW. Au Nord et l'Est, les formations jurassiques en constituent la terminaison périclinale. A l'Ouest, elle disparaît sous un épais recouvrement tertiaire tandis que vers le Sud, la transgression marine miocène dissimule une remontée très probable des calcaires jurassiques au Sud de Mèze.

En bordure orientale du bassin de Villeveyrac, la position du toit des calcaires jurassiques est connue avec précision, eu égard aux nombreuses investigations qui ont été réalisées dans le cadre de recherche et d'exploitation de la bauxite. Ainsi, au niveau du village de Villeveyrac, le toit des calcaires jurassiques se situe entre 300 et 400 m de profondeur.

Le toit des calcaires jurassiques est aussi reconnu à partir des forages pétroliers de Pézenas et notamment Pézenas 2, transformé en captage d'eau souterraine, ainsi qu'à partir du forage géothermique la Castillonne sur la commune de Montagnac. Les résultats de l'ensemble de ces investigations montrent que le toit des calcaires jurassiques forme un synclinal dont l'axe passe par l'Olivet, jusqu'à l'Ouest du Domaine de la Castillonne.

Le forage géothermique la Castillonne, initialement prévu pour la climatisation de serres, est exploité (artésianisme et partiellement pompage) pour l'alimentation de bassins de reproduction et d'élevage de poissons. Cet ouvrage a recoupé les calcaires jurassiques de 1145 m jusqu'à 1487 m (fond de trou), après avoir traversé des formations essentiellement marneuses du Crétacé inférieur. Les essais de production ont été réalisés à 287 m³/h pour un rabattement de 52 m, dont environ 50 m de pertes de charge liées à l'équipement de l'ouvrage. Le forage est artésien, sauf en période d'étiage. Le débit d'artésianisme peut atteindre 200 m³/h. Sur ce site, les capacités de production sont très importantes et dépassent largement la production actuelle. La température de l'eau est de 26°C, soit un gradient géothermique voisin de 1°C par 100 m.

Dans cette même structure et plus à l'Ouest sur la commune de Pézenas, un ancien forage de recherche pétrolière a été reconditionné. Il est actuellement exploité pour le chauffage de l'eau de la piscine de Pézenas. Cet ouvrage a recoupé les calcaires très fissurés du Jurassique supérieur de 694 m à 735 m. Artésien jaillissant, le débit en tête d'ouvrage peut dépasser 100 m³/h. La température de l'eau est voisine de 37°C. Dans sa configuration technique actuelle, le forage peut être exploité à un débit de 150 m³/h. Les tests de pompage ont montré qu'un débit de 300 à 400 m³/h était potentiellement exploitable sous réserve d'adapter les caractéristiques techniques du forage à de tels débits d'exhaure.

Il faut encore citer l'ancien forage d'exhaure de la mine de bauxite souterraine de St Farriol à Villeveyrac et qui était autrefois utilisé pour le dénoyage de la mine à un débit voisin de 200 à 250 m³/h, soit un prélèvement de plus de 2 millions de m³/an. Ce site est actuellement exploité par la Mairie de Villeveyrac et BRL pour l'irrigation à raison de 0,4 à 0,7 million de m³/an.

Ainsi, les calcaires jurassiques de cette entité dite « bassin de Villeveyrac » et « bassin de Pézenas », entité qui s'étend vers l'Ouest au moins jusqu'à la ville de Pézenas (le forage exploité pour la piscine de cette commune étant localisé en rive droite de l'Hérault) constituent un aquifère pouvant s'avérer très productif. De plus, il présente des conditions d'exploitation actuelle qui se situent nettement en dessous des capacités de l'aquifère.

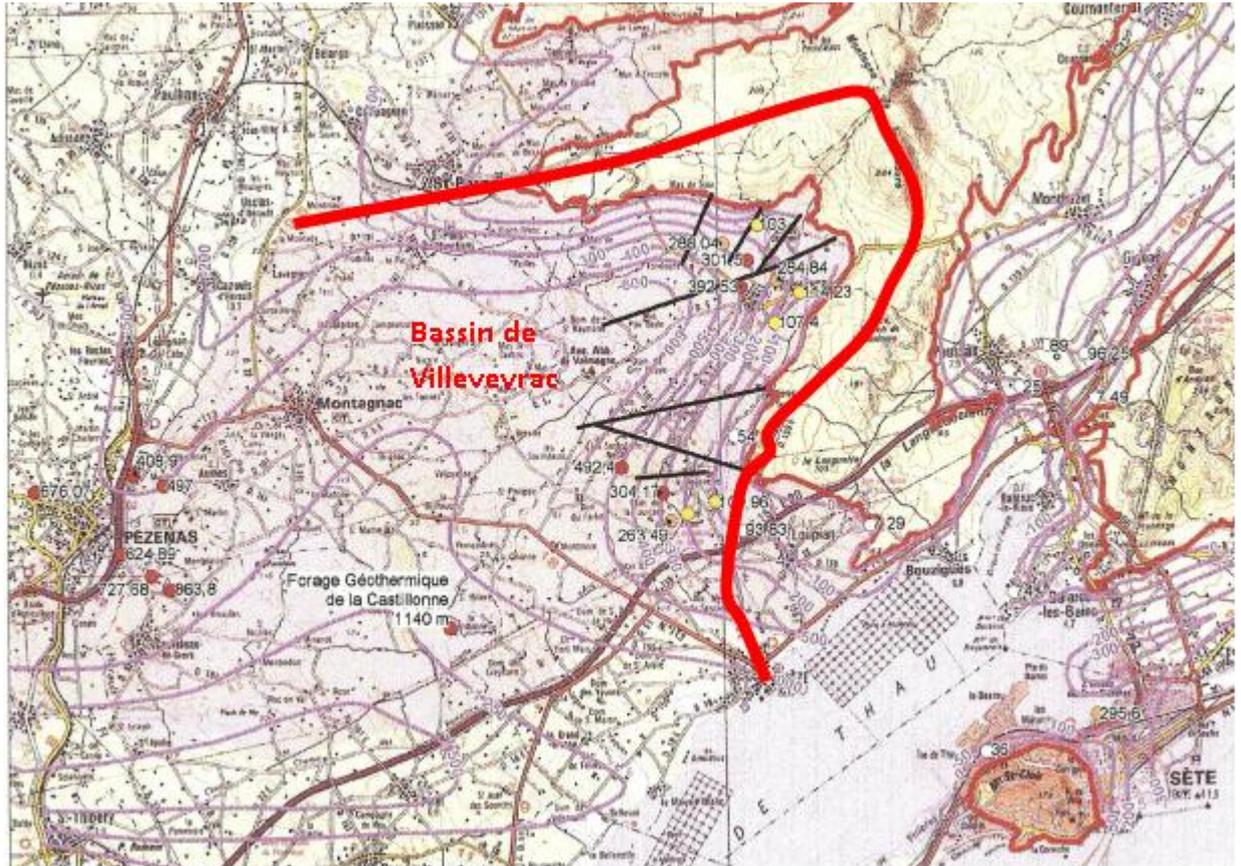


Figure 6: bassin de Villeveyrac. Isohypses du toit des calcaires jurassiques et délimitation connue de l'entité.

2.5.2. Scénario de raccordement (SES-6)

Ce scénario consiste à créer des forages profonds de 200 à 1000 m permettant d'exploiter les calcaires jurassiques sous couverture entre Villeveyrac et Loupian à l'Est et Pézenas à l'Ouest. La capacité par forage est estimée à 400 m³/h soit 2 920 000 m³/an pour une exploitation de 20 h/jour. Cependant, en fonction des historiques de prélèvement sur les forages de Villeveyrac (St Farriol), Montagnac (la Castillonne) et Pézenas, il semble possible d'envisager l'exploitation de 2 à 3 forages supplémentaires dans cet aquifère.

Plusieurs variantes de ce scénario sont donc envisagées et évaluées :

- Le premier scénario suppose la création d'un seul forage pour couvrir les besoins futurs des communes appartenant au Syndicat du Bas Languedoc (S.B.L.) ou/et pour servir de ressources de substitution et de secours aux captages S.B.L. existants, avec un prélèvement supplémentaire évalué à 2 920 000 m³/an.
- Dans un second scénario, avec deux forages supplémentaires, on peut envisager la couverture des besoins futurs des communes de Portiragnes, Villeneuve-les-Béziers, Sérignan, Bessan et plus globalement les agglomérations desservies par des forages sollicitant la nappe astienne d'Agde – Valras, mais aussi la couverture des besoins complémentaires des communes de Frontignan et Balaruc, constituant le syndicat de Balaruc – Frontignan. Ce scénario induirait un prélèvement supplémentaire de 5 840 000 m³/an pour une exploitation de 20 h/jour. Ce scénario permettrait ainsi un important délestage de la nappe de l'Astien et un complément aux ressources en eau potable du syndicat de Balaruc – Frontignan. **Ce scénario n'a pas été évalué en termes de coût.**

Cette exploitation supplémentaire de l'aquifère jurassique dans les bassins de Villeveyrac et Pézenas pourrait aussi être envisagée afin de compléter la ressource actuelle du syndicat de la Vallée de l'Hérault.

La conduite nécessaire au raccordement varie d'un Φ 500mm à Φ 700mm suivant les hypothèses. Dans tous les cas nous supposons le raccordement sur la conduite de Φ 700mm au niveau de Mèze.

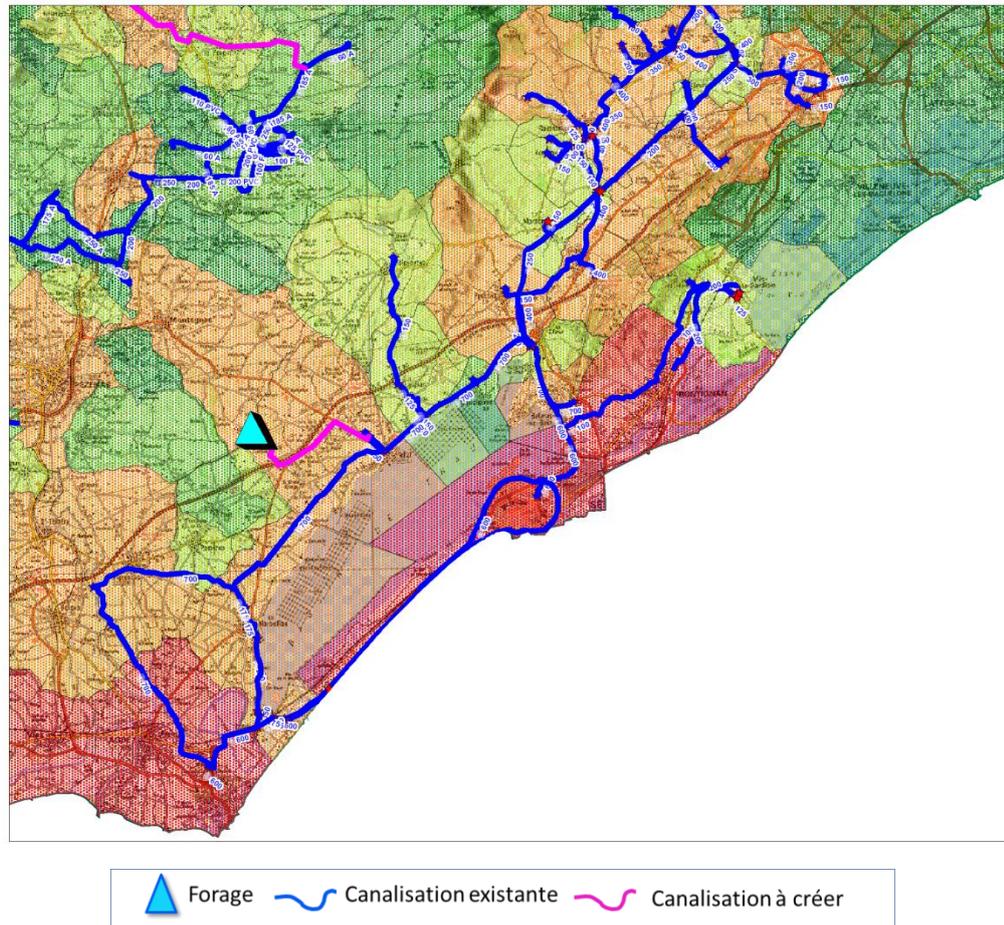


Figure 7 : Schéma de raccordement au SIBL des nouveaux forages de la Castellane.

2.6. CALCAIRES JURASSIQUES DES SECTEURS DU Puits DU DRAC - MONTPEYROUX ET LA CLAMOUSE – ST JEAN DE FOS

Même s'il s'agit d'une ressource relativement locale, l'importance de celle-ci dans un secteur à développement rapide a incité à la retenir dans l'élaboration de scénarii de raccordement de ressources en eau souterraine à de nouveaux besoins. En effet, la ressource de ce secteur est encore exploitée très en dessous des capacités de l'aquifère.

2.6.1. Justification de l'hypothèse de ressource

Dans le secteur de Montpeyroux, la puissante série du Jurassique moyen et supérieur constitue un important réservoir en eau souterraine qui correspond à la terminaison méridionale du Causse du Larzac, dont les principaux exutoires sont représentés par le Trou du Drac à Montpeyroux et la source de la Clamouse située en bordure du fleuve Hérault, en amont du village de St Guilhem le Désert et en amont du Pont du Diable.

Le drainage des eaux infiltrées en surface du plateau calcaire est essentiellement souterrain. De nombreuses pertes situées sur le Causse méridional du Larzac, dans le secteur de la Vacquerie et St Martin de Castries sont en liaison avec la source de la Clamouse qui constitue la sortie la plus basse du système. On peut citer les pertes d'Aigues Vives, l'aven Barnabé, l'aven de la Valise, l'aven de la Vacquerie, l'aven de Vitalis et l'aven du Fonctionnaire, dont les colorations ont montré la relation avec la Clamouse. Toutes ces entrées dans l'entité calcaire jurassique ont la source de la Clamouse comme exutoire final et principal. Le sens de circulation dans ces formations très karstifiées est donc orienté Nord Sud.

A la Clamouse, en période d'étiage, le débit d'écoulement n'est que de quelques dizaines de litres par seconde, restitués par plusieurs sources étagées. En période de crue, le débit des sorties de la Clamouse atteint, voire dépasse 5 m³/s.

La source temporaire du Trou du Drac située sur la commune de Montpeyroux a fait l'objet d'un captage pour la desserte en eau du Syndicat du Drac. Cette source se présente comme un trop-plein de la source de la Clamouse. Ce site du Drac est susceptible d'évacuer plusieurs m³/s en crue. Il en est de même de la Clamouse.

Il existe plusieurs émergences temporaires dans le ravin du Rouvignoux en amont du pont d'Arboras, à l'extrémité sud occidentale de l'entité calcaire jurassique. Ces sources peuvent évacuer plusieurs m³/s en crue. Il s'agit encore d'un trop-plein de la source de la Clamouse. Ainsi, dans ce secteur, les ressources en eau souterraine sont très importantes et la Clamouse constitue la sortie la plus aval du système.

Entre Montpeyroux et Magalas, où affleurent les formations de l'Eocène inférieur et moyen, émerge la source des Bains issue des calcaires lutétiens, mais dont le réservoir principal est représenté par les calcaires jurassiques sous-jacents. Cela a été démontré avec en particulier le forage des Bains, profond de 398 m en reconnaissance et qui fournit en artésianisme 40 à 45 m³/h en étiage et 100 à 125 m³/h en crue, l'alimentation étant assurée de manière privilégiée par le karst jurassique sous-jacent aux formations éocènes.

En conséquence, le secteur compris entre Montpeyroux – le Drac, Montpeyroux – St Etienne les Bains et la Clamouse en bordure de l'Hérault constitue une zone privilégiée pour rechercher et exploiter les eaux souterraines contenues dans cet aquifère karstique représenté par les calcaires du Jurassique supérieur et moyen.

La productivité de l'aquifère au niveau du Puits du Drac doit permettre une exploitation nettement plus importante que l'exploitation actuelle, eu égard au débit de crue sur le site, mais aussi aux réserves qui paraissent exister dans ces calcaires drainés au point le plus bas par la source de la Clamouse, non exploitée.

Dans le cadre d'une utilisation plus intensive de la ressource en eau souterraine, il pourrait être envisagé de réaliser un ouvrage complémentaire dans le secteur de Montpeyroux – le Drac et un autre forage, soit à proximité de St Etienne les Bains à Montpeyroux, soit encore dans les environs de la Clamouse à St Guilhem le Désert.

2.6.2. Scénario de raccordement (SES-7)

Les besoins locaux sont inférieurs aux ressources supposées disponibles : la couverture des besoins futurs des communes St-Jean-de-Fos, Lagamas, Montpeyroux, Aniane, Gignac, Saint-André de-Sangonis, Ceyras, représente seulement 1 million de m³/an.

Le scénario retenu consiste à raccorder l'ouvrage de Montpeyroux à celui de St Etienne des Bains (ou Saint Jean de Fos) en conduite de Φ 400mm, puis conduite commune en Φ 500mm jusqu'à St André de Sangonis. Puis, une division en deux branches peut être proposée :

- Une branche occidentale vers Canet, le Pouget et Vendémian en Φ 300mm, puis Φ 250mm et Φ 200mm en final.
- Une branche orientale en Φ 400mm vers Gignac en secours au nouveau forage de Combe Salinières à Gignac.
- Une subdivision principale vers St Paul de Valmalle pour l'interconnexion avec le Syndicat du Pic Saint Loup en Φ 400mm. **Cette variante n'a pas été chiffrée par la suite, compte tenu de la grande longueur de canalisation à construire et du fait que les communes bénéficiaires de ce transfert se trouvent à l'extérieur du bassin versant d'origine et de la zone d'étude.** Ce scénario nécessitera des réservoirs relais dont seul le volume global a été estimé.

Ce scénario pourrait nécessiter la mobilisation de 500 m³/h supplémentaires, soit une production de 3,65 millions de m³/an pour une exploitation de 20h/j. Même si l'aptitude à fournir de tel débit et volume n'est pas encore démontré, cela nécessitant des études et investigations supplémentaires, les éléments actuellement disponibles et leur interprétation semblent favorables à l'existence d'une telle ressource dans ces calcaires jurassiques du secteur de Montpeyroux et Saint Jean de Fos.

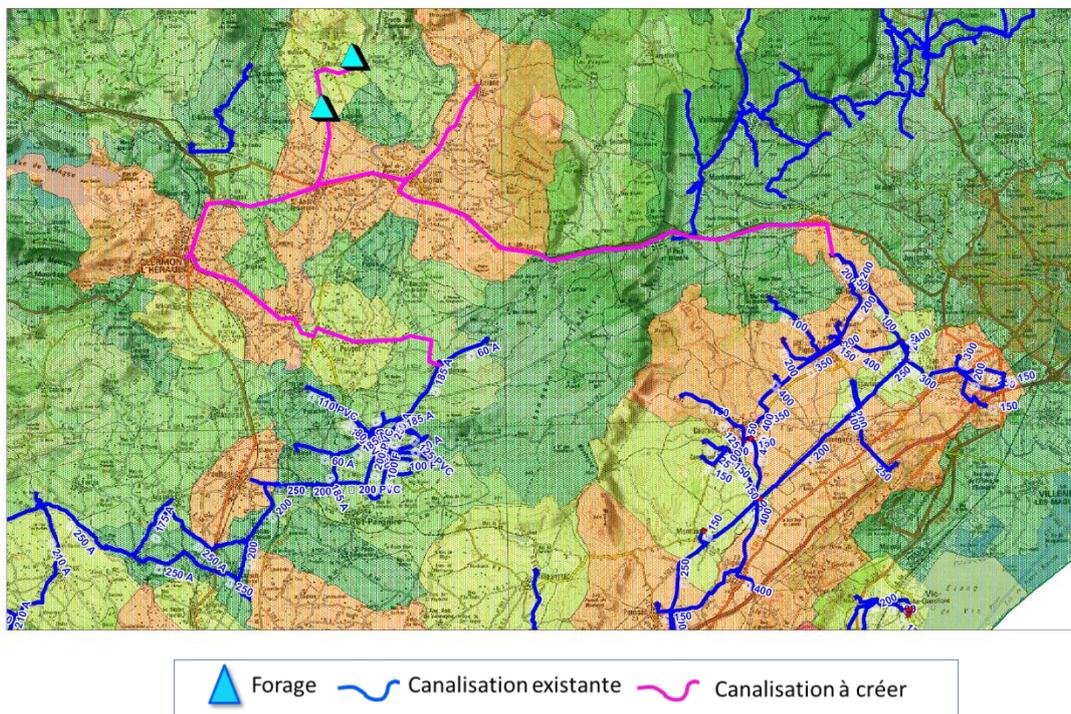


Figure 8 : Schéma de raccordement des nouveaux forages du puits du Drac à la vallée de l'Hérault, au littoral et au nord Montpelliérain.

2.7. AUTRES RESSOURCES POTENTIELLES

2.7.1. Source des cents fonts

La caractérisation de la ressource en eau de ce système des Cents Fonts a été réalisée en 3 phases, entre 1996 et 2006, à la demande du Conseil Général de l'Hérault par le BRGM, le CNRS et l'Université Lyon 1¹.

Les premières phases ont permis l'identification et la caractérisation de la structure et du fonctionnement des systèmes aquifères karstiques de la moyenne vallée de l'Hérault, émergeant respectivement aux sources des Fontanilles et des Cent Fonts, et

1 LADOUCHE B., MARECHAL J.C., DÖRFLIGER N., LACHASSAGNE P. (2006) Système karstique des Cent Fonts : Simulation de scénarios d'exploitation et de gestion de la ressource. Rapport final. Rapport BRGM RP-54865-FR.

LADOUCHE B., MARECHAL J.C., DÖRFLIGER N., LACHASSAGNE P., LANINI S., LE STRAT P. (2005) - Pompages d'essai sur le système karstique des Cent Fonts (Commune de Causse de la Selle, Hérault), Présentation et interprétation des données recueillies. Rapport BRGM/RP 54426-FR.

la focalisation des recherches sur le système le plus prometteur en termes de ressource en eau, celui des Cent Fonts. La phase 3 du projet a été mise en œuvre durant la période 2003-2006 avec des pompages d'essai sur le drain qui aboutit à la source des Cent Fonts, principal point d'accès à l'aquifère karstique. La quatrième phase a permis d'évaluer et déterminer les conditions d'exploitabilité de ce système karstique.

La source des Cents Fonts est située en bordure de l'Hérault (rive droite), dans les gorges de la moyenne vallée, en amont de St Guilhem le Désert, sur la commune de Causse de la Selle. Il s'agit d'une source karstique à débit pérenne. Le volume écoulé aux Cent Fonts est de l'ordre de 33 millions de m³ par an en moyenne. La contribution des pertes de la Buèges à l'écoulement de cette source est évaluée à environ 50 %. La ressource peut être considérée comme importante, avec un débit moyen légèrement supérieur à 1 m³/s.

Ce système des Cents Fonts a un bassin d'alimentation d'une superficie voisine de 60 km². Il se développe dans les formations calcaires et dolomitiques du Jurassique moyen (Bathonien), d'une puissance comprise entre 250 et 450 m. Le système, plus karstifié à l'amont qu'à l'aval, est peu sensible aux variations saisonnières et interannuelles des précipitations. Les réserves sont évaluées à 9 millions de m³. Le retard à l'infiltration est caractéristique de ce système alimenté par les pertes de la Buèges situées à 10 km en amont de l'exutoire.

Le pouvoir régulateur relativement élevé est propice à l'accumulation de réserves. La réponse à l'infiltration (pluie + pertes) dure 50 jours environ. Le débit de cette source des Cent Fonts, en étiage sévère (fin d'été), est uniquement assuré par la vidange de la zone noyée.

L'interprétation du pompage d'essai réalisé en moyennes eaux suggère que les vides karstiques soient plus développés localement au voisinage de la côte de l'exutoire que plus en profondeur. Une continuité existe entre la zone des pertes de la Buèges et l'exutoire (drain karstique en charge), sans aucune indication de localisation et de géométrie du réseau.

Des perspectives en termes d'exploitabilité du système karstique des Cent Fonts ont été formulées en prenant à partir des résultats de différents scénarios pour des conditions hydrologiques distinctes. Ces différents scénarios intègrent des débits à restituer au fleuve Hérault compris, au minimum, entre 200 et 300 l/s ainsi que des besoins en eau pour l'alimentation en eau potable. Considérant une probabilité d'occurrence de conditions hydrologiques de plus de 30 ans « sec », le système pourrait être exploité avec un ouvrage nécessitant d'être approfondi par sécurité, à un débit total de pompage en période de pointe de 400 l/s. Dans ce type de contexte hydrologique très déficitaire, le débit exploité pourrait donc atteindre 200 l/s en périodes de pointe en été, le débit à restituer à l'Hérault serait de 200 l/s. Le volume annuel pompé pour ce scénario serait de l'ordre de 5.3 millions de m³ pour une exploitation de 20h/j.

Ainsi, les réserves importantes confèrent à ce système karstique des Cents Fonts un caractère patrimonial.

2.7.2. Source du Lez – Secteurs du nord montpelliérain

Cette ressource se situe en dehors de la zone d'étude, elle est mentionnée pour mémoire. L'ensemble du système du Lez représente une superficie de 850 km², dont 40 % sont représentés par les affleurements de calcaires jurassiques ou berriasiens qui représentent le réservoir. Le toit des calcaires est représenté par les marnes du Valanginien et le mur par les marnes imperméables du Lias supérieur. La puissance des formations calcaires est comprise entre 600 et 1000 m. Ces formations ont été affectées par une série d'accidents et de contraintes majeurs associés aux épisodes tectoniques de compression pyrénéenne et de distension lors de la phase alpine.

Sur cette entité, l'essentiel du drainage souterrain est assuré par les formations calcaires du Jurassique et celles du Berriasien inférieur, aussi bien dans les zones où elles affleurent que dans les zones où elles sont sous couverture marneuse du Crétacé inférieur (Berriasien et Valanginien). Ce drainage donne lieu à de nombreuses résurgences qui participent aux écoulements du Lez (sources du Lez, de Restinclières, du Gour Noir et des Matelles) et du Vidourle (source de Fontbonne).

L'aquifère karstique du Lez se trouve en position de nappe libre. Lorsque la couverture semi-perméable, représentée par les marnes du Valanginien inférieur et celles des bassins tertiaires de Valflaunès – St Mathieu de Trévières, surmonte les calcaires jurassiques et berriasiens du système du Lez, le réservoir se trouve alors en position de nappe captive, certes mieux protégée, mais moins bien réalimenté.

La source du Lez constitue le principal exutoire de ce système. Avec un débit moyen d'étiage de 650 l/s elle émerge dans le compartiment oriental, c'est-à-dire à l'Est de la faille des Matelles. Cette source est exploitée pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération de Montpellier. Outre le débit de déversement au-dessus du seuil, l'eau est pompée dans 3 forages avec un débit maximum de 1700 l/s (débit autorisé). Le débit d'exploitation n'a pas encore atteint cette limite autorisée par la D.U.P. et le prélèvement annuel est de l'ordre de 35 millions de m³ par an.

Les pompages sur le captage du Lez sont aussi limités à une cote du plan d'eau de 35 m NGF. Cette cote n'a pas encore été atteinte. Si cela se produit, l'exploitation de l'ouvrage régie par la D.U.P. n'est effectuée qu'en limitant l'abaissement du plan d'eau sur le site du captage de 0,50 m par semaine. Dans ces conditions, les caractéristiques du milieu seront alors observées attentivement et donc mieux appréhendées.

La source de Fontbonne qui draine le Bois de Paris et le secteur de Liouc est exploitée avec rabattement du plan d'eau par pompage en période estivale. Un site de prélèvement par pompage sur forage situé à environ 800 m au nord de la source doit prochainement être mis en service (forage Fontbonne Mougères). L'autorisation a été demandée pour un prélèvement annuel compris entre 1 et 2 Mm³, ce qui entraînera une augmentation des volumes prélevés sur cette partie nord orientale du système. Compte tenu des études effectuées dans le cadre de la protection du captage du Lez,

ainsi que les suivis des essais de longue durée sur l'ouvrage Fontbonne Mougères, il apparaît qu'il n'y a pas de continuité hydraulique entre le compartiment exploité par cet ouvrage et celui de l'aquifère du Lez.

2.7.3. Autres ressources

D'autres ressources en eau souterraine semblent encore devoir être citées pour mémoire, notamment en raison de leur situation par rapport aux besoins, mais aussi en raison de leur importance. Elles ne seront cependant pas prises en compte dans les scénarios de raccordement car ne représentant que des solutions de second ordre pour la zone d'étude (certaines sont extérieures à la zone, d'autres mal connues).

- les calcaires jurassiques à l'affleurement, mais aussi sous couverture de l'entité de Plaissan. Il s'agit des calcaires jurassiques du Pli occidental de Montpellier. Cette entité se développe sur la commune d'Aumelas et se prolonge vers l'Ouest en direction de l'Hérault, comme pour le bassin de Villeveyrac localisée immédiatement au Sud. Cette entité est représentée par des calcaires jurassiques fissurés et karstifiés. En limite d'ennoyage sous couverture plus récente, ce réservoir est connu au niveau des forages St Mamert sur la commune de Plaissan, forages exploités, notamment en période estivale, pour l'alimentation en eau potable du syndicat de la Vallée de l'Hérault. Les essais de pompage au débit de 55 m³/h se traduisent par un rabattement inférieur à 1 m après 48 h de pompage. Il apparaît donc que ce site ou son environnement pourraient être sollicités de manière plus intensive ;
- les calcaires de l'entité septentrionale de la Mosson. Il s'agit des calcaires jurassiques qui se rencontrent dans le secteur de Juvignac, Montpellier la Paillade et Grabels notamment. L'étude BRGM² qui vient d'être réalisée montre l'existence d'un transfert d'eau du compartiment Nord vers le compartiment Sud, mais aussi les potentialités complémentaires d'exploitation sur le compartiment Nord, notamment au niveau de la source d'Avy à Grabels, source intermittente de trop plein, qui peut déborder jusqu'à 3 m³/s en période de crue. Le débit moyen annuel mesuré entre 1972 et 1973 est de l'ordre de 200 à 400 l/s³. La caractérisation de ce potentiel ne sera cependant réalisable qu'à partir d'une étude hydrogéologique plus élaborée ;
- les calcaires jurassiques sous couverture du bassin de Béziers, dont l'épaisseur, la karstification (tout au moins localement), mais aussi les conditions structurales permettent de penser que ces formations peuvent contenir des ressources importantes en eau souterraine, comme cela est

² Fleury, P., Ladouche, B., Marchal J.P. (2011). Caractérisation du comportement d'un indicateur piézométrique et définition des volumes prélevables sur les compartiments carbonatés Nord et Sud de l'entité MOSSON de la masse d'eau FR_DO_124. Rapport BRGM/RP-59658-FR

³ Diluca, J., 1973. Contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Montarnaud – Grabels – les Matelles. Thèse 3^{ème} cycle. Université des Sciences Montpellier.

notamment le cas par exemple sous l'agglomération de Pézenas. Les résultats du forage pétrolier Pézenas 2 transformé en forage d'exploitation d'eau souterraine montrent notamment la pérennité d'un débit important dans ces calcaires jurassiques sous couverture. Des investigations complémentaires à celles déjà réalisées⁴ sont en cours afin de mieux appréhender les caractéristiques et les potentialités hydrogéologiques de ces formations jurassiques sous couverture dans l'ensemble du bassin de Béziers : une interprétation de profils sismiques pour déterminer les géométries des formations (profondeur, épaisseur, extension); une identification des secteurs à explorer. Une étude géophysique locale sera alors mise en place afin de valider le site d'implantation du forage, d'une profondeur finale de 500 m. Ce dernier permettra de caractériser les ressources locales grâce à l'interprétation de l'essai de pompage.

- la source des Fontanilles est l'un des exutoires majeurs du Causse de Viols-le-Fort au Nord de Montpellier. Ce système karstique, bien que très proche du massif drainé par la source des Cents Fonts sert de limite entre les unités karstiques Fontanilles – Cent Fonts. La source des Fontanilles est déjà captée au niveau de son émergence et exploitée à un débit de 150 m³/j en été et 80 m³/j en hiver pour l'alimentation en eau potable de la commune de Puéchabon. Le volume des réserves du système des Fontanilles a été évalué entre 0,2 et 0,5 million de m³. La faible importance des réserves⁵ ne permet pas d'envisager une exploitation importante directe par forage. De plus le risque de ne pas rencontrer de vides majeurs permettant de garantir la pérennité de la ressource est important. En conséquence, cette ressource n'a qu'un caractère local et un intérêt limité ;

⁴ Fleury, P., Le Strat P. (2009). Etude de faisabilité pour la caractérisation des aquifères karstiques sous couverture sur le secteur de l'Agglomération de Béziers. Rapport BRGM/RP-57752-FR.

⁵ Aquilina L., Ladouche B., Bakalowicz M., Schoen R., Petelet E. (1999). Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Synthèse générale. Rapport BRGM R.40746.

3. Estimation du coût d'exploitation des ressources en eau souterraine

3.1. OBJECTIF ET METHODE

L'objectif principal des calculs présentés ci-dessous est d'évaluer le coût auquel conduirait la substitution de prélèvements actuellement réalisés dans l'Orb, l'Hérault et leurs nappes alluviales par des prélèvements réalisés dans les ressources en eau souterraines décrites ci-dessous. Cette substitution représente en effet une mesure pouvant contribuer à l'atteinte du bon état quantitatif des masses d'eau de l'Orb et de l'Hérault. Son coût doit donc être comparé à celui des autres mesures, dont les économies d'eau et la mobilisation de nouvelles ressources superficielles ou non conventionnelles. La méthode de calcul des coûts de fonctionnement et d'investissement est présentée en annexe 1. Le détail du calcul du coût de chaque scénario (SES 1 à SES7) est également présenté en annexe (annexe 2).

Dans un premier temps, nous avons calculé le coût d'investissement et le coût de fonctionnement de chacun des Scénarios d'exploitation des Eaux Souterraines (SES-1 à SES-7). Cette première étape du calcul a permis d'estimer un coût complet moyen d'exploitation en €/m³, supposant une exploitation à pleine capacité des ouvrages. Une analyse de sensibilité a ensuite été réalisée, afin d'évaluer la sensibilité de ce coût au taux d'utilisation des ouvrages créés.

Dans un second temps, nous avons rapporté le coût total de chaque scénario au volume substitué pendant la période (15 mai au 15 septembre). Il s'agit d'estimer combien coûte la substitution si celle-ci n'est mise en place que dans le but de réduire les prélèvements en période de pointe, dans le but d'atteindre le bon état de la DCE pendant cette période. Le calcul de cet indicateur de coût a été effectué comme suit ::

$$C_u = \frac{CIA + C_f}{V_p} + C_v$$

avec C_u le coût unitaire (€/m³ substitué), CIA le coût d'investissement annualisé, C_f les coûts fixes d'exploitation (abonnement énergie, maintenance), V_p le volume prélevé dans ce scénario (servant à la substitution) pendant les 4 mois de la période de pointe et C_v le coût variable d'exploitation du projet (énergie, traitement de potabilisation).

Les résultats obtenus sont présentés dans les sections suivantes.

3.2. COUT COMPLET AVEC HYPOTHESE D'EXPLOITATION A PLEINE CAPACITE

Les calculs économiques réalisés montrent que la mobilisation de nouvelles ressources en eau souterraine pourrait répondre à des besoins en eau potable de plusieurs millions de m³/an pour un coût complet largement inférieur à 1 €/m³.

Le coût complet moyen (investissement et fonctionnement) de production, traitement et distribution de l'eau provenant des ressources considérées dans l'ensemble des scénarios est compris entre 0.51 et 0.76 €/m³ si elles sont utilisées à pleine capacité.

Les coûts estimés incluent intégralement l'amortissement de toutes les canalisations permettant la distribution de la ressource. Il s'agit donc de coûts relativement faibles, au regard de solutions alternatives (transfert d'eau de surface, dessalement). A titre d'exemple, rappelons que le coût du dessalement d'eau de mer est de 0.6 €/m³ en sortie d'usine, c'est-à-dire sans compter le coût de construction, de renforcement des réseaux de distribution et de pompage de l'eau pour la remonter vers les zones amont. Le tableau 1 présente les résultats pour plusieurs scénarios d'exploitation des eaux souterraines.

3.3. ANALYSE DE LA SENSIBILITE DU COUT AU NIVEAU D'EXPLOITATION

Le coût complet calculé par m³ est très dépendant du niveau d'utilisation réel de l'infrastructure de pompage, de traitement et de distribution installée. Si l'utilisation réelle est inférieure aux prévisions, le coût par m³ pourrait augmenter de manière significative. Des calculs ont donc été réalisés pour évaluer la sensibilité du coût complet unitaire au niveau d'utilisation des infrastructures installées.

Le graphique de la Figure 9 présente les résultats pour les scénarios (SES) évalués. Le graphique montre par exemple que le scénario SES-7 est peu sensible au niveau d'exploitation. Si ce scénario est utilisé à pleine capacité (3.5 millions de m³/an), le coût par m³ serait de 0.5 €/m³. Ce coût reste inférieur à 1 €/m³ avec une exploitation à moitié de la capacité, ce qui reste compatible avec le prix de l'eau payé par l'utilisateur. Le même constat s'applique aux scénarios SES-1, SES-4 et SES-6. En revanche, le coût unitaire des scénarios SES-4 et SES-5 augmente très rapidement lorsque l'utilisation décroît en dessous de la capacité maximale. Ces différences tiennent à la structure des coûts fixes et variables.

Ressource	No.	Description du projet	Nombre et débit des forages	Volume exploitable en m3/ an (m3 en p. pointe)	Investissement	Cout Moyen €/m3	Coût rapporté au m3 substitué en période de pointe
Calcaires des Monts de Faugères	SES-1	Forage Cessenon, raccordement Cazouls, Maurassan, Béziers Ouest (11 km)	1 forage, 100 m3/h	730 000 m3 (200 750)	5,9 M€	0,67	1,93
	SES-2	Forage Cessenon, raccordement Cazouls, Maurassan, Béziers Ouest (14 km)	2 forages, 200 m3/h	1 460 000 m3 (401 500)	10,9 M€	0,63	1,8
	SES-3	Forage Vieussan, raccordement vallée Orb amont jusqu'à Bédarieux (25 km)	1 forage 150 m3/h	1 095 000 m3 (301 125)	10,5 M€	0,76	2,2
	SES-4	Forage Cessenon + Vieussan, raccordement Bédarieux, Cazouls, Maurassan, Béziers Ouest (56 km)	2 forages, 400 m3/h	2 920 000 m3 (803 000)	28 M€	0,75	2,2
Calcaires du secteur de Cruzy	SES-5	Capestang, Colombier, Montady, Béziers Ouest (21 km)	1 forage, 100 m3/h	730 000 m3 (200 750)	7,38 M€	0,76	2,28
Calcaires jurassique sous couverture (Castillane)	SES-6	Forage u lieu dit Castillane et raccordement au réseau AEP à Mèze (7km)	1 forage, 400 m3/h	2 920 000 m3 (803 000)	16,5 M€	0,51	1,38
Calcaires Jurassique / Lutécien du puits du Drac et St Etienne les Bain	SES-7	Raccordement à St André, Clermont, Canet, Gignac, Aniane, Vendémian	1 forage 100m, 1 forage 400 m. Débit 500 m3/h	3 650 000 m3 (1 003 750)	21,8 M€	0,51	1,44

Tableau 1 : Coût complet estimé pour les scénarios d'exploitation et de raccordement de nouvelles ressources en eau souterraine.

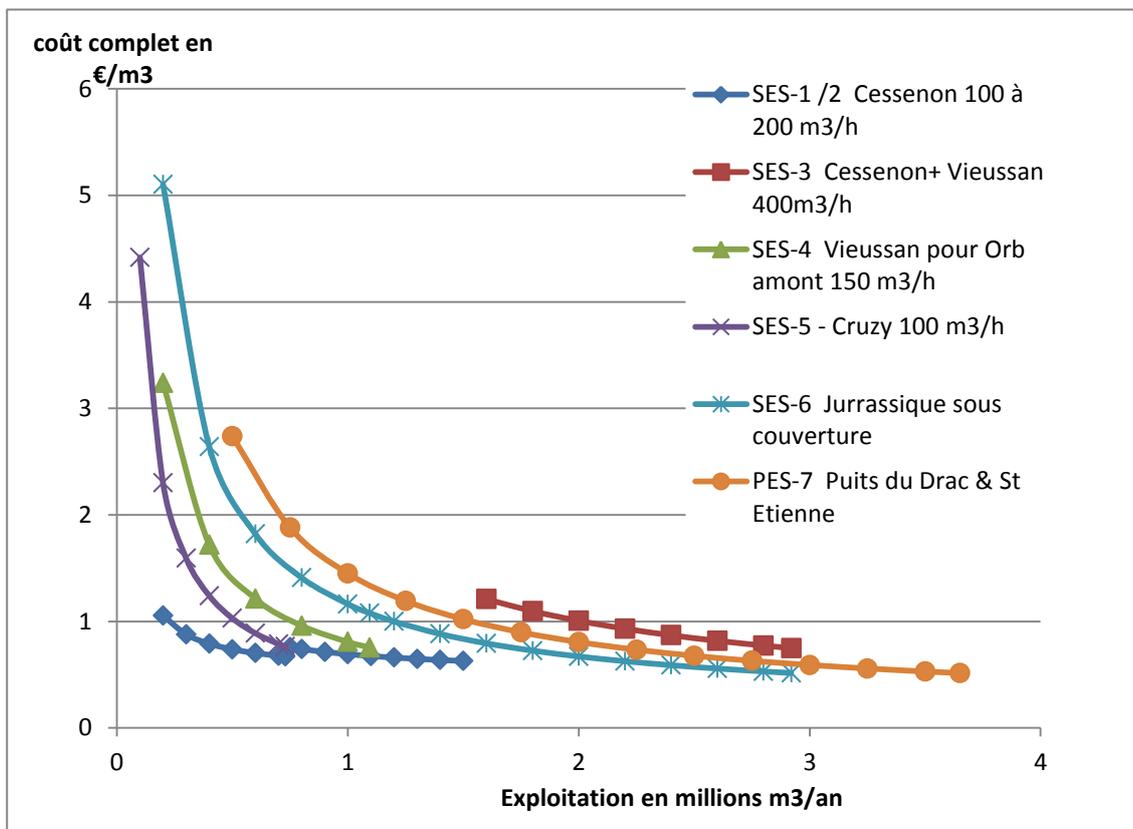


Figure 9 : Sensibilité du coût complet (en €/m³) en fonction du niveau de la capacité installée, pour les projets étudiés.

3.4. COUT RAPPORTE AU VOLUME MOBILISE EN PERIODE DE POINTE

Le cout a ensuite été rapporté au volume qui peut être substitué pendant la période d'étiage, selon la méthode de calcul décrite dans la section 3.1.

Les résultats, présentés dans le tableau 1 ci-dessus, montrent que le coût de cette substitution varie de 1.38 €/m³ à 2.28 €/m³, ce qui est relativement faible par rapport aux autres stratégies de mobilisation de ressource. La comparaison de ces mesures de substitution avec les autres mesures considérées dans l'étude sera présentée dans un autre rapport.

4. Conclusion

Du fait de la répartition géographique équilibrée, la mobilisation de nouvelles ressources en eau souterraine permettrait de répondre à la fois aux besoins futurs des zones littorales, des grandes agglomérations (Béziers) et des zones plus éloignées de la côte mais néanmoins en très forte croissance (Pays Cœur d'Hérault). Elle permettrait également de substituer une partie des prélèvements actuels sur l'Orb, l'Hérault et leurs nappes alluviales, allégeant ainsi les pressions quantitatives sur ces milieux et permettant d'atteindre le bon état requis par la Directive Cadre sur l'Eau pour ces masses d'eau superficielles.

Le travail présenté dans ce rapport a permis d'évaluer sommairement le coût d'exploitation de ces nouvelles ressources souterraines. Les résultats suggèrent qu'un volume de 2.2 à 2.8 millions de m³ pourrait potentiellement être substitué aux prélèvements réalisés dans l'Orb, l'Hérault et leurs nappes alluviales pendant la période d'étiage étendue (15/05 au 15/09), pour un coût unitaire variant de 1.38 à 2.28 €/m³. En supposant que ces ressources soient également exploitées pendant le reste de l'année, un volume annuel de 8 à 10 millions de m³ pourrait être mobilisé, avec un coût d'exploitation de l'ordre de 0.5 à 0.75 €/m³.

Ces résultats suggèrent que la mobilisation de ressources en eau souterraine présente un bon ratio coût-efficacité par rapport à des mesures alternatives (transfert d'eau de surface, dessalement, économies d'eau), qu'il s'agisse de mobilisation de ressources ou d'économie d'eau. La mobilisation de nouvelles ressources en eau souterraine en substitution des ressources actuelles devrait donc être pleinement considérée dans l'élaboration du programme de mesures de gestion à l'échelle des bassins versants de l'Orb et de l'Hérault.

Ces résultats doivent cependant être confirmés par une analyse hydrogéologique plus poussée des ressources considérées par les experts associés à cette réflexion préliminaire. L'enjeu est à la fois de confirmer l'existence des volumes considérés dans le présent rapport et de valider l'absence d'impact, sur d'autres ressources, des prélèvements envisagés.

Annexe 1

Éléments de méthode pour dimensionner les ouvrages et évaluer les coûts d'investissement et de fonctionnement

Rédaction : Yves Noel, BRGM.

OBJECTIFS

Evaluer les conditions et coûts de raccordement au réseau existant du captage des nouvelles ressources identifiées

Pour chacun des secteurs retenus, on détermine un débit d'exploitation potentiel, une profondeur d'ouvrage et une hauteur de refoulement de l'eau. Ces estimations sont faites par analogie à des ouvrages existants.

La localisation de l'ouvrage, est celle d'un ouvrage existant. C'est une facilité de calcul qui n'éluide pas la nécessité d'effectuer une étude sur la potentialité du système aquifère concerné et sur la localisation effective d'un nouvel ouvrage.

BESOINS

On suppose que ce sont les besoins futurs à l'horizon 2020 (voir rapport BRGM/RP-56144-FR) que l'on cherche à satisfaire.

A noter que les besoins ainsi définis comprennent les pertes de réseaux tels qu'ils sont constatés aujourd'hui (31% en moyenne). Aucune hypothèse d'amélioration n'est prise en considération.

L'adéquation des capacités de production des ouvrages et des besoins futurs a été schématisée comme suit :

A noter qu'il n'y a pas eu de recherche d'optimisation sur la localisation des ouvrages ni sur le choix entre un ou plusieurs site de captage (arbitrage entre limitation des distances de transport et accroissement du coût des forages et de pompage).

METHODE DE DIMENSIONNEMENT

Sur ces hypothèses, nous avons estimé, très grossièrement,

- La puissance et diamètre de pompe (fonction de la HMT totale, et du débit attendu)
- Le diamètre de la chambre de pompage (fonction du diamètre de la pompe)
- Le trajet pour les conduites d'adduction primaire (dénivelées – longueur – obstacles à prévoir) : au plus court en utilisant les routes et chemins existants en évitant autant que possible les reliefs. Sur la base des fonds IGN à 1/25 000. Le réseau d'adduction secondaire et de distribution n'est pas chiffré
- Le diamètre des conduites (fonction du débit)
- Le volume du réservoir (fonction de la consommation maximale journalière)
- La capacité de l'unité de potabilisation (idem)

Nb : L'amené du courant électrique (lignes, transformateurs, branchements) n'est pas évaluée ici car aucune information fiable n'a pu être collectée.

Pour information on estime généralement à entre 20 et 40 €/m le coût de la ligne (ligne aérienne en conditions simples à ligne enterrée). Il faut y ajouter le poste de transformation qui est très variable.

Les pomSES d'exhaures (débit, puissance et diamètre) et les pomSES de circulation

Elles sont dimensionnées sur le débit de pointe d'été (+55% par rapport au débit moyen annuel), les variations journalières sont tamponnées au niveau des réservoirs secondaires avant distribution.

Le débit et la HMT définissent la puissance de la pompe (rendement supposé de 80%).

Le coût de la pompe est extrapolé de données catalogue. Un coefficient de 1.5 est appliqué pour tenir compte de l'amené et de l'installation.

Les forages

Le coût des forages a été estimé à partir de devis connus d'ouvrages similaires (équipements en acier inox). Les coûts d'amené/repli et d'essais de puits et de pompages d'essais sont inclus.

Ils sont fonction essentiellement de la profondeur de l'ouvrage et du diamètre dépendant du débit attendu (diamètre de la pompe).

A noter que si, comme à la Castillane, on envisage plusieurs ouvrages (champ captant) l'amené/repli sera divisé par le nombre d'ouvrage. Seul un déplacement entre sites est à conserver. Nous avons fait abstraction de ces variations.

Les conduites (diamètre, longueur, dénivelée)

Optimisation du diamètre des conduites

Plusieurs critères permettent de définir le diamètre de la conduite :

Il est souvent fait une **optimisation économique** suivant deux critères antagonistes :

1. Le coût d'investissement de la conduite croissant avec le diamètre (on a supposé dans les graphiques ci-après un amortissement sur 50 ans)
2. le coût de l'énergie dépensée pour s'opposer aux pertes de charges dues au frottement (le coefficient de rugosité est fonction des matériaux – ici nous supposons un coefficient de 0.1 habituel pour les conduites d'adduction ou de distribution primaire)

La somme de ces deux coûts annuels affiche un minimum qui correspond au diamètre optimum de la conduite. Les graphiques ci-dessous sont le fruit de ces calculs très simplifiés :

D'autres critères sont à prendre en compte, en particulier la vitesse d'écoulement :

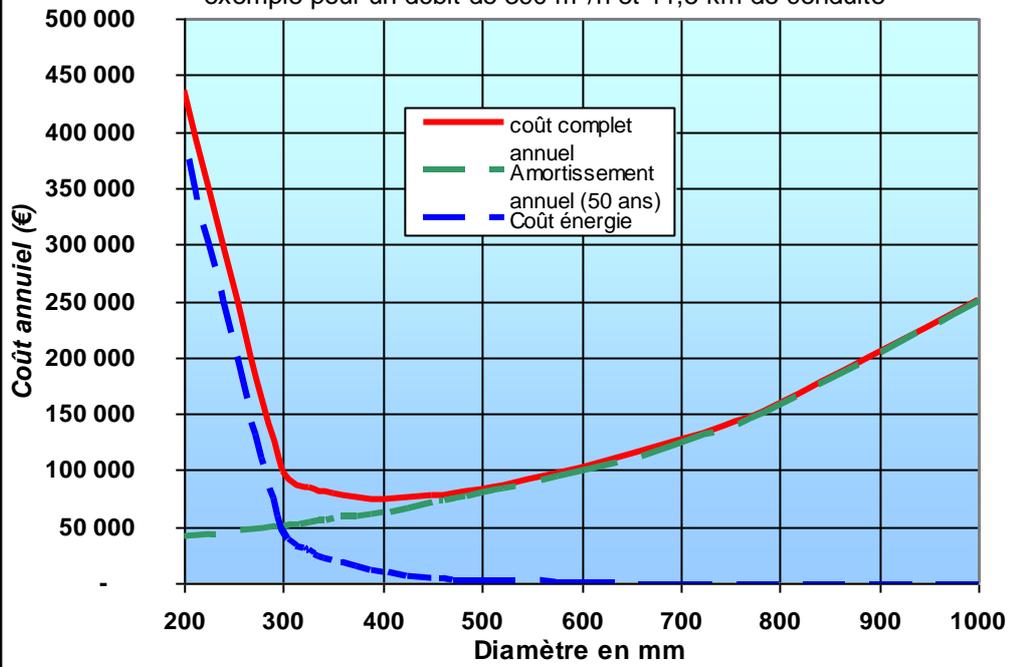
Il est souvent recommandé :

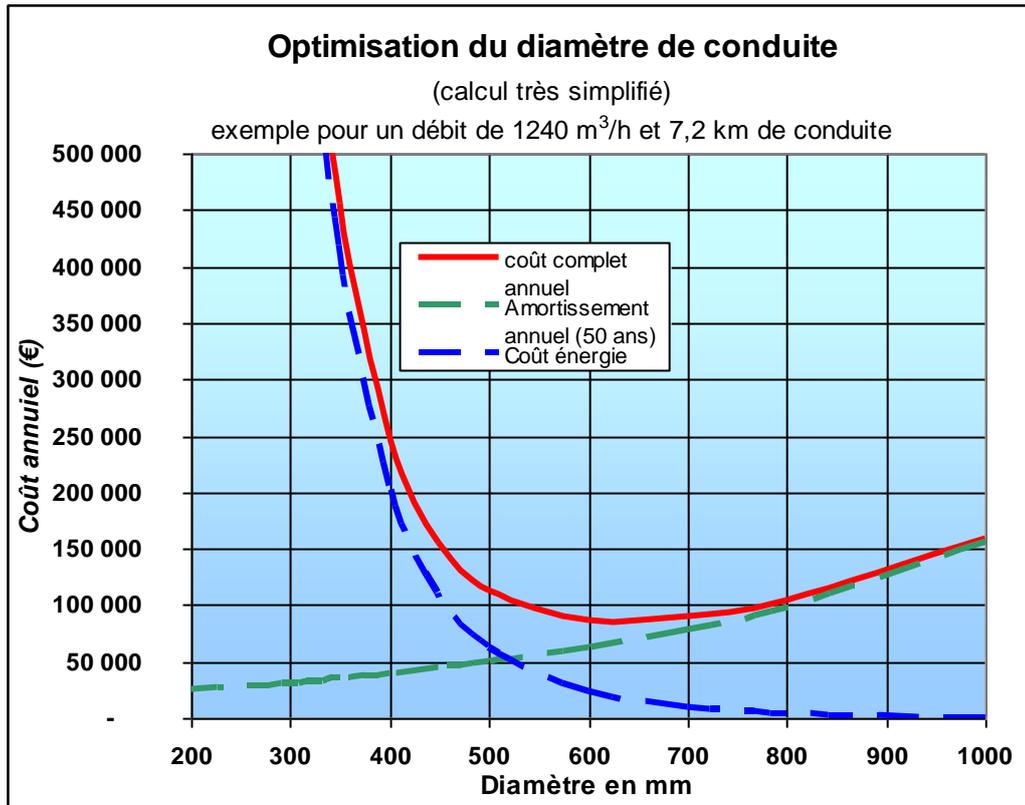
- une vitesse maximale dans les conduites d'adduction de 2 m/s
- une vitesse minimale de 0.5 m/s

Optimisation du diamètre de conduite

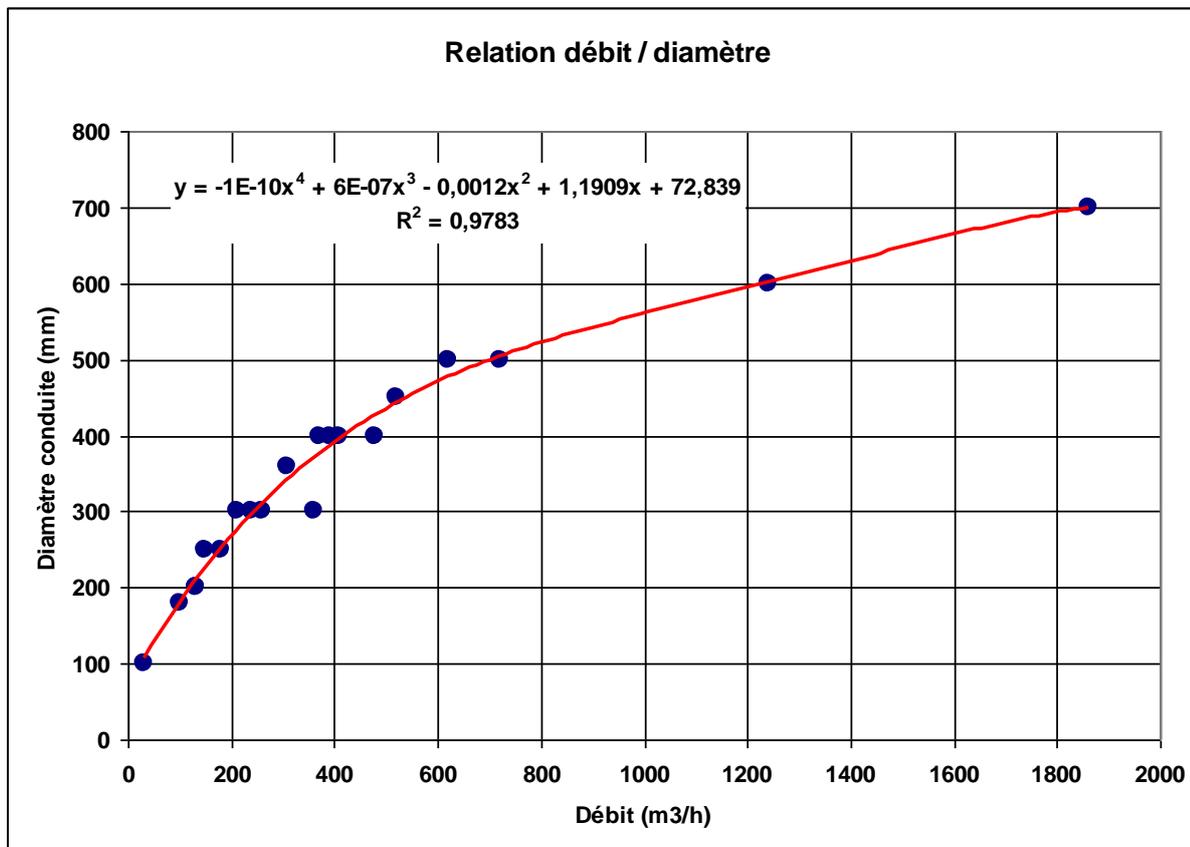
(calcul très simplifié)

exemple pour un débit de 390 m³/h et 11,5 km de conduite





La cohérence des couples débit / diamètre de conduite pris dans les estimations est résumée dans le graphique ci-après. Ils correspondent à des vitesses de circulation entre 0.9 et 1.3 m/s



Les réservoirs (volume)

Généralement le réservoir représente une journée d'alimentation en milieu rural auquel on ajoute la réserve incendie sachant que l'on ne vide pas totalement un réservoir.

Nous retiendrons, en première approche, 1,5 j d'alimentation. Nous avons effectué une estimation globale nécessaire pour stocker les nouveaux apports sans nous préoccuper des disponibilités actuelles, ni de la répartition de ces réservoirs.

Nous n'avons pas chiffré, ici d'éventuels réservoirs secondaires au niveau de chaque commune, ceux-ci sont souvent d'environ ½ journée de capacité :

L'unité de potabilisation (capacité)

Nous supposons la nécessité de créer une unité nouvelle de décantation et filtration avec simple désinfection dimensionnée en fonction des débits. Les coûts sont probablement surestimés car les informations disponibles à ce jour ne différencient pas les unités très complètes de traitement d'eau de surface, par exemple, d'unité plus limitées mais où la composante décantation pour problème de turbidité est importante et coûteuse (grands bassins de décantation).

INVESTISSEMENTS

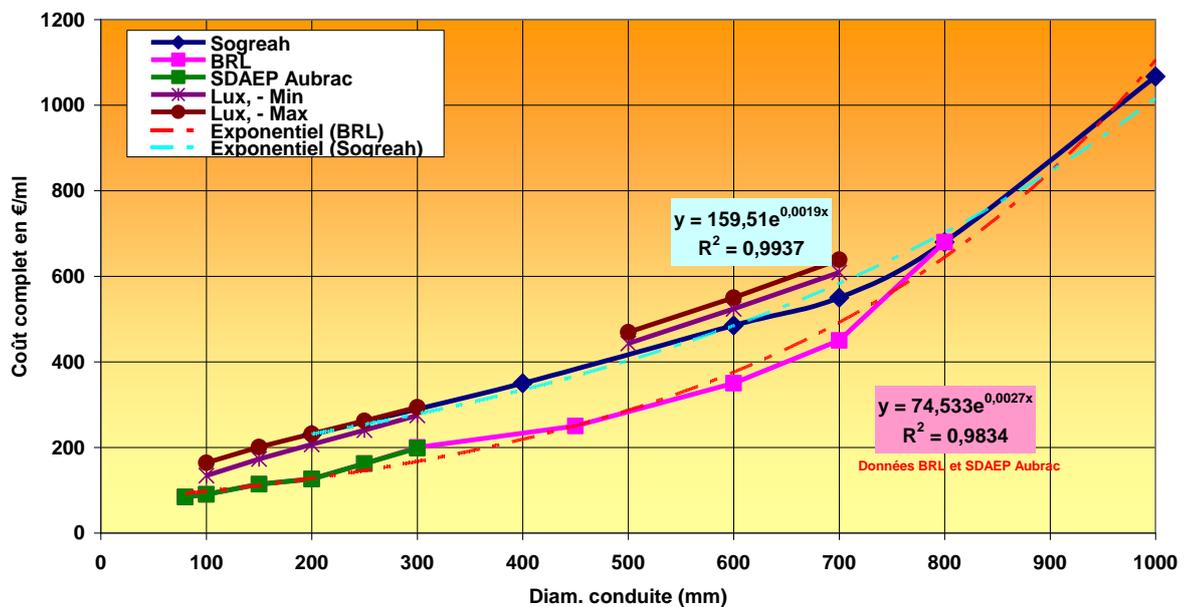
L'ensemble de ces évaluations sont établies à partir de coûts globaux relevés dans diverses publications.

Seuls les coûts de conduites ont fait l'objet de recoupements sur différentes sources à nature budgétaire (valeurs patrimoniales) et montrent une certaine cohérence.

Éléments de coût de conduites posées

Voilà quelques références documentaires de coûts d'origine budgétaires ou pour des évaluations sommaires.

Coût unitaire de conduite en fonction du diamètre (€/ml)
(pose comprise - hors travaux de génie civil particuliers)



Les **coûts de construction** [€/m hors TVA] comprennent :

- l'installation de chantier, les travaux préparatoires, les travaux de terrassement et la remise en état des lieux ;
- la fourniture et la pose de la conduite ;
- la fourniture et le montage de l'équipement technique de la conduite ;
- la construction des ouvrages connexes à la conduite (regards points hauts et vidanges points bas) ;
- la fourniture et la pose du câble de télégestion ;
- les levés topographiques à réaliser pour l'étude du tracé ;

- les honoraires en relation avec les procédures d'autorisation et d'acquisition ;
- les études d'ensemble, de stabilité et des équipements techniques ;
- l'implantation du tracé en début des travaux de terrassement ;
- le contrôle local des travaux et la coordination en matière de sécurité ;
- les contrôles et réception par un organisme de contrôle ;
- l'établissement des plans tel que construit ;
- les dédommagements pour servitudes et droits d'occupation.

Ces coûts ne comprennent pas les honoraires et frais annexes :

DEPENSES D'EXPLOITATION

Les charges annuelles peuvent se résumer à quatre postes principaux :

- coûts de maintenance (personnel d'exploitation, sous-traitance, pièces de rechange, etc) ;
- coûts d'électricité essentiellement consommées par les pomSES ;
- charges financières - pour mémoire ;
- autres charges annuelles (coûts administratifs, primes d'assurance, redevances et taxes).

Maintenance et gros entretien

A ce niveau d'étude, on peut envisager un coût global qui est généralement pris égal à un pourcentage de la valeur neuve des équipements. Il faut le considérer comme une provision annuelle moyenne qui inclut les grosses dépenses d'entretien. Les engagements réels de dépenses sont très fluctuants d'une année sur l'autre.

Ce coût moyen est plutôt de 1 à 2% pour la partie d'infrastructure (conduites) et 3 à 5% pour les parties plus sensibles pièces d'usure, pomSES, équipements de mesure et contrôles).

En raison du poids majeur des infrastructures nous avons retenu 1.5%.

Electricité

C'est le poste de dépenses régulières le plus important dans les charges annuelles. L'essentiel de la consommation d'électricité provient des pomSES (exhaure et circulation) Nous avons retenu les coûts moyens suivants :

- Abonnement annuel : 40 €/kW
- Consommation : 0.06 €/kWh (coût moyen sans effacement des heures de pointe)

Ce poste de dépense pourra être affiné et amélioré par optimisation du rendement des pompes et de la répartition heures creuses et heures pleines par exemple.

On notera que la hauteur manométrique est un facteur majeur de la constitution du coût global.

Traitement des eaux

Nous n'avons que peu d'informations, à ce stade, sur les coûts de potabilisation. Ils comprennent essentiellement des consommables (produits chimiques), des coûts d'électricité (pompes, éclairage dans l'usine) et des frais de personnel. Les coûts, essentiellement variables peuvent être rapportés au m³ traité. On a retenu 0.15 €/m³.

Charges financières

Ce poste, qui peut être important, est mentionné pour mémoire. Le mode de financement n'est pas l'objet de cette approche économique.

Autres charges

Sous cette rubrique sont regroupés les coûts administratifs, les primes d'assurance, les redevances et taxes et autres charges de gestions.

Globalement, ce poste peut représenter quelques pourcents de l'ensemble des charges d'exploitation. Nous retiendrons 10% comme charge moyenne.

Annexe 2

Détail du calcul des coûts par ressource pour les projets SES-1 à SES-7

Projet Calcaires des Mts de Faugère - Secteur de Cessenon (PES-1)

Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				pm
Captage amené/repli foration, équipement équipement développement essais de puits, pompage d'essai	150 m	1	122 000 €	122 000 €
Pompe d'exhaure pompe d'exhaure & installation colonne, câble, électrodes, etc	coeff, 1,5	1 55 m	25 300 € 80 €	37 950 € 4 400 €
Aménagements de surface terrain local, clôture armoire électrique, variateur Coudes, raccords, etc,		1 1 20%	20 000 € 4 800 €	20 000 € 4 800 € 4 960 €
Ligne électrique ligne (câbles, poteaux) transformateur compteur			20 €	pm pm
Conduite d'adduction Cessenon - Cazouls Maraussan - Bézier NW études et frais annexes	diam, 200 mm mm	long, 11 300 m m 11 300 m	180 € 120 € 40 €	2 034 000 € 452 000 €
Génie civil, ouvrages d'art Traversée autoroute / voie ferrée Traversée route / canal surcoût agglomérations		1 m	100 000 € 40 000 € 40 € /m	40 000 €
Pompes de circulation Maraussan - Bézier NW	coeff, 1,5	1	3 800 €	5 700 €
Réservoirs		3 000 m3	300 €	900 000 €
Unité de potabilisation Construction de chambre à vannes	100 m3/h	1	2 357 600 €	2 357 600 €
Total investissements chiffrés				5 983 410 €

Taux actualisation	3%	Coût moyen annualisé	246 364 €
---------------------------	-----------	-----------------------------	------------------

Charges d'exploitation				€ HT
Maintenance et gros entretien	1,5%		des investissements initiaux	89 751 €
Electricité			Puissance Heures	32 481 €
période de pointe	40	€/kW/an	90	1 800
période normale	0,06	€/kWh	58	5 500
Traitement des eaux	0,15	€/m ³		109 500 €
Charges financières				pm
Autres charges	10%		des charges d'exploitations	12 223 €
assurances				
redevances				
coûts administratifs				
Recurrents fixes				105 574 €
recurrents proportionnels				138 381 €
Total charges d'exploitation				243 956 €

Coût complet	730 000 m³/an	€/m³
Investissements initiaux		0,34
Coûts récurrents fixes		0,14
Coûts récurrents variables		0,19
Total		0,67

Projet - Calcaires des Mts de Faugère - Secteur de Cessenon (PES-2)
Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				pm
Captage	150 m	1	122 000 €	122 000 €
amené/repli foration, équipement équipement développement essais de puits, pompage d'essai				
Pompe d'exhaure	coeff, 1,5	1	25 300 € 80 €	37 950 € 4 400 €
pompe d'exhaure & installation colonne, câble, électrodes, etc				
Aménagements de surface		1	20 000 €	20 000 €
terrain local, clôture		1	4 800 €	4 800 €
armoire électrique, variateur Coudes, raccords, etc,		20%		4 960 €
Ligne électrique			20 €	pm pm
Conduite d'adduction	diam,	long,		
Cessenon - Cazouls	360 mm	11 300 m	260 €	2 938 000 €
Maraussan - Béziers NW	250 mm	2 600 m	200 €	520 000 €
études et frais annexes		13 900 m	40 €	556 000 €
Génie civil, ouvrages d'art			100 000 € 40 000 € 40 €/m	120 000 €
Traversée autoroute / voie ferrée Traversée route / canal surcoût agglomérations		3 m		
Pompes de circulation	coeff, 1,5	1	3 800 €	5 700 €
Maraussan - Béziers NW				
Réservoirs		6 000 m ³	300 €	1 800 000 €
Unité de potabilisation	200 m ³ /h	1	4 767 600 €	4 767 600 €
Construction de chambre à vannes				
Total investissements chiffrés				10 901 410 €

Taux actualisation	3%	Cout moyen annualisé	459 400 €
---------------------------	-----------	-----------------------------	------------------

Charges d'exploitation			€ HT
Maintenance et gros entretien	1,5%	des investissements initiaux	163 521 €
Electricité		Puissance Heures	58 827 €
période de pointe	40 €/kW/an	163 1 800	
période normale	0,06 €/kWh	105 5 500	
Traitement des eaux	0,15 €/m ³		219 000 €
Charges financières			pm
Autres charges	10%	des charges d'exploitations	22 235 €
assurances			
redevances			
coûts administratifs			
Recurrents fixes			192 276 €
recurrents proportionnels			271 307 €
Total charges d'exploitation			463 583 €

Coût complet		€/m³
	1 460 000 m³/an	
Investissements initiaux		0,31
Couts récurrents fixes		0,13
Couts recurrents variables		0,19
Total		0,63

Projet Calcaires des Mts de Fauère - Vieussan pour Bédarieux (PES-3)

Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				pm
Captage	150 m	1	122 000 €	122 000 €
amené/repli foration, équipement équipement développement essais de puits, pompage d'essai				
Pompe d'exhaure	coeff, 1,5	1	10 500 €	15 750 €
pompe d'exhaure & installation colonne, câble, électrodes, etc		110 m	80 €	8 800 €
Aménagements de surface		1	20 000 €	20 000 €
terrain local, clôture armoie électrique, variateur Coudes, raccords, etc,		20%	4 800 €	4 000 €
Ligne électrique			20 €	pm pm
ligne (cables, poteaux) transformateur compteur				
Conduite d'adduction	diam,	long,		
Vieussan - Bédarieux	180 mm	25 400 m	170 €	4 318 000 €
Vieussan - Cessenon	mm	m	120 €	
Cessenon - Cazoules	mm	m	120 €	
Maraussan - Béziers NW	mm	m	120 €	
études et frais annexes		25 400 m	40 €	1 016 000 €
Génie civil, ouvrages d'art				
Traversée autoroute / voie ferrée		2 m	100 000 €	80 000 €
Traversée route / canal			40 000 €	
surcoût agglomérations			40 €/m	
Pompes de circulation	coeff, 1,5			
Vieussan - Bédarieux		1	6 900 €	10 350 €
Cessenon - Cazoules		1		
Maraussan - Béziers NW		1		
Réservoirs		4 500 m ³	300 €	1 350 000 €
Unité de potabilisation	150 m ³ /h	1	3 562 600 €	3 562 600 €
Construction de chambre à vannes				
Total investissements chiffrés				10 507 500 €

Cout moyen annualisé

421 862 €

Charges d'exploitation

€ HT

Maintenance et gros entretien	1,5%	des investissements initiaux		157 613 €
Electricité		Puissance	Heures	61 354 €
période de pointe	40 €/kW/an	170	1 800	
période normale	0,06 €/kWh	110	5 500	
Traitement des eaux	0,15 €/m ³			164 250 €
Charges financières				pm
Autres charges	10%	des charges d'exploitations		21 897 €
assurances				
redevances				
coûts administratifs				
Recurrents fixes				186 309 €
recurrents proportionnels				218 804 €
Total charges d'exploitation				405 113 €

Coût complet

1 095 000 m³/an

€/m³

Investissements initiaux	0,39
Couts récurrents fixes	0,17
Couts récurrents variables	0,20
Total	0,76

Projet Calcaires des Mts de Faugère - Secteurs de Vieussan & Cessenon (PES-4)
Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				pm
Captage	150 m	2	122 000 €	244 000 €
amené/repli foration, équipement équipement développement essais de puits, pompage d'essai				
Pompe d'exhaure	coeff, 1,5	2	35 800 €	53 700 €
pompe d'exhaure & installation colonne, câble, électrodes, etc		110 m	80 €	8 800 €
Aménagements de surface		2	20 000 €	40 000 €
terrain local, clôture		2	4 800 €	9 600 €
armoires électriques, variateur Coudes, raccords, etc.,		20%		9 920 €
Ligne électrique			20 €	pm pm
ligne (câbles, poteaux) transformateur compteur				
Conduite d'adduction	diam,	long,		
Vieussan - Bédarieux	180 mm	25 400 m	170 €	4 318 000 €
Vieussan - Cessenon	300 mm	14 300 m	220 €	3 146 000 €
Cessenon - Cazoules	450 mm	11 300 m	310 €	3 503 000 €
Maraussan - Béziers NW	300 mm	5 000 m	220 €	1 100 000 €
études et frais annexes		56 000 m	40 €	2 240 000 €
Génie civil, ouvrages d'art				
Traversée autoroute / voie ferrée		1	100 000 €	100 000 €
Traversée route / canal		5	40 000 €	200 000 €
surcoût agglomérations		500 m	40 €/m	20 000 €
Pompes de circulation	coeff, 1,5			
Vieussan - Bédarieux		1	6 900 €	10 350 €
Cessenon - Cazoules		1	18 100 €	27 150 €
Maraussan - Béziers NW		1	8 200 €	12 300 €
Réservoirs		12 000 m ³	300 €	3 600 000 €
Unité de potabilisation	400 m ³ /h	1	9 587 600 €	9 587 600 €
Construction de chambre à vannes				
Total investissements chiffrés				28 230 420 €

Cout moyen annualisé	1 133 322 €
-----------------------------	--------------------

Charges d'exploitation				€ HT
Maintenance et gros entretien	1,5%	des investissements initiaux		423 456 €
Electricité		Puissance	Heures	137 865 €
période de pointe	40 €/kW/an	382	1 800	
période normale	0,06 €/kWh	246	5 500	
Traitement des eaux	0,15 €/m ³			438 000 €
Charges financières				pm
Autres charges	10%	des charges d'exploitations		56 132 €
assurances				
redevances				
coûts administratifs				
Recurrents fixes				494 868 €
recurrents proportionnels				560 585 €
Total charges d'exploitation				1 055 453 €

Coût complet	2 920 000 m³/an	€/m³
Investissements initiaux		0,39
Couts récurrents fixes		0,17
Couts récurrents variables		0,19
Total		0,75

Calcaires du Lias - Secteur de Cruzy (PES-5)

Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				pm
Captage amené/repli foration, équipement équipement développement essais de puits, pompage d'essai	100 m	1	87 500 €	87 500 €
Pompe d'exhaure pompe d'exhaure & installation colonne, câble, électrodes, etc	coeff, 1,5	1 45 m	10 500 € 80 €	15 750 € 3 600 €
Aménagements de surface terrain local, clôture armoie électrique, variateur Coudes, raccords, etc,		1 1 20%	20 000 € 4 800 €	20 000 € 4 800 € 4 960 €
Ligne électrique ligne (cables, poteaux) transformateur compteur			20 €	pm pm
Conduite d'adduction Cruzy - Capestang Capestang - Colombier Montady - Bézier W études et frais annexes	diam, 200 mm 150 mm mm	long, 11 500 m 9 700 m m 21 200 m	180 € 160 € 120 € 40 €	2 070 000 € 1 552 000 € 848 000 €
Génie civil, ouvrages d'art Traversée autoroute / voie ferrée Traversée route / canal surcoût agglomérations		1 m	100 000 € 40 000 € 40 €/m	40 000 €
Pompes de circulation Capestang - Colombier Montady - Bézier W	coeff, 1,5	1 1	11 800 €	17 700 €
Réservoirs		1 200 m3	300 €	360 000 €
Unité de potabilisation Construction de chambre à vannes	100 m3/h	1	2 357 600 €	2 357 600 € pm
Total investissements chiffrés				7 381 910 €

Amortissement annuel	295 883 €
-----------------------------	------------------

Charges d'exploitation				€ HT
Maintenance et gros entretien	1,5%	des investissements initiaux		110 729 €
Electricité		Puissance	Heures	27 068 €
période de pointe	40 €/kW/an	75	1 800	
période normale	0,06 €/kWh	48	5 500	
Traitement des eaux	0,15 €/m ³			109 500 €
Charges financières				pm
Autres charges	10%	des charges d'exploitations		13 780 €
assurances				
redevances				
coûts administratifs				
Cours récurrents fixes				127 508 €
Couts récurrents variables				133 568 €
Total charges d'exploitation				261 076 €

Coût complet (€/m³)	730 000 m³/an	€/m³
Coût investissement		0,41
Coût exploitation fixe		0,17
Coût exploitation variable		0,18
Total		0,76

Calcaire Jurassique aval de l'Hérault - secteur de la Castellane (PES-6)
Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				pm
Captage	500 m	1	370 000 €	370 000 €
amené/repli foration, équipement équipement développement essais de puits, pompage d'essai				
Pompe d'exhaure	coeff, 1,5	1	17 900 € 80 €	26 850 € 2 000 €
pompe d'exhaure & installation colonne, câble, électrodes, etc				25 m
Aménagements de surface				
terrain local, clôture		1	20 000 €	20 000 €
armoires électriques, variateur		1	4 800 €	4 800 €
Coudes, raccords, etc,		20%		4 960 €
Ligne électrique				
ligne (câbles, poteaux)			20 €	pm
transformateur				pm
compteur				
Conduite d'adduction	diam,	long,		
La Castellane - Mèze	500 mm	7 200 m	350 €	2 520 000 €
études et frais annexes		7 200 m	40 €	288 000 €
Génie civil, ouvrages d'art				
Traversée autoroute / voie ferrée		1	100 000 €	100 000 €
Traversée route / canal		1	40 000 €	40 000 €
surcoût agglomérations		m	40 €/m	
Pompes de circulation	coeff,			
La Castellane - Mèze	1,5			
Réservoirs		12 000 m ³	300 €	3 600 000 €
Unité de potabilisation	400 m ³ /h	1	9 587 600 €	9 587 600 €
Construction de chambre à vannes				
Total investissements chiffrés				16 564 210 €

Cout moyen annualisé	703 736 €
-----------------------------	------------------

Charges d'exploitation			€ HT
Maintenance et gros entretien	1,5%	des investissements initiaux	248 463 €
Electricité		Puissance Heures	37 895 €
période de pointe	40 €/kW/an	105 1 800	
période normale	0,06 €/kWh	68 5 500	
Traitement des eaux	0,15 €/m ³		438 000 €
Charges financières			pm
Autres charges	10%	des charges d'exploitations	28 636 €
assurances			
redevances			
coûts administratifs			
Total charges d'exploitation			752 994 €
Recurrents fixes			281 299 €
recurrents proportionnels			522 237 €
Total charges d'exploitation			803 536 €

Coût complet	2 920 000 m³/an	€/m³
Investissements initiaux		0,24
Couts récurrents fixes		0,09
Couts récurrents variables		0,18
Total		0,51

Puits du Drac - Secteurs de Montpeyrou & St Etienne des Bains (PES-7)

Investissements initiaux

	Dimension.	Quantité	P.U.	Montant
Etudes et ingénierie				
Captage				pm
amené/repli	100 m	1	87 500 €	87 500 €
foration, équipement	400 m	1	295 000 €	295 000 €
équipement				
développement				
essais de puits, pompage d'essai				
Pompe d'exhaure	coeff,			
pompe d'exhaure & installation	1,5	2	35 700 €	53 550 €
colonne, câble, électrodes, etc		110 m	80 €	8 800 €
Aménagements de surface				
terrain local, clôture		1	20 000 €	20 000 €
armoie électrique, variateur		1	4 800 €	4 800 €
Coudes, raccords, etc.		20%		4 960 €
Ligne électrique				
ligne (cables, poteaux)			20 €	pm
transformateur				pm
compteur				
Conduite d'adduction				
	diam,	long,		
Le Drac - St Etienne	400 mm	3 700 m	280 €	1 036 000 €
St Etienne - St André de S,	500 mm	3 300 m	350 €	1 155 000 €
St André de S. - Clermont	300 mm	7 100 m	220 €	1 562 000 €
Clermont - Canet	250 mm	5 200 m	200 €	1 040 000 €
Canet - Verdemian	200 mm	7 800 m	180 €	1 404 000 €
St André de S. - Gignac	400 mm	3 600 m	280 €	1 008 000 €
Gignac - Aniane	100 mm	3 600 m	140 €	504 000 €
Gignac - St paul - MTP	400 mm	(20500) m	280 €	
études et frais annexes		34 300 m	40 €	1 372 000 €
Génie civil, ouvrages d'art				
Traversée autoroute / voie ferrée			100 000 €	
Traversée route / canal		3	40 000 €	120 000 €
surcoût agglomérations		2 000 m	40 €/m	80 000 €
Pompes de circulation				
	coeff,			
St André de S. - Clermont	1,5	1	10 000 €	15 000 €
Clermont - Canet		1		
Canet - Verdemian		1	13 000 €	19 500 €
St André de S. - Gignac		1	7 700 €	11 550 €
Gignac - Aniane		1	4 200 €	6 300 €
Gignac - St paul - MTP		1	46 100 €	
Réservoirs		m3	300 €	
Unité de potabilisation	500 m3/h	1	11 997 600 €	11 997 600 €
Construction de chambre à vannes				
Total investissements chiffrés				21 805 560 €

Cout moyen annualisé **919 411 €**

Charges d'exploitation				€ HT
Maintenance et gros entretien	1,5%	des investissements initiaux		327 083 €
Electricité		Puissance	Heures	48 000 €
période de pointe	40 €/kW/an	133	1 800	
période normale	0,06 €/kWh	86	5 500	
Traitement des eaux	0,15 €/m ³			547 500 €
Charges financières				pm
Autres charges	10%	des charges d'exploitations		37 508 €
assurances				
redevances				
coûts administratifs				
Recurrents fixes				369 912 €
recurrents proportionnels				590 180 €
Total charges d'exploitation				960 092 €

Coût complet		€/m3
	3 650 000 m³/an	
Investissements initiaux		0,25
Couts récurrents fixes		0,10
Couts récurrents variables		0,16
Total		0,51



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Languedoc Roussillon
10349 rue de Pinville
34000 Montpellier
Tel : 04 67 15 79 80