

Document public

Mise en place d'un réseau de suivi des eaux souterraines sur le département du Vaucluse

Rapport final

BRGM/RP-64442-FR
Mars 2015

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

agence de l'eau rhône méditerranée & corse

Département de VAUCLUSE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Document public

Mise en place d'un réseau de suivi des eaux souterraines sur le département du Vaucluse

Rapport final

BRGM/RP-64442-FR
Mars 2015

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2013 - PSP13PAC13

Rivet F.

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : Bruno MOUGIN	Nom : Claire Arnal
Fonction : responsable scientifique programme n°8	Fonction : Directrice BRGM PACA
Date : 12/03/2015	Date : 15/04/2014
Signature : B. Mougin.	Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Département de VAUCLUSE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots-clés : Eau souterraine, masse d'eau, réseau, quantité, qualité, Vaucluse

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

Rivet F. (2015) – Mise en place d'un réseau de suivi des eaux souterraines sur le département du Vaucluse. Rapport final BRGM/RP-64442-FR. 114 p., 43 ill., 9 ann, 1 CD.

© BRGM, 2015, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Les eaux souterraines occupent une place importante sur le département du Vaucluse, avec plus de 70 captages d'eau potable collectifs (AEP) captant la ressource en eau souterraine sur la centaine d'AEP que compte le département. Les aquifères abritent des nappes qui peuvent être très productives mais également fortement vulnérables vis-à-vis des pollutions et soumises à de nombreux prélèvements. Dans le cadre du futur SDAGE[1] 2016-2021, des masses d'eau souterraine ont été définies comme stratégiques pour la préservation de l'alimentation en eau potable actuelle mais aussi future des populations. Le Conseil Général, soucieux de préserver cette ressource en eau souterraine primordiale pour les besoins en eau potable, a décidé de réaliser une étude de faisabilité de mise en place d'un réseau de suivi des eaux souterraines sur le département. Le projet a été confié au BRGM dans le cadre d'une convention de recherche et développement partagés, au sein de laquelle l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur sont également partenaires.

Au lancement de l'étude, les principales ressources d'eau souterraine présentes sur le département étaient identifiées mais il n'y avait pas de vision claire sur les priorités de suivi quantité/qualité à mettre en place tout en tenant compte des réseaux de surveillance quantitatif ou qualitatif des eaux souterraines existants. L'étude a permis de proposer tout d'abord une classification des masses d'eau souterraine ou aquifère en termes de priorité de suivi quantitatif ou qualitatif en s'appuyant sur des méthodologies existantes menées dans le cadre de la mise en place des réseaux de surveillance DCE. Après avoir établi ce classement, les réseaux de suivi existants et les masses d'eau souterraine suivies ont été identifiées et caractérisées. Le travail a porté sur le recensement le plus exhaustif possible de ces réseaux, ainsi que sur la caractérisation des masses d'eau souterraine qui n'étaient pas toujours suivies selon les réseaux. A partir du classement des masses d'eau souterraine et des réseaux existants, et en identifiant les principaux points de pression (points d'appel de la nappe) que sont les captages AEP collectifs, des secteurs ont été identifiés et discutés en comité de pilotage du projet. Puis la phase de reconnaissance des points sur le terrain a été menée afin d'identifier les caractéristiques techniques pour la mise en place des suivis quantité et qualité. Certains points ont pu être identifiés au préalable sur la BSS, d'autres ont nécessité une phase de repérage terrain avant d'être sélectionnés.

Au final, ce sont 18 points de suivi qui ont été proposés : 12 pour le suivi quantitatif (niveau piézométrique) et 6 points pour le suivi qualitatif (état chimique). Chaque point a fait l'objet d'une fiche descriptive détaillée et illustrée. A partir de ce descriptif, une estimation financière liée à la mise en place du réseau a été réalisée. L'ensemble des 18 points de suivi proposé a fait l'objet de fiches descriptives individuelles, détaillées et illustrées. A partir de ce descriptif, une estimation financière liée à la mise en place du réseau a été réalisée. Pour le réseau quantité, l'achat et la mise en place du matériel ont été estimés à 26 000 €HT, les mesures de jaugeages à réaliser la première année sur les sources suivies à 10 800 €HT et les travaux liés à la maintenance à 3 600 €HT. Concernant le réseau de suivi qualité, les coûts de prélèvements et analyses sont estimés à 5 767 €HT en 2015 et 8 820 €HT en 2016. En outre, pour s'assurer de la bonne mise en place du matériel de suivi, un appui technique pourra être apporté pour aider à la mise en place de l'acquisition des données. Afin d'aider le Conseil Général à suivre le réseau, cet appui pourrait comprendre également un volet formation portant sur les notions de base en hydrogéologie appliquées aux aquifères du Vaucluse, ainsi que sur

[1] SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

la gestion d'un réseau de suivi quantité (mais aussi qualité) des eaux souterraines (métrologie, suivi, saisie des données, éléments de base pour l'interprétation des données…). Cet appui technique est de l'ordre de 30 000 € HT estimé sur la base des coûts BRGM 2015

Les différentes étapes de la gestion d'un réseau quantité et qualité ont été également présentées afin d'aider le Conseil Général dans la gestion future de son réseau, depuis l'acquisition terrain jusqu'à la bancarisation et la valorisation des données.

Le réseau départemental a été proposé dans un objectif de complémentarité avec les réseaux existants. Ainsi, l'exploitation des données du suivi départemental est optimum en intégrant les suivis des autres réseaux. Cette démarche s'inscrit dans la mise en place d'un métaréseau départemental quantité mais aussi qualité qui permettra d'utiliser toutes les données disponibles sur les masses d'eau souterraine. La démarche de mise en place d'un tel métaréseau demande l'animation de comités techniques avec les gestionnaires de réseau afin de se mettre d'accord sur les points de suivi à intégrer dans le métaréseau et de définir précisément les caractéristiques de chacun (par exemple, pour le suivi qualité : quels sont les laboratoires d'analyses, quels sont les paramètres suivis et les limites de quantifications des laboratoires ?). La valorisation des données et leur interprétation peuvent se faire sous la forme de bulletins ou directement sous la forme de cartographie interactive comme le BRGM l'effectue déjà dans d'autres départements (exemple des Landes et du Maine-et-Loire).

Sommaire

1. Introduction 9

2. Ressources en eau souterraine sur le département 11

2.1. LES REFERENTIELS EAU SOUTERRAINE 11

2.2. INVENTAIRE DES DONNEES EXISTANTES 11

2.2.1. Fiches descriptives des entités hydrogéologiques BDLISA et des masses d'eau souterraine 11

2.2.2. Données récentes sur l'utilisation de la ressource et les pressions futures 12

2.3. LES AQUIFERES PRESENTS SUR LE TERRITOIRE 13

2.4. CLASSIFICATION DES AQUIFERES EN TERME DE SUIVI QUANTITE / QUALITE ... 18

2.4.1. Méthodologie suivie 18

2.4.2. Résultats du classement 21

3. Définition du réseau départemental théorique de suivi des eaux souterraines 25

3.1. ETAT DES LIEUX DES RESEAUX EXISTANTS 25

3.1.1. Inventaire des réseaux 25

3.1.2. Suivi de l'état quantitatif des eaux souterraines 28

3.1.3. Suivi de l'état qualitatif des eaux souterraines 30

3.2. LOCALISATION DES SECTEURS A SUIVRE AU SEIN DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE 32

3.2.1. Identification des secteurs 32

3.2.2. Description des secteurs 33

4. Définition du réseau départemental opérationnel de suivi des eaux souterraines 41

4.1. RECONNAISSANCE TERRAIN 41

4.2. LISTE FINALE DES POINTS DE SUIVI 42

4.2.1. Paramètres suivis et fréquence de mesure 43

4.2.2. Description des points 44

4.3. GESTION DU RESEAU 64

4.3.1. Mesures terrain et base de données locale 66

4.3.2. Bancarisation des données : mise en ligne sous Ades 68

4.3.3. Valorisation des données : intégration dans un métaréseau 69

4.4. ESTIMATION FINANCIERE 70

4.4.1. Réseau de suivi quantitatif 70

4.4.2. Réseau de suivi qualitatif 73

5. Conclusion 77

6. Bibliographie 79

Liste des illustrations

Illustration 1 : Tableau des masses d'eau souterraine sur le département et surface associée (calcul sur le département de Vaucluse) 13

Illustration 2 : Carte des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques affleurant sur le Vaucluse (Meso = masse d'eau) 17

Illustration 3 : Carte des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques sous-couverture sur le Vaucluse (Meso = masse d'eau) 18

Illustration 4 : Tableau des quatre thèmes et critères pris en compte dans le classement des systèmes aquifères. 20

Illustration 5 : Résultat du classement des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques d'intérêt local affleurantes en terme de suivi quantité 22

Illustration 6 : Résultat du classement des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques d'intérêt local affleurantes en terme de suivi qualité 22

Illustration 7 : Tableau récapitulatif des réseaux de suivis de l'état quantitatif des eaux souterraines présents sur le département (nombre de stations au 01/01/2015) 26

Illustration 8 : Tableau récapitulatif des réseaux de suivis de l'état qualitatif des eaux souterraines présents sur le département (nombre de stations au 01/01/2015) 27

Illustration 9 : Localisation des stations de mesures piézométriques et masses d'eau souterraine concernées 29

Illustration 10 : Localisation des stations de mesure de la qualité des eaux souterraines 31

Illustration 11 : Liste des paramètres suivis par grande famille pour les réseaux qualité 32

Illustration 12 : Localisation des secteurs proposés pour la mise en place de station de suivi des eaux souterraines 34

Illustration 13 : Tableau récapitulatif des 18 points retenus pour le réseau de suivi des eaux souterraines du Conseil Général (6 points de suivi qualitatif (en jaune) et 12 points de suivi quantitatif (en bleu)). 43

Illustration 14 : Localisation du point 1 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage 45

Illustration 15 : Localisation du point 2 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (1 : rejet des eaux excédentaires via la canalisation qui rejoint un canal situé à 100 m environ ; 2 : tuyau d'exhaure en caoutchouc permettant de faire les prélèvements sur place) 46

Illustration 16 : Localisation du point 3 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (sous le regard, tête de forage et système de pompe en place. Lors de la visite (décembre 2014), travaux en cours, et pompe pas encore installée) 47

Illustration 17 : Localisation du point 4 (IGN Scan 250) et photo aérienne du champ captant (1 : station de contrôle ; F1 : forage F1 ; F2 : Forage F2 ; PZ : piézomètre) 48

Illustration 18 : Piézomètre placé à une dizaine de mètres du forage F1 (petite butte en arrière plan). La tête de l'ouvrage est couverte par un capot en acier fermé par un cadenas. 48

Illustration 19 : Localisation du point 5 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (les eaux pompées sont directement acheminées à travers le tuyau partant de la tête du forage vers le local agricole situé quelques mètres plus loin) 49

Illustration 20 : Localisation de l'ouvrage 6 (IGN Scan 250) 50
Illustration 21 : Vue sur le forage (ouvrage n°6) et la station de contrôle 51
Illustration 22 : Localisation de l'ouvrage 7 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (un évent est installé pour l'évacuation de l'air dans le forage (tuyau dévissable à l'aide d'une tige en fer))....52
Illustration 23 : Localisation de l'ouvrage 8 (IGN Scan 250) et photo du captage AEP Sainte-Anne 53
Illustration 24 : Localisation de la source = ouvrage n°9 (Scan IGN 250) et photo de la grotte abritant la source (1 : canalisations évacuant le « trop-plein » de la source vers le bassin d'ornement (à travers les griffons) ; 2 : canalisation récupérant les eaux de la source pour l'alimentation en eau potable)....54
Illustration 25 : Bassin d'ornement alimenté par une partie de la source du Groseau (trop-plein) et par l'émergence secondaire un peu en amont de la source du Groseau (1 : griffons issus de la source du Groseau ; 2 : ruisseau ; 3 : restaurant « La source du Groseau ») 54
Illustration 26 : Ruisseau canalisé drainant les eaux à la sortie du bassin d'ornement 55
Illustration 27 : Localisation du captage AEP des Fangas = ouvrage n°10 (Scan IGN 250) et photo aérienne du site (F1 : forage F1 ; F2 : Forage F2 ; 3 : station de contrôle)....56
Illustration 28 : Localisation de la source = ouvrage n°11 (Scan IGN 250) et photo de l'entrée de la source (1 : entrée de la galerie ; 2 : passage des eaux en souterrain ; 3 : arrivée des eaux de la galerie à la sortie du passage souterrain)....57
Illustration 29 : Photo de gauche : vue de l'intérieur de la galerie voûtée vers l'amont hydraulique ; Photo de droite : mesure des débits le long d'une section verticale à l'aide d'un courantomètre....58
Illustration 30 : Localisation du puits = ouvrage n°12 (scan 250 IGN) et photo de l'emplacement du puits (entouré en rouge) 58
Illustration 31 : Localisation du captage AEP = ouvrage n°13 (Scan 250 IGN) et photo du captage (1 : emplacement du forage de contrôle, 2 : bâche) 59
Illustration 32 : Localisation de puits = ouvrage n°14 (Scan IGN 250) et photo du cabanon abritant le forage (porte de droite) et le lieu de prélèvement (porte de gauche) 60
Illustration 33 : Localisation du puits = ouvrage n°15 (Scan IGN 250) et photo du puits et son environnement (1 : local technique ; 2 : puits ; 3 : étang)....61
Illustration 34 : Localisation du puits = ouvrage n°16 (Scan IGN 250) et photo du puits (1 : puits ; 2 station de contrôle où s'effectue le prélèvement) 62
Illustration 35 : Localisation du champ captant = ouvrage n°17 (Scan IGN 250) et photo aérienne (1 : localisation du local technique ; 2 : localisation des deux puits : Saint-Martin (exploité) et Basse Bégude (abandonné) ; 3 : localisation du piézomètre)....63
Illustration 36 : Localisation du forage = ouvrage n°18 (Scan IGN 250) et photo de la tête du forage (forage à gauche, ancien système de pompage à droite) 64
Illustration 37 : Gestion du réseau quantitatif sans télétransmission : cheminement de la donnée depuis l'acquisition terrain jusqu'à la valorisation....65
Illustration 38 : Gestion du réseau quantitatif avec télétransmission : cheminement de la donnée depuis l'acquisition terrain jusqu'à la valorisation....65
Illustration 39 : Gestion du réseau qualitatif : cheminement de la donnée depuis l'acquisition terrain jusqu'à la valorisation 66
Illustration 40 : Estimation des coûts d'aménagement pour chaque point de suivi....71
Illustration 41 : Tableau récapitulatif des différentes tâches et coûts ou temps de travail associés depuis la mise en place du réseau quantité jusqu'à la gestion 73

Illustration 42 : Estimation des coûts d'analyses en € HT pour les deux premières années de mise en place du réseau de suivi qualité 75

Illustration 43 : Tableau récapitulatif des différentes tâches et coûts ou temps de travail associés depuis la mise en place du réseau qualité jusqu'à sa gestion.....76

Liste des annexes

Annexe 1 Tableau des masses d'eau souterraine et des entités hydrogéologiques correspondantes existantes sur le département du Vaucluse.....81

Annexe 2 Tableau des fréquences de mesures minimales pour la surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines issu de la Circulaire DCE n° 2005-14 du 26/10/05 85

Annexe 3 Paramètres à analyser pour le contrôle de surveillance – analyses de type photographique ..89

Annexe 4 Paramètres à analyser pour le contrôle de surveillance – suivi regulier.....97

Annexe 5 Fiches descriptives des 18 points d'eau du réseau de suivi de l'état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines du département du Vaucluse 101

Annexe 6 Exemple de logiciel pour le traitement des données piézométriques brutes :.....103

Annexe 7 Exemples de valorisation des données de suivi de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine 107

Annexe 8 Exemples de valorisation des données de suivi de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine 111

1. Introduction

Les eaux souterraines occupent une place importante sur le département du Vaucluse, avec plus de 70 captages d'eau potable collectifs (AEP) captant la ressource en eau souterraine sur la centaine que compte le département. Les aquifères abritent des nappes qui peuvent être très productives mais également fortement vulnérables vis-à-vis des pollutions et soumises à de nombreux prélèvements. Dans le cadre du futur SDAGE[2] 2016-2021, des masses d'eau souterraine ont été définies comme stratégiques pour la préservation de l'alimentation en eau potable actuelle mais aussi future des populations. Le Conseil Général, soucieux de préserver cette ressource en eau souterraine primordiale pour les besoins en eau potable, a décidé de réaliser une étude de faisabilité de mise en place d'un réseau de suivi des eaux souterraines sur le département. Le projet a été confié au BRGM dans le cadre d'une convention de recherche et développement partagés, au sein de laquelle l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur sont également partenaires.

Le travail a tout d'abord porté sur l'identification des masses d'eau souterraine présentes sur le département et sur leur classification en termes de suivi quantité et qualité. Le chapitre 2 présente les résultats de ce travail et la démarche suivie.

Afin de suivre l'évolution aussi bien en terme quantitatif (niveau piézométrique des nappes) que qualitatif (état chimique des nappes), des réseaux de suivi des eaux souterraines existent. Un inventaire des réseaux en service sur le département a été réalisé et est présenté dans le chapitre 3. A partir de cet inventaire et du classement des aquifères présents sur le département en terme de suivi quantité/qualité des eaux souterraines, guidé également par la localisation des principaux points de pression sur les nappes que sont les captages AEP collectifs, des secteurs à suivre en terme quantitatif ou qualitatif ont été définis. Ces secteurs sont également présentés dans le chapitre 3.

Dans ces secteurs, des points d'eau ont été identifiés ou recherchés sur le terrain. Tous les points ont fait l'objet d'une reconnaissance terrain permettant de caractériser les conditions d'équipement des points pour les futurs suivis quantité/qualité. Les résultats de cette prospection sont présentés dans le chapitre 4. A partir du descriptif des points et des équipements nécessaires à mettre en place pour le suivi qualité ou quantité, une estimation des coûts liés à la mise en place du réseau a été réalisée. Le chapitre 4 présente les résultats de cette estimation financière ainsi que les différentes étapes à prendre en compte dans la gestion d'un réseau quantité ou qualité.

[2] SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

2. Ressources en eau souterraine sur le département

2.1. LES REFERENTIELS EAU SOUTERRAINE

Le suivi des eaux souterraines porte sur une ressource donnée ou une partie de celle-ci. Afin de pouvoir suivre leur état et les évaluer, la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) a introduit la notion de masse d'eau souterraine et l'Agence de l'Eau RMC a défini le découpage des ressources en eau souterraine en unité de gestion appelée masse d'eau. Ce classement par masse d'eau est repris dans les SDAGE[3] (SDAGE 2016-2021 en cours d'élaboration lors de la présente étude). D'une façon générale sur le district hydrographique, une masse d'eau correspond à une zone d'extension régionale représentant un aquifère ou regroupant plusieurs aquifères en communication hydraulique, de taille importante[4]. Leurs limites sont déterminées par des crêtes piézométriques lorsqu'elles sont connues et stables (à défaut par des crêtes topographiques), soit par de grands cours d'eau constituant des barrières hydrauliques, ou encore par la géologie.

Le Référentiel Hydrogéologique Français (BDLISA[5]) est un référentiel géographique proposant un découpage du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non). Une entité hydrogéologique est une partie de l'espace géologique délimitée en fonction de ses potentialités aquifères. Chaque entité est :

- délimitée à une certaine échelle géographique ;
- rattachée à un type de formation géologique ;
- définie par ses potentialités aquifères ;
- caractérisée par un type de porosité (qui permet de distinguer les principaux modes de stockage de l'eau souterraine) ;
- caractérisée par la présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive.

Les entités hydrogéologiques ont donc été délimitées aux trois niveaux de détail prévus dans le référentiel BD-LISA (national, régional, local).

Les deux référentiels : masse d'eau et BDLISA présentent des contours comparables, à ceci près que le référentiel hydrogéologique national identifie des niveaux aquifères d'intérêt local qui ne sont pas délimités dans les masses d'eau souterraine. Par la suite, les masses d'eau souterraine présentes sur le département de Vaucluse seront présentées, et pour certaines, les entités hydrogéologiques d'intérêt local définies dans BDLISA seront également distinguées.

2.2. INVENTAIRE DES DONNEES EXISTANTES

2.2.1. Fiches descriptives des entités hydrogéologiques BDLISA et des masses d'eau souterraine

Le Référentiel Hydrogéologique Français a fait récemment l'objet d'une refonte complète menée dans le cadre des travaux des synthèses hydrogéologiques régionales. Celles-ci ont

[3] SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

[4] http://sigesaqi.brgm.fr/Qu-est-ce-qu-une-Masse-d-Eau.html

[5] Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères

permis de constituer une base de données bibliographiques actualisée et très fournie pour chaque entité hydrogéologique.

Sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), le référentiel des masses d'eau souterraine a également fait l'objet d'une mise à jour dont les nouveaux contours sont repris dans le cadre du prochain SDAGE 2016-2021.

Chaque entité hydrogéologique et chaque masse d'eau fait ainsi l'objet d'une fiche descriptive dans laquelle les informations suivantes sont reprises : contexte géographique, géologique, hydrogéologique, description de l'entité (type d'aquifère, état de la nappe, caractéristiques hydrodynamiques principales, utilisation de la ressource, alimentation de la nappe, vulnérabilité à la pollution, qualité « naturelle » des eaux…)

L'étude s'est appuyée sur l'ensemble de ces fiches descriptives et sur la bibliographie rassemblée dans le cadre de la mise à jour des référentiels « Eau Souterraine ».

2.2.2. Données récentes sur l'utilisation de la ressource et les pressions futures

Ces dernières années, des études EEVPG[6] ont été menées sur le département de Vaucluse. Celles-ci ont pour objectif de fournir les éléments qui doivent permettre un ajustement des autorisations de prélèvement d'eau dans les rivières ou les nappes concernées, en conformité avec les ressources disponibles et sans perturber le fonctionnement des milieux naturels. Ainsi, un travail d'identification et de quantification sur les prélèvements sollicitant la ressource eau superficielle et eau souterraine est réalisé. Dans ces études, les secteurs en déficit quantitatif vis-à-vis de la ressource en eau sont identifiés.

Sur le Vaucluse, au premier trimestre 2015, toutes les études EEVP sont terminées[7], elles portent sur les cours d'eau et les nappes alluviales liées à ces derniers :

- Coulon – Calavon
- Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
- Ouvèze provençale
- Aygues
- Lez

Les rapports associés ont pu être consultés dans le cadre de la présente étude.

Dans le cadre du SDAGE, des études ont été menées sur la préservation de la ressource en eau potable sur les masses d'eau souterraine stratégiques. Ce travail permet d'identifier et de caractériser, au sein de ces masses d'eau souterraine, les zones stratégiques à préserver pour la satisfaction des besoins actuels et futurs en eau potable. Sur le Vaucluse, trois études ressources stratégiques ont été réalisées :

- Vallée du Rhône
- Miocène du Comtat
- Moyenne Durance

Un autre facteur de pression sur la ressource sur le département est l'exploitation des nappes par la géothermie. L'Atlas géothermie de la région PACA présente les ressources en terme de

[6] Etudes d'Estimation des Volumes Prélevables Globaux

[7] Source http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/usages-et-pressions/gestion-quanti/EVP/evp_esup.php

potentiel géothermique. Cet atlas a été utilisé au sein du projet pour identifier les masses d'eau souterraine à potentiel géothermique.

D'autre part, afin de tenir compte des pressions éventuelles à venir, il a également été pris en compte la localisation des demande de permis de recherche en hydrocarbures non conventionnels qui sont au nombre de deux sur le département : permis dit d' « Auzon » et permis dit de « Calavon ».

2.3. LES AQUIFERES PRESENTS SUR LE TERRITOIRE

Le département du Vaucluse compte seize masses d'eau souterraine principales au titre du SDAGE, qui sont pour certaines sous couverture (c'est-à-dire couvertes par une autre formation géologique et elles n'affleurent pas directement à la surface). Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des masses d'eau souterraine et les superficies associées sur le département (Illustration 1).

Code MESO	Libellé MESO	Surface affleurante (km²)	Surface sous-couverture (km²)
FRDG213	Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans le bassin versant Basse Durance	770	
FRDG130	Calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse et de la Montagne de Lure	733	
FRDG218	Molasses miocènes du Comtat	550	369
FRDG226	Calcaires urgoniens sous couverture du synclinal d'Apt	0	435
FRDG533	Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône rive gauche et de la bordure du bassin du Comtat	366	210
FRDG352	Alluvions des plaines du Comtat (Aigues Lez)	240	
FRDG354	Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues)	198	
FRDG133	Calcaires crétacés de la montagne du Lubéron	197	
FRDG382	Alluvions du Rhône du défilé de Donzère au confluent de la Durance et alluvions de la basse vallée Ardèche	157	
FRDG359	Alluvions basse Durance	153	
FRDG353	Alluvions des plaines du Comtat (Ouvèze)	100	
FRDG179	Unités calcaires Nord-Ouest varois (Mont Major, Cadarache, Vautubière)	47	
FRDG209	Conglomérats du plateau de Valensole	16	
FRDG521	Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires en moyenne Durance	15	
FRDG528	Calcaires et marnes crétacés et jurassiques du BV Lez, Eygues/Aigue et Ouvèze	13	
FRDG357	Alluvions de la moyenne Durance	9	

Illustration 1 : Tableau des masses d'eau souterraine sur le département et surface associée (calcul sur le département de Vaucluse)

Les ressources en eau sur le département sont réparties entre plusieurs grands réservoirs :

- **Les aquifères alluviaux**

Les alluvions anciennes et récentes des cours d'eau traversant le département – Rhône, Aigues, Lez, Ouvèze, Sorgues, Durance et Calavon – sont des formations perméables renfermant des nappes libres et continues. Ces nappes sont très productives et utilisées pour les besoins en alimentation en eau potable (AEP), industrielle (AEI), et agricoles (AEA). Les principaux captages AEP du département captent les nappes alluviales du Rhône (masse d'eau FRDG382 : captages de la Jouve (Sorgues), Grand Moulas et Brassières (Mornas)), de la basse Durance (masse d'eau FRDG359 : captages de la Saignone (Avignon), Iscles (Cheval-Blanc), Grenouillet (Cavaillon), Vidalet (Pertuis)) et de l'Aigues (masse d'eau FRDG352 : captage de Ruissamp Est (Orange)). Parmi les aquifères alluviaux, le référentiel des masses d'eau souterraine du SDAGE ne distingue pas l'aquifère représenté par les alluvions du Calavon qui est englobé dans la masse d'eau FRDG213 (Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans le bassin versant Basse Durance). La nappe alluviale peu profonde et faiblement productive est cependant exploitée pour les besoins en irrigation dans la partie ouest du bassin d'Apt et dans la partie est pour l'alimentation en eau potable collective (puits de la Basse et Haute Bégude).

- **Les aquifères des formations sédimentaires crétacées tertiaires**

Les différentes formations géologiques du Crétacé inférieur et du Tertiaire affleurant sur le département comportent une alternance de terrains perméables et peu perméables.

Parmi les formations perméables, la masse d'eau des molasses miocènes du Comtat (FRDG218) représente les formations détritiques (appelées couramment « molasses ») constituées de lentilles sableuses alternant verticalement et latéralement avec des horizons marneux ou argileux, généralement faiblement cimentés. De par ces caractéristiques géologiques, le réservoir miocène présente une structure multicouche ou lenticulaire (variations latérales de faciès). Sur sa majeure partie, l'aquifère miocène est recouvert par des formations quaternaires se composant de placages d'alluvions anciennes déconnectées des cours d'eau, et d'alluvions récentes en liaison avec les principaux cours d'eau. En bordure ouest, le Miocène est souvent recouvert par les marnes pliocènes imperméables. La perméabilité de l'aquifère dépend essentiellement de la porosité efficace[8] des passées sableuses, et de la fissuration éventuelle des formations. La ressource est sollicitée pour l'alimentation en eau potable collective (à Valréas, Gigondas, Sarrians, Aubignan, Pernes-les-Fontaines), pour l'alimentation en eau agricole (AEA), et plus ponctuellement par des captages industriels. A noter l'exploitation de la ressource par l'usine d'embouteillage de Sainte-Cécile-les-Vignes. La très bonne cohésion des sables qui sont plus ou moins indurés facilite la réalisation de forages. Ainsi, un grand nombre de forages individuels capte l'aquifère miocène pour des usages de type domestique, irrigation et parfois eau potable. Parmi ces forages, nombreux sont ceux non réalisés selon les règles de l'art (insuffisamment ou non tubés) mettant en communication la nappe miocène et les eaux des nappes superficielles. Afin de préserver la ressource, la nappe du Miocène a été recensée comme ressource majeure d'enjeu départemental à préserver pour l'alimentation en eau potable actuelle ou future par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône Méditerranée. Dans le cadre de la politique locale de préservation de cette ressource validée par la MISE (Mission Inter-Service de l'Eau) du Vaucluse, il a été proposé que toute nouvelle demande de forage ou de prélèvement soumis à

[8] rapport entre le volume d'eau souterraine libre sur le volume des vides de la roche (réseau de pores où l'eau circule et est récupérable).

déclaration ou autorisation au titre du Code de l'environnement, sauf pour un usage AEP public ou privé, fasse l'objet d'une opposition à déclaration en application du SDAGE.

Parmi les formations perméables crétacées tertiaires, la masse d'eau des formations gréseuses et marno-calcaires du bassin versant de la basse Durance (FRDG213) regroupe une alternance de terrains perméables et peu perméables : calcaires marneux, conglomérats, argiles, molasses, sables, marnes. De ce fait, plusieurs aquifères sont regroupés dans la masse d'eau, d'extension et de potentialités aquifères modestes. Les niveaux potentiellement aquifères alternent rapidement avec des niveaux moins perméables, ce qui explique l'absence de réservoir aquifère important reconnu. La ressource est exploitée pour l'alimentation en eau potable : une dizaine de captages AEP collectifs capte la ressource principalement à l'est d'Apt. Les volumes captés restent limités (quelques milliers de m^3 à centaines de milliers de m^3 par an) notamment au niveau des sources.

Une autre masse d'eau particulièrement étendue sur le département est la masse d'eau FRDG 533 « Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône rive gauche et de la bordure du bassin du Comtat » qui est constituée par une succession de terrains variés (argiles, sables, marnes, calcaires). Les caractéristiques hydrogéologiques globalement médiocres (porosité, perméabilité) des différentes formations de l'entité n'en font pas un réservoir très important en termes de ressource en eau. Seuls les sables blancs cénomaniens de Bédoin-Mormoiron constituent un réservoir aquifère notable. Cette formation est constituée de lentilles de sables de faible épaisseur encadrées de bancs sableux cohérents. Les exutoires naturels de la nappe sont constitués par les cours d'eau (ruisseau de Vacquière, pont des Salettes, Mède et Auzon). La ressource est principalement utilisée pour l'alimentation en eau potable collective (captages des Basses Pessades, Giardani à Bedoin (600 à 800 000 m^3/an), captage des Sablons à Mormoiron (300 000 m^3/an)). Depuis les dernières décennies, le nombre de forages augmente et ces derniers sont réalisés le plus souvent sans tubage adéquat, avec pour conséquence la mise en connexion des eaux de surface avec celles de la nappe.

- **Les aquifères karstiques des calcaires urgoniens (Crétacé)**

L'aquifère est constitué pour l'essentiel des couches carbonatées du Crétacé Inférieur (Hauterivien, Barrémien, Bédoulien) dont la puissance totale peut atteindre 1 500 m. L'aquifère présente une karstification[9] intense notamment pour sa partie nord (Mont Ventoux, Montagne de Lure, plateau d'Albion, Monts de Vaucluse). La circulation générale des écoulements est guidée par les principales fractures. L'émergence de la Fontaine-de-Vaucluse, à l'extrémité occidentale de la masse d'eau, assure le drainage d'au moins 95 % de l'eau. Le débit moyen interannuel de l'émergence de la Fontaine-de-Vaucluse, plus importante source karstique de France, calculé sur la période 1970-2009 est de 18.3 m^3/s, avec des débits moyens journaliers maximal de l'ordre de 85 m^3/s et minimal de 3.7 m^3/s. Son bassin d'alimentation couvre une superficie de 1 210 km^2.

La région du nord Ventoux est caractérisée par une alimentation de nappes perchées ou de zones noyées superficielles sur les contreforts des sommets de la Montagne de Bluye, le Rissas et le sommet de la Plate. Environ 10 captages AEP collectifs exploitent la ressource, parmi lesquels une majorité de sources captées dont les volumes annuels exploités sont de l'ordre de la dizaine de milliers de m^3. Seule la source du Groseau située au pied du mont Ventoux à l'extrémité ouest de la masse d'eau présente un volume exploité plus important (plus de 300 000 m^3/an). La partie nord du Ventoux qui ne participe pas directement à l'alimentation

[9] L'action dissolvante et mécanique des eaux souterraines sur les calcaires conduit à la formation d'un réseau de vide (galerie) intense.

de la Fontaine-de-Vaucluse n'est pas différenciée dans le référentiel des masses d'eau souterraine, mais étant un aquifère d'intérêt local notable, l'entité hydrogéologique du référentiel BD LISA est bien différenciée.

Le massif du Luberon (masse d'eau FRDG133) ne participerait que très peu à l'alimentation de la Fontaine-de-Vaucluse par son versant nord. Les exutoires majeurs du massif du Luberon jaillissent sur le versant sud. La position des formations tertiaires recouvrant les calcaires urgoniens détermine le niveau de base des écoulements. Parmi les exutoires connus (27), seuls 4 sont importants quantitativement : source des Borrys (Mérindol), correspondant à l'écoulement d'eaux infiltrées dans les calcaires du petit Luberon restituées à la source à raison de 13 à 200 l/s ; source du Mirail (La Motte-d'Aigues) dont le débit varie de 15 à 300 l/s ; source des Hermitants (Peypin d'Aigues), dont le débit varie entre 6 et 100 l/s ; la source du Grand Couturas (captée pour l'AEP collective à Vaugines) dont le débit d'émergence est de l'ordre de 20 l/s.

Parmi les masses d'eau souterraine précédemment citées, certaines présentent des aquifères d'intérêt local qui ne sont pas distingués dans le référentiel des masses d'eau souterraine du SDAGE mais qui ont été bien délimités dans le référentiel hydrogéologique national BD LISA. Ces aquifères seront pour la suite de l'étude bien pris en compte car ils apparaissent importants à suivre de par leur potentiel et leur exploitation. Il s'agit des entités hydrogéologiques suivantes :

- Alluvions du Calavon
- Sables blancs de Bédoin
- Calcaires urgoniens de l'Ensemble Nord-Ventoux

Finalement, les cartes ci-dessous présentent la localisation géographique des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques d'intérêt local affleurant (Illustration 2) ou sous-couverture (Illustration 3) sur le département du Vaucluse.

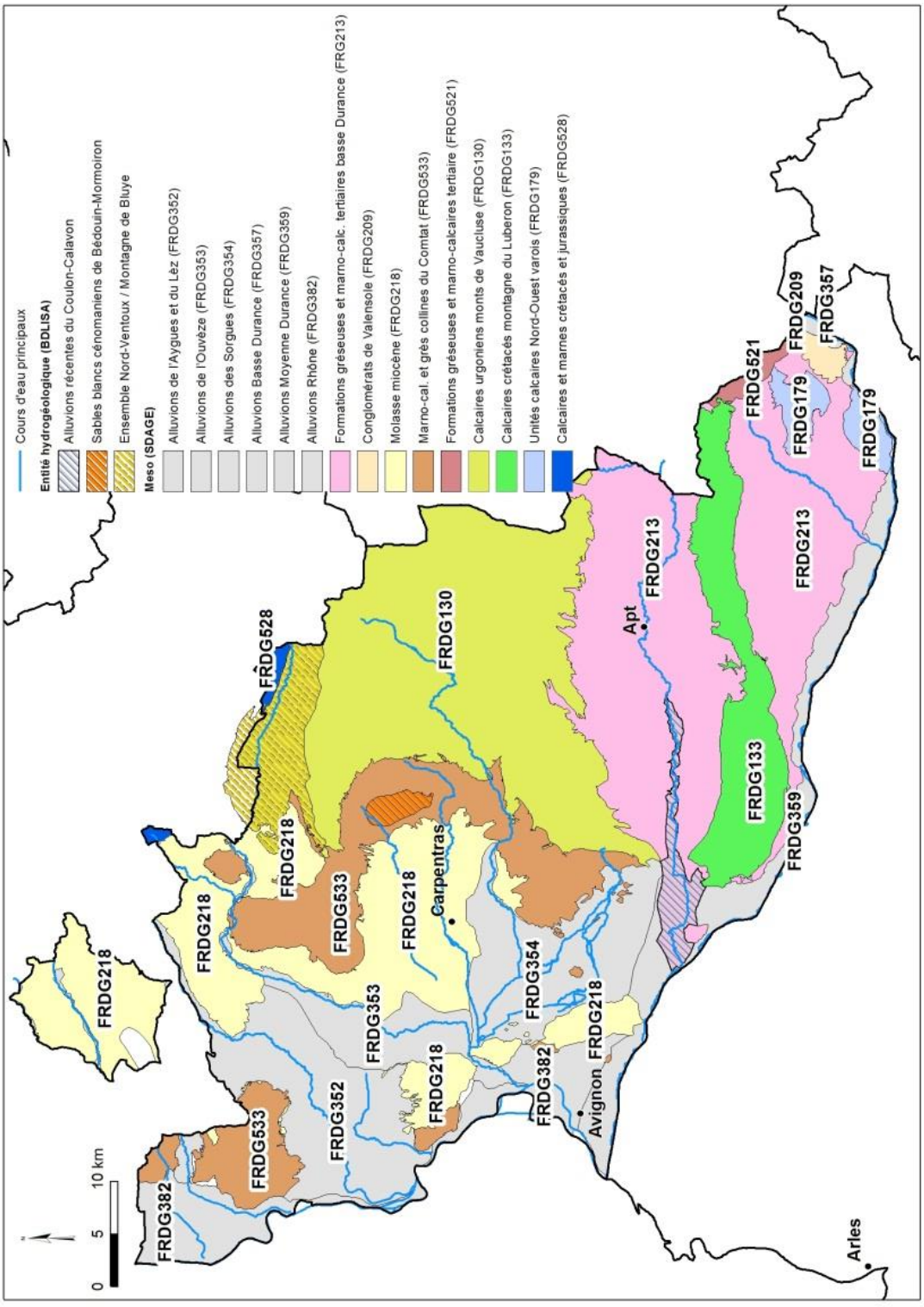


Illustration 2 : Carte des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques[10] affleurant sur le Vaucluse (Meso = masse d'eau)

[10] Seules 3 entités hydrogéologique BDLISA de niveau 3 (intérêt local) ont été représentées sur la carte

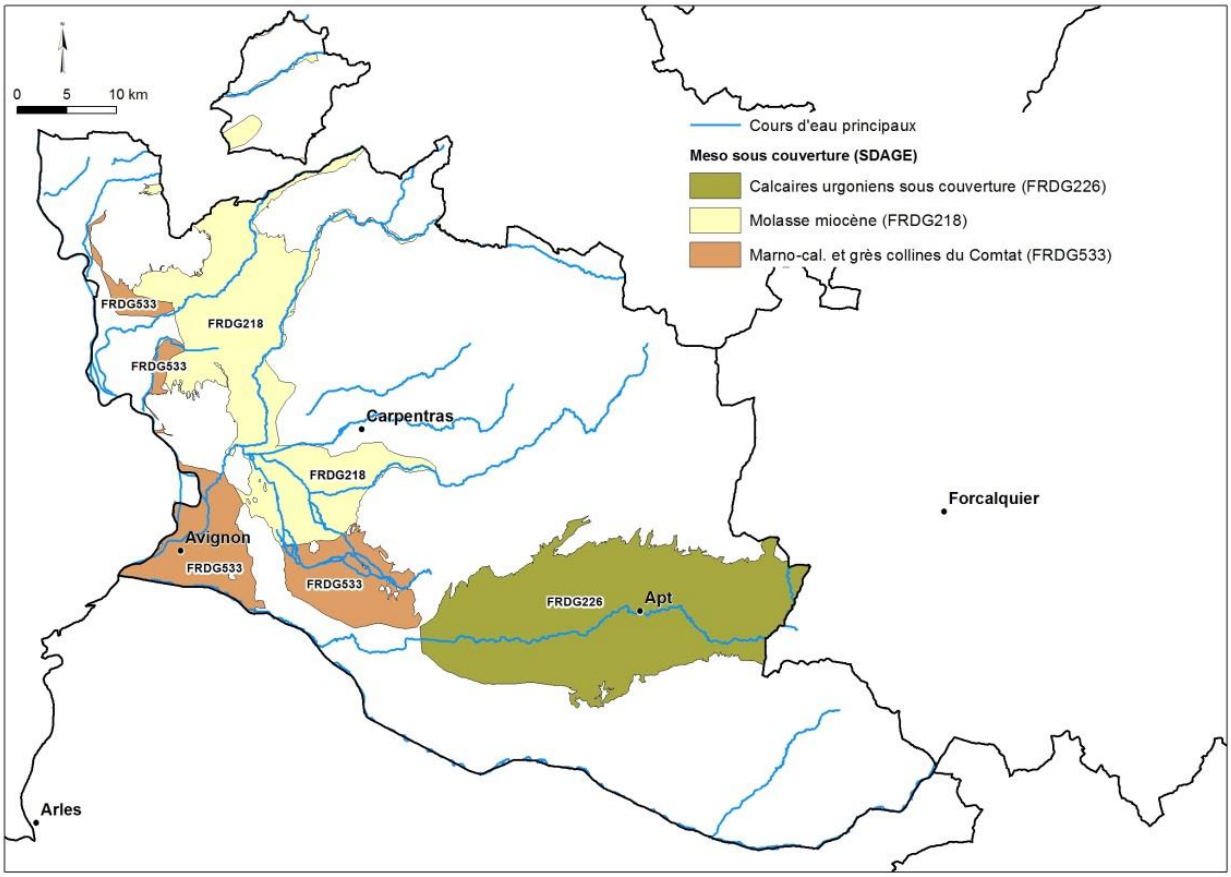


Illustration 3 : Carte des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques sous-couverture sur le Vaucluse (Meso = masse d'eau)

2.4. CLASSIFICATION DES AQUIFERES EN TERME DE SUIVI QUANTITE / QUALITE

2.4.1. Méthodologie suivie

Le réseau de suivi des eaux souterraines que souhaite mettre en place le Département doit permettre de répondre aux enjeux locaux en veillant à être complémentaire des réseaux déjà existants. Afin d'identifier les besoins en suivi quantitatif (niveaux piézométriques) et en suivi qualitatif (chimie des eaux), il a été proposé de hiérarchiser les aquifères (référentiel SDAGE et référentiel BD LISA) sans prendre en compte, dans un premier temps, les suivis existants. Ces derniers seront ensuite superposés et la comparaison des besoins en termes de suivi de la masse d'eau et les points de suivi existants sera réalisée dans les chapitres suivants.

La démarche suivie pour réaliser le classement des aquifères s'appuie sur la méthodologie mise au point à la fin des années 1990 par le BRGM[11](Comte, 1997) afin d'identifier et classer les systèmes aquifères en fonction des priorités d'action en matière de suivi piézométrique et de la qualité des eaux. Celle-ci a été mise en place à la demande de la Direction de l'Eau du Ministère de l'Environnement dans l'objectif de mise en place d'un réseau national

[11] Une réflexion sur la représentativité des réseaux a été menée également au BRGM (Auterives & al., 2013). L'étude n'étant pas finalisée lors du travail menée sur le Vaucluse, les résultats n'ont pas été intégrés à la méthodologie proposée.

d'observation des eaux souterraines. Dans le cadre de la présente étude, cette méthodologie a été suivie et adaptée au contexte départemental. Des critères supplémentaires ont été notamment intégrés, tels que le caractère « ressource stratégique » de la masse d'eau défini dans le SDAGE (futur SDAGE 2016-2021 en cours de consultation), ou les pressions futures potentielles sur le système aquifère liées à des exploitations de la ressource pour la géothermie ou à la présence de travaux de recherche d'hydrocarbures non conventionnels en profondeur.

L'approche est de type multicritères. Pour identifier les priorités d'action en suivi piézométrique, la démarche s'appuie sur deux ensembles de critères reposant sur :

- une approche « milieu » ; identification des ressources d'importance régionale, « naturellement » productives, susceptibles d'avoir des échanges avec d'autres hydrosystèmes (souterrains ou superficiels) adjacents. Les ressources les plus importantes sont ainsi bien sûr concernées mais des systèmes aux ressources quantitativement peu élevées peuvent également revêtir une importance stratégique essentielle vis-à-vis des principaux usages. Cette approche caractérise l' « **importance potentielle et stratégique** » du système hydrogéologique. Dans celle-ci la notion de « ressource stratégique » définie dans le cadre du futur SDAGE 2016-2021 est intégrée, ainsi que l'importance de la ressource pour le Département.
- une approche « usage » : prenant en compte les critères relatifs à l'importance et à la variabilité des prélèvements, aux types d'usages, notamment vis-à-vis du plus exigeant quantitativement : l'alimentation en eau potable, aux impacts quantitatifs sur la ressource, ainsi que des fonctions dans l'environnement. Cette approche caractérise l'**importance des usages et fonctions de la ressource.**

Ces deux approches suffisent à identifier les priorités en matière de suivi quantitatif. Pour définir le suivi qualité de l'eau, ces critères ne sont pas suffisants ; il faut prendre en considération deux thèmes supplémentaires :

- la **vulnérabilité** intrinsèque du système à toute sorte de pollutions susceptibles de dégrader la qualité de l'eau. Ces critères sont de types géologiques, pédologiques, géométriques et hydrodynamiques.
- la **pression polluante** qui exprime les risques identifiés d'atteinte à la qualité de l'eau quelle qu'en soit l'origine. Dans cet ensemble, sont distinguées les pressions polluantes potentielles dues à des éventuelles exploitations futures du système.

Pour l'aspect suivi de la qualité, il convient de différencier les aquifères libres des aquifères captifs (c'est-à-dire protégés des pollutions en surface par une formation peu perméable), la vulnérabilité ou la pression polluante ne pouvant être caractérisée par des critères identiques. Un cas de risque de pollution spécifique des nappes captives est celui de la contamination par la nappe supérieure avec des forages traversant les deux niveaux, qui sont :

- soit crépinés au droit des nappes ;
- soit mal conçus ou mal réalisés de sorte que des communications occultes se créent entre les deux nappes.

L'ensemble des thèmes cités - importance potentielle et stratégique, importance des usages et fonctions de la ressource, vulnérabilité, pression polluante actuelle et future – et les critères associés sont repris dans le tableau ci-dessous (Illustration 4)

Thèmes	Critères d'évaluation	Pondérations
Importance potentielle et stratégique	ressource stratégique SDAGE	3
	priorité CG84	3
	superficie	2
	apports spécifiques	3
	taux de renouvellement	5
	importance des réserves	3
	productivité moyenne	1
	exclusivité de la ressource	5
	relations avec eau de surface	5
	captif/libre	1
Importance des usages et fonctions	prélèvements	3
	taux d'exploitation	5
	part des prélèvements AEP	1
	part des prélèvements industriels	1
	part des prélèvements agricoles	1
	évolution des prélèvements	5
	variabilité saisonnière des prélèvements	3
	tendance piézométrique pluriannuelle	3
	sensibilité à la sècheresse	3
	fonctions identifiées de maintien	5
Vulnérabilité	milieu aquifère	3
	terrains de couverture	5
	épaisseur de la Zone Non Saturée (ZNS)	1
	perméabilité de la ZNS	1
	alimentation par d'autres systèmes	3
	alimentation par cours d'eau	5
	propagation d'une pollution	1
	risque de contaminations par nappe sus-jacente	2
Pression polluante actuelle	occupation agricole	2
	occupation urbaine	2
	occupation industrielle et friches	2
	pollution domestique diffuse	2
Pression polluante future	projets d'exploitation géothermie	1
	système aquifère situé dans secteur concerné par permis de recherche hydrocarbures non conventionnels	1

Illustration 4 : Tableau des quatre thèmes et critères pris en compte dans le classement des systèmes aquifères.

Le barème de pondération est croissant du plus favorable (note 1) au plus défavorable (note 5). Pour mettre en évidence les critères les plus défavorables, le barème {1, 2, 3} a été modifié par {1, 2, 5}

Il s'agit ensuite d'attribuer à chaque critère une note et une pondération traduisant l'importance du paramètre. Les notes ont été attribuées dans un premier temps à dire d'expert et ont été

proposées aux membres du comité technique[12]. de suivi du projet. La classification a été validée suite au comité de pilotage[13] du 10 juin 2014

Les notes ont été compilées et classées de façon à définir trois classes d'importance des secteurs qui correspondent à des degrés d'objectifs :

- **niveau de base** : correspond à un suivi minimum, dit « de veille »,
- **niveau ordinaire** : correspond au suivi d'un système « normalement » exploité, c'est-à-dire d'importance ni mineure ni primordiale. Le suivi devra contrôler la situation et ses éventuelles évolutions pour être à même d'identifier les signes de dysfonctionnement (qualitatifs = pollutions, quantitatifs = surexploitation),
- **niveau renforcé** : correspondant à un suivi détaillé de système présentant des risques ou des impacts identifiés (sur la qualité de l'eau ou sur la quantité), ou une fragilité reconnue vis-à-vis de certains facteurs externes (exploitation, déficit d'alimentation, etc…).

2.4.2. Résultats du classement

Les notes finales obtenues pour chaque masse d'eau et entité hydrogéologique correspondante figurent dans le tableau en annexe 1. Le code et nom des masses d'eau souterraine et des entités hydrogéologiques sont détaillés dans le tableau de l'annexe.

Les résultats sont représentés cartographiquement sur l'Illustration 5 et sur l'Illustration 6.

[12] Comité technique composé du Conseil Général, de l'Agence de l'Eau, du Conseil Régional, de la DDT 84 et de l'ARS-DT 84, de la Chambre d'Agriculture et du BRGM

[13] Comité de pilotage composé des membres du Comité technique, de France Nature Environnement Vaucluse, du Collectif Gaz de schiste

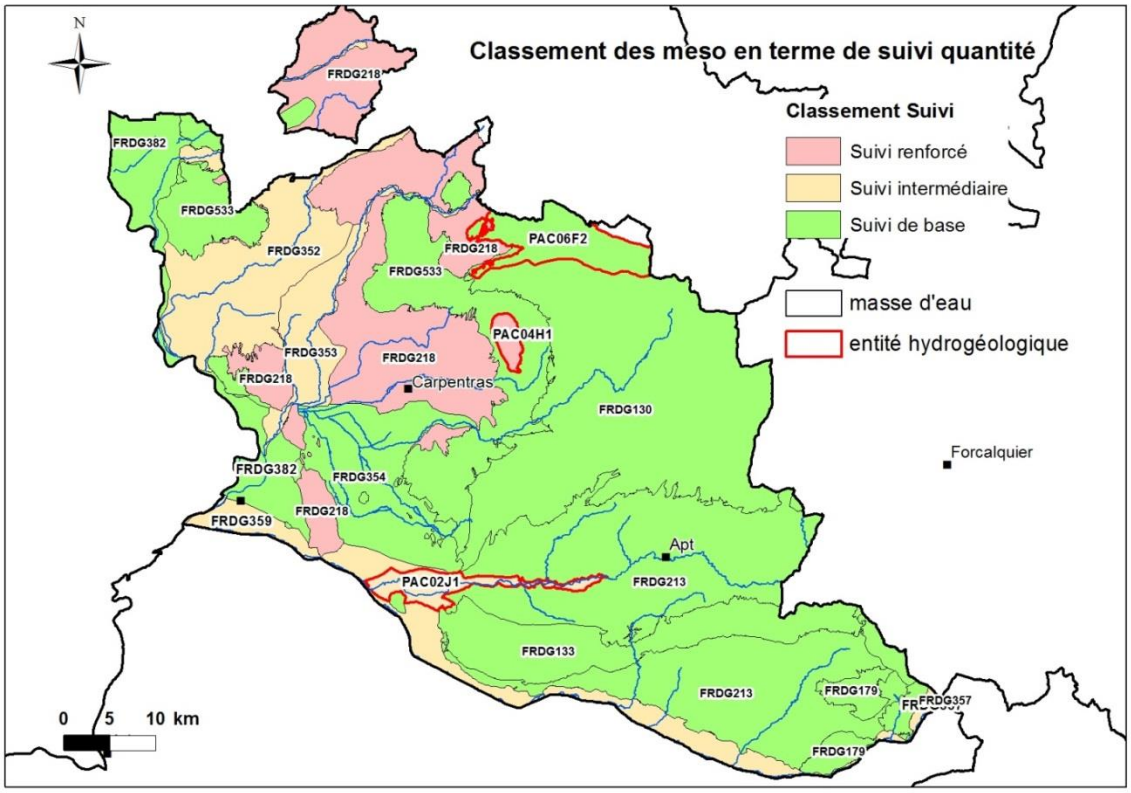


Illustration 5 : Résultat du classement des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques d'intérêt local affleurantes en terme de suivi quantité

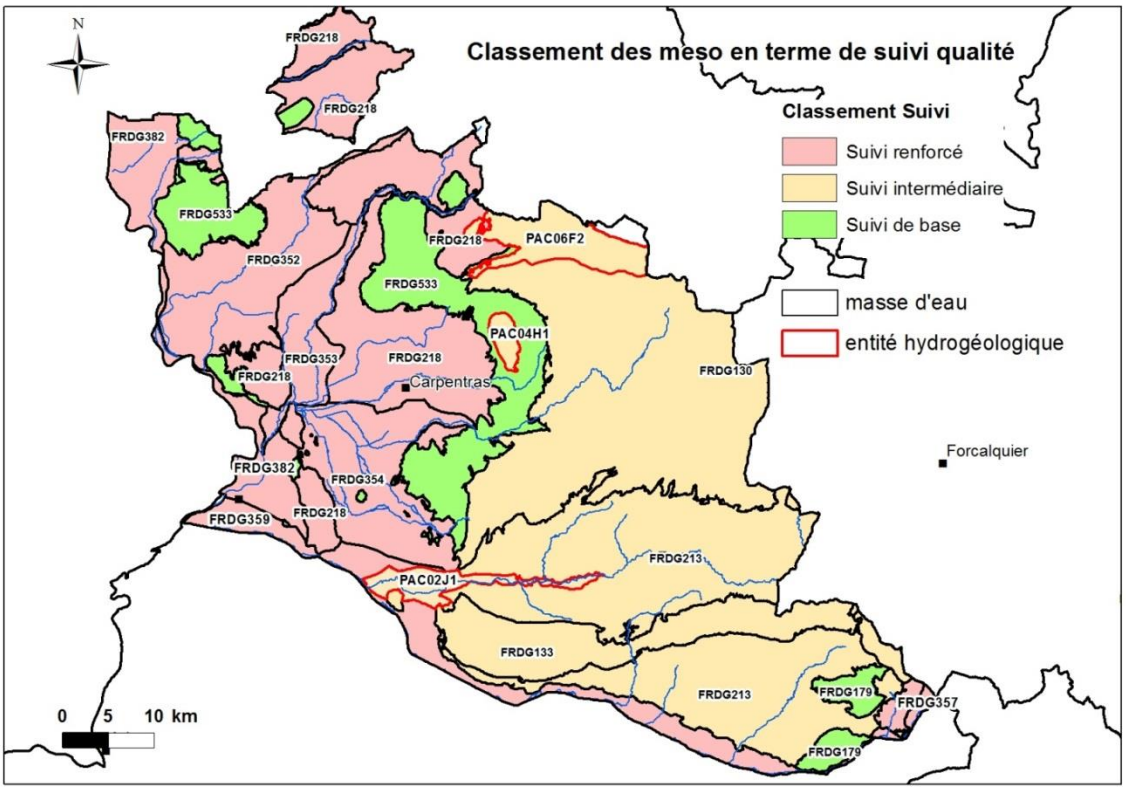


Illustration 6 : Résultat du classement des masses d'eau souterraine et entités hydrogéologiques d'intérêt local affleurantes en terme de suivi qualité

Une première analyse de ces résultats montre que la **masse d'eau de la molasse miocène du Comtat (FRDG218) apparaît comme une masse d'eau prioritaire à suivre aussi bien en terme quantitatif qu'en terme qualitatif**. Ceci s'explique par le fait que l'aquifère multicouche présente des niveaux productifs qui sont très exploités. De par les fortes pressions subies par la masse d'eau, celle-ci est classée « ressource stratégique » dans le SDAGE 2016-2021.

L'entité hydrogéologique des **sables blancs de Bédoin (PAC04H1) appartenant à la masse d'eau FRDG533, Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône, apparait également comme prioritaire pour le suivi quantitatif de l'aquifère**. Celui-ci, bien que d'extension très limitée (superficie évaluée à 14 km²), est soumis à de fortes pressions en termes de prélèvement AEP collectif, et joue un rôle majeur dans le fonctionnement du réseau hydrographique de par ses exutoires naturels que sont le ruisseau de Vacquière, le pont des Salettes, le Mède et l'Auzon.

Les **alluvions de l'Aigues et du Lez (FRDG352), de l'Ouvèze (FRDG353), du Coulon-Calavon (entité hydrogéologique PAC02J1 et masse d'eau FRDG213) et de la moyenne et basse Durance (FRDG357 et 359)** sont pour leur part classés dans la catégorie intermédiaire dans le classement du suivi quantité, c'est-à-dire des aquifères exploités pour lesquels le suivi piézométrique doit contrôler la situation et identifier les éventuelles évolutions.

Pour les autres masses d'eau souterraine, le suivi de base doit permettre de fournir une estimation fiable de l'état quantitatif de la masse d'eau. Ce suivi pourrait être similaire au contrôle de surveillance (RCS) mis en place dans le cadre de la directive-cadre européenne sur l'eau (appelée DCE)[14].

Concernant les résultats du classement en terme de suivi de l'état chimique des masses d'eau souterraine, les **nappes alluviales apparaissent toutes à suivre en priorité.**

Les masses d'eau souterraine des calcaires urgoniens (FRDG130), formations tertiaires du bassin d'Apt (FRDG213), des calcaires du Luberon (FRDG133) sont classées pour leur part dans la catégorie intermédiaire.

Sur les cartes des illustrations précédentes, seules les masses d'eau souterraine affleurantes sont représentées. Il convient de préciser les résultats du classement pour la masse d'eau FRDG226 des **calcaires urgoniens entièrement sous couverture tertiaire dans le bassin d'Apt**. Pour celle-ci, le niveau de suivi pour l'état quantitatif obtenu est un suivi de « base », pour le suivi de l'état **qualité, le niveau obtenu est le suivi « intermédiaire ».** La ressource est pour l'instant peu exploitée, mis à part les forages de Fangas réalisés pour l'alimentation en eau potable de la commune d'Apt, il n'y a pas de captages majeurs sur la formation.

Après avoir effectué ce premier classement, une comparaison avec les réseaux de suivi existants et les points de pression majeurs (captages AEP) est réalisée afin d'identifier les points de suivi à mettre en place dans un souci de complémentarité avec l'existant. Ce travail est présenté dans les chapitres suivants.

[14] Circulaire DCE 2003/07 relative au cahier des charges pour l'évolution des réseaux de surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Circulaire DCE 2005/14 relative à la surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

3. Définition du réseau départemental théorique de suivi des eaux souterraines

3.1. ETAT DES LIEUX DES RESEAUX EXISTANTS

3.1.1. Inventaire des réseaux

Afin de mener à bien l'état des lieux sur les réseaux de suivi de l'état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines, une consultation et une extraction des données de la banque de données sur les eaux souterraines ADES[15] ont tout d'abord été réalisées.

Le Vaucluse fait l'objet de suivis des eaux souterraines mis en œuvre dans le cadre de la Directive Cadre sur l'EAU (DCE). Les réseaux sont les suivants :

- Les réseaux de contrôle de surveillance (RCS), mis en œuvre depuis janvier 2007. Ils permettent d'évaluer l'état général quantitatif et qualitatif des eaux et les tendances d'évolution au niveau d'un bassin. Les réseaux sont constitués de stations de mesures représentatives du fonctionnement global de la masse d'eau (piézomètres, qualitomètres et sources).

- Les réseaux de contrôle opérationnel (RCO), dont le rôle est :
  - d'assurer le suivi de la qualité de toutes les masses d'eau souterraine qui ne pourront pas atteindre le bon état en 2015 (masses d'eau souterraine ayant obtenu un report ou une dérogation d'objectif de bon état pour 2021 ou 2027),
  - d'assurer le suivi des améliorations de la qualité des eaux, suite aux actions mises en place dans le cadre des programmes de mesures,
  - et le cas échéant de préciser les raisons de la dégradation des eaux.

Seuls les paramètres à l'origine du risque de non-atteinte du bon état de la masse d'eau en 2015 sont suivis dans le réseau RCO.

D'autres réseaux de mesures existent sur le département et sont mis en ligne sur le site d'ADES. Ces réseaux n'ont pas pour objectif de suivre des systèmes aquifères mais d'évaluer la qualité ou la quantité de la ressource en un point donné vis-à-vis d'un usage précis. Il s'agit des réseaux suivants :

- le réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines géré par l'Agence Régionale de la Santé (ARS) : réseau dit « réseau de contrôle sanitaire » mis en place dans un cadre réglementaire, il sert à contrôler l'aptitude de l'eau pour un usage précis : la consommation humaine ;
- les réseaux d'impact ou d'auto-surveillance locaux (réseaux suivi des installations classées), mis en place par les industriels autour de leurs installations, pour contrôler localement l'impact d'une activité polluante (station d'épuration, rejets industriels, pollutions agricoles, etc.) et l'efficacité des mesures adoptées pour réduire cet impact.

[15] http://www.ades.eaufrance.fr/

Afin de compléter ce premier recensement sur les réseaux existants et mis en ligne sur ADES, les organismes susceptibles de gérer un réseau de suivi sur les eaux souterraines dans le cadre de ces activités ont été contactés :

- Agence de l'Eau RMC
- Direction Départementale des Territoires du Vaucluse (DDT84)
- Syndicats de rivière présents sur le département (liste transmise par le Conseil Général)

Au final, concernant le suivi quantitatif des systèmes aquifères sur le département du Vaucluse, trois réseaux gérés par trois services producteurs ont été recensés (Illustration 7).

Nom du réseau	Descriptif	Service producteur	Nombre de stations	Fréquence des mesures	Code SANDRE[16]
Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de la région Provence-Alpes Côte d'Azur	Réseau de contrôle de surveillance (RCS) de l'état quantitatif des eaux souterraines mis en place dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau DCE	Réseau géré par le BRGM dans le cadre de la convention nationale entre l'ONEMA[17] et le BRGM	22	Fréquence de mesure horaire (mesure télétransmise), mise en ligne de la mesure maximum quotidienne sur ADES	0600000037
Réseau de suivi sécheresse	Réseau de suivi départemental géré par la DDT84. Ce réseau a pour objectif le suivi piézométrique des nappes alluviales mis en œuvre dans le cadre de l'arrêté préfectoral « sécheresse » du département de Vaucluse	DDT84 via la Chambre d'Agriculture	19	Bimensuelle en juillet/août, mensuelle le reste de l'année	Pas de code SANDRE
Réseau de suivi piézométrique du Grand Avignon	Réseau local dont l'objectif est de suivre le niveau des nappes phréatiques et leur positionnement par rapport aux réseaux de collecte des eaux. (eau potable, eaux usées)	Communauté d'Agglomération du Grand Avignon	28 dont 27 dans le département du Vaucluse	Mensuelle	Pas de code SANDRE

Illustration 7 : Tableau récapitulatif des réseaux de suivis de l'état quantitatif des eaux souterraines présents sur le département (nombre de stations au 01/01/2015)

Concernant le suivi qualitatif des systèmes aquifères sur le département du Vaucluse, six réseaux ont été recensés (Illustration 8) :

[16] Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau, le code SANDRE est le code définissant le réseau et permettant la mise en ligne sur ADES

[17] Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

Nom du réseau	Descriptif	Service producteur	Nombre de stations	Fréquence des mesures	Code SANDRE[18]
Réseau national de suivi au titre du contrôle sanitaire sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable	Réseau de contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine mis en place par les services du Ministère chargé de la Santé.	ARS Direction départementale du Vaucluse	77	Variable en fonction de l'importance du captage (volume prélevé)	0000000028
Réseau de suivi qualitatif des eaux souterraines de l'agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse (RMC)	L'objectif de ce réseau qualité est de connaître la qualité des eaux souterraines des différents aquifères du bassin et d'en détecter les éventuelles dérives. Cette connaissance et ce suivi contribuent à la définition des politiques de préservation de la qualité des eaux; ils permettent de juger de l'efficacité des actions mises en œuvre et de les ajuster si nécessaire. Ce réseau englobe les réseaux DCE RCS et RCO.	Agence de l'Eau RMC	26 dont : - 13 stations RCS - 13 stations RCO - 2 stations à la fois RCO et RCS	RCS : mesures semestrielles RCO : mesures trimestrielles	0600000005
Métaréseau de suivi de la directive Nitrates pour les eaux souterraines du bassin Rhône Méditerranée	Suivi des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines françaises au titre de la Directive Nitrates, Directive n°91/676/CEE, du 12 décembre 1991 en vue de délimiter les zones vulnérables et d'évaluer la mise en œuvre des programmes d'action. La liste des stations de mesure (points d'eau) est revue à chaque campagne.	Agence de l'Eau RMC	32 dont : - 14 stations appartenant également au réseau RCO - 11 stations appartenant également au réseau RCS	2 à 4 fois par an	0600000260
Réseau de suivi de l'état qualitatif des eaux souterraines	Suivi de l'état qualitatif des eaux souterraines vis-à-vis des nitrates et des pesticides	DDT84	36 stations[19]	Mesure des concentrations en nitrates 4 fois par an, pesticides une fois par an	Pas de code SANDRE
Réseau qualitatif des eaux souterraines pour le suivi des installations classées pour la région Provence Alpes Côte d'Azur	Réseau régional de surveillance de la qualité des eaux souterraines au droit ou à proximité des Installations Classés et Sites (potentiellement) Pollués (ICSP). Ce réseau a été mis en place par la Direction Générale de la Prévention des Risques du MEDDE dans le cadre de sa politique nationale de lutte contre les pollutions industrielles et afin de répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE).	DREAL PACA	216 stations[20]	variable selon les ICSP	0600000241
Réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM)	Réseau national développé sous l'égide de l'Autorité de sûreté nucléaire. Ce réseau regroupe le suivi en radionucléides (Alpha beta global, Tritium global, Bêta global et Uranium) des milieux localisés autour des sites présentant une activité liée avec le nucléaire	IRSN	Une trentaine de points de mesure répartis autour de la centrale nucléaire de Tricastin, et des centres de recherche de Marcoules et de Cadarache	Variable selon les sites	Pas de code SANDRE

Illustration 8 : Tableau récapitulatif des réseaux de suivis de l'état qualitatif des eaux souterraines présents sur le département (nombre de stations au 01/01/2015)

[18] Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau, le code SANDRE est le code définissant le réseau et permettant la mise en ligne sur ADES

[19] Le nombre de stations et le nombre d'analyses est dépendant des moyens techniques et financiers de la DDT84 qui varient d'une année sur l'autre.

[20] D'après ADES mais le nombre de stations actives sur le Vaucluse n'a pas été vérifié auprès de la DREAL

3.1.2. Suivi de l'état quantitatif des eaux souterraines

Un travail d'identification des masses d'eau souterraine suivies a été réalisé à partir des fiches descriptives des stations de suivi piézométrique.

Les fiches du réseau piézométrique PACA (RCS) géré par le BRGM sont directement disponibles au BRGM PACA. Dans ces fiches, les caractéristiques géologiques des terrains rencontrés par l'ouvrage et la coupe technique de celui-ci (profondeur de la crépine), permettent d'identifier la masse d'eau concernée.

Le descriptif des points du réseau sécheresse de la DDT84 a été transmis par la Chambre d'agriculture. Les profondeurs des piézomètres sont pour la plupart connues, néanmoins, la coupe géologique / technique des ouvrages n'étant pas disponible, le rattachement du piézomètre à une masse d'eau rend la tâche plus délicate. Ce travail a été fait dans le cadre de l'étude, néanmoins, il s'agit d'une première esquisse qui nécessiterait une recherche plus approfondie des données existantes auprès des propriétaires de chaque ouvrage notamment.

Concernant les piézomètres suivis par la Communauté d'Agglomération du Grand Avignon, les fiches des points suivis et leur localisation ont été mises à disposition dans le cadre de l'étude. Cependant les informations ne renseignent pas sur les caractéristiques des piézomètres (profondeur, coupe géologique/géotechnique), et le rattachement à une masse d'eau ou à un aquifère est trop incertain à partir de ces seules informations. Ces points d'eau qui sont suivis en piézométrie sont intéressants, et leur intégration dans un métaréseau départemental serait pertinente ; néanmoins pour cela il faudrait mieux connaitre les caractéristiques des stations en collectant les informations auprès du Grand Avignon, et le cas échéant en effectuant des visites de reconnaissance des ouvrages. Cela n'est pas l'objet de l'étude présentée ici, mais pourrait être mené dans le cadre de la mise en place d'un métaréseau de suivi départemental.

La carte de l'Illustration 9 présente pour chaque masse d'eau ou entité hydrogéologique, les ouvrages suivis au 1er janvier 2015 dans le cadre des réseaux de suivi piézométrique RCS et sécheresse. Les masses d'eau souterraine sont représentées par classe de suivi obtenue à partir de la classification des aquifères présentée au chapitre précédent.

La molasse miocène (FRDG218) qui apparaissait à la suite du classement comme étant la masse d'eau à suivre en priorité en termes d'état quantitatif, est suivie par 3 piézomètres profonds (environ 100 m de profondeur pour chacun). Ces derniers sont localisés pour deux d'entre eux dans le bassin de Carpentras, et pour l'un dans le bassin de Valréas du côté de Cairanne. Aucun suivi de la nappe miocène n'est cependant réalisé dans l'enclave des Papes. En outre, l'aquifère miocène est un aquifère multicouche, qui présente plusieurs niveaux productifs. Il paraît intéressant de suivre ces différents niveaux. De nombreuses études ont été menées sur l'aquifère miocène, plus particulièrement la thèse de F. Lalbat en 2006, qui propose des coupes géologiques à travers la formation, et identifie les différents niveaux sableux renfermant une nappe. D'autre part, il est montré à partir des cartes piézométriques relevées sur l'aquifère (Lalbat, 2006), que la circulation des eaux souterraines à travers la molasse miocène du bassin de Carpentras converge vers Bédarrides. **Ce secteur représentant l'exutoire principal de la ressource miocène n'est pas suivi en piézométrie.**

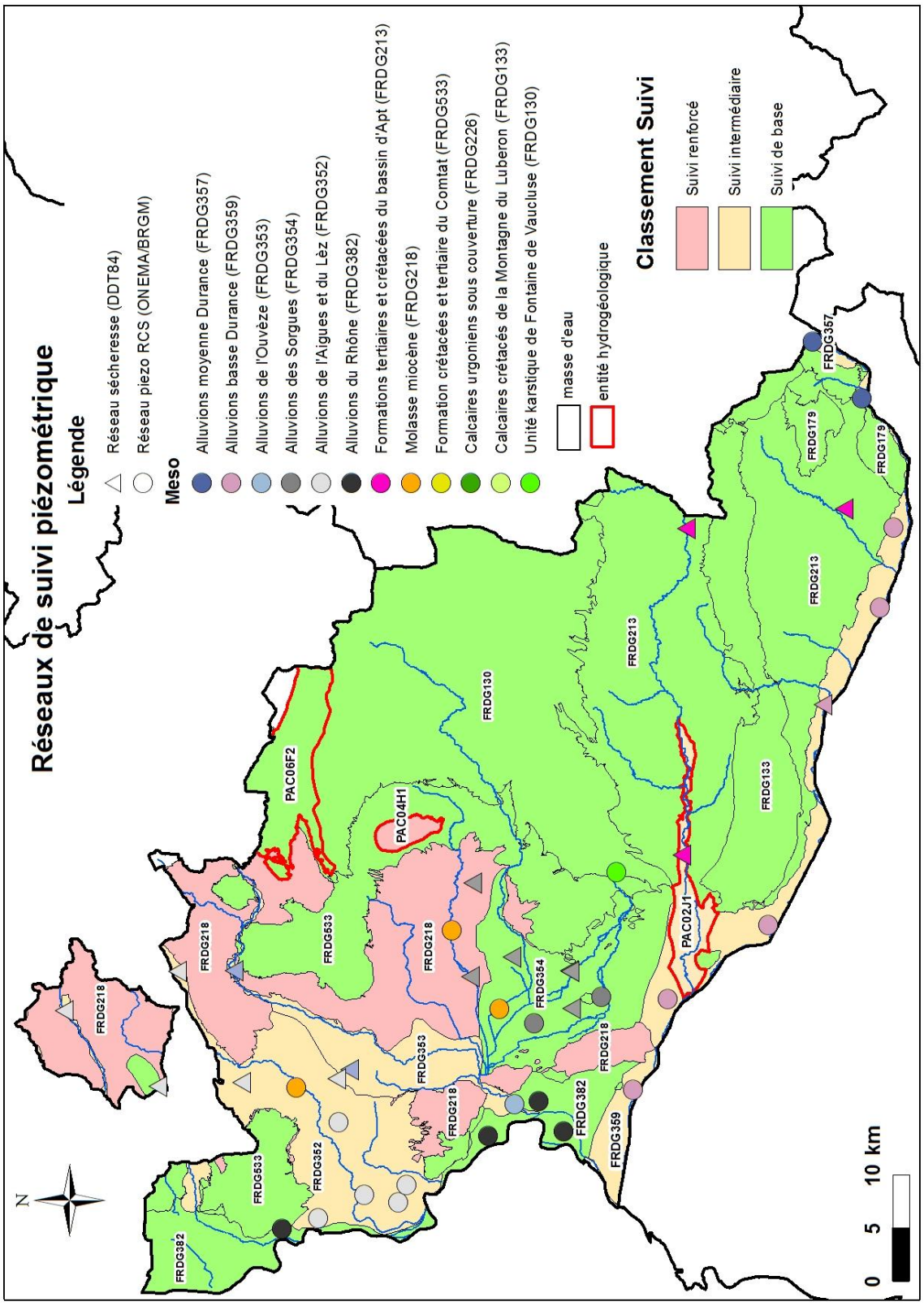


Illustration 9 : Localisation des stations de mesures piézométriques et masses d'eau souterraine concernées

Sur la carte de l'Illustration 9, il apparait également que les entités hydrogéologiques des **calcaires urgoniens Nord Ventoux et des sables blancs de Bédoin** ne sont pas suivies en termes de piézométrie. Compte-tenu de la classification des aquifères, **ces entités mériteraient d'être suivies par au moins un point de mesure**. De la même façon, les calcaires urgoniens sous couverture non représentés sur la carte n'appartiennent pas non plus à un réseau de suivi piézométrique.

Aucun point ne suit également la masse d'eau des calcaires de la montagne du Luberon (FRDG133).

3.1.3. Suivi de l'état qualitatif des eaux souterraines

De la même façon que pour les réseaux de suivi piézométrique, les informations sur les caractéristiques des ouvrages permettant de les rattacher à une masse d'eau souterraine ont été collectées.

Pour les points d'eau suivis dans le cadre de la DCE appartenant aux réseaux RCS, RCO et Directive Nitrates, l'Agence de l'Eau RMC qui gère ces réseaux, dispose d'une base de données regroupant tous les points d'eau et leurs caractéristiques. Chaque station suit une masse d'eau donnée. Dans le cadre de l'étude, l'Agence a mis à disposition du BRGM la table des points renseignant sur leur localisation, l'aquifère concerné, le paramètre suivi, et la fréquence de mesure…

Concernant les points de captage AEP dont le suivi relève de l'ARS, le travail de rattachement entre le point d'eau et la masse d'eau concernée a été réalisé à partir des données disponibles dans la banque de données du sous-sol du BRGM (BSS) et du site Internet Infoterre. Chaque captage AEP dispose d'un code national BSS pour lequel le plus souvent une coupe géologique est disponible et parfois une coupe technique de l'ouvrage. Afin de compléter ces données, les rapports d'hydrogéologues agréés disponibles en BSS ont également été consultés.

Dans le cadre de son réseau de suivi de l'état qualitatif des eaux souterraines, la DDT84 dispose de fiches descriptives pour l'ensemble de ces points d'eau. Pour la plupart, la coupe géologique est disponible, parfois la coupe technique de l'ouvrage. La DDT84 a mis à disposition du BRGM l'ensemble de ces fiches dans le cadre de l'étude, et cela a permis de vérifier la masse d'eau suivie par l'ouvrage.

Les réseaux de suivi de l'impact de sites industriels ou nucléaires sur les eaux souterraines (réseau ICSP et réseau RNM) n'ont pas pour objectif de suivre une masse d'eau en particulier mais l'effet d'une activité anthropique sur les milieux en un endroit donné. Les données sont intéressantes pour l'analyse de l'état qualitatif de la ressource, mais sont très localisées autour des sites industriels. De plus, les caractéristiques des points suivis ne sont pas connues directement, il est nécessaire de revenir au maître d'ouvrage, et ce travail peut s'avérer très long et fastidieux. Ce n'est pas l'objet de l'étude menée ici ; néanmoins ces réseaux sont intéressants à prendre en compte dans la démarche de la mise en place d'un métaréseau départemental. Pour cela, il serait nécessaire de bien connaître les points suivis dans ces réseaux et les masses d'eau souterraine concernées par ces suivis.

Finalement, la carte de l'Illustration 10 présente pour chaque masse d'eau ou entité hydrogéologique, les ouvrages suivis au 1er janvier 2015 dans le cadre des réseaux de suivi de l'état qualitatif de la ressource : réseaux DCE RCS/RCO et Directive Nitrates, réseau de suivi qualitatif de la DDT84 et réseau de suivi sanitaire de l'ARS. Les masses d'eau souterraine sont représentées par classe de suivi obtenue à partir de la classification des aquifères présentée au chapitre précédent.

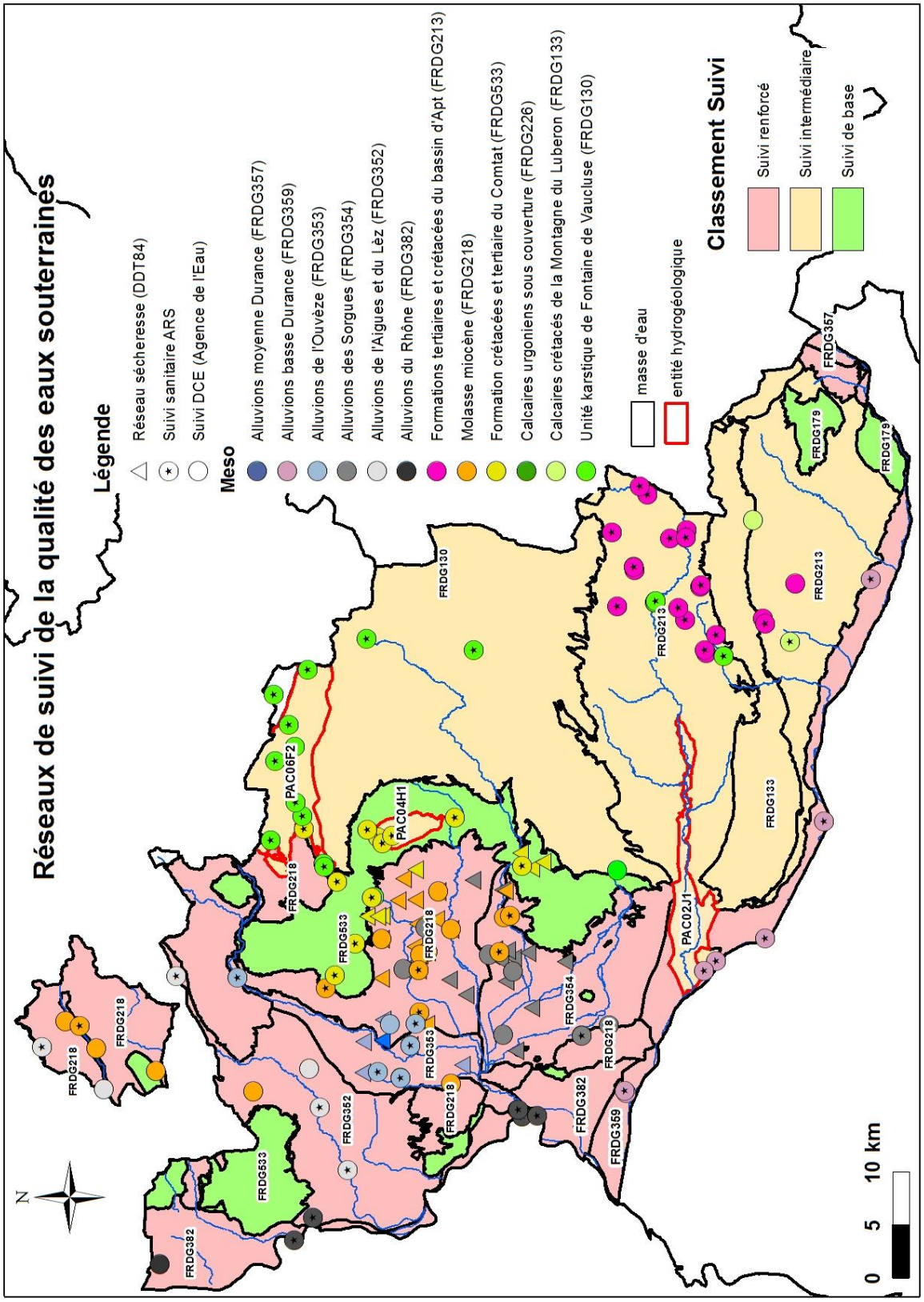


Illustration 10 : Localisation des stations de mesure de la qualité des eaux souterraines

A première vue, la majorité des masses d'eau souterraine sont concernées par au moins une (voire plusieurs) station(s) de suivi de la qualité. Il convient néanmoins de noter qu'aucun point de suivi n'est répertorié sur les alluvions du Calavon en partie aval.

Concernant les paramètres suivis, ils varient selon les réseaux (Illustration 11).

Nom du réseau	Paramètres suivis
Réseau national de suivi au titre du contrôle sanitaire sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable	Chimie, pesticides, bactériologie, micropolluants minéraux, PCB
Réseau de suivi qualitatif des eaux souterraines de l'agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse : réseau de contrôle opérationnel	Chimie, pesticides et/ou nitrates
Réseau de suivi qualitatif des eaux souterraines de l'agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse : réseau de contrôle de surveillance	2 fois par an : physico-chimie in-situ, physico-chimie classique. 1 fois tous les 6 ans : physico-chimie in-situ, physico-chimie classique, micropolluants minéraux, micropolluants organiques, pesticides
Métaréseau de suivi de la directive Nitrates pour les eaux souterraines du bassin Rhône Méditerranée	Chimie et nitrates
Réseau de suivi de l'état qualitatif des eaux souterraines de la DDT84	Nitrates et pesticides

Illustration 11 : Liste des paramètres suivis par grande famille pour les réseaux qualité

3.2. LOCALISATION DES SECTEURS A SUIVRE AU SEIN DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE

3.2.1. Identification des secteurs

La classification des masses d'eau souterraine puis la localisation des stations des réseaux de suivi existants sur les eaux souterraines, ont permis de mettre en évidence les masses d'eau souterraine ou entités hydrogéologiques qui étaient suivies et la couverture de points sur ces dernières. La nécessité d'un suivi complémentaire a été identifiée : sur la molasse miocène afin de tenir compte du caractère multicouche de l'aquifère et des sens d'écoulement des eaux souterraines au sein de celui-ci, sur les sables blancs de Bédoin et les alluvions du Calavon aval en terme de suivi quantité, et qualité pour les alluvions du Calavon. Après cette première analyse il faut maintenant localiser précisément les points d'eau à suivre.

Pour cela, il a été choisi de prendre en compte les points d'appel principaux des nappes souterraines que sont les captages AEP collectifs. En effet, ces points d'eau sont stratégiques pour ce qui concerne la préservation de la ressource en termes de quantité mais aussi de qualité. La localisation des captages AEP collectifs a permis d'orienter la recherche de points.

Les secteurs ont également été discutés en réunion de Comité technique[21] afin d'être en accord avec l'ensemble des acteurs et des besoins identifiés. Les résultats des études EEVP, sur les échanges nappes-rivières notamment, ont été pris en compte. Sur l'Ouvèze notamment, la nappe est drainée par la rivière (c'est-à-dire qu'elle alimente la rivière), sauf entre Jonquières et

[21] Réunion du 08/09/14

Bédarrides où les courbes piézométriques traduisent une alimentation par l'Ouvèze. Ainsi, l'Ouvèze est régulièrement soumis à des assecs estivaux prolongés dans ce secteur. Par ailleurs, en rive droite vers Jonquières, la nappe donne naissance à la Seille. Cette rivière joue donc le rôle de drain pour les eaux souterraines, au détriment de l'Ouvèze. La Seille restitue son débit à l'Ouvèze à Bédarrides, après avoir drainé le secteur marécageux de Courthézon. Afin de suivre les variations de la nappe, un point de suivi piézométrique dans le secteur de Courthézon a été recommandé par les membres du comité technique.

D'autre part, des études récentes sur la ressource en eau souterraine ont permis d'orienter le choix de secteurs complémentaires. Sur la masse d'eau de la molasse du Miocène (FRDG218), l'étude sur l'identification et la caractérisation de zones prioritaires à préserver pour l'alimentation en eau potable (IDEEAUX, 2011) a identifié les secteurs à préserver pour l'AEP. Ces secteurs ont été pris en compte, et pour chacun d'entre eux une vérification de l'existence ou non d'une station de suivi eau souterraine a été faite afin d'identifier le besoin ou non de mettre en place un suivi. Une autre étude récente menée celle-ci sur la nappe alluviale de la Durance par le groupement HYDROFIS/BRL Ingénierie pour le SMAVD[22] a permis d'identifier sur la basse Durance, les secteurs manquant de données. Les échanges avec le bureau d'étude HYDROFIS ont orienté le choix d'un secteur à suivre sur la basse Durance en terme de piézométrie.

Le paragraphe suivant présente les secteurs identifiés, et le chapitre 4 ci-après présente les points d'eau reconnus sur le terrain qui pourront être intégrés concrètement au réseau de suivi du Département de Vaucluse.

3.2.2. Description des secteurs

Au démarrage de l'étude, le nombre de points à intégrer au réseau de suivi que souhaitait mettre en place le Département de Vaucluse était de 15 points. Au fur et à mesure de l'avancement de l'étude, ce sont finalement 18 secteurs sur lesquels la mise en place d'un suivi s'est avérée intéressante. Sur certains secteurs, les points d'eau étaient déjà identifiés puisqu'il s'agissait de captages AEP. Sur d'autres secteurs, seule une localisation approximative était définie, et une reconnaissance terrain a été nécessaire pour retenir le point d'eau le plus adapté pour le suivi.

[22] Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance

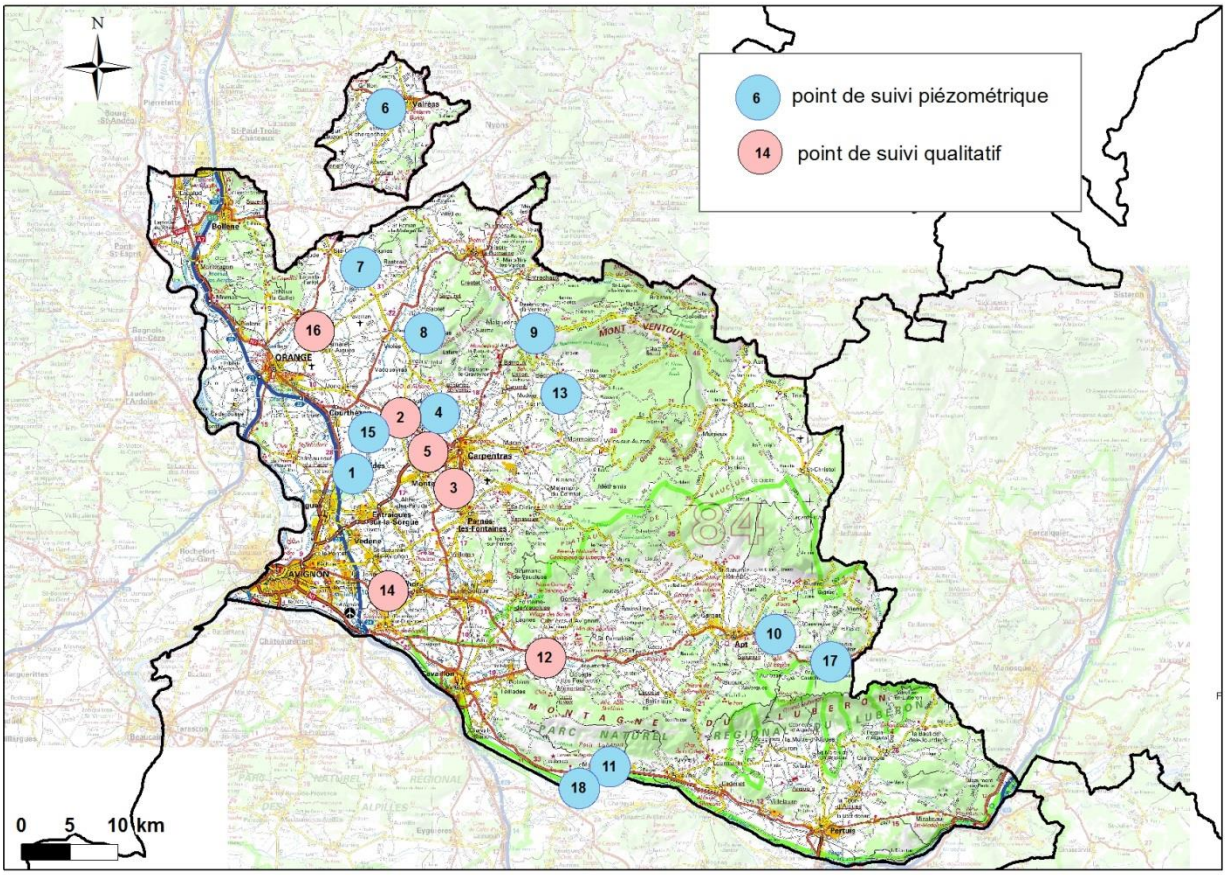


Illustration 12 : Localisation des secteurs proposés pour la mise en place de station de suivi des eaux souterraines

Chaque secteur est présenté ci-dessous, par ordre chronologique, en reprenant la masse d'eau ou entité hydrogéologique concernée, la profondeur du suivi (s'il s'agit d'un forage ou d'un puits), le type de suivi proposé et l'intérêt de suivre la masse d'eau sur ce secteur.

Secteur 1 : Secteur de Bédarrides

Code BSS : point à trouver par prospection terrain

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 100 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Zone de convergence des eaux souterraines circulant dans l'aquifère miocène du bassin de Carpentras : intéressant de suivre les variations piézométriques de l'aquifère miocène au niveau de l'exutoire. Aucun point de suivi actuellement.

Secteur 2 : Sarrians – Forage des Cazès

Code BSS : 09404X0138/111111

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 250 m

Type de suivi : Qualité

Intérêt du secteur : Captage AEP inexploité, captant un niveau productif de l'aquifère miocène entre 150 et 230 m de profondeur. Intérêt de suivre les variations piézométriques de ce niveau aquifère exploité pour l'AEP + aucune station de suivi actuellement dans la zone

Secteur 3 : Pernes – Forage Prato

Code BSS : 09411X0004/F

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 220 m

Type de suivi : Qualité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité, captant un niveau productif de l'aquifère miocène entre environ 100 et 200 m de profondeur. Pas de suivi qualité du Miocène dans le secteur sur ce niveau aquifère.

Secteur 4 : Aubignan – Grès de Meyras

Code BSS : 09404X0227/F et 09404X0243/F1

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 210 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité, captant un niveau productif de l'aquifère miocène entre 90 et 130 m de profondeur. Situé dans une zone prioritaire à préserver pour l'alimentation en eau potable. Pas de station de suivi piézométrique de ce niveau aquifère actuellement.

Secteur 5 : Monteux - Loriol

Code BSS : Point à trouver par prospection terrain

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 150 m

Type de suivi : Qualité

Intérêt du secteur : Point théorique à trouver dans la zone prioritaire à préserver pour l'alimentation en eau potable. Pas de station de suivi de la qualité des eaux souterraines dans ce niveau aquifère actuellement.

Secteur 6 : Valréas – Forage Bavène

Code BSS : 08904X0032/F

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 350 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité, captant la nappe du Miocène entre 100 et 300 m de profondeur environ. Aucune station de suivi piézométrique actuellement dans le bassin de Valréas.

Secteur 7 : Nord-est de Camaret-sur-Aigues

Code BSS : point à trouver par prospection terrain

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 200 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Point théorique à trouver dans la zone prioritaire à préserver pour l'alimentation en eau potable. Pas de station de suivi de la quantité des eaux souterraines dans ce niveau aquifère actuellement.

Secteur 8 : Gigondas – Forage AEP Sainte-Anne

Code BSS : 09148X0007/F

Masse d'eau concernée : FRDG218 Molasse Miocène

Profondeur de la nappe : 150 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité. Nappe miocène sollicitée pour l'AEP, aucune station de suivi piézométrique de la nappe dans le secteur.

Secteur 9 : Malaucène – Source du Groseau

Code BSS : 09156X0007/SOURCE

Masse d'eau concernée : FRDG130 Calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse et de la Montagne de Lure

Profondeur de la nappe : source

Type de suivi : Quantité (débit)

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité. Source de débit moyen de 50 à 60l/s, drainant l'aquifère des calcaires fissurés sur tout le secteur occidental du massif du Mont-Ventoux. Pas de station de suivi piézométrique actuellement sur ce secteur sollicité pour l'AEP.

Secteur 10 : Saignon – Forages de Fangas

Code BSS : 09681X0103/F et 09681X0101/F2

Masse d'eau concernée : FRDG226 - Calcaires urgoniens sous couverture du synclinal d'Apt

Profondeur de la nappe : 600 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité. Forages profonds captant l'aquifère des calcaires urgoniens sous couverture. Pas de station de suivi des niveaux piézométriques sur ce secteur actuellement.

Secteur 11 : Mérindol – Source des Borrys

Code BSS : 09677X0023/SOURCE

Masse d'eau concernée : FRDG133 - Calcaires crétacés de la montagne du Lubéron

Profondeur de la nappe : source

Type de suivi : Quantité (débit)

Intérêt du secteur : Source pérenne inexploitée correspondant à l'une des émergences les plus importante de l'aquifère des calcaires hauteriviens du Petit Luberon. Aucune station de suivi piézométrique actuellement sur cet aquifère.

Secteur 12 : Oppède- Puits Pages

Code BSS : 09672X0178/P

Masse d'eau concernée : FRDG213 Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans le bassin versant Basse Durance / Entité hydrogéologique PAC02J1 des alluvions du Calavon

Profondeur de la nappe : 14 m

Type de suivi : Qualité

Intérêt du secteur : Puits agricole inexploité suivi dans le cadre du réseau "sécheresse" Vaucluse. Pas de suivi qualité sur les alluvions du Calavon en partie aval, d'où l'intérêt de suivre ce point en qualité.

Secteur 13 : Bédoin – captage des Blaches

Code BSS : 09156X0065/F

Masse d'eau concernée : FRDG 533 Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône rive gauche et de la bordure du bassin du Comtat / Entité hydrogéologique PAC04H1 Sables blancs de Bédoin

Profondeur de la nappe : 220 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Captage AEP inexploité, captant la nappe de l'aquifère des sables blancs de Bédoin entre 130 et 230 m de profondeur. Aucun réseau ne suit actuellement la nappe qui est fortement sollicitée par des forages AEP et individuels.

Secteur 14 : Châteauneuf-de-Gadagne – Captage des Moulins

Code BSS : 09408X0165/F

Masse d'eau concernée : FRDG354 Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues)

Profondeur de la nappe : 11.50 m

Type de suivi : Qualité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité captant la nappe alluviale des Sorgues. Pas de stations de suivi de la qualité dans ce secteur où la nappe est utilisée pour l'AEP. Le puits situé à proximité d'une zone industrielle qui a fait l'objet d'une pollution dans le passé.

Secteur 15 : Courthézon – Entre Jonquière et Bédarrides

Code BSS : point à trouver par prospection terrain

Masse d'eau concernée : FRDG353 Alluvions des plaines du Comtat (Ouvèze)

Profondeur de la nappe : nappe alluviale

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Point théorique à trouver dans le secteur entre Jonquière et Bédarrides où la nappe draine la rivière de l'Ouvèze. Zone d'assecs de la rivière dans le secteur en période estivale.

Secteur 16 : Camaret – Puits de Camaret

Code BSS : 09147X0130/F

Masse d'eau concernée : FRDG352 Alluvions des plaines du Comtat (Aigues Lez)

Profondeur de la nappe : 14 m

Type de suivi : Qualité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité, pas de station de suivi de la qualité dans le secteur.

Secteur 17 : Saint-Martin – Basse Bégude

Code BSS : 09682X0117/PZ

Masse d'eau concernée : FRDG213 Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans le bassin versant Basse Durance

Profondeur de la nappe : 6 m

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Captage AEP exploité, suivi de la nappe du Calavon au niveau du captage AEP dans un secteur où la nappe est directement alimentée par le Calavon.

Secteur 18 : Mérindol – aval du barrage de Mérindol

Code BSS : point à trouver par prospection terrain

Masse d'eau concernée : FRDG359 Alluvions basse Durance

Profondeur de la nappe : nappe alluviale

Type de suivi : Quantité

Intérêt du secteur : Zone humide située entre la STEP de Mérindol et le captage AEP des Iscles. Pas de station de suivi piézométrique dans le secteur.

4. Définition du réseau départemental opérationnel de suivi des eaux souterraines

4.1. RECONNAISSANCE TERRAIN

Après avoir identifié et validé les secteurs en comité technique[23], une phase de reconnaissance sur le terrain a été menée sur chacun des secteurs identifiés. Lorsque les points étaient déjà définis, les rendez-vous ont pu être pris directement avec les propriétaires ou exploitants des ouvrages. Lorsqu'il s'agissait de captages AEP, l'ARS a fourni les dossiers des hydrogéologues agréés apportant les informations précieuses sur les caractéristiques du captage et sur le contexte hydrogéologique.

Pour les secteurs où les points étaient à trouver, une extraction des ouvrages enregistrés en BSS a été réalisée, et a permis d'orienter les investigations terrain. Sur le terrain, la recherche de points supplémentaires non recensés en BSS a également été faite pour optimiser les chances de trouver un point adapté.

Les critères de sélection des points sur le terrain ont été basés sur la pérennité du point d'eau, son accessibilité (propriétaire identifié notamment), et l'optimisation des coûts : préférence pour les points directement exploitables sans aménagements lourds.

Pour la recherche de points de suivi piézométrique, les critères techniques tels que : la configuration de l'ouvrage permet-elle l'insertion d'une sonde de suivi automatique du niveau piézométrique ? Conditions d'accès à l'ouvrage ? L'ouvrage est-il protégé ? Est-il influencé ? Possibilité de télétransmission ?…entrent également en compte.

Pour les points de suivi qualité, une vigilance est portée sur l'environnement du point et les critères techniques de l'ouvrage vis-à-vis de la réalisation de prélèvements portant sur : présence éventuelle d'une source de pollution ponctuelle pouvant biaiser les résultats (non représentative de l'état général de la masse d'eau), ouvrage déjà équipé d'une pompe, présence d'électricité à proximité, dispositif d'exhaure en place, conception de l'ouvrage conforme à la réglementation…

Sur les 18 secteurs, 13 points étaient déjà pré-identifiés, et 5 points d'eau restaient à trouver.

Ces 5 points d'eau ont fait l'objet d'environ 5 jours de terrain, pour chaque point d'eau environ 5 6 points d'eau ont été visités. A noter que le secteur de Bédarrides a été plus difficile, l'accès aux points d'eau étant souvent refusé par les propriétaires.

L'objectif des visites de terrain est entre autres de bien définir le type de matériel nécessaire à mettre en place selon la configuration de l'ouvrage.

Chaque point visité fait l'objet d'une fiche descriptive illustrée reprenant les informations suivantes :

- Localisation des points
- Propriétaire/contact

[23] Comité technique du 08/09/14

- Coupe géologique/technique
- Contexte hydrogéologique
- Type de suivi à mettre en place : matériel, travaux nécessaires
- Si point qualité : quels paramètres à suivre et à quelle fréquence ?
- Autres suivis éventuels réalisés sur ce point

La liste finale des points de suivi et une synthèse des fiches descriptives sont proposées dans les paragraphes suivants.

4.2. LISTE FINALE DES POINTS DE SUIVI

Les 18 points d'eau finalement retenus pour la mise en place du réseau de suivi du Conseil Général sont présentés ci-dessous (Illustration 13).

N°	Code BSS	Nom	Type (profondeur)	Masse d'eau/entité hydrogéologique/RS	Paramètre suivi
1	09403X0306/F	Bédarrides – Forage Pourret	Forage (98 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Niveau piézométrique
2	09411X0138/F	Sarrians – Forage de Cazès	Forage (236.5 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Chimie
3	09411X0204/F	Pernes-les-Fontaines – Forage du Prato	Forage (220 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Chimie
4	09404X0404/PZ	Aubignan – Grès de Meyras	Piézomètre (180 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Niveau piézométrique
5	09404X0406/F	Loriol-du-Comtat – Forage Roche	Forage (100 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Chimie
6	08904X0032/F	Valréas – Forage de Bavène	Forage (350 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Niveau piézométrique
7	09143X0092/S	Cairanne – Forage de la coopérative agricole	Forage (226 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Niveau piézométrique
8	09148X0007/S	Gigondas – Forage de Sainte-Anne	Forage (95 m)	Molasse Miocène (FRDG218)/**P(N+Pest)**	Niveau piézométrique
9	09156X0007/SOURCE	Malaucène – Source du Groseau	Source	Ensemble Nord-Ventoux (FRDG130)/**P** – Entité Hydrogéologique PAC06F2	Débit
10	F1 : 09681X0103/F ; F2 : 09681X0131/F2	Saignon – Forages de Fangas	Forages (F1 633 m ; F2 : 611 m)	Calcaires urgoniens sous -couverture (FRDG226)	Niveau piézométrique
11	09677X0023/SOURCE	Mérindol – Source des Borrys	Source	Calcaires crétacés de la montagne du Luberon (FRDG133)	Débit
12	09672X0178/P	Oppède – Puits PAGES	Puits (13.4 m)	Alluvions du Coulon Calavon (inclus dans la masse d'eau FRDG 213)	Chimie

N°	Code BSS	Nom	Type (profondeur)	Masse d'eau/entité hydrogéologique/RS	Paramètre suivi
13	09156X0116/PZ	Bédoin – Forage des Blaches	Piézomètre (56 m)	Sables blancs de Bédoin (inclus dans la masse d'eau FRDG 533, entité hydrogéologique PAC04H1)	Niveau piézométrique
14	09408X0165/F	Châteauneuf-de-Gadagne – Puits des Moulins	Puits (11.5 m)	Alluvions des Sorgues (FRDG354)**/P(N)**	Chimie
15	09403X0307/P	Bédarrides – Puits des Taillades	Puits (4.40 m)	Alluvions de l'Ouvèze (FRDG353)	Niveau piézométrique
16	09147X0130/F	Camaret-sur-Aigues - Puits de Camaret	Puits (13.8 m)	Alluvions de l'Aigues et du Lez (FRDG352) **P(Pest)**	Chimie
17	09682X0117/PZ	Saint-Martin-de-Castillon – Puits Basse Bégude	Piézomètre (non connue)	Alluvions du Coulon Calavon (inclus dans la masse d'eau FRDG 213, entité hydrogéologique PAC02J1)	Niveau piézométrique
18	09942X0191/PZ	Mérindol - Forage des ajoncs	Forage (7.70 m)	Alluvions de la basse Durance (FRDG 359)	Niveau piézométrique

Illustration 13 : Tableau récapitulatif des 18 points retenus pour le réseau de suivi des eaux souterraines du Conseil Général (6 points de suivi qualitatif (en jaune) et 12 points de suivi quantitatif (en bleu)).

*Le terme **P** signifie qu'un enjeu de pression polluante a été identifié dans le cadre du futur SDAGE 2016-2021, **N** = pollution diffuse liée aux nutriments, **Pest** = pollution diffuse liée aux pesticides. La pression polluante est renseignée uniquement pour les masses d'eau souterraine concernées par un suivi chimique.*

Ces points ont été validés en comité de pilotage[24], et il a été choisi de sélectionner l'ensemble des points de suivi sans hiérarchisation entre les points.

4.2.1. Paramètres suivis et fréquence de mesure

Le réseau de suivi que souhaite mettre en place le Département de Vaucluse s'inscrit en complémentarité avec les réseaux existants notamment les réseaux de surveillance DCE. Les caractéristiques de ce réseau (fréquence des mesures et paramètres mesurés) doivent être cohérentes avec la DCE[25] relative à la surveillance des eaux souterraines. Pour cela, les documents d'aide à l'instruction (DAI) élaborés par l'Agence de l'Eau RMC pour la mise en place des réseaux de surveillance de l'état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines ont été consultés. Les fréquences de mesures et les paramètres suivis proposés pour le futur réseau

[24] Comité de pilotage du 19/01/15

[25] Circulaire DCE n° 2005-14 du 26/10/05 relative à la surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

du Département de Vaucluse sont basés sur les recommandations des DAI et conformes aux exigences de la DCE.

Pour les points de suivi de l'état quantitatif, le paramètre mesuré est le niveau piézométrique de la nappe, calculé par la mesure de la pression de la colonne d'eau au-dessus de la sonde de mesure (si on utilise une sonde pression). Les fréquences minimales de suivi sont définies dans le tableau 7 de la Circulaire DCE n° 2005-14 du 26/10/05, et dépendent de la pression exercée sur la masse d'eau. Le tableau est présenté en annexe 2. Cependant, pour pouvoir interpréter au mieux les chroniques piézométriques, il est recommandé de disposer de beaucoup de données permettant ainsi les traitements statistiques des mesures. Pour cela, sur les points de suivi quantitatif il est conseillé de mettre en place un suivi automatisé permettant l'acquisition de données à haute fréquence (dans le cas du réseau piézométrique régional PACA géré par le BRGM par exemple, la fréquence d'acquisition est horaire, et la mesure bancarisée dans ADES est une mesure journalière).

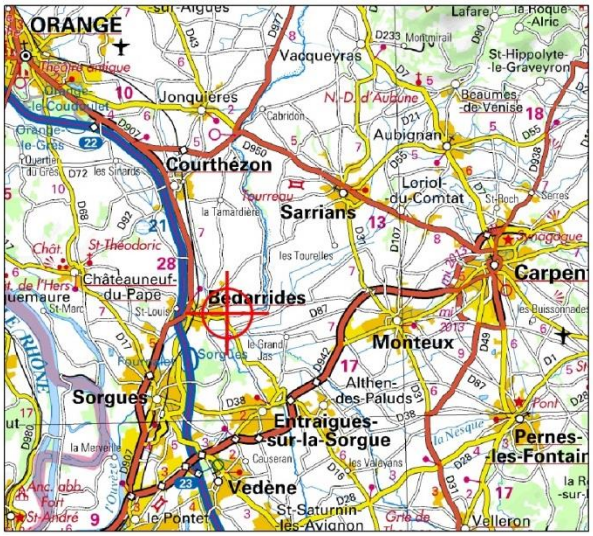
Pour le suivi de l'état qualitatif, le paramètre suivi est la composition chimique des eaux souterraines définies par la mesure des concentrations des éléments présents dans l'eau. Les paramètres chimiques et les fréquences de prélèvements recommandés par les DAI de mise en place des réseaux de surveillance, dépendent du type de réseau de contrôle RCS ou RCO. Dans le cas présent, il est nécessaire d'effectuer la première année de la mise en place du réseau de suivi une analyse de type « photographique » : mesures de tous les paramètres incluant des micropolluants minéraux et organiques y compris les pesticides (cf. annexe 3) afin de disposer d'un état initial de l'état des eaux souterraines lors de la mise en place du réseau. Puis, la deuxième année de suivi, sur les points de suivi des masses d'eau souterraine sur lesquelles un enjeu de pression polluante a été identifié dans le futur SDAGE 2016-2021, les mesures se feront quatre fois par an sur les paramètres physico-chimiques classiques (cf. annexe 4) et sur les paramètres liés à la pollution identifiée (nitrates et/ou pesticides). Pour les autres points de suivi sur les masses d'eau souterraine sur lesquelles aucune pression polluante n'a été définie, les prélèvements seront réalisés deux fois par an : en hautes et basses eaux et les analyses porteront sur les paramètres physico-chimiques classiques (cf. annexe 4). Le suivi après ces deux premières années pourra être revu en fonction des premiers résultats.

4.2.2. Description des points

Les 18 points d'eau retenus ont fait l'objet d'une fiche descriptive détaillée (annexe 5). Les principales caractéristiques sont synthétisées dans les paragraphes ci-dessous.

Point 1 : Bédarrides – Forage Pourret (code BSS 09403X0306/F) – Suivi état QUANTITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Ce point d'eau est un forage privé à 98 m de profondeur captant la nappe de l'aquifère miocène. L'ouvrage est situé sur la commune de Bédarrides à l'ouest (Illustration 14). La coupe géologique de l'ouvrage n'est pas disponible mais un forage situé à proximité (09403X0182/F) indique que le niveau aquifère renfermant la nappe est situé à 60 m de profondeur sous des alluvions argileuses et un niveau à dominance marneuse du Miocène. La nappe est captive à cet endroit.



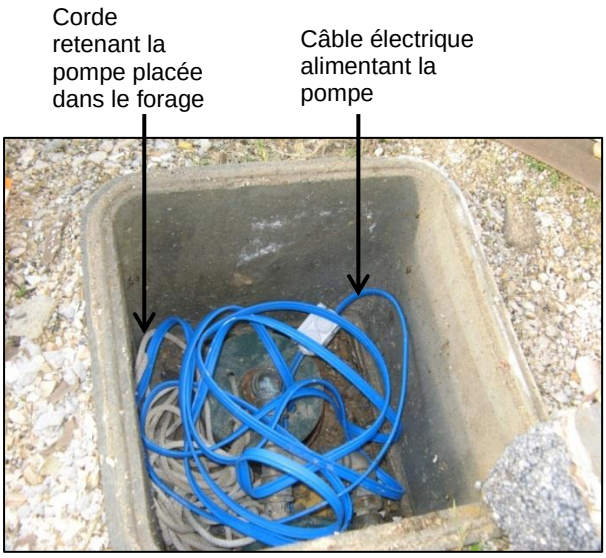


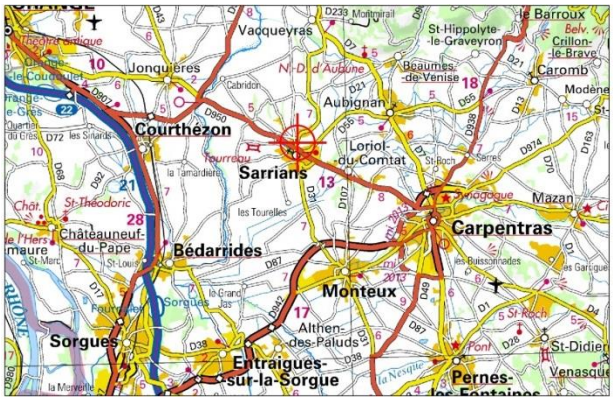
Illustration 14 : Localisation du point 1 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage

Afin de suivre les variations piézométriques, la mise en place d'une centrale automatique d'acquisition permettant un suivi automatique à haute fréquence s'avère nécessaire. Il est recommandé de mettre en place un capteur de pression piézométrique avec compensateur de pression barométrique intégré. Compte-tenu de la position de la pompe (à 30 m de profondeur) et du niveau piézométrique (quelques mètres de profondeur), la plage de pression pour l'appareil de mesure conseillée est 0-30 m. La sonde de mesure doit être placée au-dessus de la pompe soit à 25 m de profondeur. La sonde de pression est reliée à la centrale d'acquisition avec un câble de longueur à prévoir : 30 m. La fréquence de mesure est réglable, et sera d'une mesure par heure.

La tête de forage ne permet pas actuellement l'insertion d'une sonde de mesure. Il faut prévoir de la modifier pour pouvoir insérer une sonde. Le matériel préconisé (capteur de pression avec compensateur intégré) nécessite de réaliser un trou dans la tête de l'ouvrage de 2,5 cm pour pouvoir passer la sonde de pression (pour exemple : diamètre de 22 mm pour les Ecolog500 de la Société OTT et 22 mm pour les MDS Dipper PT de la Société SEBA). Il faudra prévoir également de sectionner la dalle béton de protection de l'ouvrage pour pouvoir faire dépasser l'obturateur dans lequel sera fixée l'unité logistique. Avant l'insertion de la sonde, il est fortement recommandé soit d'effectuer une inspection caméra pour vérifier la position de la pompe et si le diamètre du tubage permet l'insertion de la sonde, soit d'utiliser un tube guide sonde pour guider la sonde dans l'ouvrage.

Point 2 : Sarrians – Forage de Cazès (code BSS 09411X0138/F) – Suivi état QUALITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le forage de Cazès (Illustration 15) est un captage AEP qui servait à alimenter en eau potable la commune de Sarrians, et qui a été abandonné il y a une dizaine d'années pour cause de forte teneur en fer. Le forage, de profondeur initiale à 250 m, présentait une profondeur de 236.5 m après travaux de réhabilitation en 2001. Le forage traverse les couches plus ou moins perméables du Miocène, et capte la nappe entre 156 et 236.5 m de profondeur. La nappe est captive au niveau du forage, et présente même un léger artésianisme observé toute l'année d'après le propriétaire (commune de Sarrians).



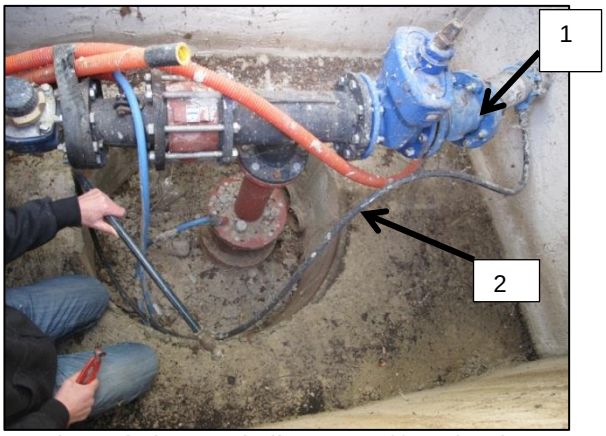


Illustration 15 : Localisation du point 2 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (1 : rejet des eaux excédentaires via la canalisation qui rejoint un canal situé à 100 m environ ; 2 : tuyau d'exhaure en caoutchouc permettant de faire les prélèvements sur place)

L'objectif du suivi sur le forage de Cazès est de suivre l'état chimique de la nappe du Miocène profonde (plus de 200 m). Il est possible de faire les prélèvements soit directement au niveau de la tête du forage si le débit naturel de l'ouvrage naturel est suffisant, soit à la sortie du tuyau des eaux excédentaires : l'artésianisme de la nappe semble être observé en continu et les eaux excédentaires circuleraient toute l'année. Il serait possible également de mettre en route le forage, mais l'ouvrage étant inexploité, la mise en route de la pompe n'est pas souhaitée par le propriétaire (coûteux).

Les fréquences de prélèvements et analyses recommandées sont proposées pour les deux années à venir puis seront à adapter en fonction des résultats tout en restant conforme au DAI de mise en place des réseaux de surveillance DCE de l'Agence de l'Eau RMC. La masse d'eau fait l'objet des pressions polluantes (pollution diffuse par les nutriments et les pesticides) identifiées dans le SDAGE 2016-2021. Ainsi, les fréquences et analyses d'échantillonnage recommandées pour les deux premières années de mise en place du réseau sont :

- 2015 : Définition de l'état initial : 1 prélèvement et analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- à partir de 2016 :
    - 4 prélèvements par an et analyses physico-chimiques classiques et pesticides
    - une analyse de type "photographique" tous les 6 ans

Point 3 : Pernes-les-Fontaines – Forage du Prato (code BSS 09411X0204/F) – Suivi état QUALITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le forage du Prato (Illustration 16) est un captage AEP du Syndicat Mixte des Eaux de la région Rhône Ventoux (SMERV), exploité par la SDEI Lyonnaise-des-Eaux. L'ouvrage d'une profondeur de 220 m capte la nappe miocène entre 95 et 189 m de profondeur.

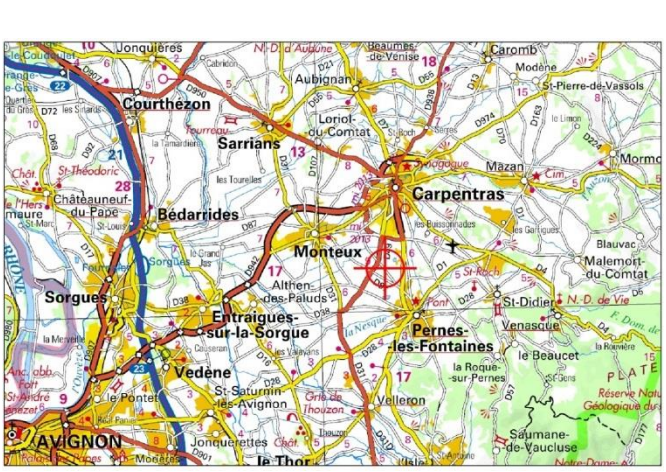




Illustration 16 : Localisation du point 3 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (sous le regard, tête de forage et système de pompe en place. Lors de la visite (décembre 2014), travaux en cours, et pompe pas encore installée)

L'objectif du suivi de ce forage est de fournir une image globale et cohérente de l'état chimique des eaux souterraines et de compléter les réseaux existants sur la masse d'eau des molasses du Miocène afin de caractériser au mieux cette masse d'eau.

Lors de la visite la pompe n'était pas en place à cause de travaux en cours. Cet état est temporaire, la pompe va être replacée dans le forage rapidement. La tête de forage sera alors comblée par une canalisation transportant les eaux pompées vers le réseau. Il est prévu par l'exploitant de mettre un robinet au niveau du coude de la future canalisation afin de permettre des prélèvements directement à la sortie du forage sur l'eau brute.

Les fréquences de prélèvements et analyses recommandées sont proposées pour les deux années à venir puis seront à adapter en fonction des résultats tout en restant conforme au DAI de mise en place des réseaux de surveillance DCE de l'Agence de l'Eau RMC. La masse d'eau fait l'objet des pressions polluantes (pollution diffuse par les nutriments et les pesticides) identifiées dans le SDAGE 2016-2021. Ainsi, les fréquences et analyses d'échantillonnage recommandées pour les deux premières années de mise en place du réseau sont :

- 2015 : Définition de l'état initial : un prélèvement et analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- à partir de 2016 :
    - 4 prélèvements par an et analyses physico-chimiques classiques et pesticides
    - une analyse de type "photographique" tous les 6 ans

Point 4 : Aubignan – Grès de Meyras (code BSS 09404X0404/PZ) – Suivi état QUANTITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le champ captant des Grès de Meyras (Illustration 17) est composé de 2 forages initialement à 220 m de profondeur, qui présentaient une profondeur de 132.5 m et 136.7 m après les travaux de réhabilitation menés en 2010. Les Grès de Meyras est un captage AEP du SMERV exploité par la SDEI Lyonnaise des Eaux. Les terrains rencontrés par les ouvrages sont tout d'abord des alluvions sablo-limoneuses (5 m d'épaisseur), puis les formations miocènes (sables et grès, et sables très homogènes). La nappe miocène est captée entre 90 et 130 m environ de profondeur. Elle est captive au niveau des forages.

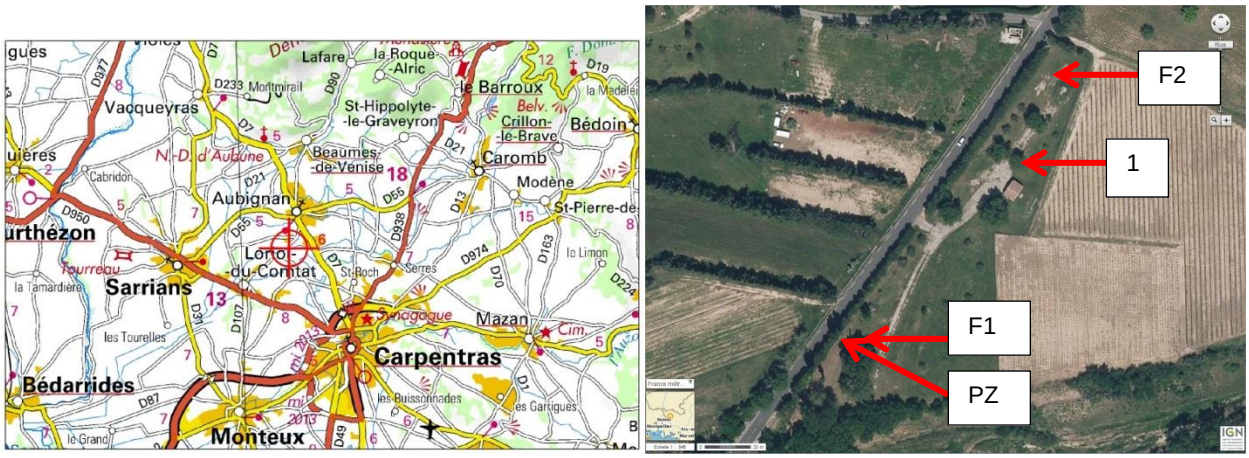


Illustration 17 : Localisation du point 4 (IGN Scan 250) et photo aérienne du champ captant (1 : station de contrôle ; F1 : forage F1 ; F2 : Forage F2 ; PZ : piézomètre)

L'objectif du suivi de ce point d'eau est de suivre les variations de niveaux piézométriques de la nappe contenue dans l'aquifère des molasses du Miocène dans un secteur fortement exploité (notamment pour l'AEP). Afin de limiter l'influence des pompages, il est recommandé de suivre les variations de la nappe du Miocène dans le piézomètre PZ situé à proximité de F1 (Illustration 18).



Illustration 18 : Piézomètre placé à une dizaine de mètres du forage F1 (petite butte en arrière plan). La tête de l'ouvrage est couverte par un capot en acier fermé par un cadenas.

Afin de suivre les variations piézométriques de la nappe, il est recommandé de mettre en place une centrale automatique d'acquisition. Celle-ci est composée d'une sonde pression immergée enregistrant à intervalles de temps réguliers les variations de niveau de la nappe (variations de pression). Le diamètre et la tête de l'ouvrage permettent l'installation d'une sonde de pression reliée directement à une unité de communication via un câble. Dans ce cas, la compensation de pression barométrique est assurée par un capillaire intégré au câble. L'unité de communication peut comprendre un modem permettant ainsi la télétransmission des données. La sonde est installée dans le piézomètre, l'unité de communication peut être fixée à la partie du tube au-dessus du sol.

Avant l'installation de la sonde, il est recommandé de réaliser une diagraphie de conductivité à l'intérieur du piézomètre afin d'avoir une vision plus précise des eaux captées et de comparer ces résultats avec les diagraphies réalisées sur les forages F1 et F2 lors des travaux de

réhabilitation. Il sera également nécessaire de vérifier la profondeur du piézomètre qui n'a pas pu être mesurée lors de la visite de reconnaissance (prévoir une sonde de mesure manuelle avec un ruban supérieur à 150 m).

Les forages F1 et F2 sont équipés d'une sonde de pression mesurant la pression de la colonne d'eau au-dessus de la pompe. D'après les chroniques transmises par l'exploitant pour le forage F1, la profondeur de la colonne d'eau varie de 40 m (au repos) à 70 m (pompe en route). La plage de pression conseillée pour la sonde à placer dans le piézomètre est de 0-40 m. Dans un premier temps, la sonde piézométrique sera placée à 40 m à réajuster en fonction des premières mesures. La longueur de câble recommandée (incluant capteur et unité logistique (centrale d'acquisition)) est de 50 m.

Concernant les travaux à prévoir, il est conseillé de fixer l'unité logistique dans le tubage extérieur du piézomètre.

La fréquence de mesure est réglable, et sera d'une mesure par heure.

Point 5 : Loriol-du-Comtat – Forage Roche (code BSS 09404X0406/F) – Suivi état QUALITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le forage « Roche » est situé sur une parcelle privée sur la commune de Loriol-du-Comtat (Illustration 19). D'une profondeur de 100 m, le forage capte les eaux de la nappe miocène. Le forage équipé d'une pompe, anciennement utilisé pour les activités de maraîchage ne sert plus qu'à l'irrigation des jardins.





Illustration 19 : Localisation du point 5 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (les eaux pompées sont directement acheminées à travers le tuyau partant de la tête du forage vers le local agricole situé quelques mètres plus loin)

Le suivi de ce forage permettra de suivre l'état qualitatif de la nappe miocène à 100 m de profondeur sur un secteur identifié comme zone à préserver pour l'AEP (IDEEAUX pour la SMERV et l'Agence de l'Eau, 2011).

L'ouvrage est équipé d'une pompe qui fonctionne ponctuellement. Pour le prélèvement, la pompe peut être mise en route, l'électricité est disponible sur place dans le local agricole. Le rejet des eaux se fera directement dans le réseau d'eau utilisé dans le passé pour l'activité de maraîchage.

Les fréquences de prélèvements et analyses recommandées sont proposées pour les deux années à venir puis seront à adapter en fonction des résultats tout en restant conforme au DAI de mise en place des réseaux de surveillance DCE de l'Agence de l'Eau RMC. La masse d'eau fait l'objet des pressions polluantes (pollution diffuse par les nutriments et les pesticides) identifiées dans le SDAGE 2016-2021. Ainsi, les fréquences et analyses d'échantillonnage recommandées pour les deux premières années de mise en place du réseau sont :

- 2015 : Définition de l'état initial : un prélèvement et analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- à partir de 2016 :
    - 4 prélèvements par an et analyses physico-chimiques classiques et pesticides
    - une analyse de type "photographique" tous les 6 ans

Point 6 : Valréas – Forage de Bavène (code BSS 08904X0032/F) – Suivi état QUANTITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le forage de Bavène est situé sur la commune de Valréas (Illustration 20 et Illustration 21) et appartient au Syndicat Eau et assainissement de Richerenche, Valréas et Visan (SIEA RIVAV). L'ouvrage est exploité par la SAUR.

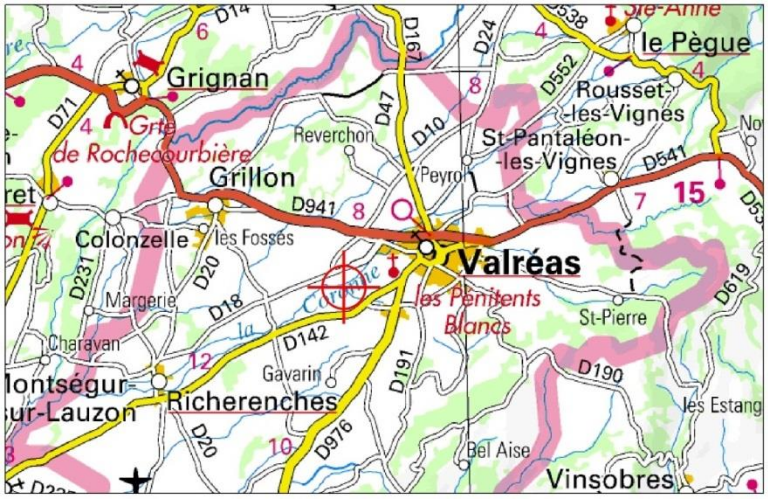


Illustration 20 : Localisation de l'ouvrage 6 (IGN Scan 250)

Les terrains traversés par l'ouvrage sont des alluvions superficielles sur environ 6 m, puis les terrains miocènes (safres plus ou moins argileux) jusqu'à la profondeur de 350 m. L'ouvrage est crépiné d'environ 100 m à 330 m de profondeur pour capter la nappe miocène.

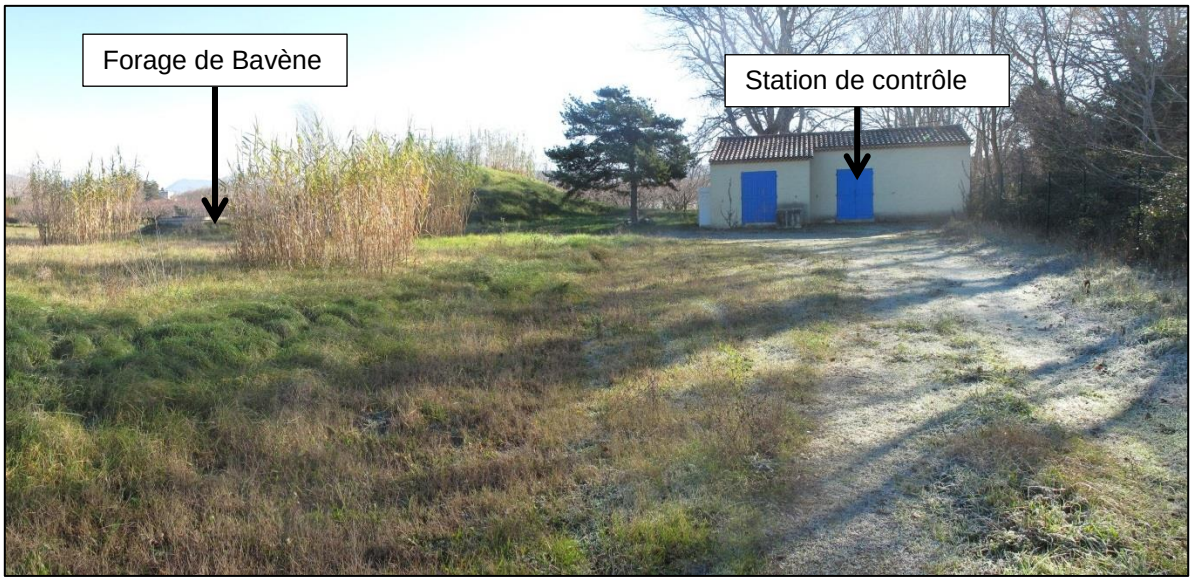


Illustration 21 : Vue sur le forage (ouvrage n°6) et la station de contrôle

L'objectif de ce point de suivi est de suivre les variations piézométriques de la nappe de la molasse Miocène dans le bassin de Valréas.

Le forage est équipé d'une sonde piézométrique placée à 90 m de profondeur et enregistrant les variations de pression de la colonne d'eau au-dessus de la sonde. Les données sont télétransmises directement à l'exploitant. La fréquence des mesures est le quart d'heure. L'exploitant mesure également à la même fréquence les débits d'exploitation. Compte-tenu du contexte du point (forage profond, tête de l'ouvrage entièrement couverte, absence de piézomètre de contrôle dans le champ captant, sonde de mesures piézométrique déjà en place), il est recommandé de récupérer les données enregistrées par l'exploitant (mesures piézométriques et débits) afin de les exploiter pour le suivi piézométrique de la nappe miocène. La comparaison des mesures piézométriques avec les mesures de débit de pompage permettront d'identifier les périodes de la journée influencées par le pompage. Il faudra également mettre en place des visites de contrôle du niveau piézométrique sur le forage afin de valider les données enregistrées par la sonde en place et de corriger les dérives éventuelles.

Point 7 : Cairanne – Forage de la coopérative agricole (code BSS 09143X0092/S) – Suivi état QUANTITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le forage de la cave vinicole de Cairanne (Illustration 22) est un forage privé de 226 m de profondeur, captant la nappe miocène entre 76 et 226 m de profondeur. Le forage est uniquement utilisé pour les besoins de la cave.



Illustration 22 : Localisation de l'ouvrage 7 (IGN Scan 250) et photo de la tête de l'ouvrage (un évent est installé pour l'évacuation de l'air dans le forage (tuyau dévissable à l'aide d'une tige en fer))

L'objectif est de suivre les variations piézométriques de la nappe de la molasse Miocène dans le bassin de Valréas sur une zone identifiée comme zone prioritaire à préserver pour l'alimentation en eau potable (IDEEAUX pour la SMERV et l'Agence de l'Eau, 2011).

Pour suivre les niveaux piézométriques, il est recommandé de mettre en place une centrale automatique d'acquisition permettant un suivi automatique à haute fréquence, constituée d'un capteur de pression piézométrique avec compensateur de pression barométrique intégré. La tête de l'ouvrage est équipée d'un évent, l'unité de communication pourra être fixée sur celui-ci. La plage de pression conseillée est 0-30 m. La sonde piézométrique doit être placée au-dessus de la pompe en place, soit à 20 m de profondeur, à réajuster éventuellement lors des premières mesures. La longueur de câble recommandée (incluant capteur et unité logistique (centrale d'acquisition)) est de 30 m. La fréquence de mesure recommandée est une fréquence horaire.

Afin de pouvoir glisser la sonde dans l'évent, il faudrait scier le haut de l'évent qui forme un coude. L'unité de communication pourra être fixée sur l'évent via les accessoires de suspension type disques.

Point 8 : Gigondas – Forage de Sainte-Anne (code BSS 09148X0007/S) – Suivi état QUANTITATIF Molasse Miocène (FRDG218)

Le captage AEP de Sainte-Anne (Illustration 23) de la commune de Gigondas est constitué de deux forages : le forage principal F1 et un forage de secours F2. Le forage F1, d'une profondeur initiale de 150 m, traverse les faciès miocènes : sables, marne sableuse, molasse. Une inspection caméra réalisée en 2008 (IDEEAUX, 2008) révèle que le fond de l'ouvrage est colmaté par environ 55 m de sable. La profondeur de l'ouvrage observée lors de l'inspection est de 95 m.

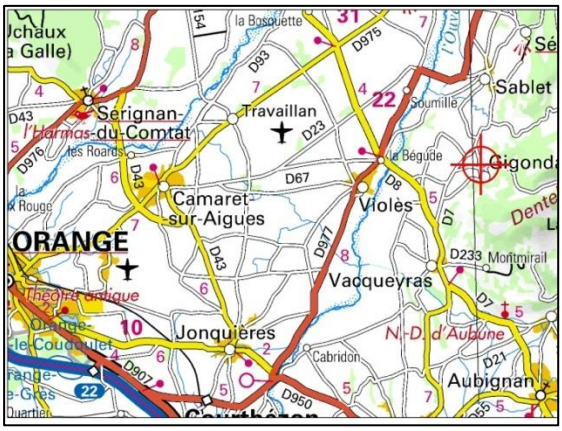




Illustration 23 : Localisation de l'ouvrage 8 (IGN Scan 250) et photo du captage AEP Sainte-Anne

L'objectif de ce point de suivi est de suivre les variations de niveaux piézométriques de la nappe contenue dans l'aquifère des molasses du Miocène dans un secteur exploité pour l'AEP et où il n'y a aucun suivi piézométrique de la nappe.

Le forage F1 est équipé d'une sonde de mesure piézométrique située à environ 70 m de profondeur enregistrant automatiquement les variations de hauteur de la colonne d'eau située au–dessus de la sonde à une fréquence de 45 minutes hors fonctionnement de la pompe, et à la fréquence d'une minute lors de la mise en route de la pompe.

Compte-tenu du fait que le forage AEP n'est exploité qu'une partie de l'année (saison estivale), il est proposé de ne pas installer de matériel supplémentaire et de récupérer les données acquises par le matériel en place dans F1. L'extraction des données est possible après accord du propriétaire. Il faudra également mettre en place des visites de contrôle du niveau piézométrique sur le forage afin de valider les données enregistrées par la sonde en place et de corriger les dérives éventuelles.

Point 9 : Malaucène – Source du Groseau (code BSS 09156X0007/SOURCE) – Suivi état QUANTITATIF Ensemble Nord-Ventoux (FRDG130 – Entité Hydrogéologique PAC06F2)

La source est utilisée par la commune de Malaucène (Illustration 24) pour l'AEP de la commune. La SAUR en est l'exploitant. Le captage AEP a fait l'objet d'une révision des périmètres de protection en 2011 Pour cela un hydrogéologue agréé a présenté le contexte hydrogéologique et donné un avis sur la définition des périmètres (Travi, 2011). La source du Groseau est située dans une cavité naturelle (grotte) dans laquelle les eaux sont recueillies dans une vasque délimitée par un petit muret. Trois canalisations traversent le petit muret assurant le captage AEP, le trop plein et la vidange. Ces deux dernières s'écoulent un peu plus bas au pied de la falaise sur le chemin d'accès à la source et vont alimenter un bassin d'ornement (Illustration 25). Au niveau du captage, l'écoulement correspond à plusieurs petites venues d'eaux issues de griffons alignés sur une fracture NE-SW. Une autre petite émergence apparait en remontant vers l'est, le long de la falaise, elle donne naissance à un petit ruisseau qui s'écoule au pied de barres calcaires et qui rejoint le bassin d'ornement.

A une altitude de 400 m, la source est située à l'extrémité nord-ouest du Mont Ventoux formé par les calcaires du Crétacé inférieur. La source émerge à la faveur d'un accident tectonique orienté Nord-Est – Sud-Ouest. La source draine tout le secteur occidental du massif du fait de la présence de nombreuses fractures. Toutes les études précédentes s'accordent pour lui attribuer un fonctionnement typique de milieu fissuré caractérisé par une forte inertie chimique

et thermique, ce qui exclut un fonctionnement de type purement karstique. Suivies de manière régulière au cours des années 1991-1992, les températures restent relativement constantes autour de 11°C, avec deux chutes marquées (autour de 10.2°C) au moment de la fonte des neiges. En revanche, les débits indiquent une variabilité plus marquée, entre 20l/s et 150 à 200 l/s avec une moyenne de 50 à 60 l/s.

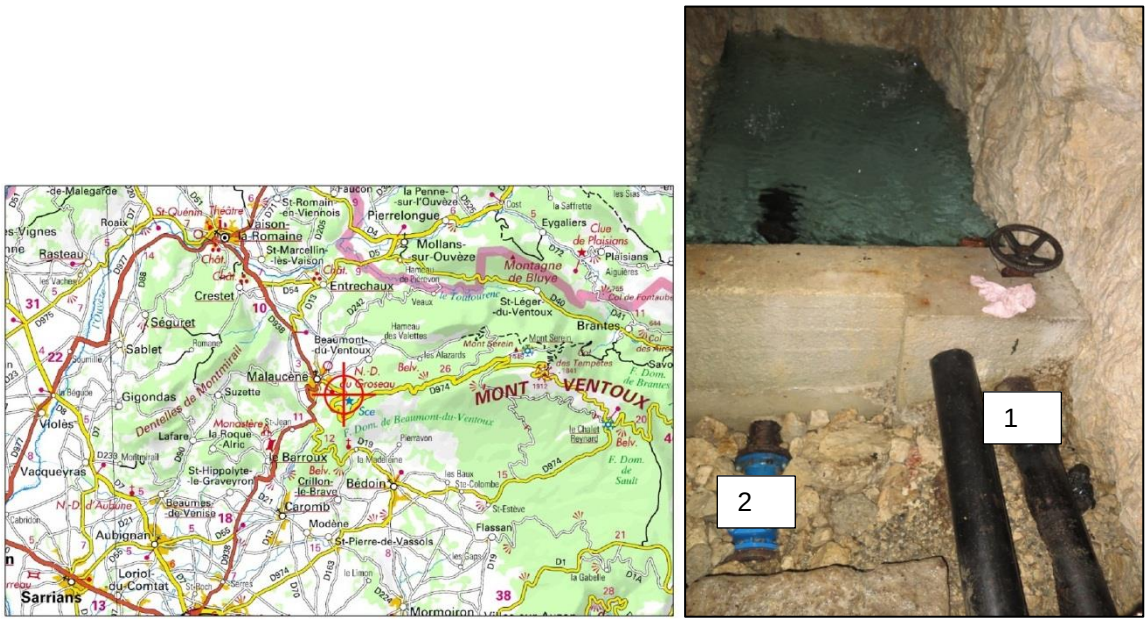


Illustration 24 : Localisation de la source = ouvrage n°9 (Scan IGN 250) et photo de la grotte abritant la source (1 : canalisations évacuant le « trop-plein » de la source vers le bassin d'ornement (à travers les griffons) ; 2 : canalisation récupérant les eaux de la source pour l'alimentation en eau potable)



Illustration 25 : Bassin d'ornement alimenté par une partie de la source du Groseau (trop-plein) et par l'émergence secondaire un peu en amont de la source du Groseau (1 : griffons issus de la source du Groseau ; 2 : ruisseau ; 3 : restaurant « La source du Groseau »)

L'objectif de ce point de suivi est de suivre les variations de débit dans la source du Groseau qui draine le secteur occidental du massif du Ventoux.

Les débits des eaux exploitées pour l'AEP sont suivis par l'exploitant en continu. Pour avoir une évaluation du débit total, il est nécessaire de suivre en complément les eaux non captées (excédent de la source du Groseau et émergence secondaire située en amont). Pour cela le

meilleur endroit semble être la partie du ruisseau située à la sortie du bassin d'ornement qui est canalisée. Une échelle limnimétrique est déjà fixée en rive gauche.

Un capteur de niveau d'eau peut être positionné au niveau de la section rectangulaire, qu'il faudra prévoir de nettoyer (de nombreuses feuilles étaient visibles le jour de la visite) (Illustration 26). Le capteur peut être une sonde piézométrique immergée de petit diamètre enregistrant automatiquement les variations piézométriques (gamme 0-1.5 m). La sonde est à fixer sur la paroi du canal (prévoir une protection, dans un tube pvc par exemple fermé par un couvercle). Il faut également prévoir de fixer une sonde barométrique à proximité pour suivre les variations de pression atmosphérique. La sonde barométrique peut être fixée par exemple sur le mur de la station de contrôle située à 150 m environ à l'ouest. Fréquence d'enregistrement recommandée : fréquence horaire.

Afin de pouvoir relier le niveau d'eau mesuré à la pression, une courbe de tarage doit être établie (correspondance hauteur d'eau / débit). Pour cela, la première année, des mesures régulières de débit au niveau de la section devront être réalisées à l'aide d'un appareil mesurant les débits dans les cours d'eau (micromoulinet ou courantomètre par exemple).



Illustration 26 : Ruisseau canalisé drainant les eaux à la sortie du bassin d'ornement

Point 10 : Saignon – Forages de Fangas (code BSS : F1 : 0961X0103/F ; F2 : 09681X0131/F2) – Suivi état QUANTITATIF Calcaires urgoniens sous -couverture (FRDG226)

Le captage AEP de Fangas (Illustration 27) est composé de deux forages profonds d'environ 600 m de profondeur captant la ressource dans les calcaires karstiques du Bédoulien et du Barrémien sous une épaisse couverture formée par les alluvions mais surtout par les terrains calcaires et argileux du Crétacé supérieur à Oligocène. C'est la Communauté de Communes Pays d'Apt Luberon (CCAPL) qui gère et exploite les forages.

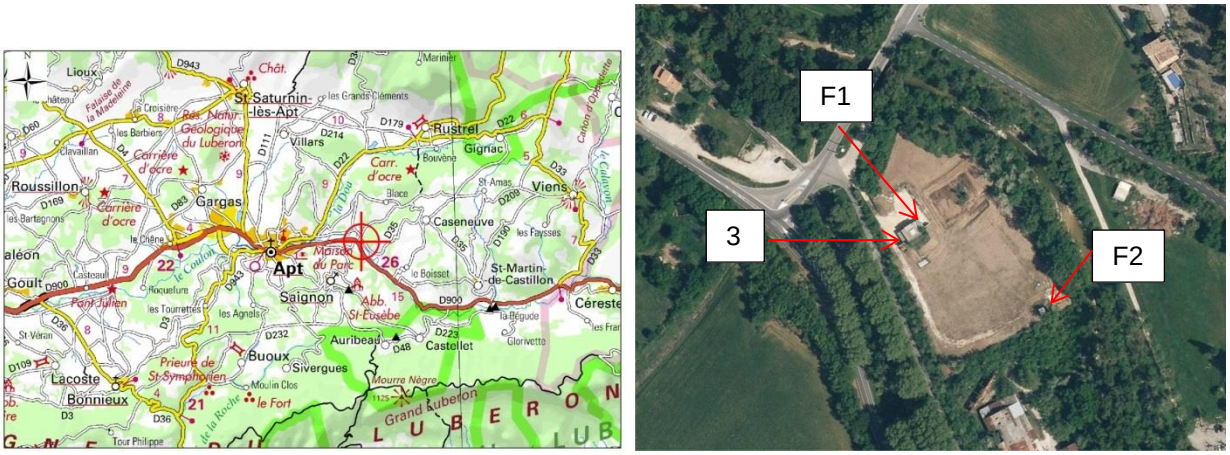


Illustration 27 : Localisation du captage AEP des Fangas = ouvrage n°10 (Scan IGN 250) et photo aérienne du site (F1 : forage F1 ; F2 : Forage F2 ; 3 : station de contrôle)

Les deux forages sont situés à environ 70 mètres l'un de l'autre et atteignent des profondeurs comparables. Cependant, les coupes géologiques observées sont différentes. Sur le forage F1, la couverture crétacé et Oligocène au-dessus des calcaires bédouliens présente une épaisseur d'environ 400 mètres, tandis que sur Fangas F2, cette couverture est beaucoup moins épaisse (environ 130 m), les faciès du Crétacé supérieur sont absents. Cette différence peut s'expliquer par la présence d'une discontinuité structurale qui induit un décalage entre les terrains. Les travaux de réalisation du forage F2 ont mis en évidence cette différence sur les niveaux piézométriques. En période d'étiage, la cote du niveau statique de F1 est située environ 1 à 1.5 m plus bas que le niveau statique de F2. En période de crue, F1 paraît remonter avant F2, l'amplitude de crue de F1 est supérieure à celle de F2. De même, la vitesse de décrue observée est supérieure pour F1.

L'objectif de ce point de suivi est de suivre les variations de niveaux piézométriques dans un aquifère profond : calcaires karstiques urgoniens sous couverture. L'exploitant effectue déjà un suivi automatisé et télétransmis des niveaux piézométriques et des débits de pompage dans les forages F1 et F2. Les ouvrages fonctionnent en moyenne 16h/j en été et 3h/j le reste de l'année. Les données enregistrées peuvent être récupérées pour le réseau de suivi départemental. Selon le format de données, une adaptation sera peut être nécessaire au niveau informatique.

Point 11 : Mérindol – Source des Borrys (code BSS : 09677X0023/SOURCE) – Suivi état QUANTITATIF Calcaires crétacés de la montagne du Luberon (FRDG133)

La source des Borrys (Illustration 28) est une source pérenne, située sur un terrain privé, représentant l'une des émergences les plus importantes du Luberon, et correspond à l'écoulement des eaux infiltrées dans les calcaires hauteriviens du petit Luberon qui sont restituées à la source à des débits de 13 à 200 l/s. Dans la thèse de Silvestre sur l'hydrogéologie du Luberon (Silvestre, 1977), l'évolution de la résistivité a été étudiée, et a montré une variation des valeurs en fonction des débits témoignant d'une sollicitation des réserves (eau minéralisée) à l'écoulement pendant la période d'étiage.

La source est captée à travers une galerie souterraine. A la sortie de la galerie, l'eau passe dans un passage souterrain de quelques mètres puis ressort à l'air libre et donne naissance à un ruisseau qui se jette au bout de quelques kilomètres dans la Durance.



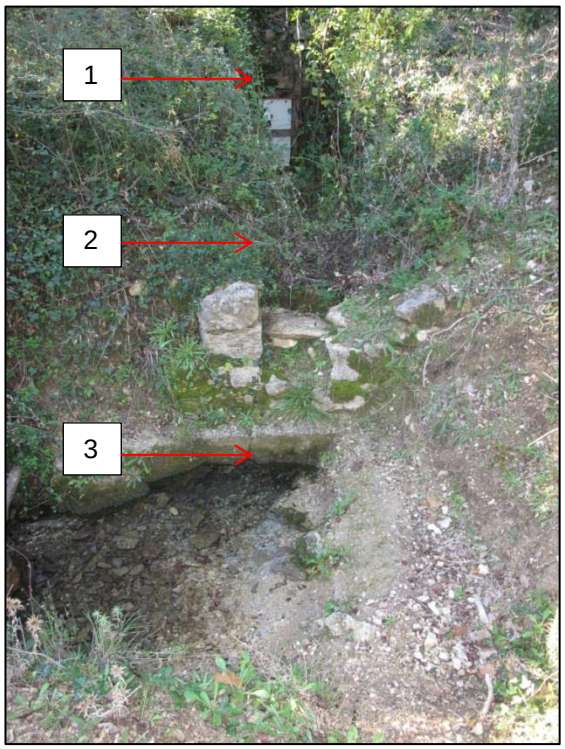


Illustration 28 : Localisation de la source = ouvrage n°11 (Scan IGN 250) et photo de l'entrée de la source (1 : entrée de la galerie ; 2 : passage des eaux en souterrain ; 3 : arrivée des eaux de la galerie à la sortie du passage souterrain)

Lors de la visite terrain de la source, des mesures de débit ont été réalisées à l'aide d'un courantomètre sur une section verticale homogène à l'intérieur de la galerie (Illustration 29). Le débit moyen de la section enregistré est de 15.9 l/s.

L'objectif du point de suivi est de suivre les variations de débits sur une des sources principales de la montagne du Luberon. Pour cela, il est proposé de mettre en place un suivi automatique à l'aide d'une sonde piézométrique immergée avec capteur de pression atmosphérique intégré. La plage de pression conseillée est de 0-10m, longueur du câble 10 m. La sonde est à fixer sur la paroi du canal (prévoir une protection, dans un tube pvc par exemple fermé par un couvercle). Prévoir également de fixer une sonde barométrique à l'entrée de la source pour suivre les variations de pression atmosphérique.



Illustration 29 : Photo de gauche : vue de l'intérieur de la galerie voûtée vers l'amont hydraulique ; Photo de droite : mesure des débits le long d'une section verticale à l'aide d'un courantomètre

Point 12 : Oppède – Puits PAGES (code BSS : 09672X0178/P) – Suivi état QUALITATIF Alluvions du Coulon Calavon (inclus dans la masse d'eau FRDG 213)

Le puits est situé sur la commune d'Oppède à 500 m environ au nord du Coulon (Illustration 30).

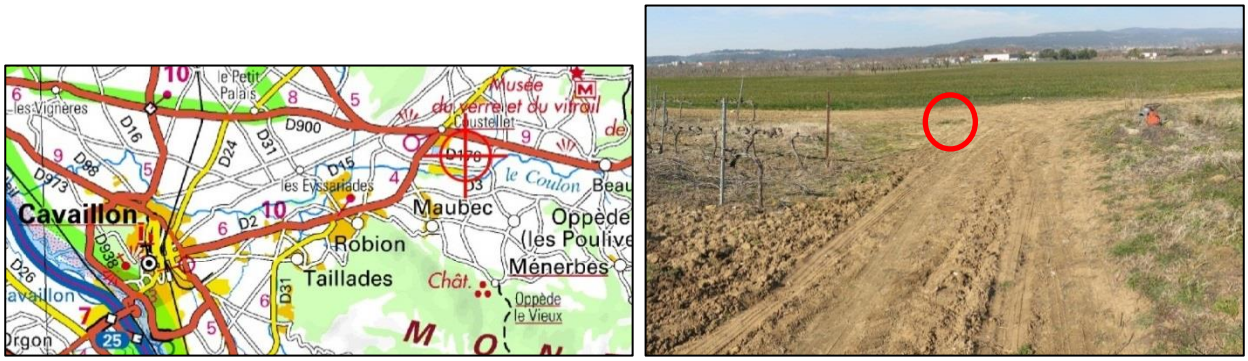


Illustration 30 : Localisation du puits = ouvrage n°12 (scan 250 IGN) et photo de l'emplacement du puits (entouré en rouge)

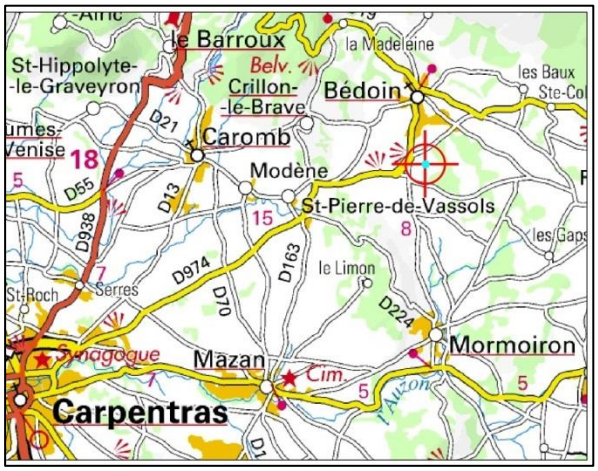
L'objectif du point de suivi est de suivre l'état qualitatif de la nappe alluviale du Coulon Calavon. Pour pouvoir réaliser les prélèvements, il sera nécessaire de se munir d'une pompe immergée et d'un groupe électrogène car il n'y a pas de pompe en place ni d'électricité. Il faudra bien veiller à rejeter les eaux pompées en aval hydraulique du point, c'est-à-dire à une bonne centaine de mètres vers l'Ouest – Sud-Ouest. Le jour de la visite, le volume de la colonne d'eau à purger est estimé à 22.6 m^3.

Les fréquences de prélèvements et analyses recommandées sont proposées pour les deux années à venir puis seront à adapter en fonction des résultats tout en restant conforme au DAI de mise en place des réseaux de surveillance DCE de l'Agence de l'Eau RMC. La masse d'eau ne fait pas l'objet de pression polluante (pollution diffuse par les nutriments) identifiée dans le SDAGE 2016-2021. Ainsi, les fréquences et analyses d'échantillonnage recommandées pour les deux premières années de mise en place du réseau sont :

- 2015 : Définition de l'état initial : un prélèvement et analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- à partir de 2016 :
    - 2 prélèvements par an et analyses physico-chimiques classiques
    - une analyse de type "photographique" tous les 6 ans

Point 13 : Bédoin – Forage des Blaches (code BSS : 09156X0116/PZ) – Suivi état QUANTITATIF Sables blancs de Bédoin (inclus dans la masse d'eau FRDG 533, entité hydrogéologique PAC04H1)

Le forage des Blaches (Illustration 31) était exploité pour l'AEP par le syndicat Mixte des Eaux de la Région Rhône Ventoux (SMERV). La SDEI Lyonnaise des Eaux gère l'exploitation. Depuis 2009, le forage n'est plus exploité pour cause de forte concentration en manganèse.



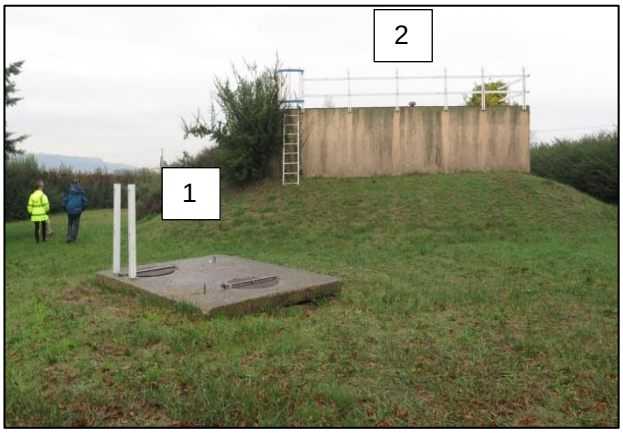


Illustration 31 : Localisation du captage AEP = ouvrage n°13 (Scan 250 IGN) et photo du captage (1 : emplacement du forage de contrôle, 2 : bâche)

Le forage atteint une profondeur de 250 m, et capte deux niveaux productifs dans l'aquifère des sables blancs de Bédoin entre 124 et 220 m de profondeur.

L'objectif du point de suivi est de suivre les variations de niveaux piézométriques de la nappe contenue dans l'aquifère des sables blancs de Bédoin. L'exploitant réalise un suivi piézométrique automatisé et télétransmis du forage des Blaches et a pour objectif de réutiliser à terme le forage. Il est donc recommandé de faire un suivi à proximité du forage plutôt que dans celui-ci. Pour cela, le piézomètre de contrôle situé à environ 80 m à l'ouest du forage est proposé. En plaçant une sonde de mesure dans le piézomètre cela permettra de voir comment varie le niveau piézométrique dans le niveau capté par le piézomètre et de comparer ces variations avec celles mesurées dans le forage des Blaches. L'équipement nécessaire pour le suivi automatique du niveau piézométrique recommandé est une sonde immergée de mesure de niveaux avec enregistreur automatique et compensateur de pression atmosphérique intégré.

Les variations de niveau d'eau dans le forage des Blaches ont été fournies par l'exploitant sur l'année 2014. La chronique montre une profondeur variant de moins d'un mètre sur l'année. Cependant, le forage est pour l'instant inexploité, mais l'exploitant n'exclut pas une remise en service du forage dans quelques années. Pour cela, afin de prévenir des variations piézométriques plus importantes, il est préférable de prévoir une plage de pression pour la sonde de 0-30 m à placer à une profondeur de 20 m. La longueur de câble recommandée (incluant capteur et unité logistique (centrale d'acquisition)) est de 40 m. La fréquence de mesure sera horaire.

Point 14 : Châteauneuf-de-Gadagne – Puits des Moulins (code BSS : 09408X0165/F) – Suivi état QUALITATIF Alluvions des Sorgues (FRDG354)

Le puits des Moulins (Illustration 32) est un captage appartenant au Syndicat des eaux Durance Luberon et géré par la SDEI Lyonnaise des Eaux. Il est utilisé pour l'AEP de la commune de Châteauneuf-de-Gadagne.

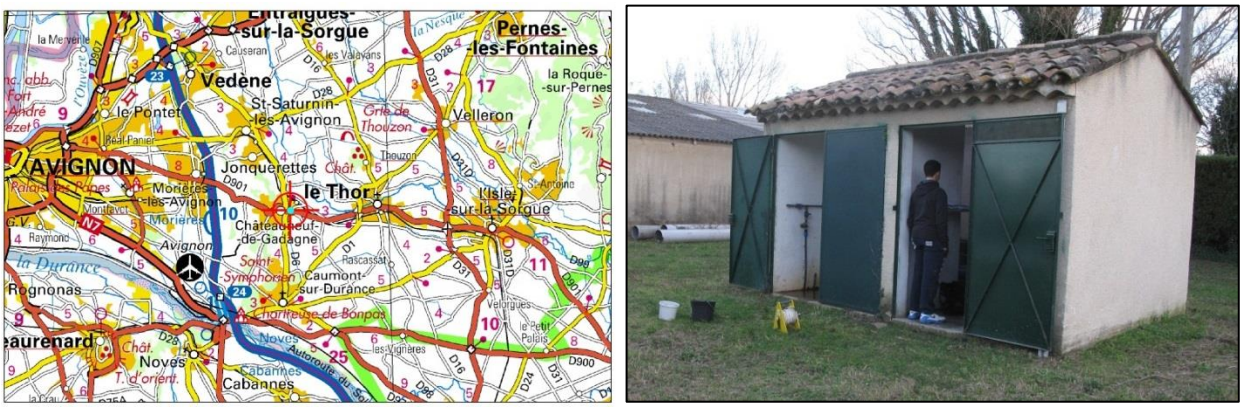


Illustration 32 : Localisation de puits = ouvrage n°14 (Scan IGN 250) et photo du cabanon abritant le forage (porte de droite) et le lieu de prélèvement (porte de gauche)

D'une profondeur de 11.50 m le puits capte la nappe contenue dans les alluvions composées de galets et graviers. La nappe est captive en ce point et recouverte par 7 m de limon argileux et argile.

L'objectif du point de suivi est de fournir une image globale et cohérente de l'état chimique des eaux souterraines et de compléter les réseaux existants sur la masse d'eau des Alluvions des Sorgues afin de caractériser au mieux cette masse d'eau.

Le puits est équipé d'une pompe qui fonctionne tous les jours en fonction de la demande. Un robinet permettant de prélever directement l'eau brute est installé à proximité du forage. A part le matériel d'échantillonnage, aucun matériel supplémentaire n'est nécessaire pour les prélèvements.

Les fréquences de prélèvements et analyses recommandées sont proposées pour les deux années à venir puis seront à adapter en fonction des résultats tout en restant conforme au DAI de mise en place des réseaux de surveillance DCE de l'Agence de l'Eau RMC. La masse d'eau fait l'objet de pression polluante (pollution diffuse par les nutriments) identifiée dans le SDAGE 2016-2021. Ainsi, les fréquences et analyses d'échantillonnage recommandées pour les deux premières années de mise en place du réseau sont :

- 2015 : Définition de l'état initial : un prélèvement et analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- à partir de 2016 :
    - 4 prélèvements par an et analyses physico-chimiques classiques (dont nitrates)
    - une analyse de type "photographique" tous les 6 ans.

Point 15 : Bédarrides – Puits des Taillades (code BSS : 09403X0307/P) – Suivi état QUANTITATIF Alluvions de l'Ouvèze (FRDG353)

Le puits (Illustration 33) est situé à environ 450 m de l'Ouvèze au nord de la commune de Bédarrides, à la limite intercommunale avec Courthézon. La profondeur de l'ouvrage mesurée est de 4,40 m.

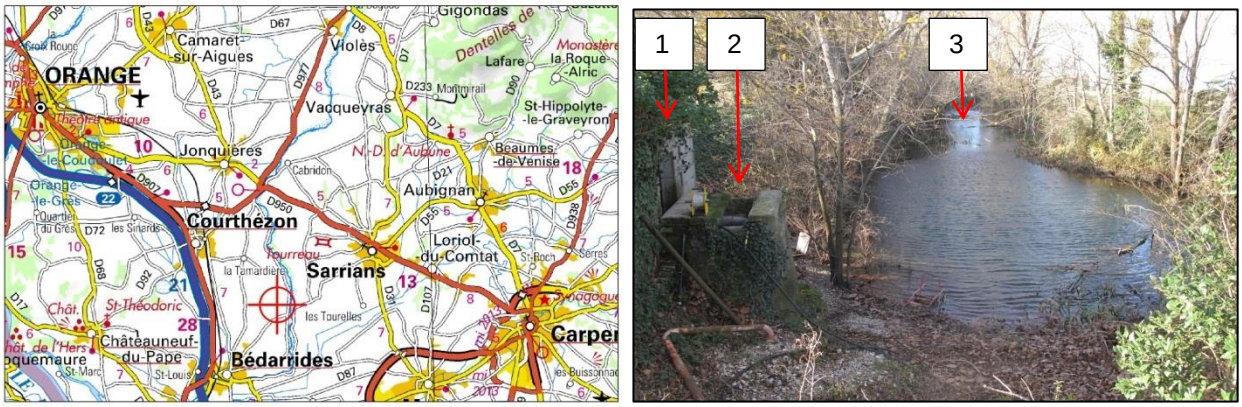


Illustration 33 : Localisation du puits = ouvrage n°15 (Scan IGN 250) et photo du puits et son environnement (1 : local technique ; 2 : puits ; 3 : étang)

L'objectif de ce point de suivi est de suivre les variations de niveaux piézométriques de la nappe contenue dans l'aquifère Alluvions des Sorgues dans un secteur où l'Ouvèze alimente la nappe.

Afin de suivre les variations piézométriques, il est recommandé de mettre en place une centrale automatique d'acquisition permettant un suivi automatique à haute fréquence composée d'un capteur de pression piézométrique avec compensateur de pression barométrique intégré, relié à une unité de communication. La sonde devra être fixée dans un tube pvc à la paroi du puits, afin d'éviter que la sonde ne soit déplacée par les mouvements d'eau induits par les pompages. L'unité de communication pourra être placée à l'abri dans le local technique. Prévoir de l'accrocher au mur (à l'aide d'un clou fixé à la paroi). La plage de pression conseillée est de 0-10 m. La sonde piézométrique sera placée à 4 m. La longueur du câble à prévoir est de 15 m. La fréquence de mesure recommandée est une fréquence horaire.

Point 16 : Camaret-sur-Aigues - Puits de Camaret (code BSS : 09147X0130/F) – Suivi état QUALITATIF Alluvions de l'Aigues et du Lez (FRDG352)

Le puits de Camaret (Illustration 34) est utilisé pour l'AEP des communes de Travaillan, Camaret et Sérignan. Il est géré par le Syndicat Rhône Aygues Ouvèze et exploité par la SAUR.



Illustration 34 : Localisation du puits = ouvrage n°16 (Scan IGN 250) et photo du puits (1 : puits ; 2 station de contrôle où s'effectue le prélèvement)

L'objectif de ce point de suivi est de fournir une image globale et cohérente de l'état chimique des eaux souterraines et de compléter les réseaux existants sur la masse d'eau des Alluvions de l'Aigues et du Lez afin de caractériser au mieux cette masse d'eau.

Le puits est équipé d'une pompe qui fonctionne tous les jours en fonction de la demande. Un robinet permet de prélever directement l'eau souterraine. L'eau arrivant au robinet est traitée au chlore. Il est possible de prélever l'eau brute non traitée en arrêtant le traitement au chlore. Pour cela, il faut prévenir l'exploitant pour qu'il arrête le traitement au moins une heure avant le prélèvement. A part le matériel d'échantillonnage, il ne faut pas de matériel supplémentaire.

Les fréquences de prélèvements et analyses recommandées sont proposées pour les deux années à venir puis seront à adapter en fonction des résultats tout en restant conforme au DAI de mise en place des réseaux de surveillance DCE de l'Agence de l'Eau RMC. La masse d'eau fait l'objet de pression polluante (pollution diffuse par les pesticides) identifiée dans le SDAGE 2016-2021. Ainsi, les fréquences et analyses d'échantillonnage recommandées pour les deux premières années de mise en place du réseau sont :

- 2015 : Définition de l'état initial : un prélèvement et analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- à partir de 2016 :
    - 4 prélèvements par an et analyses physico-chimiques classiques et pesticides
    - une analyse de type "photographique" tous les 6 ans.

Point 17 : Saint-Martin-de-Castillon – Puits Basse Bégude (code BSS : 09682X0117/PZ) – Suivi état QUANTITATIF –Alluvions du Coulon Calavon (inclus dans la masse d'eau FRDG 213, entité hydrogéologique PAC02J1)

Le champ captant de la Basse Bégude est constitué de deux puits AEP et d'un piézomètre de contrôle (Illustration 35). Les puits réalisés en 1955 (Blavoux, 1997) sont les puits dits « puits de Saint-Martin-de-Castillon » servant à l'alimentation en eau potable de la commune de Saint-

Martin, et le puits de la Basse Bégude utilisé initialement pour l'AEP de la ville d'Apt. Ce dernier n'est plus exploité depuis 2007.



Illustration 35 : Localisation du champ captant = ouvrage n°17 (Scan IGN 250) et photo aérienne (1 : localisation du local technique ; 2 : localisation des deux puits : Saint-Martin (exploité) et Basse Bégude (abandonné) ; 3 : localisation du piézomètre)

Dans les rapports des hydrogéologues agréés (Blavoux, 1997 et Guérin, 2013), la nappe alluviale dans le secteur de la Basse Bégude est directement alimentée par le Calavon, l'alimentation partielle par le substratum oligocène n'étant pas à retenir suite aux résultats de l'étude géophysique de 1985.

L'objectif de ce point est de suivre les variations des niveaux piézométriques de la nappe des Alluvions du Coulon Calavon dans un secteur exploité pour l'AEP. Dans le cadre du réseau de surveillance de l'étiage du Calavon, le PNRL[26] suit également les débits du Calavon au niveau de la Basse Bégude. C'est l'une des stations suivies par le PNRL afin de mieux rendre compte de la situation hydrologique sur le bassin versant du Calavon et de servir d'indicateur pour le comité sécheresse. Les mesures de débits sont réalisées deux fois par mois pendant les périodes d'étiage. Le suivi piézométrique de la nappe de Calavon au niveau de la Basse Bégude permettrait de comparer les variations piézométriques avec les débits mesurés sur le Calavon à cet endroit.

Les deux puits du champ captant : Saint-Martin et Basse Bégude sont équipés de sondes piézométriques enregistrant les niveaux en continu. Le piézomètre de contrôle est également équipé d'un capteur de pression de niveau d'eau. Afin de limiter l'impact des pompages sur les chroniques piézométriques, il est proposé de suivre les niveaux piézométriques du piézomètre. Celui-ci est à environ 30 m à l'est des deux puits.

Les dernières chroniques disponibles sont présentées dans le rapport de l'hydrogéologue agréé concernant la définition des périmètres de protection du captage de Saint-Martin (Guérin, 2013). L'exploitant n'a cependant pas relevé les mesures depuis un certain temps, il conviendrait de vérifier l'état de la sonde, et de voir s'il est encore possible de récupérer les données. Pour ce point, il serait intéressant de récupérer les données du piézomètre de contrôle ainsi que les chroniques des débits d'exploitation du puits de Saint-Martin, pour pouvoir reporter les périodes de pompage sur les chroniques piézométriques.

[26] Parc Naturel Régional du Luberon

Point 18 : Mérindol - Piézomètre des ajoncs (code BSS : 09942X0191/PZ) – Suivi état QUANTITATIF des alluvions de la basse Durance (FRDG 359)

Le forage (Illustration 36), d'une profondeur de 7.70, est situé sur un terrain privé dans les alluvions de la Basse Durance sur la commune de Mérindol en aval du barrage de Mallemort, entre la STEP de Mérindol et le champ captant AEP des Iscles. Le point est protégé à l'abri des ajoncs en bord de chemin. Le forage anciennement exploité pour l'agriculture est actuellement abandonné. L'ouvrage étant ancien et inexploité, un pompage a été réalisé à l'aide d'une pompe de petit débit afin de s'assurer de la bonne réactivité du forage. Ces essais ont montré que l'ouvrage n'était pas colmaté et convient au suivi des variations piézométrique de la nappe de la Durance.

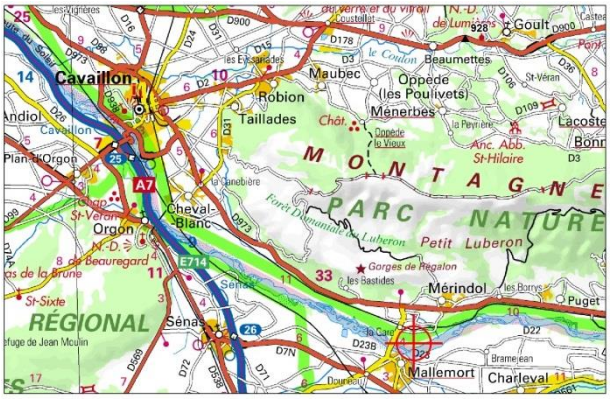




Illustration 36 : Localisation du forage = ouvrage n°18 (Scan IGN 250) et photo de la tête du forage (forage à gauche, ancien système de pompage à droite)

L'objectif du point est de suivre les variations de niveaux piézométriques de la nappe alluviale des alluvions de la basse Durance en aval du barrage de Mallemort dans un secteur situé en zone humide où il n'y a pas de suivi piézométrique. L'étude récemment menée sur la nappe alluviale de la Durance (HYDROFIS, 2014), a mis en évidence une absence de connaissances précises sur les zones d'interactions avérées entre zones humides et eaux souterraines. C'est pourquoi ce point de suivi proposé en zone humide est intéressant à suivre.

Pour cela, une centrale automatique d'acquisition permettant un suivi automatique à haute fréquence peut être mise en place. Le capteur de pression piézométrique avec compensateur de pression barométrique intégré est inséré dans le forage à une profondeur de 6 m. La plage de pression conseillée est 0-10 m. La longueur de câble recommandée (incluant capteur et unité logistique (centrale d'acquisition)) est de 10 m. Il faudra pour ce point, prévoir de glisser l'unité de communication dans un obturateur plastique sécurisé pour tube 2''. Pour cela il pourra être inséré un tube pvc à l'intérieur du forage, qui dépassera de la tête du forage permettant ainsi d'insérer l'unité de communication. Le tube sera protégé par un capuchon fermé à clef. La fréquence de mesure recommandée est la fréquence horaire.

4.3. GESTION DU RESEAU

Une fois le réseau installé – instruments de mesure en place, tournées de prélèvements et analyses programmées – démarre la phase de gestion du réseau. Les schémas ci-dessous résument le cheminement de la donnée depuis l'acquisition sur le terrain jusqu'à la valorisation (Illutration 37, Illustration 38 et Illustration 39).

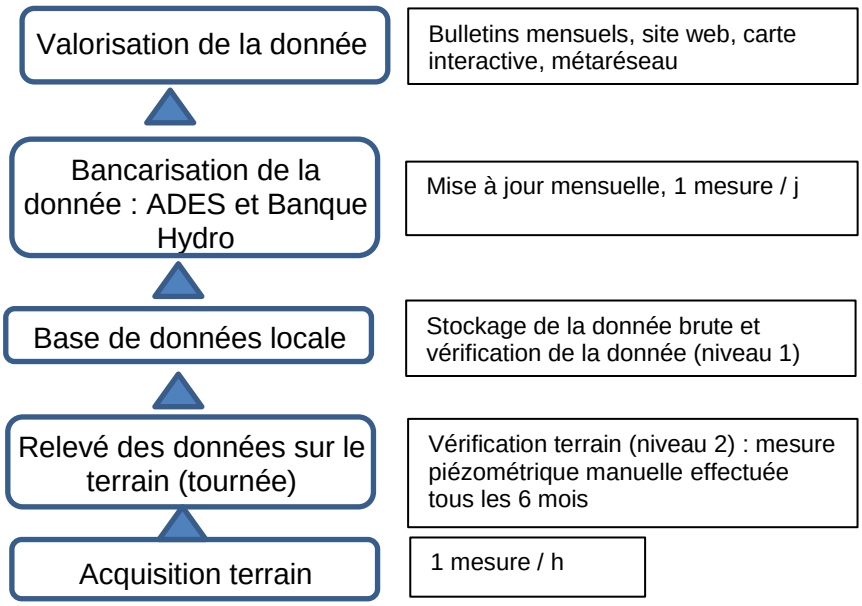


Illustration 37 : Gestion du réseau quantitatif sans télétransmission[27] : cheminement de la donnée depuis l'acquisition terrain jusqu'à la valorisation

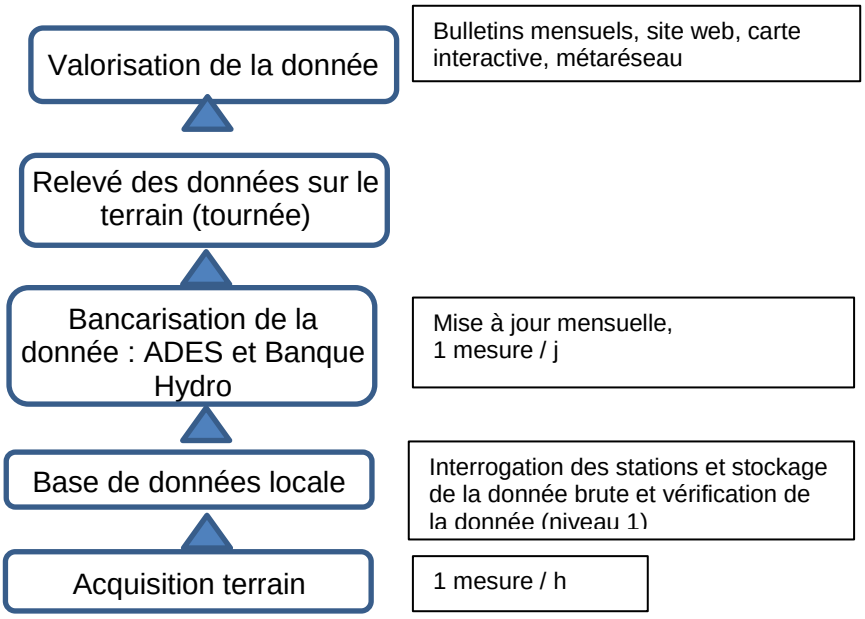


Illustration 38 : Gestion du réseau quantitatif avec télétransmission : cheminement de la donnée depuis l'acquisition terrain jusqu'à la valorisation

[27] Le relevé des données sans télétransmission comporte le risque de ne pas enregistrer de données entre deux relevés terrain à cause d'une défaillance technique de l'appareil de mesure par exemple qui n'aura pas été détectée.

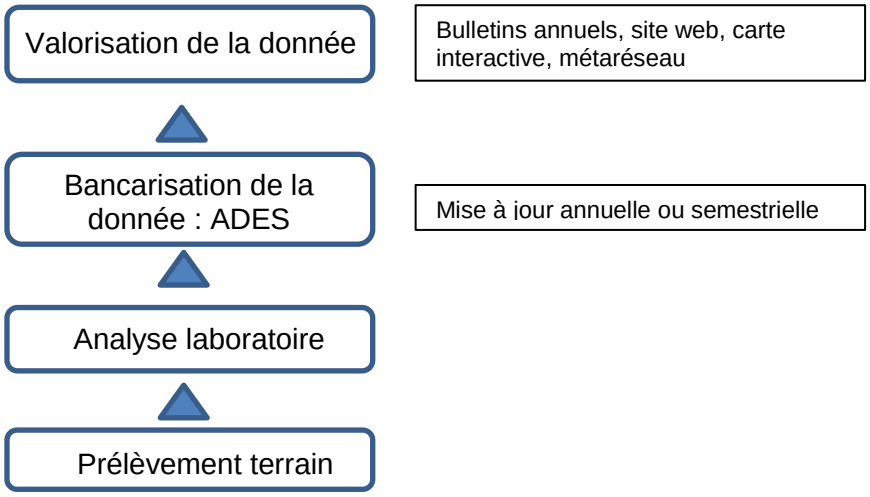


Illustration 39 : Gestion du réseau qualitatif : cheminement de la donnée depuis l'acquisition terrain jusqu'à la valorisation

Les paragraphes ci-dessous décrivent les différentes étapes.

4.3.1. Mesures terrain et base de données locale

Réseau de suivi quantitatif

Pour le réseau de suivi quantitatif, deux cas sont possibles selon que les données sont télétransmises ou pas.

Dans le cas où les données ne sont pas télétransmises, il sera nécessaire de relever régulièrement les données (relevé mensuel conseillé) notamment en période d'étiage. Lors de chaque visite, une mesure terrain du niveau piézométrique doit être réalisée afin de s'assurer que la donnée enregistrée est correcte. Le cas échéant, un nouveau paramétrage de la sonde doit être réalisé. Pour les sources, une mesure de la hauteur d'eau en rive droite et rive gauche sera effectuée, ainsi qu'un jaugeage.

Dans le cas d'une télétransmission des données, la vérification des mesures se fait à deux niveaux :

- Vérification dite de niveau 1 : s'assurer lors du rapatriement des données que les chroniques ne présentent pas d'incohérence (ouvrage sec, dérive de la sonde, pompage…) ;
- Vérification dite de niveau 2 : se rendre sur chaque station au minimum deux fois par an pour faire une mesure piézométrique afin de vérifier que la mesure enregistrée est la même que celle mesurée sur le terrain et qu'il n'y pas de dérive de la sonde automatique.

Pour les stations qui sont déjà instrumentées (suivies par l'exploitant), il conviendra d'effectuer les deux niveaux de vérification cités ci-dessus.

Les données vérifiées peuvent ensuite être validées sur ADES.

Les données, une fois collectées (par télétransmission ou par relevé terrain), doivent être stockées sur une base de données locale, permettant de visualiser rapidement les chroniques et de réaliser des premiers traitements statistiques (moyenne, médiane…). Plusieurs logiciels existent, un exemple est présenté en annexe 6.

Pour le réseau départemental (réseau non télétransmis), comportant 12 points de suivi quantitatif, dont 4 déjà instrumentés et suivis par les exploitants et 8 à instrumenter par le Département de Vaucluse, il s'agira d'effectuer les opérations de maintenance préventives suivantes (cette estimation ne tient pas compte des maintenances curatives [intervention suite à des pannes]) :

- Tournées mensuelles sur les 8 points instrumentés dans le cadre du réseau départemental pour récupérer les données et effectuer une mesure terrain, le temps estimé est de 1.5 j par tournée, soit 18 j par an pour des tournées tous les mois.
- Tournées semestrielles sur les 4 points déjà équipés de suivis piézométriques, le temps estimé est de 1 j par tournée, soit 2 jours par an.

Il faudra ajouter à cela, la première année, la réalisation de mesure de jaugeage sur les deux sources afin de relier les hauteurs d'eau mesurées aux débits. Pour cela, une mesure par mois des débits pour chaque source devra être réalisée. En temps passé, en comptant une ½ journée par source, cela revient à 12 jours la première année de mise en place du réseau de suivi.

Il conviendra également de s'assurer de la maintenance technique du Fournisseur sur le matériel acheté afin de se prémunir d'éventuelles défaillances du matériel. Un stock pourra également être constitué.

Réseau de suivi qualitatif

Pour le réseau de suivi qualitatif, les 6 points d'eau concernés sont 3 forages et 3 puits. Sur ces 6 points, trois points sont inexploités, et un seul n'est pas équipé d'une pompe. Il conviendra de s'assurer que les prélèvements soient réalisés conformément à la norme française relative aux prélèvements et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage (norme FDX31-615, décembre 2000, disponible sur le site de l'AFNOR[28]). La norme définit un certain nombre de préconisations dont :

- En préalable aux prélèvements :
  - mesure du niveau piézométrique : nécessaire pour apprécier le sens d'écoulement de la nappe, suivre et comprendre les variations saisonnières des niveaux d'eau, et aider à l'interprétation des résultats analytiques et des éventuelles variations des concentrations des substances polluantes dans les eaux prélevées ;
  - mesure de la profondeur de l'ouvrage : permet de vérifier que le fond du tubage n'est pas rempli par des particules fines qui risqueraient d'augmenter la turbidité des échantillons prélevés ;
  - en cas d'ouvrage non utilisé, purger le volume d'eau nécessaire au renouvellement de la colonne d'eau : afin de prélever des échantillons

[28] http://www.boutique.afnor.org/norme/fd-x31-615/qualite-du-sol-methodes-de-detection-et-de-caracterisation-des-pollutions-prelevements-et-echantillonnage-des-eaux-souterrai/article/773100/fa104350

représentatifs de la qualité de l'eau dans la nappe et non de l'eau qui a pu séjourner dans l'ouvrage. Les paramètres physico-chimiques de l'eau pompée devront être mesurés : température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous et turbidité.

- Prélèvements :
  - la profondeur de la pompe doit être adaptée à la profondeur du niveau d'eau analysée qui dépend des polluants recherchés (produits « flottants » ou « plongeants »)
- Rédaction d'un rapport de prélèvement contenant tous les modes opératoires suivis et les paramètres techniques du prélèvement sur le terrain ainsi que les conditions de conservation et de transport jusqu'à la livraison des échantillons au laboratoire.

Afin de faciliter la bancarisation des données dans ADES, il est recommandé de demander au laboratoire d'analyse de transmettre les résultats au format EDILABO. Les laboratoires accrédités COFRAC doivent être en mesure de recevoir des demandes numériques d'analyses d'un paramètre et de produire les résultats d'analyses d'un paramètre conformément aux spécifications d'échanges de données EDILABO établies par le Sandre[29].

De même l'organisme préleveur, pour chaque point de prélèvement, devra fournir les informations de la fiche de prélèvement saisies sous ADES (référence du point du prélèvement, date et heure du prélèvement, paramètres physico-chimique in-situ) au format EDILABO pour faciliter la saisie sur ADES.

Le temps estimé pour les prélèvements est de 1,5 jours pour effectuer les 6 prélèvements, en sachant que 3 points sont inexploités, et un point n'est pas équipé d'une pompe.

4.3.2. Bancarisation des données : mise en ligne sous Ades

Un des objectifs du réseau étant de mettre à disposition du public les données des suivis quantitatif/qualitatif, il existe deux sites internet publics, www.ades.eaufrance.fr pour les puits, forages et piézomètres, et www.hydro.eauFrance.fr pour les stations hydrométriques (dans le cas du réseau départemental, mesures des débits sur les sources).

Dans le cadre de ADES[30], deux réseaux doivent être créés : un réseau quantité et un réseau qualité. La demande de création de réseau se fait auprès du correspondant de bassin. Un code Sandre sera alors créé et la cellule ADES du BRGM appuiera l'organisme à la mise en place du réseau. Le descriptif de chaque réseau et de chaque station doit être ensuite renseigné. Une fois les réseaux créés, les données acquises sont à bancariser régulièrement par le producteur. Pour accéder aux chroniques de données des stations hydrométriques, il existe un lien entre le site ADES et la banque Hydro permettant de visualiser et de télécharger ces chroniques. Pour les chroniques des piézomètres, forages ou puits, elles sont directement accessibles depuis le site ADES.

Le futur réseau départemental proposé comporte 18 points dont deux points d'eau sont des sources. Sur les 16 points d'eau à rentrer dans ADES, 10 points sont des points d'eau suivis en quantité, et 6 points d'eau sont des points de suivi qualité. Le temps estimé pour créer les deux réseaux sur ADES est de 2 j. Pour la mise à jour des données, compter 1,5 j pour les deux réseaux parait adapté. Pour aider à la saisie des informations, des formations destinées aux

[29] Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau

[30] Banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines

producteurs de données sont organisées par la cellule ADES du BRGM, et également au sein de chaque bassin. Des modules opératoires très détaillés sont également mis à disposition des producteurs de données.

4.3.3. Valorisation des données : intégration dans un métaréseau

Une fois les données brutes acquises et mises à disposition du public, un travail de traitement des données est nécessaire afin de valoriser les résultats et de mettre en évidence les tendances observées.

Le réseau départemental a été construit en tenant compte des points de suivi déjà existants, dans l'objectif d'une valorisation de toutes les données existantes. Les maîtres d'ouvrage mettent à disposition leurs données dans le site ADES (Agence de l'Eau, ARS pour le suivi qualité, BRGM pour le suivi quantité et bientôt la DDT de Vaucluse pour les suivis quantité et qualité). Afin d'exploiter les données qualité et quantité des autres producteurs de données pour disposer d'une image la plus complète possible de l'état des masses d'eau souterraine sur le département, il pourra être créé un métaréseau quantité et qualité sur le département. Un métaréseau est défini sur ADES comme le regroupement de plusieurs stations de suivi de producteurs différents selon un territoire ou masse d'eau/entité hydrogéologique donné. L'export des données depuis ADES se fait alors simplement en exportant les données du métaréseau.

La création d'un métaréseau à l'échelle départementale implique la mise en place d'un groupe de travail avec les producteurs de données afin de bien caractériser les stations de suivi : masses d'eau souterraine concernées, description du point, fréquence des mesures, paramètres suivis, laboratoire d'analyses si analyses (notamment limites de quantification pour chaque paramètre des laboratoires)…Ce travail est indispensable pour mettre en place le métaréseau.

Pour les données quantité, la valorisation des données peut se faire via la diffusion de bulletins mensuels présentant les tendances des niveaux piézométriques dans les aquifères suivis. C'est ce qui est fait par exemple dans le cadre du réseau piézométrique régional PACA, le bulletin de situation hydrologique est mis en ligne sur le site de la DREAL PACA[31]. Un autre exemple peut être cité, celui du métaréseau mis en place par le Conseil Général de Maine-et-Loire (région Pays-de-la-Loire) qui a mis en place un réseau de suivi des eaux souterraines exploitées pour l'AEP et qui interprète à la fois ces données et celles du réseau de suivi piézométrique régional. La réalisation de bulletins mensuels et la mise en ligne via un site internet permet la diffusion des données. Des cartographies interactives ainsi que des fiches descriptives des stations de suivis sont également mises à disposition. Des illustrations sont fournies en annexe 8.

Pour les données qualité, de la même façon des bilans peuvent être réalisés, cette fois-ci compte-tenu de la fréquence de prélèvement les bilans peuvent être annuels. Dans le cadre d'un métaréseau, pour exploiter les données, il faut porter une attention particulière aux paramètres suivis et aux limites de quantification et de détection des laboratoires d'analyses qui peuvent varier d'un laboratoire à l'autre selon les paramètres. La valorisation des données demande un traitement de l'ensemble des paramètres suivis qui peuvent être très nombreux selon les campagnes d'échantillonnage. La valorisation des résultats peut se faire via l'édition de rapport ou sur site internet. Dans le cas du Conseil Général de l'Hérault (région Languedoc Roussillon) par exemple, un rapport annuel est édité et pour chaque masse d'eau un bilan

[31] http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Bulletin_hydro_paca_Janvier_2015_cle7f5a9b.pdf : bulletin du mois de janvier 2015

qualitatif est réalisé. Les données exploitées sont celles des stations de suivi du Conseil général et celles des stations RCS/RCO présentes sur le département. Des cartes claires présentant les tendances notamment concernant les pesticides et les nitrates sont présentées. Dans le cas du Conseil Général des Landes (région Aquitaine), les données sont mises en ligne via le site internet du Conseil Général. Les exemples de valorisation sont présentés en annexe 9.

Dans le cadre des métaréseaux quantité et qualité sur le Vaucluse, la première année pourrait consister en la mise en place du métaréseau et une première exploitation des données afin de définir un état zéro de la quantité et de la qualité des eaux souterraines, état de départ au lancement du réseau départemental de suivi des eaux souterraines.

4.4. ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation du budget porte sur la mise en place du réseau, c'est-à-dire l'installation des instruments de mesure et la réalisation des deux premières années d'analyse.

4.4.1. Réseau de suivi quantitatif

Les coûts relatifs à la mise en place du réseau de suivi quantitatif du Département de Vaucluse seront liés :

- Aux coûts d'investissement en matériel de suivi : mise en place d'une sonde de mesure de niveau piézométrique et matériel annexe, petits travaux liés à l'installation du matériel ;
- Aux coûts en termes d'unités d'œuvre correspondant aux nombres de jours nécessaires pour mettre en place le matériel.

Les coûts relatifs à la gestion du réseau : relevés des données, mesures de jaugeages pour les sources lors de la première année, gestion des pannes…mais également saisie des données sous ADES, valorisation des données, ne sont pas l'objet de l'étude de pré-faisabilité et ne sont pas estimés ici.

Concernant l'équipement des points, il a été proposé préférentiellement un matériel permettant l'acquisition automatique des données. Il est nécessaire également de préciser que le Département de Vaucluse ne souhaite pas dans un premier temps une télétransmission des données. L'équipement des points doit comprendre :

- Les travaux d'aménagement nécessaire : modification de la tête de l'ouvrage, insertion d'un tube guide (tube pvc), mise en place d'un tube de protection de l'unité de transmission des données, point de fixation d'échelle limnimétrique, etc…
- L'achat d'appareil de mesure avec enregistreur automatique

Il est préférable de ne pas multiplier le type de matériel, c'est pourquoi les instruments de mesure proposés pour les mesures piézométriques sont les mêmes pour chaque point d'eau type forage, puits ou piézomètre : capteur de pression piézométrique avec compensateur de pression barométrique intégré. Pour les sources, il est proposé de mettre en place une sonde piézométrique immergée de petit diamètre enregistrant automatiquement les variations piézométriques, à combiner avec une sonde barométrique mesurant les variations de pression atmosphérique.

Sur les 12 points proposés pour le réseau de suivi quantitatif, 4 points sont déjà équipés d'appareils de mesure piézométrique automatique, les mesures sont effectuées directement par l'exploitant. Il s'agit pour ces points d'eau de récupérer les mesures auprès de l'exploitant. Selon le format des données l'achat d'un logiciel sera peut être nécessaire pour pouvoir convertir les données au format SANDRE. Pour les 8 autres points d'eau, un équipement doit être mis en place. Finalement, en se basant sur un devis de la Société OTT France de 2014, les travaux d'aménagement et équipement des points[32], les coûts moyens sont de :

- 3 000 € HT pour les points d'eau non équipés (forage, source, puits ou piézomètre) en incluant le temps à passer pour l'installation ;
- 500 € HT pour les points d'eau déjà équipés.

Le détail des coûts d'aménagement pour chaque point est présenté dans le tableau ci-dessous (Illustration 40).

N°	Code BSS	Nom	Coût de l'aménagement (€HT)	Paramètre suivi
1	09403X0306/F	Bédarrides – Forage Pourret	3 000	Niveau piézométrique
4	09404X0404/PZ	Aubignan – Grès de Meyras	3 000	Niveau piézométrique
6	08904X0032/F	Valréas – Forage de Bavène	500	Niveau piézométrique
7	09143X0092/S	Cairanne – Forage de la coopérative agricole	3 000	Niveau piézométrique
8	09148X0007/S	Gigondas – Forage de Sainte-Anne	500	Niveau piézométrique
9	09156X0007/SOURCE	Malaucène – Source du Groseau	3 000	Débit
10	F1 : 0961X0103/F ; F2 : 09681X0131/F2	Saignon – Forages de Fangas	500	Niveau piézométrique
11	09677X0023/SOURCE	Mérindol – Source des Borrys	3 000	Débit
13	09156X0116/PZ	Bédoin – Forage des Blaches	3 000	Niveau piézométrique
15	09403X0307/P	Bédarrides – Puits des Taillades	3 000	Niveau piézométrique
17	09682X0117/PZ	Saint-Martin-de-Castillon – Puits Basse Bégude	500	Niveau piézométrique
18	09942X0191/PZ	Mérindol - Forage des ajoncs	3 000	Niveau piézométrique

Illustration 40 : Estimation des coûts d'aménagement pour chaque point de suivi

Le coût total est donc estimé à 26 000 € HT en incluant le temps passé pour l'installation des points de suivi, environ une journée pour chaque point à instrumenter, soit 8 jours.

[32] basé sur devis OTT pour l'achat du matériel, auquel sont ajoutés une journée de travail pour installation du matériel (900 €HT/j) et les coûts liés aux travaux d'installation (600 €HT/point)

En outre, pour s'assurer de la bonne mise en place du matériel de suivi, un appui technique pourra être apporté pour aider à la mise en place de l'acquisition des données. Afin d'aider le Conseil Général à suivre le réseau, cet appui pourrait comprendre également un volet formation portant sur les notions de base en hydrogéologie appliquées aux aquifères du Vaucluse, ainsi que sur la gestion d'un réseau de suivi quantité (mais aussi qualité) des eaux souterraines (métrologie, suivi, saisie des données, éléments de base pour l'interprétation des données…). Cet appui technique est de l'ordre de 30 000 € HT estimé sur la base des coûts BRGM 2015[33].

Afin de récapituler l'ensemble : investissements liés à la mise en place du réseau (en euros ou en temps passé) ainsi que gestion du réseau, un tableau de synthèse est proposé ci-dessous (Illustration 41). Il reprend les différentes étapes décrites précédemment.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement de tels réseaux sont éligibles à une subvention de l'Agence de l'Eau RMC et du Conseil Régional PACA.

[33] Ce coût inclut sur les deux premières années :

- la vérification terrain de la mise en place des instruments de mesure,
- le suivi des premiers prélèvements pour veiller à la bonne réalisation,
- la formation sur la gestion d'un réseau et les premières interprétations des données,
- l'aide à la rédaction des premiers bulletins.

En revanche, il n'inclut pas la mise en place d'un métaréseau.

Tâches		Année 1 (2015)			Année 2 (2016)		
		Investissement [1] (€HT)	Temps à prévoir (j)		Fonctionnement (€HT)	Temps à prévoir (j)	
			interne	ss traitance		interne	ss traitance
Mise en place	Achat matériel et installation	26 000		8			
	Mesure jaugeage	10 800		12			
Maintenance		3 600		4	3 600		4
Relevés terrain et contrôle niveau 1[2]				18			12
Stockage de la donnée et vérification niveau 2			12			12	
Bancarisation sur ADES/Banque Hydro (mises à jour mensuelles)			20[3]			10	
Appui technique du BRGM au Conseil Général		20 000		p.m. 18 [4]	10 000		p.m. 9 [4]
Valorisation des données	Bulletins mensuels	Non chiffré			Non chiffré		
	Site web						
	Carte interactive						
	Création et animation d'un métaréseau						
Appui technique	Formation	Non chiffré			Non chiffré		
	Suivi mise en place du réseau						
	Aide à la valorisation des données						
	Aide à la mise en place d'un métaréseau						

[1] Basé sur coût journalier OTT de 900 €HT/j

[2] Temps estimé dans le cas de données non télétransmises

[3] La première année, il faut compter du temps pour créer le réseau (description de chaque station)

Illustration 41 : Tableau récapitulatif des différentes tâches et coûts ou temps de travail associés depuis la mise en place du réseau quantité jusqu'à la gestion

La mesure des « temps passés » est à interpréter ainsi :

- Temps passé lié à la mise en place du matériel : le temps passé par le prestataire est inclus dans les coûts
- Temps passé pour la maintenance : coût estimé pour un prestataire
- Temps passé pour des relevés de terrain, stockage de données, vérification et bancarisation : cout de ce temps non estimé car il n'est pas prévu qu'il soit réalisé par un prestataire,
- Temps passé pour l'appui technique au Département par le BRGM, estimé dans la colonne coûts.

4.4.2. Réseau de suivi qualitatif

Les coûts liés à la mise en place du réseau de suivi qualitatif sont liés à l'échantillonnage d'eau sur les points du réseau et à la réalisation des analyses selon les prescriptions.

Il n'y a pas de coût d'investissement lié à l'achat de matériel. Par contre, sur les six points d'eau retenus pour le suivi qualité, un seul point n'est pas équipé d'une pompe et aucune source

d'électricité n'est disponible à proximité. Le laboratoire ou bureau d'étude qui sera amené à réaliser les prélèvements devra apporter sa propre pompe et un groupe électrogène.

Il est rappelé le programme d'échantillonnage sur les deux premières années de mise en place du réseau 2015 et 2016 :

- 2015 : pour les 6 points d'eau : définition de l'état initial : un prélèvement et une analyse de type "photographique" de préférence en période de hautes ou basses eaux (liste de paramètres complète DCE incluant micropolluants minéraux et organiques, pesticides)
- en 2016 :
    - sur 5 points d'eau : 4 prélèvements par an pour chacun des points de suivi situés sur des masses d'eau souterraine pour lesquelles des pressions polluantes ont été identifiées et analyses physico-chimiques classiques plus analyses sur paramètres liés à la pression polluante (pesticides).
    - Sur un point d'eau : 2 prélèvements par an (basses eaux et hautes eaux) et analyses physico-chimiques classiques

Soit en 2015 : 1 prélèvement sur chacun des 6 points et analyses complètes. En 2016, sachant que 5 des 6 points d'eau sont situés sur des masses d'eau souterraine concernées par des pressions polluantes : liées aux nutriments pour 2 d'entre elles (FRDG354 et FRDG213), aux pesticides pour une (FRDG352) et aux pesticides et nitrates pour la dernière (FRDG218 comportant 3 points de suivi qualité). En 2016, il sera donc prévu 22 prélèvements (4 x 5 sur masses d'eau souterraine soumises à pression polluante + 1 x 2 sur masse d'eau non soumise à pression polluante).

Le temps estimé pour le prélèvement des 6 points d'eau est de 1.5 j. En 2015, il faudra donc compter 1.5 j de prélèvements et en 2016, 6 j de prélèvements.

Concernant le coût des analyses, pour l'année 2015, il est évalué à 930 €HT34 pour chaque analyse type « photographique », soit un total de 5 580 € HT. Pour les analyses de base (physico-chimie in situ et classique incluant les nitrates), le coût estimé est de 145 € HT l'analyse. En 2016, le nombre d'analyses classiques sur points d'eau situés sur masse d'eau soumise à pression polluante est de 4 x 5 points d'eau (20 analyses) dont 4 points d'eau sur masse d'eau soumise à pression polluante liée aux pesticides. Le coût des analyses des pesticides est évalué à 450 € HT35 l'analyse. Ainsi le coût des analyses pour 2016 est évalué à 8 070 € HT. Le tableau ci-dessous Illustration 42 récapitule les coûts des analyses pour chacun des 6 points.

[34] Selon les coûts d'analyse du laboratoire départemental LDA, inclus les frais de flaconnage et transport des échantillons

[35] Selon les coûts d'analyse du laboratoire départemental LDA, inclus les frais de flaconnage et transport des échantillons

N°	Code BSS	Nom	Masse d'eau/entité hydrogéologique/RS	Coûts analyses		Paramètre suivi
				2015	2016	
2	09411X0138/F	Sarrians – Forage de Cazès	Molasse Miocène (FRDG218)**/P(N+Pest)**	930	1 800	Chimie
3	09411X0204/F	Pernes-les-Fontaines – Forage du Prato	Molasse Miocène (FRDG218) **/P(N+Pest)**	930	1 800	Chimie
5	09404X0406/F	Loriol-du-Comtat – Forage Roche	Molasse Miocène (FRDG218)**/P(N+Pest)**	930	1 800	Chimie
12	09672X0178/P	Oppède – Puits PAGES	Alluvions du Coulon Calavon (inclus dans la masse d'eau FRDG 213)	930	290	Chimie
14	09408X0165/F	Châteauneuf-de-Gadagne – Puits des Moulins	Alluvions des Sorgues (FRDG354)/**P(N)**	930	580	Chimie
16	09147X0130/F	Camaret-sur-Aigues - Puits de Camaret	Alluvions de l'Aigues et du Lez (FRDG352)/**P(Pest)**	930	1 800	Chimie

Illustration 42 : Estimation des coûts d'analyses en € HT pour les deux premières années de mise en place du réseau de suivi qualité

De la même façon que pour le réseau quantité, un récapitulatif de l'ensemble investissements (ou tâches) (ou tâches) liés à la mise en place du réseau (en euros ou en temps passé) ainsi qu'à la gestion du du réseau est proposé sous la forme d'un tableau de synthèse (

Illustration 43). Il reprend les différentes étapes décrites précédemment.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement de tels réseaux sont éligibles à une subvention de l'Agence de l'Eau RMC et du Conseil Régional PACA.

Tâches		Année 1 (2015)		Année 2 (2016)	
		Coût[36] (€HT)	Temps passé (j)	Coût (€HT)	Temps passé (j)
Mise en place	Achat matériel	néant		néant	
	Installation				
	Maintenance				
	Mesure jaugeage				
Prélèvements		187.5	1.5	750	6
Analyses		5 580		8 070	
Bancarisation sur ADES (mises à jour semestrielles ou annuelles)					18
Valorisation des données	Bulletins mensuels	Non chiffré		Non chiffré	
	Site web				
	Carte interactive				
	Création et animation d'un métaréseau				
Appui technique	Formation	Non chiffré		Non chiffré	
	Suivi mise en place du réseau				
	Aide à la valorisation des données				
	Aide à la mise en place d'un métaréseau				

Illustration 43 : Tableau récapitulatif des différentes tâches et coûts ou temps de travail associés depuis la mise en place du réseau qualité jusqu'à sa gestion

Le temps passé pour les prélèvements de même que le temps passé à la bancarisation (qui revient normalement au maître d'ouvrage) n'est pas compris dans l'évaluation financière présentée.

[36] : D'après coûts analyses LDA et Agence de l'Eau

5. Conclusion

Le Département soucieux de préserver la ressource en eau souterraine du département de Vaucluse a sollicité l'appui du BRGM pour étudier la faisabilité de la mise en place d'un réseau de suivi des eaux souterraines. L'Agence de l'Eau et le Conseil Régional ont également souhaité soutenir cette action.

L'objectif du réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine que souhaitait mettre en place le Département du Vaucluse au lancement de l'étude était multiple et portait sur les points suivants :

- Préservation de la ressource vis-à-vis des pressions actuelles/futures
- Amélioration de la connaissance
- Complémentarité avec les réseaux existants.

Or, au démarrage de l'étude, les principales ressources d'eau souterraine présentes sur le département étaient identifiées mais il n'y avait pas de vision claire sur les priorités de suivi quantité/qualité à mettre en place tout en tenant compte des réseaux de surveillance quantitatif ou qualitatif des eaux souterraines existants. L'étude a permis de proposer tout d'abord une classification des masses d'eau souterraine ou aquifère en termes de priorité de suivi quantitatif ou qualitatif en s'appuyant sur des méthodologies existantes menées dans le cadre de la mise en place des réseaux de surveillance DCE. Après avoir établi ce classement, les réseaux de suivi existants et les masses d'eau souterraine suivies ont été identifiées et caractérisées. Le travail a porté sur le recensement le plus exhaustif possible de ces réseaux, ainsi que sur la caractérisation des masses d'eau souterraine qui n'étaient pas toujours suivies selon les réseaux. A partir du classement des masses d'eau souterraine et des réseaux existants, et en identifiant les principaux points de pression (points d'appel de la nappe) que sont les captages AEP collectifs, des secteurs ont été identifiés et discutés en comité de pilotage du projet. Puis la phase de reconnaissance des points sur le terrain a été menée afin d'identifier les caractéristiques techniques pour la mise en place des suivis quantité et qualité. Certains points ont pu être identifiés au préalable sur la BSS, d'autres ont nécessité une phase de repérage terrain avant d'être sélectionnés.

Au final, 18 points d'eau ont été proposés pour la mise en place du réseau : 12 points d'eau à suivre en quantité (niveaux piézométriques), 6 à suivre en qualité (état chimique).

L'ensemble des 18 points de suivi proposé a fait l'objet de fiches descriptives individuelles, détaillées et illustrées. A partir de ce descriptif, une estimation financière liée à la mise en place du réseau a été réalisée. Pour le réseau quantité, l'achat et la mise en place du matériel a été estimée à 26 000 € HT, les mesures de jaugeages à réaliser la première année sur les sources suivies à 10 800 € HT et les travaux liés à la maintenance à 3 600 € HT. Concernant le réseau de suivi qualité, les coûts de prélèvements et analyses sont estimés à 5 767 € HT en 2015 et 8 820 € HT en 2016. Les différentes étapes de la gestion d'un réseau quantité et qualité ont été également présentées afin d'aider le Conseil Général dans la gestion future de son réseau, depuis l'acquisition terrain jusqu'à la bancarisation et la valorisation des données.

Le réseau départemental a été proposé dans un objectif de complémentarité avec les réseaux existants. Ainsi, l'exploitation des données du suivi départemental est optimum en intégrant les suivis des autres réseaux. Cette démarche s'inscrit dans la mise en place d'un métaréseau départemental quantité mais aussi qualité qui permettra d'utiliser toutes les données disponibles sur les masses d'eau souterraine. La démarche de mise en place d'un tel

métaréseau demande l'animation de comités techniques avec les gestionnaires de réseau afin de se mettre d'accord sur les points de suivi à intégrer dans le métaréseau et de définir précisément les caractéristiques de chacun (par exemple, pour le suivi qualité : quels sont les laboratoires d'analyses, quels sont les paramètres suivis et les limites de quantifications des laboratoires ?). La valorisation des données et leur interprétation peut se faire sous la forme de bulletins ou directement sous la forme de cartographie interactive comme le BRGM l'effectue déjà dans d'autres départements (exemples des Landes et du Maine-et-Loire, voir annexes 7 et 8).

6. Bibliographie

http://sigesaqi.brgm.fr/Qu-est-ce-qu-une-Masse-d-Eau.html

AERMC (2010). Document d'aide à l'instruction (DAI) : Directive cadre sur l'Eau, modalités de mise en œuvre du programme de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines (RCS & CO) et orientations en matière d'enquête appropriée. Document interne. DAI DCE Esout, 25 p.

AERMC (2012). Document d'aide à l'instruction (DAI) : Directive cadre sur l'Eau, surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines. Document interne. DAI DCE Quantité, 9 p.

AERMC (sans date). Document d'aide à l'instruction (DAI) : Définition d'un réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines complémentaire au programme de surveillance DCE. Document interne. DAI Réseaux locaux Esout, 11 p.

Auterives C., Gourcy L., Nicolas J. (2013) Proposition méthodologique d'évaluation de la représentativité des réseaux DCE de surveillance des eaux souterraines. Rapport final. BRGM/RP-63055-FR, 261 p., 152 fig., 46 tabl.

Blavoux B. (1997). Définition des périmètres de protection des captages de Haute et Basse Bégudes. Commune de Saint-Martin-de-Castillon et AEP de la ville d'Apt. Rapport d'hydrogéologue agréé.12 p.

CEREG Ingénierie (2012). Etude d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous Bassin versant du Lez. Phase 1 à 6.

CEREG Ingénierie (2013). Etude d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous Bassin versant du Calavon-Coulon. Phase 1 à 6.

CEREG Ingénierie (2014). Etude d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous Bassin versant de l'Eygues. Phase 1 à 6.

Comité de bassin Rhône méditerranée (2014). Projet de SDAGE 2016-2021, Bassin Rhône-Mediterranée, adopté par le comité de bassin Rhône-Méditeranée du 19 septembre 2014. 482 p.

Comte J.-P ., David A., Landreau A. (1996). Méthode de détermination par système aquifère des niveaux de surveillance de la piézométrie et de la qualité des eaux souterraines. Rapport BRGM RR-38856-FR. 21p.

Dominici.R., Paloc.H. (1968). Hydrogéologie du bassin du Coulon (Vaucluse-Basses-Alpes). Rapport BRGM/68-SGN-199-HYD. 79p.

Guérin R. (2013). Captage de Saint-Martin-de-Castillon (site Les Lamberts – Vaucluse) – Dossier de demande d'autorisation avec définition des périmètres de protection. Rapport d'hydrogéologue agréé.19 p.

HYDROFIS & BRL Ingénierie (2014) - Etude exploratoire de la nappe de la Durance, Phase 1 : Etat des lieux du fonctionnement des nappes alluviales et des usages sur la base des connaissances existantes. 323 p.

HYDROFIS & BRL Ingénierie, 2014 - Etude exploratoire de la nappe de la Durance, Phase 2. 127 p.

IDEESEAUX (2008). Etude de cadrage pour la mise en place d'un observatoire des eaux souterraines dans le département de la Drôme. Conseil Général de la Drôme. 72 p.

IDEESEAUX (2011) Etude sur l'identification et la caractérisation de zones prioritaires à préserver pour l'alimentation en eau potable – Nappe du Miocène. Syndicat des Eaux région Rhône-Ventoux et syndicat des eaux Rhône-Aygues-Ouvèze. Volumes 1 à 6.

Lalbat F. (2006). Fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère du Miocène du bassin de Carpentras (Vaucluse, France). Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. Thèse. 234 p.

Moulin M., avec la collaboration de Salquèbre D. et de Sany F. (2013) – Actualisation de la synthèse hydrogéologique dans la région Provence – Alpes – Côte d'Azur (bassin Rhône – Méditerranée). Rapport final. Rapport BRGM/RP-61846-FR, 129 p., 10 ill., 4 ann.

Risques & Développement (2010). Etude d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous Bassin versant de l'Ouvèze. Phase 1 à 6.

Risques & Développement (2010). Etude d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous Bassin versant du Sud-Ouest Mont Ventoux. Phase 1 à 6.

Salquèbre D., Valencia G., Cadhilac L. (2008). Aquifère miocène du Comtat Venaissin, état des connaissances et problématiques. Note de synthèse mise à jour par le BRGM en collaboration avec la DIREN PACA et l'Agence de l'Eau RMC. Rapport BRGM/RP-56389-FR. 41 p, 7 ill.

Sylvestre J-.P. (1977). Etude hydrogéologique de la montagne du Luberon (Vaucluse) ou Contribution à la connaissance de la Fontaine-de-Vaucluse. Université de Provence. Thèse. 257 p.

Annexe 1

Tableau des masses d'eau souterraine et des entités hydrogéologiques correspondantes existantes sur le département du Vaucluse

Résultat du classement en terme de niveau de suivi quantité et qualité des eaux souterraines

Code masse d'eau souterraine (MESO)	Libellé MESO SDAGE 2016-2021	Correspondance référentiel hydrogéologique (BDLISA)	Niveau de suivi quantité : 1 Renforcé, 2 intermédiaire, 3 : basique	Niveau de suivi qualité : 1 Renforcé, 2 intermédiaire, 3 : basique
FRDG130	**Calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse et de la Montagne de Lure**	Unité karstique de la Fontaine de Vaucluse (PAC06F1)	**3**	**2**
		Ensemble Nord-Ventoux/montagne de Bluye (PAC06F2)	**3**	**2**
FRDG133	**Calcaires crétacés de la montagne du Lubéron**	Calcaires urgoniens massif du Luberon et du bassin du Coulon-Calavon (PAC06F3)	**3**	**2**
FRDG179	**Unités calcaires Nord-Ouest varois (Mont Major, Cadarache, Vautubière)**	Massif calcaire jurassique à crétacé inférieur de Mirabeau (PAC07D4)	**3**	**3**
		Massifs calcaires Jurassique à Crétacé inférieur de Jouques, Mirabeau, Ginasservis (PAC07D)	**3**	**3**
FRDG209	**Conglomérats du plateau de Valensole**	Formations détritiques mio-pliocènes du plateau de Valensole (PAC04C)	**3**	**1**
FRDG213	**Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans BV Basse Durance**	Alluvions récentes du Coulon-Calavon (PAC02J1)	**2**	**2**
		Formations crétacées et tertiaires du bassin du Calavon (PAC04B)	**3**	**2**
		Formations variées à dominante tertiaire de la basse et moyenne vallée de la Durance (PAC04D)	**3**	**2**
		Molasse miocène des bassins d'Apt et de l'Encrême (PAC04B1)	**3**	**2**
FRDG218	**Molasses miocènes du Comtat**	Molasse miocène du Comtat Venaissin (PAC04A)	**1**	**1**

FRDG226	**Calcaires urgoniens sous couverture du synclinal d'Apt**	Calcaires urgoniens massif du Luberon et du bassin du Coulon-Calavon (PAC06F3)	**3**	**2**
FRDG352	**Alluvions des plaines du Comtat (Aigues Lez)**	Alluvions de l'Aigues et du Lez (PAC01A1)	**2**	**1**
FRDG353	**Alluvions des plaines du Comtat (Ouvèze)**	Alluvions de l'Ouvèze (PAC01A2)	**2**	**1**
FRDG354	**Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues)**	Alluvions des Sorgues et de la Nesque (PAC01A3)	**3**	**1**
FRDG357	**Alluvions de la moyenne Durance**	Alluvions de la Moyenne Durance (PAC02C)	**2**	**1**
FRDG359	**Alluvions basse Durance**	Alluvions récentes de la Basse Durance (PAC02E)	**2**	**1**
FRDG382	**Alluvions du Rhône du défilé de Donzère au confluent de la Durance et alluvions de la basse vallée Ardèche**	Alluvions anciennes et terrasses à l'est d'Avignon (PAC04I1)	**3**	**1**
		Alluvions récentes du Rhône de Viviers à Mornas (PAC01B)	**2**	**1**
		Alluvions récentes du Rhône entre Roquemaure et Avignon (PAC01C)	**3**	**1**
		Formations jurassiques à quaternaires de la basse vallée du Rhône (PAC04I)	**3**	**3**
FRDG521	**Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires en moyenne Durance**	Formations variées à dominante tertiaire de la basse et moyenne vallée de la Durance (PAC04D)	**3**	**2**
FRDG533	**Marno-calcaires et grès Collines Côte du Rhône rive gauche et de la bordure du bassin du Comtat**	Calcaires et grès du Crétacé supérieur de la vallée du Rhône de Pont-saint-Esprit à Roquemaure (PAC04J)	**3**	**3**
		Formations crétacées et tertiaires du sud du Comtat (PAC04H)	**3**	**3**
		Sables blancs cénomaniens de Bédouin-Mormoiron (PAC04H1)	**1**	**2**

Annexe 2

Tableau des fréquences de mesures minimales pour la surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines issu de la Circulaire DCE n° 2005-14 du 26/10/05

Fréquences de mesures minimales pour la surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines en fonction de la typologie de la masse d'eau et de la pression exercée sur la ressource.

Type de masse d'eau				Pression ?	Fréquence minimale
Sédimentaire	Libre(s) et captif dissociés	Libre	Karst	Oui	1/j
				Non	1/semaine
			Non karst	Oui	1/semaine
				Non	1/15j
		Captif		Oui	1/mois
				Non	2/an*
	Libre(s) et captif associés	Captif dominant		Oui	1/mois
				Non	2/an*
		Libre dominant		Oui	1/semaine
				Non	1/15j
Alluvions				Oui	1/semaine
				Non	1/15j
Socle				Oui	1/semaine
				Non	1/15j
Edifice volcanique				Oui	1/semaine
				Non	1/15j
Intensément plissé				Oui	1/semaine
				Non	1/15j
Imperméable localement aquifère				Oui	1/semaine
				Non	1/15j

* avec un prélèvement en période de hautes eaux et un prélèvement en période de basses eaux.

Annexe 3

Paramètres à analyser pour le contrôle de surveillance – analyses de type photographique

(extrait du DAI de l'Agence de l'Eau RMC relatif aux modalités de mise en œuvre du programme de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines (RCS/RCO))

	Paramètres	Code Sandre	Objectif LQ visé	Unité
Physicochimie in situ	Température de l'eau	1301		°C
	Conductivité (25°C)	1303		µS/cm
	pH	1302		unité pH
	Oxygène dissous	1311		mg/l O2
	Potentiel d'oxydoréduction	1330		mV
Physico-chimie classique	**Eléments majeurs**			
	Hydrogéno carbonates (HCO_3^-)	1327	10	mg(HCO3)/L
	Carbonates (CO_3^{2-})	1328	6	mg(CO3)/L
	Chlorures (Cl^-)	1337	1	mg(Cl)/L
	Sulfates (SO_4^{2-})	1338	1	mg(SO4)/L
	Sodium (Na^+)	1375	1	mg(Na)/L
	Calcium (Ca^{2+})	1374	1	mg(Ca)/L
	Magnésium (Mg^{2+})	1372	1	mg(Mg)/L
	Potassium (K^+)	1367	1	mg(K)/L
	Matières organiques oxydables			
	Oxydabilité au permanganate (en milieu acide à chaud)	1315	0.5	mg(O2)/L
	Carbone Organique Dissous (COD)	1841	0.2	mg(C)/L
	Matières en suspension			
	Turbidité	1295	0.1	NFU
	Fer total	1393	10	µg(Fe)/L
	Manganèse total	1394	10	µg(Mn)/L
	Minéralisation et salinité			
	Dureté totale	1345	0.5	°F
	Fluorures (F^-)	1391	0.05	mg(F)/L
	Silice totale	1348	0.2	mg/l(SiO2)
	Composés azotes			
	Nitrates (NO_3^-)	1340	1	mg(NO3)/L
	Ammonium (NH_4^+)	1335	0.05	mg(NH4)/L
	Nitrites (NO_2^-)	1339	0.02	mg(NO2)/L
Micropolluants minéraux	Aluminium (Al)	1370	10	µg(Al)/L
	Antimoine (Sb)	1376	1.5	µg(Sb)/L
	Arsenic (As)	1369	3	µg(As)/L
	Bore (B)	1362	10	µg(B)/L
	Cadmium (Cd)	1388	1.5	µg(Cd)/L
	Chrome total (Cr tot)	1389	5	µg(Cr)/L
	Cuivre (Cu)	1392	10	µg(Cu)/L
	Cyanures totaux	1390	5	µg(CN)/L
	Mercure (Hg)	1387	0.3	µg(Hg)/L
	Nickel (Ni)	1386	6	µg(Ni)/L
	Plomb (Pb)	1382	3	µg(Pb)/L
	Sélénium (Se)	1385	3	µg(Se)/L
	Zinc (Zn)	1383	2	µg(Zn)/L

	Paramètres	Code Sandre	Objectif LQ visé	Unité
Micropolluants organiques (hors pesticides)	**Composés Organo-halogénés Volatils (OHV)**			
	1,1 dichloroéthylène	1162	0.5	µg/l
	Dichlorométhane	1168	10	µg/l
	1,1 dichloroéthane	1160	0.5	µg/l
	1,2 dichloroéthylène (cis+trans)	6365	0.5	µg/l
	1,1,1 trichloroéthane	1284	0.5	µg/l
	Tétrachlorure de carbone	1276	0.5	µg/l
	1,2 dichloroéthane	1161	0.5	µg/l
	Trichloroéthylène	1286	0.5	µg/l
	1,2 dichloropropane	1655	0.5	µg/l
	1,1,2-trichloroéthane	1285	0.5	µg/l
	Tétrachloroéthylène	1272	0.5	µg/l
	Bromochlorométhane	1121	0.5	µg/l
	Bromoforme	1222	0.5	µg/l
	Chloroforme	1135	0.5	µg/l
	Dibromomonochlorométhane	1158	0.5	µg/l
	Hydrocarbures legers (BTEX)			
	Benzène	1114	0.3	µg/l
	Toluène	1278	0.2	µg/l
	m+p Xylène	2925	0.2	µg/l
	o Xylène	1292	0.2	µg/l
	Ethyl benzene	1497	0.5	µg/l
	Isopropylbenzène (cumène)	1633	0.5	µg/l
	Eventuellement d'autres polluants organiques en relation avec l'environnement du point de mesure comme par exemple :			
	Chlorobenzènes			
	1,2,4 Trichlorobenzène	1283	0.01	µg/l
	1,2,3 Trichlorobenzène	1630	0.01	µg/l
	1,3,5 Trichlorobenzène	1629	0.01	µg/l
	1,2 Dichlorobenzène	1165	0.2	µg/l
	1,4 Dichlorobenzène	1166	0.2	µg/l
	HAP			
	Benzo-a-pyrène	1115	0.003	µg/l
	Benzo-b-fluoranthène	1116	0.01	µg/l
	Benzo-k-fluoranthène	1117	0.01	µg/l
	Benzo-ghi-pérylène	1118	0.01	µg/l
	Indéno-123-pyrène	1204	0.01	µg/l
	Naphtalène	1517	0.01	µg/l
	Fluoranthène	1191	0.01	µg/l
	Pentachlorophénol	1235	0.02	µg/l
	Chlorure de vinyle	1753	0.15	µg/l
	HC dissous ou émulsionnés de C10 à C40	2962	30	µg/l
Pesticides	Liste minimale des pesticides à rechercher voir tableau suivant			

N° UE directive 76/464/CE	N° UE directive 2000/60/CE	N° CAS	Code SANDRE	Substance (*)	Famille chimique	Activité biologique
		94-75-7	*1141*	*2,4 d*		*Herbicide*
		94-74-6	*1212*	*2,4 mcpa (sel de dimethylamine)*		
		34256-82-1	*1903*	*Acetochlore*	*Chloroacetanilide*	*Herbicide*
	1	15972-60-8	1101	Alachlore	Chloroacetanilide	Herbicide
	I-1	309-00-2	1103	Aldrine		
		61-82-5	1105	Aminotriazole	Triazole	Herbicide
	3	1912-24-9	1107	Atrazine		Herbicide
			1832	Atrazine 2 hydroxy	Métabolite de l'Atrazine	
			1109	Atrazine déisopropyl	Métabolite de l'Atrazine et Simazine	
			1108	Atrazine déséthyl	Métabolite de l'Atrazine	
			1830	Atrazine déséthyl déisopropyl	Métabolite de l'Atrazine	
		25057-89-0 et 50723-80-3	1113	Bentazone	Thiadizinone	Herbicide
		314-40-9	1686	Bromacil	Uracile	Herbicide
		133-06-2	*1128*	*Captane*	*Dicarboximide*	*Fongicide*
		10605-21-7	1129	Carbendazime	Carbamate	Fongicide
		1563-66-2	1130	Carbofuran	Carbamate	Insecticide - Nematicide
			1805	Carbofuran 3 hydroxy	Métabolite Carbofuran	
		999-81-5	*2097*	*Chlormequat chlorure*	*Ammonium quaternaire*	*Régulateur de croissance*
		15545-48-9	1136	Chlortoluron	Urée	Herbicide
		21725-46-2	1137	Cyanazine		

N° UE directive 76/464/CE	N° UE directive 2000/60/CE	N° CAS	Code SANDRE	Substance (*)	Famille chimique	Activité biologique
		50563-36-5	*2546*	*Dimethachlore*	*Chloroacetanilide*	*Herbicide*
	13	330-54-1	1177	Diuron		
			1929	1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthyl-urée (DCPMU)	Métabolite Diuron	
			1930	3,4-dichlorophénylurée (DPU)	Métabolite Diuron	
			2869	1-(4-IsopropylPhényl) Urée	Métabolite Diuron	
		67306-00-7	*1700*	*Fenpropidine*	*Piperidine*	*Fongicide*
		39148-24-8	*1975*	*Fosetyl al*	*Phosphonate*	*Fongicide*
		1071-83-6	1506	Glyphosate	Acide aminé	Herbicide
		1066-51-9	1907	AMPA	Métabolite du glyphosate	
		76-44-8	1197	Heptachlore		
		118-74-1	1199	Hexachlorobenzène		
		51235-04-2	1673	Hexazinone		
		1689-83-4	*1205*	*Ioxynil*	*Benzonitrile*	*Herbicide*
	19	34123-59-6	1208	Isoproturon	Urée	Herbicide
			2738	Desméthylisoproturon	Métabolite Isoproturon	
			2847	Didéméthylisoproturon	Métabolite Isoproturon	
	18 et I-85	58-89-9	1203	HCH gamma (Lindane)		Insecticide
			1200	HCH alpha		Insecticide
88		330-55-2	1209	Linuron	Urée	Herbicide
		93-65-2	*1214*	*Mecocrop*	*Aryloxacide*	*Herbicide*
		24307-26-4	*2089*	*Mepiquat chlorure*	*Ammonium quaternaire*	*Régulateur de croissance*
			2722	*Isothiocyanate de methyle*	*Métabolite du Metam Sodium*	
		67129-08-2	1670	Métazachlore	Chloroacetanilide	Herbicide

N° UE directive 76/464/CE	N° UE directive 2000/60/CE	N° CAS	Code SANDRE	Substance (*)	Famille chimique	Activité biologique
		51218-45-2	1221	Métolachlore		Herbicide
		19666-30-9	1667	Oxadiazon		
		77732-09-3	1666	Oxadixyl		Fongicide
		67747-09-5	*1253*	*Prochloraze*	*Imidazole*	*Fongicide*
		139-40-2	1256	Propazine		
106	29	122-34-9	1263	Simazine		Herbicide
			1831	Simazine hydroxy	Métabolite Simazine	
		99105-77-8	*1662*	*Sulcotrione*	*Tricétone*	*Herbicide*
		107534-96-3	*1694*	*Tebuconazole*	*Triazole*	*Fongicide*
		35256-85-0	1661	Tébutame		
		5915-41-3	1266	Terbuméton		Herbicide
		5915-41-3	1268	Terbuthylazine		Herbicide
			2045	Terbuthylazine déséthyl	Métabolite Terbuthylazine	
			1954	Terbuthylazine hydroxy	Métabolite Terbuthylazine	
		1582-09-8	*1289*	*Trifluraline*	*Dinitroaniline*	*Herbicide*

Annexe 4

Paramètres à analyser pour le contrôle de surveillance – suivi regulier

(extrait du DAI de l'Agence de l'Eau RMC relatif aux modalités de mise en œuvre du programme de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines (RCS/RCO))

	Paramètres	Code Sandre	Objectif LQ visé	Unité
Physicochimie <u>in situ</u>	Température de l'eau	1301		°C
	Conductivité (25°C)	1303		µS/cm
	pH	1302		unité pH
	Oxygène dissous	1311		mg/l O2
	Potentiel d'oxydoréduction	1330		mV
Physico-chimie classique	**Eléments majeurs**			
	Hydrogéno carbonates (HCO_3^-)	1327	10	mg(HCO3)/L
	Carbonates (CO_3^{2-})	1328	6	mg(CO3)/L
	Chlorures (Cl^-)	1337	1	mg(Cl)/L
	Sulfates (SO_4^{2-})	1338	1	mg(SO4)/L
	Sodium (Na^+)	1375	1	mg(Na)/L
	Calcium (Ca^{2+})	1374	1	mg(Ca)/L
	Magnésium (Mg^{2+})	1372	1	mg(Mg)/L
	Potassium (K^+)	1367	1	mg(K)/L
	Matières organiques oxydables			
	Oxydabilité au permanganate (en milieu acide à chaud)	1315	0.5	mg(O2)/L
	Carbone Organique Dissous (COD)	1841	0.2	mg(C)/L
	Matières en suspension			
	Turbidité	1295	0.1	NFU
	Fer total	1393	10	µg(Fe)/L
	Manganèse total	1394	10	µg(Mn)/L
	Minéralisation et salinité			
	Dureté totale	1345	0.5	°F
	Fluorures (F^-)	1391	0.05	mg(F)/L
	Silice totale	1348	0.2	mg/l(SiO2)
	Composés azotes			
	Nitrates (NO_3^-)	1340	1	mg(NO3)/L
	Ammonium (NH_4^+)	1335	0.05	mg(NH4)/L
	Nitrites (NO_2^-)	1339	0.02	mg(NO2)/L

Annexe 5

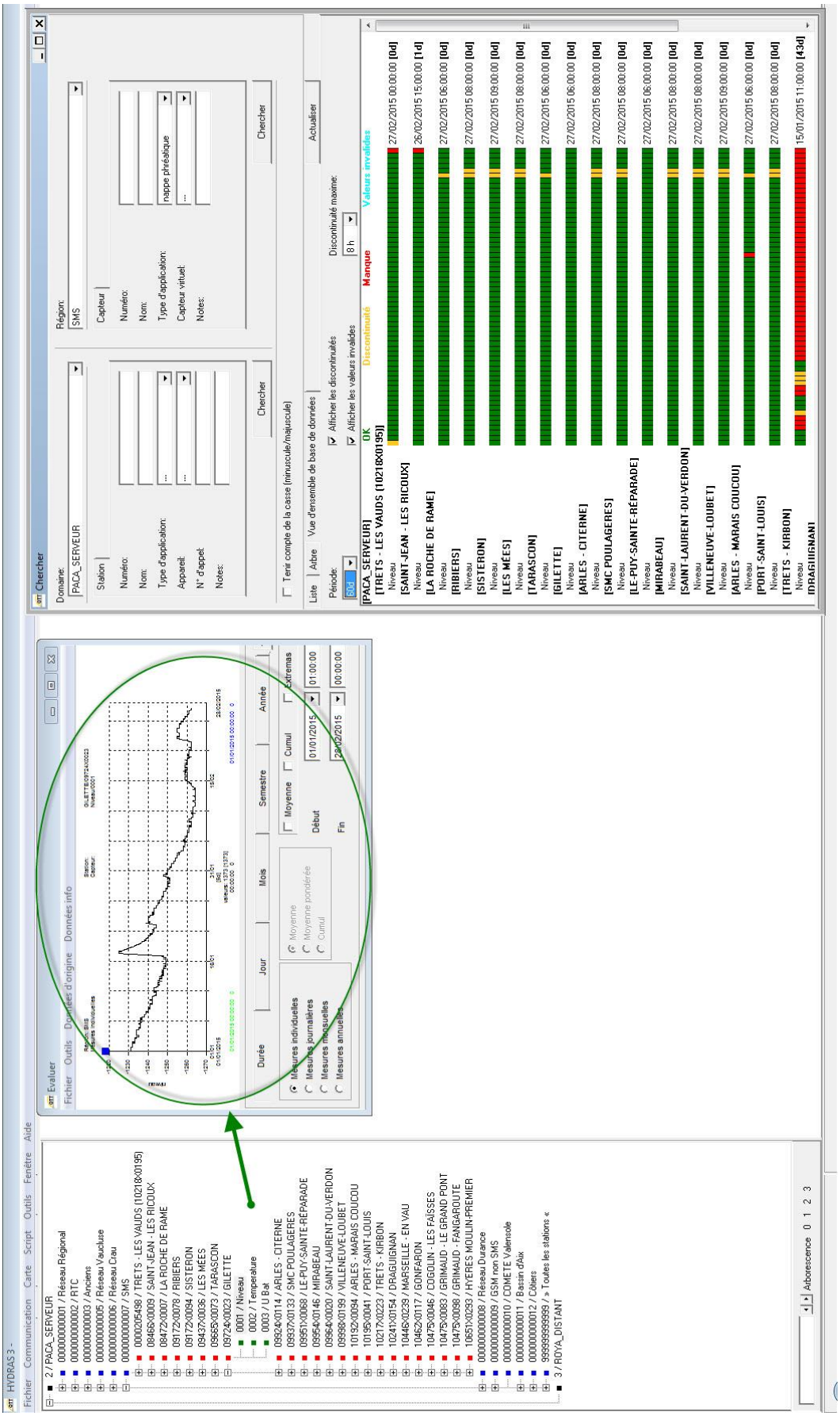
Fiches descriptives des 18 points d'eau du réseau de suivi de l'état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines du département du Vaucluse

Non publication des fiches du fait de l'application du Plan VIGIPIRATE

Annexe 6

Exemple de logiciel pour le traitement des données piézométriques brutes :

Restitution de données dans le logiciel HYDRAS (OTT)



Annexe 7

Exemples de valorisation des données de suivi de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine

Site du Conseil Général du Maine-et-Loire

http://www.eau-anjou.fr/thematiques/proteger-et-mesurer/les-reseaux-de-surveillance/les-reseaux-de-surveillance-de-la-quantite-des-eaux-souterraines/

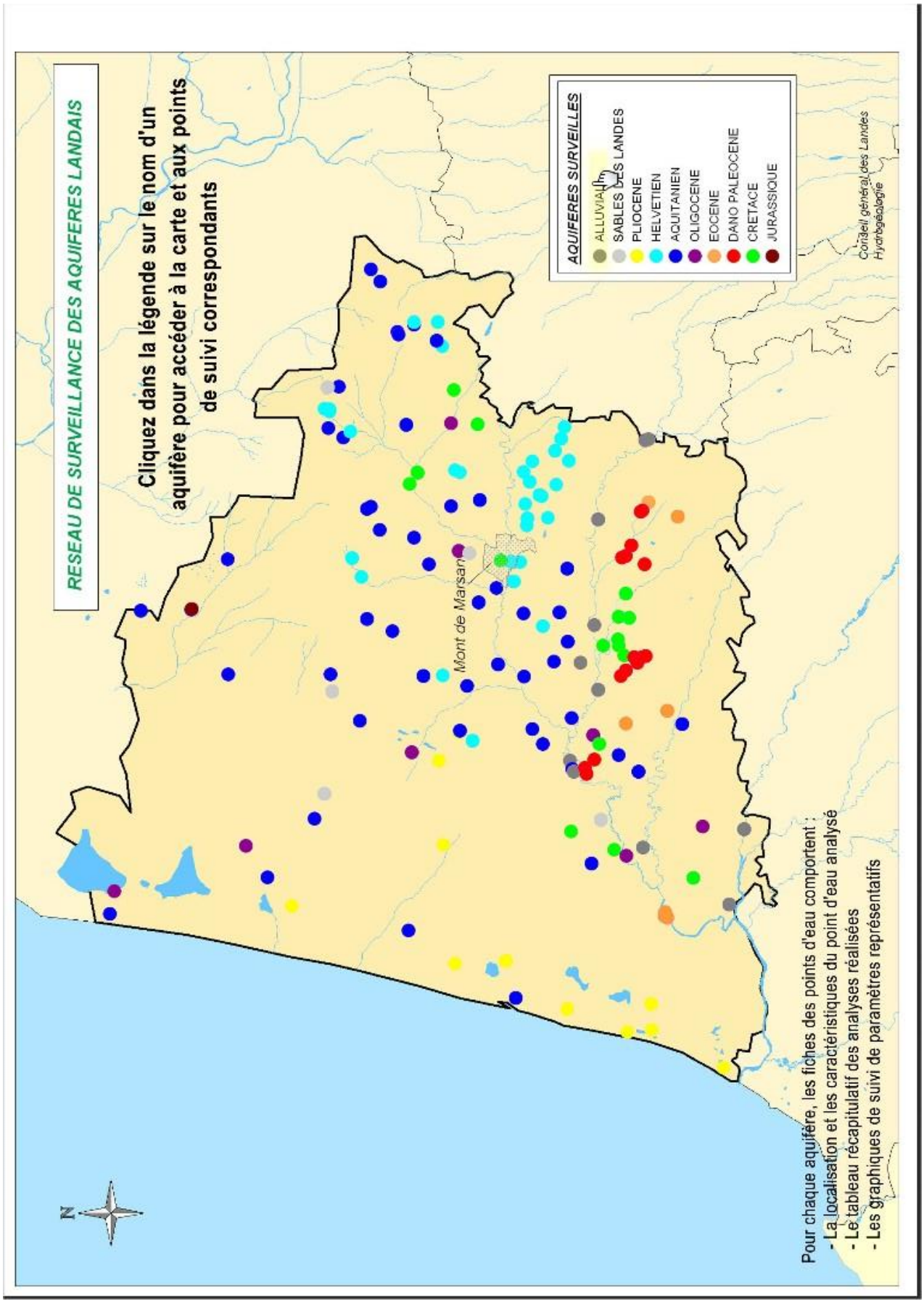

Le clic sur un point renvoie à la fiche ADES de ce point
Daumeray
Noyant-la-Gravoyère
Champteusse-sur-Baconne
Montigné-les-Rairies
Vaulandry
La Cornuaille
Saint-Lambert-la-Potherie
Fontaine-Milon (Céno)
ANGERS
Le Guédeniau
Pontigné
Noyant
Brion
Vernoil-le-Fourrier (Céno)
Vernoil-le-Fourrier (Séno-Tu)
Neuillé
Vivy (Allu)
Vivy (Céno)
St-Pierre-Montlimart
Louerré
Villebernier
Chemillé
Souzay-Champigny
Doué-la-Fontaine
Le Coudray-Macouard
Doué-la-Fontaine
St-Macaire-en-Mauges
Montreuil-Bellay
Cholet


eaufrance
ades
Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines
Espace perso
Contact
Glossaire
Vous êtes ici : Accueil
Français
Recherche
Actualités
À propos d'ADES
Référentiels des eaux souterraines
Accès aux données
Services de valorisation
Espace réservé
Imprimer
STATION DE MESURE DES EAUX SOUTERRAINES
Dénomination du point d'eau : DAUMERAY
Code national du point d'eau : 03925X0017/PZ
Code européen du point d'eau : FR03925X0017/PZ
Dernière mise à jour le 27/05/2014
LOCALISATION | DESCRIPTION DETAILLEE | DONNEES DU PIEZOMETRE | DONNEES DU QUALITOMETRE
LOCALISATION
la Pessardière
la Tabardière
le Chênet
le Carrefour
Varennes
Département : Maine-Et-Loire (49)
Commune du dossier en BSS : Daumeray (49119)
Commune actuelle : Daumeray (49119)
Lieu-dit : La Tabardière
Coordonnées X,Y : 398151, 2304916 (Lambert II Etendu) / 448587, 6740033 (Lambert 93)
Altitude : 62 m
Profondeur d'investigation : 25 m
Carte géologique au 1/50 000 : La Fleche (n° 0392)
DESCRIPTION DETAILLEE
Bassin :
Masse d'eau (Référentiel Masse d'eau souterraine – Etat des lieux 2010): Sables et grès du Cénomanien sarthois - GG081 - FRGG081 associé depuis 01/01/1900 par Chargement par transfert de la Banque du Sous-Sol (BRGM) - qualité association : ;
Entité(s) hydrogéologique(s) (BdRHFV1) : Pays Du Maine / Sables Cenomaniens - 038b1 associé depuis 01/01/1900 par Chargement par transfert de la Banque du Sous-Sol (BRGM) - qualité association : ;
Entité(s) hydrogéologique(s) (BDLisa) :
Afficher le log hydrogéologique
Réseau(x) :
- Réseau patrimonial national de suivi quantitatif des eaux souterraines - RNESP - 0000000029
- Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines de la France - FR_SOP - 0000000070
- Réseau national de suivi quantitatif des eaux souterraines sous MO BRGM - RNESOUPMOBRGM - 0000000073
- Méta réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines du bassin Loire-Bretagne - RBESOUPLB - 0400000002
- Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines du Maine-et-Loire - RDESOUP49 - 0400000019
- Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Loire, cours d'eau côtiers vendéens et bretons - FRGSOP - 0400000127
- Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines du BRGM Pays-de-Loire - RRESOUPBRGMPAL - 0400000201

Annexe 8

Exemples de valorisation des données de suivi de l’état qualitatif des masses d’eau souterraine

Exemple de restitution pour le département des Landes


RESEAU DE SURVEILLANCE DES AQUIFERES LANDAIS
Cliquez dans la légende sur le nom d'un aquifère pour accéder à la carte et aux points de suivi correspondants
AQUIFERES SURVEILLES
ALLUVIAL
SABLES DES LANDES
PLIOCENE
HELVETIEN
AQUITANIEN
OLIGOCENE
EOCENE
DANO PALEOCENE
CRETACE
JURASSIQUE
Mont de Marsan
Conseil général des Landes
Hydrogéologie
N
Pour chaque aquifère, les fiches des points d'eau comportent :
- La localisation et les caractéristiques du point d'eau analysé
- Le tableau récapitulatif des analyses réalisées
- Les graphiques de suivi de paramètres représentatifs

Commune : BAUDIGNAN

Station : F2 Grand Begue

Caractéristiques de la station

Code BSS : 09271X0003

Aquifère : Miocène - Aquitanien

Masse d'eau : 5070 - Calcaires et faluns de l'aquitanien-burdigalien (miocène) captif

Nature de l'ouvrage : Forage AEP abandonné - Aquifère captif

Réseau : Complémentaire RCO

Photo du site



COORDONNEES*

X: 416902

Y : 1901573

Zrepère : 150

**Projection inconnue / m*



Extrait de la carte IGN N° 1741 W au 1/25 000

CG40 - Hydrogéologie

Baudignan "F2 AEP"

Paramètre	Unité	13/08/01	28/08/02	21/08/03	08/08/06	05/11/08	05/10/09	30/09/10	26/09/11	24/09/12	23/09/13
Phosphore total	mg(P)/L	0,11	0,077	0,035	<0,02						
Plomb	µg(Pb)/L										1
Potassium	mg(K)/L	1	1,03	1,26	1,55	1,2	1,54	2,4	2,7	1	1,1
Potentiel en Hydrogène (pH)	unité pH	7,9	7,7	7,9	7,8	8,13	8,05	8,45	8,3	8	8
Potentiel REDOX	mV						-10	187	194	10	152
Sélénium	µg(Se)/L										<1
Silicates	mg(SiO2)/L										11
Silice	mg(SiO2)/L	11,1	11	11,4	12	10,6	11,4	12	12	11	
Simazine	µg/L	<0,02									
Simazine-hydroxy	µg/L										
Sodium	mg(Na)/L	7,7	8,03	13,7	8,44	7,87	7,97	9,6	11	7,7	7,2
Sulfates	mg(SO4)/L	17,7	17,2	19,9	17,8	15,9	16,4	18	18	15	14
Température de l'Eau	C	16,8	13,9	25,8	22,7	12,9	16,5	14,6	18	15	14,9
Terbuthylazine	µg/L	<0,02									
Terbuthylazine désethyl	µg/L										
Tétrachloréthène	µg/L										
Tétrachlorure de carbone	µg/L										
Trichloroéthane-1,1,1	µg/L										
Trichloroéthylène	µg/L										
Turbidité Formazine Néphélométrique	NFU					7,6	2	0,53	<0,5	3,6	7,9
Zinc	µg(Zn)/L										14

Source : Conseil Général des Landes - Hydrogéologie

Baudignan "F2 AEP"

Paramètre	Unité	13/08/01	28/08/02	21/08/03	08/08/06	05/11/08	05/10/09	30/09/10	26/09/11	24/09/12	23/09/13
1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthyl-urée	µg/L										
2,6-diethylaniline	µg/L										
2-hydroxy atrazine	µg/L										
2-hydroxy-desethyl-Atrazine	µg/L										
3,4-dichlorophénylurée	µg/L										
4-isopropylaniline	µg/L										
Alachlore	µg/L										
Alachlore Esa	µg/L										
Alachlore Oxa	µg/L										
Aldrine	µg/L										
Aluminium	µg(Al)/L	<5	8,1	100	25						<5
Aminotriazole	µg/L										
Ammonium	mg(NH4)/L	0,23	0,28	<0,05	0,065	0,056	0,15	<0,05	<0,05	0,26	0,22
AMPA	µg/L										
Antimoine	µg(Sb)/L										<1
Arsenic	µg(As)/L	<1	<1	1,9	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Atrazine	µg/L	<0,02									
Atrazine déisopropyl	µg/L										
Atrazine déisopropyl-2-hydroxy	µg/L										
Atrazine déséthyl	µg/L	<0,02									
Bentazone	µg/L										
Bore	µg(B)/L										<20
Cadmium	µg(Cd)/L										<0,025
Calcium	mg(Ca)/L	37,1	40,5	42,6	40,3	34,5	36,1	34	35	37	40
Carbonates	mg(CO3)/L					0	0	0	0	0	0
Carbone Organique	mg(C)/L					1,1	1,4	2,2	1,5	1,3	1,3
Chloroforme	µg/L										
Chlortoluron	µg/L										
Chlorures	mg(Cl)/L	9,6	9,28	10,4	11,8	12,2	10,3	11	12	9,4	9,4
Chrome	µg(Cr)/L										<1
Conductivité e 25 C	µS/cm	307	290	382	310	300	300	310	315	297	302
Cuivre	µg(Cu)/L										1,2
Cyanures libres	µg(CN)/L										<10
Déisopropyl-déséthyl-atrazine	µg/L										
Desethylterbutylazine-2-hydroxy	µg/L										

Source : Conseil Général des Landes - Hydrogéologie

Baudignan "F2 AEP"

Paramètre	Unité	13/08/01	28/08/02	21/08/03	08/08/06	05/11/08	05/10/09	30/09/10	26/09/11	24/09/12	23/09/13
Desméthylisoproturon	µg/L										
Dichloroaniline-3,4	µg/L										
Diuron	µg/L										
Dureté totale	f	13,4	14,5	17,3	14,3	12,6	13,1	13,4	14,1	13,3	13,7
Endosulfan béta	µg/L										
Endrine	µg/L										
Etain	µg(Sn)/L										<1
Fer	µg(Fe)/L	120	310	1500	73	770	200	38	29	470	1000
Fluor	mg(F)/L	0,25	0,25	0,92	0,21	0,28	0,25	0,26	0,22	0,25	
Glyphosate	µg/L										
Heptachlore époxyde exo cis	µg/L										
Hexachlorocyclohexane alpha	µg/L										
Hexachlorocyclohexane gamma	µg/L										
Hexazinone	µg/L	<0,02									
Hydrogénocarbonates	mg(HCO3)/L	154	155	206	159	156	153	150	160	160	150
Hydroxyterbuthylazine	µg/L										
Isoproturon	µg/L										
Magnésium	mg(Mg)/L	10,1	10,6	16,3	10,4	9,79	10	12	13	9,8	9,1
Manganèse	µg(Mn)/L	19	25	56	<5	54	15	2,9	<2,5	28	27
Matière sèche e 180 C	mg/L	175	174	217	175	179	176	179	178	171	181
Mercure	µg(Hg)/L										<0,015
Métaldéhyde	µg/L										
Métazachlore	µg/L										
Metazachlore Esa	µg/L										
Metazachlore Oxa	µg/L										
Métolachlore	µg/L										
Metolachlore Esa	µg/L										
Metolachlore Oxa	µg/L										
Nickel	µg(Ni)/L										<1
Nitrates	mg(NO3)/L	<0,5	<1	<1	1,04	0,854	0,616	1,8	2,4	<0,5	<0,5
Nitrites	mg(NO2)/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01
Orthophosphates (PO4)	mg(PO4)/L										
Oxadixyl	µg/L										
Oxydabilité au KMnO4 e chaud en milieu acide	mg(O2)/L	0,51	1,8	2,2	1,5	0,45	0,46	0,42	0,59	2,5	2,2
Oxygène dissous	mg(O2)/L					5,6	6,2	13,8	7	5,4	58,8

Source : Conseil Général des Landes - Hydrogéologie

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 - **www.brgm.fr**

Direction régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur
117, av. de Luminy
BP168
13276 – Marseille – France
Tél. : 04 91 17 74 77