



Quartier les Drets
26 300 BOURG-DE-PEAGE
Tél. : 04.75.47.17.17 - Fax : 04.75.47.07.07
Site Internet : www.ideeseaux.com



443 Route de St Geniès
30730 SAINT-BAUZELY
Tél / fax : 04.66.02.44.45
Site internet : www.hydrriad.com

SYNDICAT DES EAUX REGION RHÔNE-VENTOUX SYNDICAT DES EAUX RHÔNE-AYGUES-OUVEZE

– Nappe du Miocène –

***Etude sur l'identification et la caractérisation de
zones prioritaires à préserver pour l'alimentation
en eau potable***



Rapport final

Volume 1 – Contexte et Méthodologie

Mai 2011

**SYNDICAT MIXTE DES EAUX DE LA REGION
RHÔNE-VENTOUX**

595, Chemin de L'Hippodrome
BP 22 – 84 201 CARPENTRAS
Tél. : 04.90.60.81.81 / Fax : 04.90.63.52.95

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES EAUX DE LA
REGION RHÔNE-AYGUES-OUVEZE**

32 cours Maurice Trintignant – BP 36
84 290 STE-CECILE-LES-VIGNES
Tél. : 04.90.30.16.18 / Fax : 04.90.30.58.97

**AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE-
CORSE – DELEGATION DE LYON**

2-4 Allée de Lodz – 63 363 LYON cedex 07
Tél. : 04.96.11.36.24

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	7
2	CONTEXTE DE L'ETUDE	9
2.1	ZONE D'ETUDE	9
	2.1.1 <i>Situation géographique</i>	9
	2.1.2 <i>Hydrographie</i>	9
2.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	11
	2.2.1 <i>Succession litho-stratigraphique et histoire géologique</i>	11
	2.2.2 <i>Bassin de Carpentras</i>	16
	2.2.3 <i>Bassin de Valréas</i>	16
2.3	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	19
	2.3.1 <i>Système hydrogéologique global</i>	19
	2.3.2 <i>Description de l'aquifère du Miocène</i>	21
	2.3.3 <i>Bassin de Carpentras</i>	26
	2.3.4 <i>Bassin de Valréas</i>	33
3	METHODOLOGIE DES PHASES 1, 2 ET 3	35
3.1	PHASE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET PRE-IDENTIFICATION DES SECTEURS FAVORABLES	35
	3.1.1 <i>Objectifs de la phase 1</i>	35
	3.1.2 <i>Collecte des données</i>	35
	3.1.3 <i>Exploitation des informations</i>	38
	3.1.4 <i>Pré-identification des zones</i>	40
	3.1.5 <i>Conclusion de la Phase 1</i>	46
3.2	PHASE 2 : CARACTERISATION DES ZONES STRATEGIQUES	47
	3.2.1 <i>Objectifs de la phase 2</i>	47
	3.2.2 <i>Méthodologie de recensement des prélèvements</i>	48
3.3	PHASE 3 : PROPOSITION D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES	52
4	PHASE 4 : REGLES DE PRESERVATION ET DE GESTION DE LA RESSOURCE.....	53
4.1	IDENTIFICATION DES ACTIONS	53
4.2	CADRE REGLEMENTAIRE DE MISE EN PLACE DES ACTIONS	55
4.3	ACTION TYPE 1 : AMELIORER LA CONNAISSANCE DE LA NAPPE DU MIOCENE.....	55
4.4	ACTION TYPE 2 : MISE EN PLACE D'UN RESEAU DE SUIVI DES RESSOURCES EN EAU	56

4.4.1	<i>Suivi quantitatif des eaux souterraines</i>	56
4.4.2	<i>Suivi qualitatif des eaux souterraines</i>	58
4.5	ACTION TYPE 3 : EVALUATION DES PRELEVEMENTS SUR LES RESSOURCES	61
4.5.1	<i>Prélèvements domestiques</i>	62
4.5.2	<i>Prélèvements agricoles et industriels</i>	63
4.5.3	<i>Diagnostic des ouvrages de prélèvement</i>	63
4.6	ACTION TYPE 4 : INFORMATION, SENSIBILISATION ET IMPLICATION DES ACTEURS ET USAGERS	65
4.6.1	<i>Collectivités, élus et public</i>	65
4.6.2	<i>Secteur agricole</i>	67
4.6.3	<i>Secteur industriel</i>	69
4.6.4	<i>Entreprises de forage</i>	69
4.7	ACTION TYPE 5 : OUTILS REGLEMENTAIRES ET JURIDIQUES	70
4.7.1	<i>Comparaison des outils existants</i>	70
4.7.2	<i>Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)</i>	73
4.7.3	<i>Contrat de nappe</i>	76
4.7.4	<i>Projet d'Intérêt Général (PIG)</i>	76
4.7.5	<i>Porter à Connaissance (PAC) ou Lettre Circulaire du Préfet</i>	78
4.7.6	<i>Zone de protection des Aires (ou Bassins) d'Alimentation des Captages (AAC ou BAC)</i>	79
4.7.7	<i>Documents d'urbanisme</i>	80
4.8	SYNTHESE DES ACTIONS PRECONISEES	83

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Limites de la zone d'étude	10
Figure 2 : Schéma structural ante-tertiaire du bassin miocène (BOINET, 1996)	12
Figure 3 : Principales structures plissées du bassin de Valréas (d'après Roudier, 1987)	18
Figure 4 : Schéma hydrogéologique de fonctionnement de l'aquifère Miocène (BOINET, 1996)	23
Figure 5 : Carte piézométrique de la nappe du Miocène (BOINET, 1996)	25
Figure 6 : Schéma de fonctionnement d'un système aquifère (modifié d'après TÔTH, 1995 in DE LA VAISSIÈRE, 2006)	27
Figure 7 : Carte des iso-valeurs de l'indice de temps de séjour i	28
Figure 8 : Superposition des courbes d'iso-activité en 14C et des isopièzes de l'aquifère Miocène	29
Figure 9 : Carte piézométrique de l'été 1979 (FAURE, 1982) et de l'automne 2003 et été 2005 (LALBAT, 2006)	31
Figure 10 : Carte piézométrique de l'aquifère molassique du bassin de Carpentras établie pour l'été 1979 (FAURE, 1982, modifié)	32
Figure 11 : Fonctionnement de l'aquifère miocène du bassin de Valréas (Huneau, 2000)	34
Figure 12 : Schéma de la méthodologie de pré-identification des zones	43
Figure 13 : Code couleur des critères	44
Figure 14 : Code couleur du critère Productivité	44
Figure 15 : Code couleur du critère Qualité	44
Figure 16 : Code couleur du critère Vulnérabilité	45
Figure 17 : Code couleur du critère Contraintes socio-économiques	45
Figure 18 : Code couleur du critère Coût des investigations	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif et correspondance des termes descriptifs de terrains miocènes rencontrés dans le bassin de Carpentras sur les cartes géologiques et dans les notices explicatives des feuilles au 1/50 000 de Orange, Vaison-la-Romaine, Avignon et Carpentras (LALBAT, 2006)	15
Tableau 2 : Sources d'information	36
Tableau 3 : Type d'informations collectées	37
Tableau 4 : Critères et sous-critères	42
Tableau 5 : Réglementation d'instruction des dossiers de déclaration et d'autorisation concernant les forages	67



Tableau 6 : Comparaison des outils permettant le zonage et la préservation des zones stratégiques 72

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Bibliographie.....86

1 INTRODUCTION

Le Syndicat Mixte de la Région Rhône-Ventoux alimente en eau potable 67 900 abonnés (162 000 habitants) répartis sur 35 communes, soit 9 150 000 m³ d'eau facturés. 77% des volumes sont produits par les puits de la Jouve qui captent la nappe alluviale du Rhône. Les forages du Grès de Meyras à Aubignan et du Prato à Pernes les Fontaines captent l'aquifère du Miocène. Les autres ressources sont : Basses Pessades, Giardini, les Blaches, Bélézy à Bedoin, les Sablons à Mormoiron, Saint Barthélémy à Pernes, le Ravin du Rieu à Venasque, Anrès à Lafare, le Bout du Monde, Sainte-Marguerite, le Vallat du Plan à Beaumont-du-Ventoux. Le Syndicat Rhône-Ventoux est également compétent en assainissement collectif pour 27 communes et en assainissement non collectif pour 36 communes.

Le Syndicat Intercommunal des Eaux de la Région Rhône-Aygues-Ouvèze alimente en eau potable 32 000 abonnés répartis sur 37 communes, soit 3 500 000 m³ d'eau facturés. La nappe alluviale du Rhône fournit 70% des volumes produits grâce aux captages de Mornas (Grand Moulas et La Roulette). Les captages de Villedieu et de Camaret exploitent la nappe alluviale de l'Aygues. Les captages de Mérindol (3 Rivières et Grange Neuve) et de Roaix-Séguret captent la nappe alluviale de l'Ouvèze.

Actuellement, la nappe alluviale du Rhône est donc la ressource principale pour l'Alimentation en Eau Potable des Syndicats Rhône-Ventoux (77% des volumes produits) et Rhône-Aygues-Ouvèze (70%). Bien qu'abondante, cette ressource de sub-surface est vulnérable de par sa nature et sa situation géographique, notamment vis-à-vis des pollutions anthropiques.

L'aquifère d'intérêt patrimonial des molasses miocènes du Comtat, situé sur le territoire desservi par les Syndicats, bénéficie, a priori, d'une meilleure protection naturelle et constitue une ressource mieux préservée à ce jour. Au titre de la Directive Cadre sur l'Eau, cet aquifère est référencé comme masse d'eau sous le numéro FR_DO_218.

Ce bassin sédimentaire, mis en place durant toute la période Miocène, entre 5 et 25 Ma, est constitué d'une alternance de formations sableuses et argilo-sableuses, plus ou moins indurées, appelées « molasses ».

D'un point de vue quantitatif cet aquifère constitue une ressource importante, mais qui est très exploitée. Le nombre de captages et de forages, estimé à 10 000 est en constante augmentation.

D'un point de vue qualitatif les réseaux de suivi ont mis en évidence une dégradation de la ressource depuis 20 ans, notamment vis-à-vis des pollutions azotées et des pesticides.

De nombreuses études et thèses ont été réalisées depuis 1960 sur l'ensemble du bassin, mais il n'existait pas de synthèse globale des connaissances sur l'aquifère constitué par la nappe du Miocène.

Dans le cadre d'une diversification de la ressource et de la sécurisation de l'Alimentation en Eau Potable sur leur territoire, les Syndicats Rhône-Ventoux et Rhône-Aygues-Ouvèze, en collaboration avec l'Agence de l'Eau, ont missionné après consultation le groupement de Bureaux d'études IDEES-EAUX / HYDRIAD afin de pour réaliser une étude d'identification et de caractérisation de zones prioritaires de la nappe du Miocène à préserver pour l'alimentation en eau potable.

Le présent rapport expose les résultats obtenus durant cette étude, qui s'est déroulée en quatre phases, de février 2010 à mars 2011 :

- ✚ **PHASE 1** : Identifier et délimiter, sur la zone d'étude, les secteurs présentant les meilleures caractéristiques hydrodynamiques et une bonne qualité afin de les proposer comme zones stratégiques à préserver pour l'alimentation en eau potable ;
- ✚ **PHASE 2** : Caractériser le fonctionnement et le mode d'alimentation de chacune de ces zones, ainsi que leur niveau de sollicitation actuel et leur vulnérabilité. Hiérarchiser parmi les secteurs identifiés des sites à investiguer en priorité en fonction des enjeux liés à leur mise en exploitation ;
- ✚ **PHASE 3** : Proposer les investigations complémentaires nécessaires pour vérifier les potentialités de ces zones retenues comme prioritaires et en fournir une estimation financière ;
- ✚ **PHASE 4** : Faire des propositions quant aux stratégies à poursuivre pour la préservation et la gestion de la ressource et des zones à sauvegarder.

Ce rapport final se décompose en 6 volumes :

- ✚ **Volume 1** : Contexte et méthodologie ;
- ✚ **Volume 2** : Bassin de Carpentras ;
- ✚ **Volume 3** : Bassin de Valréas ;
- ✚ **Volume 4** : Annexes du Bassin de Carpentras ;
- ✚ **Volume 5** : Annexes du Bassin de Valréas ;
- ✚ **Volume 6** : Fiches Action.

Avant d'aborder les résultats de chacune des quatre phases, nous resituons la nappe du Miocène dans ses contextes géologique et hydrogéologique, à partir des éléments bibliographiques existants.

2 CONTEXTE DE L'ETUDE

2.1 Zone d'étude

Les limites de la zone d'étude correspondent aux limites d'affleurement de la molasse tertiaire tracée sur les cartes géologiques. Elles sont indiquées en rouge sur la carte présentée à la **Figure 1**.

2.1.1 Situation géographique

Le bassin des molasses miocènes, objet de cette étude, se situe dans le Sud-Est de la France, à proximité de la vallée du Rhône, dans la partie Nord du département du Vaucluse, et à l'extrême Sud du département de la Drôme. C'est une vaste zone de plaines (d'environ 1 000 km²) qui s'étend du Nord au Sud de Grignan à Entraigues-sur-la-Sorgue et d'Ouest en Est, de Suze-la-Rousse à Nyons dans la partie Nord et de Sorgues à Caromb dans la partie Sud (**Figure 1**).

Ce bassin molassique se divise en deux sous-bassins géographiques et géologiques relativement bien individualisés de part et d'autre d'une limite approximativement située au niveau de l'axe Orange-Violés :

- le bassin de Valréas au Nord ;
- le bassin de Carpentras au Sud.

La limite de partage retenue pour séparer les deux sous-bassins, correspond à la limite administrative du Syndicat Rhône-Aygues-Ouvèze.

Le bassin miocène, d'une altitude moyenne de 150 m, est bordé par d'imposants reliefs :

- au Nord, la montagne de la Lance (1 338 m) ;
- à l'Ouest, les massifs du Tricastin et d'Uchaux qui séparent le bassin de Valréas de la vallée du Rhône ;
- à l'Est, les Baronnies, la montagne de Bluye (1 062m), le massif de Lafare-Suzette ou des Dentelles de Montmirail (627 m) et le Mont Ventoux (1 909 m) ;
- au Sud-Est, le plateau de Vaucluse et ses contreforts (500 à 1 000 m) qui constituent la limite orientale du bassin de Carpentras ;
- au Sud-Ouest, les modestes collines de Bédarrides et de Châteauneuf-de-Gadagne qui séparent le bassin de Carpentras de la Vallée du Rhône.

2.1.2 Hydrographie

Les eaux superficielles du bassin de Valréas sont drainées par trois principaux , affluents de rive gauche du Rhône : le Lez au Nord, l'Aygue au centre et l'Ouvèze au Sud. Les eaux superficielles du bassin de Carpentras sont drainées essentiellement par les Sorgues et l'Auzon, affluents de rive gauche de l'Ouvèze et du Rhône.

De nombreux canaux d'irrigation, prélèvent les eaux de la Durance située plus au Sud et parcourent le bassin de Carpentras pour couvrir, en partie, les importants besoins en eau agricole.

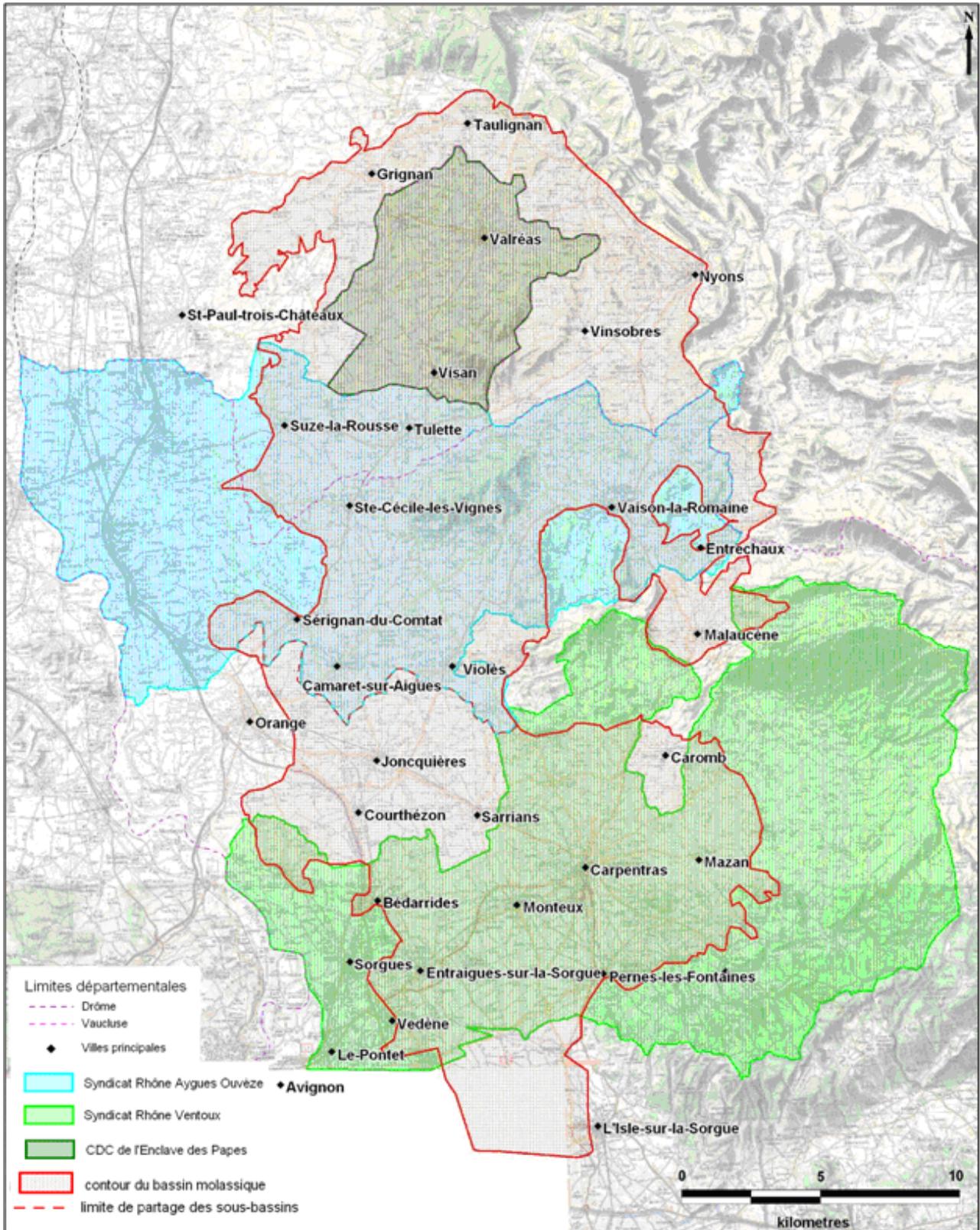


Figure 1 : Limites de la zone d'étude

2.2 Contexte géologique

La zone étudiée appartient au bassin sédimentaire rhodano-provençal miocène s'étendant entre le Massif Central et les Alpes.

Les éléments suivants sont issus des travaux de thèse réalisés sur ce bassin par *FAURE, 1982 ; ROUDIER, 1987 ; HUNEAU, 2000 ; BESSON, 2005* et *LALBAT, 2006*.

2.2.1 Succession litho-stratigraphique et histoire géologique

La succession litho-stratigraphique présente sur la zone d'étude une très grande variété de dépôts. Les différentes unités sont présentées ci-après de la plus ancienne à la plus récente.

2.2.1.1 Terrains ante-miocènes

➤ Crétacé

- Au BARREMIEN se déposent des calcaires massifs à rudistes, de faciès caractéristique urgonien, de 600 à 800 m d'épaisseur. Au milieu du Crétacé (100 MA), durant la phase pyrénéo-provençale, ces formations sont comprimées et soulevées pour former l'ossature du Mont Ventoux, du Mont Lubéron, des Monts de Vaucluse et de la Montagne de Lure. La karstification débutée sous climat chaud et humide au paléocène a provoqué une intense karstification des calcaires urgoniens dans tout le Sud-Est de la France.

La tectonique post-barrémienne a provoqué la formation de rides anticlinales et blocs en « touches de piano », constituant une succession de horsts (points hauts ou anticlinaux ou seuils) et de grabens (points bas ou synclinaux ou golfes) individualisés par des failles d'axe principal NE-SW. Parmi ces grands accidents structuraux, on citera les failles de Nîmes, Sarrians et Loriol. Le bombement global de la région s'est accentué au Cénomaniens inférieur. L'ensemble a ensuite subi un affaissement d'Est en Ouest, avec une inflexion maximale au niveau de la vallée actuelle du Rhône. **Ce modelé structural a façonné l'organisation de tous les dépôts postérieurs au Crétacé.** La poussée de l'Arc alpin a provoqué également la mise en place des structures E-W actuelles (axe Ventoux-Lure, Lubéron), le soulèvement des bordures du bassin, puis la subsidence¹ du bassin de Valréas, et celle plus réduite du bassin de Carpentras. Le horst de Loriol est séparé du fossé de Bédarrides par la faille de Sarrians et du seuil de Carpentras par la faille de Loriol. Ainsi, au niveau de la faille de Nîmes, le bassin se retrouve séparé en deux ensembles géologiquement distincts :

- **le bassin de Valréas au Nord** où les formations tertiaires reposent directement sur les dépôts du Crétacé supérieur qui ont été protégés de l'érosion postérieure à la régression post-crétacée ;
- **le bassin de Carpentras au Sud** où les formations tertiaires reposent sur les dépôts du Crétacé inférieur, les formations du Crétacé supérieur ayant été érodées lors de la régression² post-crétacée.

Les principaux éléments structuraux ante-tertiaires sont indiqués sur la **Figure 2** réalisée par *BOINET, 1996*.

Remarque : la position des failles et leurs tracés varient en fonction des auteurs.

¹ La subsidence est l'affaissement lent de la lithosphère permettant un dépôt progressif et très important de sédiments sous une profondeur d'eau peu importante et constante dans le temps.

² Une régression marine est un retrait durable de la mer en deçà de ses limites antérieures, se traduisant par un abaissement de la ligne de côte et l'augmentation de la surface des terres émergées. A l'inverse, on parle de transgression marine.

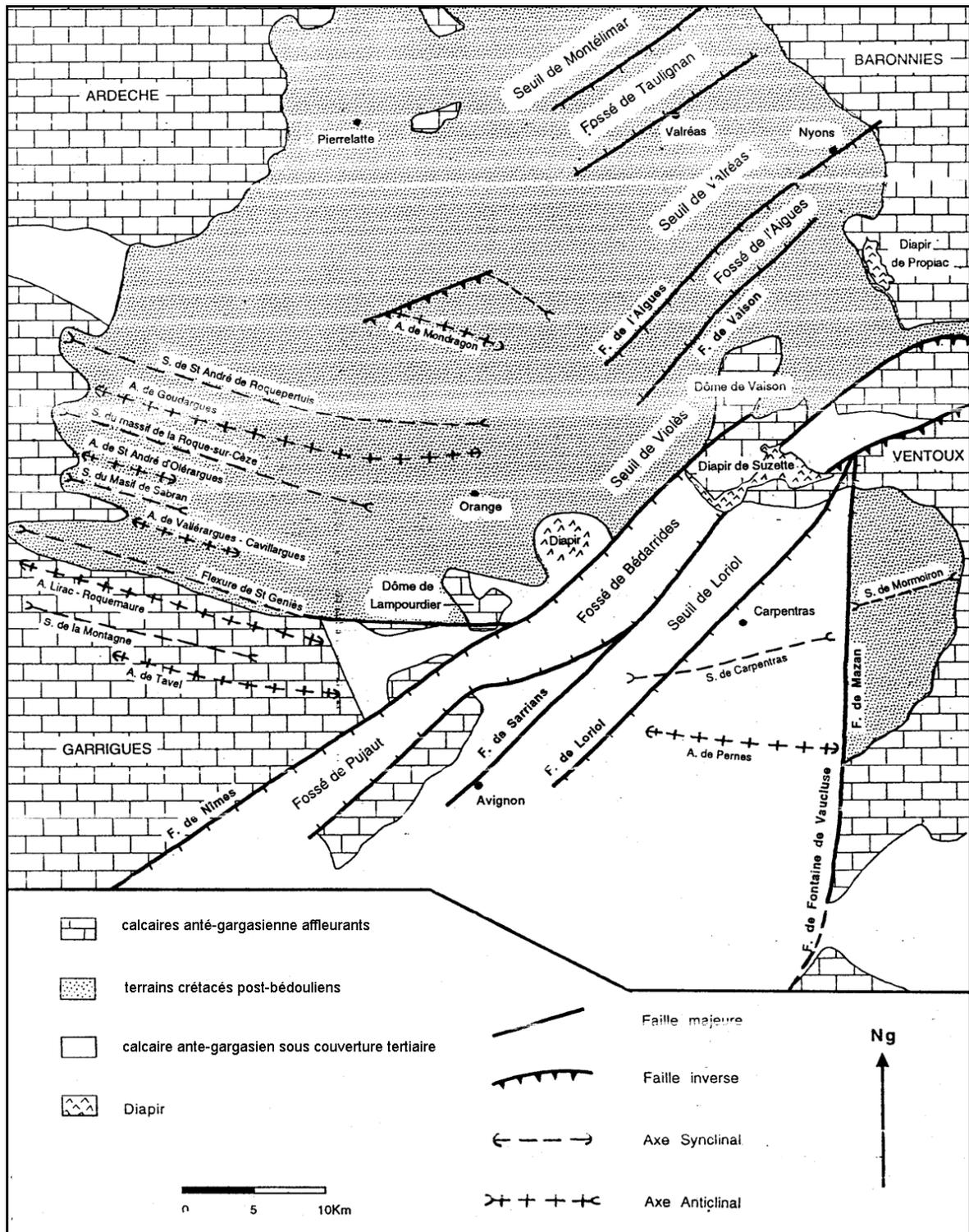


Figure 2 : Schéma structural ante-tertiaire du bassin miocène (BOINET, 1996)

- APTIEN (BEDOULIEN-GARGASIEN) : calcaire argileux à céphalopodes, peu épais (30-40 m) surmonté de marnes bleues pyriteuses (80 m). Cette formation constitue le toit imperméable de l'Urgonien karstique.

- ALBIEN-CENOMANIEN : sables et grès glauconieux (180 m d'épaisseur) comportant des passées de sables rouges altérés, de sables blancs et de sables ocres. Ils contiennent une nappe importante, exploitée au lieu-dit les Sablons sur la commune de Mormoiron et à Bédoin, et connue sous le nom des « sables blancs de Bédoin ».

➤ Tertiaire

- EOCENE : sables argileux (50 m), argiles colorées, calcaires en lentilles discontinues. Très faiblement aquifère.
- OLIGOCENE : marnes vertes sableuses et gypse (180 m d'épaisseur). Ces marnes sableuses constituent le deuxième écran imperméable de la série. Quelques niveaux plus sableux agissent comme des drains très localisés. Les gypses sont responsables d'une signature sulfatée des eaux souterraines de certains secteurs.

2.2.1.2 Terrains miocènes

Malgré la difficulté de distinguer les différents étages du Miocène, des significations stratigraphiques ont été attribuées dans la bibliographie aux faciès rencontrés :

- BURDIGALIEN : dépôt lié à une transgression marine³. La série démarre par un conglomérat à galets verdis d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Deux types de sédiments comblent alors les bassins, selon la morphologie préexistante liée au modelé structural en « touche de piano » :
 - Zone de plateforme : molasse calcaire à Chlamys, Pecten, Bryozoaires et Lithothamniées, caractéristique d'un milieu littoral. 80 m d'épaisseur. Perméabilité non négligeable due à la fracturation.
 - Zone de bas-fond : conglomérats et marnes. Aquifère limité.
- HELVETIEN (LANGHIEN + SERRAVALLIEN) : sables consolidés, alternant avec des marnes sableuses bleues micacées constituant l'aquifère dit du Miocène. Epaisseur importante variant de 300 à 700 m. La régression helvétique marque l'arrêt du régime marin.
- MIOCENE supérieur (TORTONIEN, VALLESIEN, MESSINIEN) : le remplissage du bassin s'achève par des sédiments continentaux d'origine fluviatile, non conservés dans le bassin de Carpentras et constituant les reliefs intérieurs du bassin de Valréas.

Au MESSINIEN, la chute brutale du niveau de base de plus de 1 500 m par suite de l'assèchement partiel de la Méditerranée provoque une profonde incision des vallées par le réseau hydrographique : le Rhône et ses affluents creusent de véritables canyons (près de 600 m pour le Rhône à Bollène), où de puissantes décharges caillouteuses se déversent depuis les piedmonts. C'est à cette époque que se développent les importants réseaux karstiques des calcaires urgoniens.

³ Une transgression marine est l'invasion des continents par la mer, dû à un affaissement des terres émergées ou à une élévation générale du niveau des mers. A l'inverse, on parle de régression marine.

La nomenclature géologique des formations miocènes locales est basée essentiellement sur les faciès rencontrés et varie selon les auteurs. Le **Tableau 1** (LALBAT, 2006) rassemble les terminologies employées sur les cartes géologiques au 1/50 000 qui couvrent le bassin. Il rend compte de la diversité lexicale et des correspondances entre les termes désignant les mêmes formations.

2.2.1.3 Terrains post-miocènes

- **PLIOCENE** : argiles et marnes bleues déposées l'arrivée des eaux marines dans les rias⁴ héritées du Messinien ; largement présentes dans le bassin de Valréas et peu présentes dans le bassin de Carpentras sauf à l'Ouest (Jonquières, Bédarrides, Sorgues). Le Pliocène est une période de comblement des anciens canyons par des conglomérats puis d'épaisses formations argileuses et enfin par des sables. Il est généralement non aquifère.
- **QUATERNAIRE** : dépôts fluviatiles des cours d'eau (Rhône, Lez, Aygues, Ouvèze, Durance...) composés de cailloutis et limons. L'alternance de phases d'érosion et de phases d'alluvionnement au rythme des périodes glaciaires dessine la morphologie des vallées en terrasses, aboutissant au paysage actuel.

⁴ Une ria est une vallée de cours d'eau envahie par la mer. Au Pliocène la remise en eau de la Méditerranée induit un envahissement par les eaux marines des toutes les vallées sur-créusées au Messinien.

	Orange	Vaison-la-Romaine	Avignon	Carpentras						
Langhien-Serravalien (=Helvétien)	m2	m2a	Helvétien	m3-4 (300 à 400 m)	Sables et grès molassiques (« saffres helvétiques ») de Carpentras	m2aS	Sables et marnes sableuses			
								m2a2 (> 100 m)	Sables de Valréas	
Langhien	Helvétien	m2a	Helvétien	m3G (5 à 20 m)	Grès roux du Comtat	m2aA	Argiles calcaires bleues ou sables marneux jaunâtres			
								m2a4	Conglomérat des Traversiers	
								m2a3	Conglomérat à divers niveaux	
		m2a1 (10 m)	Faciès calcaire. Grès roux du Comtat							
Burdigalien-Langhien	m1	m1bM (0 à 40 m) (attribué au Burdigalien)	Marnes bleues de Caumont (ou de Faucon)	m2	m2S (10 à 20 m)	Molasse sablo-gréseuse	m2aA (?)	Argiles calcaires bleues		
					m2M (280 m) (attribué au Burdigalien mais faune langhienne et helvétique signalée)	Marnes de Caumont faciès marneux faciès sablo-limoneux				
Burdigalien	Burdigalien	m1bC (0 à 50 m)	Faciès calcaire classique	m2C (2 à 35 m)	Molasse calcaire : calcaires bioclastiques	m1b6 (10 à 15 m)	Calcaires grossiers à Cellopora			
								m1b1-4 (10 m)	m1b5	Molasse calcaire (20 m)
									m1b4 (20 à 25 m)	Calcaires argileux consolidés
									m1b3 (15 m)	Marnes et calcaires argileux gris-beige
									m1b2 (60 m)	Molasse supérieure de Saumane
m1b1 (50 m)	Molasse inférieure de Saumane									
		(0 à 3 m)	A la base, « parfois des passées caillouteuses ou des conglomérats à galets verdis »	m2G (quelques mètres)	Conglomérat de Pierre-Longue		à la base, passées caillouteuses à galets verdis			

Tableau 1 : Récapitulatif et correspondance des termes descriptifs de terrains miocènes rencontrés dans le bassin de Carpentras sur les cartes géologiques et dans les notices explicatives des feuilles au 1/50 000 de Orange, Vaison-la-Romaine, Avignon et Carpentras (LALBAT, 2006)

2.2.2 Bassin de Carpentras

Comme nous l'avons vu précédemment, les différentes phases tectoniques antérieures au Miocène ont structuré le bassin de Carpentras et modelé les dépôts du Miocène.

A la fin du Crétacé supérieur, le bassin de Carpentras est surélevé, coincé entre la faille de Nîmes et la faille de Mazan, prolongée au Sud par la faille de la Fontaine de Vaucluse. Il subit alors une période d'érosion intense du Crétacé supérieur jusqu'à l'Eocène moyen, érodant les dépôts jusqu'au Barrémien-Bédoulien (Crétacé inférieur). Ainsi, tous les dépôts du Crétacé supérieur sont absents de la série du bassin de Carpentras.

Lors de l'ouverture du rift européen d'axe NNE-SSW, à la fin de l'Eocène, le rejeu en décrochement et en faille normale des principaux accidents induit une structuration en horst et graben d'axe principal NE-SW, très marquée sur le bassin de Carpentras.

La poussée de l'arc alpin met en place les structures E-W actuelles et provoque le soulèvement des bordures du bassin ainsi que son émergence. Le bassin de Carpentras subit une subsidence réduite par rapport au bassin de Valréas, ce qui explique la plus faible épaisseur des dépôts miocènes (300 m au lieu de 800 m).

Malgré leur grande variété de faciès, les terrains oligocènes des bordures Est du bassin de Carpentras forment un ensemble cohérent. Ces dépôts carbonatés évaporitiques, contrôlés en grande partie par les apports détritiques issus de l'érosion et de l'altération des reliefs crétacés, dans le bassin de Bédoin-Mormoiron, et des terrains du Massif Central, dans le massif de Pernes, s'annoient progressivement sous le miocène en allant vers l'intérieur du bassin mais leur extension et leur épaisseur sous couverture sont inconnues. Ainsi, la nappe de qualité médiocre (chlorures et sulfates en très grande quantité) contenue dans ces gypses fissurés et faillés est en contact direct avec le miocène sur toute la bordure Est du bassin de Carpentras, entraînant des problèmes de qualité dans la nappe du Miocène, comme nous le verrons par la suite.

A partir du Burdigalien, la transgression miocène envahit le bassin de Carpentras. Jusqu'au Tortonien, la sédimentation témoigne d'un environnement marin littoral à influence tidale (molasse calcaire, marnes et sable argileux).

La forte érosion durant le Messinien a probablement érodé la totalité des sédiments tortoniens, absents dans le bassin de Carpentras, étant donné qu'elle a entamé les saffres serravalliens au centre du bassin. Les cours d'eau ont ensuite formés de larges vallées.

La transgression pliocène s'est effectuée dans les vallées incisées très encaissées et a donc très peu pénétré dans le bassin de Carpentras. Les deux seules rias pliocènes présentes sur le bassin de Carpentras sont l'ancienne paléo-Aygues d'Orange à Vaison-la-Romaine et l'ancien exutoire messinien du système karstique de la Fontaine de Vaucluse au Nord de Sorgues.

2.2.3 Bassin de Valréas

Le bassin miocène de Valréas s'insère dans un environnement structural complexe, qui dépend à la fois des chaînons subalpins représentés par la montagne de la Lance et le Mont Ventoux et d'une structure adjacente à ce dernier, à savoir le puissant diapir dit de « Lafare-Suzette ».

Le substratum et les bordures du bassin de Valréas sont formés essentiellement de terrains post-jurassiques, crétacés à oligocènes. Dans le bassin, la plate-forme carbonatée du Crétacé inférieur laisse rapidement la place aux faciès profonds du Voconzien, dans lesquels dominent les calcaires fins argileux et les alternances marno-calcaires, défavorables à la karstification. En

conséquence, l'alimentation par les calcaires urgoniens sous-jacents ne saurait exister dans le bassin de Valréas, sauf en des points localisés et sans importance notable.

On trouve des affleurements du Crétacé supérieur à l'Ouest du bassin, où des sables et grès alternant avec les calcaires du domaine deltaïque forment le massif d'Uchaux, la base des collines de Saint-Paul-Trois-Châteaux et celles du Tricastin (Clansayes notamment). Ces affleurements se retrouvent également au Nord du bassin avec des grès et calcaires très épais, de faciès mixtes dont la retombée méridionale de la montagne de la Lance est un exemple. Ils sont présents également à l'Est et au Sud-Est du bassin avec le modeste massif de Saint-Romain-en-Viennois, la région de Mollans-sur-Ouvèze, Entrechaux et enfin les collines fortement dilacérées par les effets de la tectonique du massif de Vaison-la-Romaine.

Dans le bassin, les dépôts oligocènes présentent une faible importance. Leur nature essentiellement argileuse, argilo-sableuse, argilo-calcaire, les rend très médiocres sur le plan hydrogéologique et la présence de gypse peut expliquer l'existence de pollution sulfatée, qui demeure toutefois très localisée, comme à Malaucène par exemple.

La molasse miocène, sédiment détritique carbonaté coquillier, a pris naissance dans une mer peu profonde et agitée de courants qui ont réparti les matériaux en vastes lentilles. La molasse présente trois faciès dans ce bassin :

- ✚ Sables quartzeux verts à débris d'organismes : il s'agit de la « molasse sableuse » ;
- ✚ Marnes dures gris-bleu, blanchâtre ;
- ✚ Calcaires blancs dit « molassiques », formés presque uniquement de débris d'organismes.

Le Burdigalien qui dessine la périphérie du bassin, est bien développé sur toute la bordure occidentale et septentrionale du bassin. On le retrouve également à l'affleurement à Mollans-sur-Ouvèze, Vaison-la-Romaine et enfin autour de Malaucène où son épaisseur peut atteindre 100 m.

Accumulés sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur dans tout le bassin de Valréas, les sables sarravalliens ou helvétien constituent l'aquifère principal du bassin.

Vers le Nord du bassin, on rencontre les traces des anciens cours d'eau responsables de la sédimentation : paléo-Ayguès, marqué par les épandages caillouteux des « conglomérats de Nyons », et paléo-Ouvèze, peu marqué, vers Entrechaux pour l'essentiel.

Au Tortonien, le comblement du bassin s'achève et la mer miocène se retire après le dépôt d'un dernier niveau marneux de 20 à 60 m d'épaisseur. Au Messinien, de puissantes décharges caillouteuses provenant des Baronnies et du Nyonsais arrivent dans le bassin et s'accumulent, en alternance avec des argiles rouges et grises, au dessus des marnes tortoniennes. Ces deux formations tortoniennes et messiniennes affleurent largement au cœur du bassin de Valréas où elles constituent les collines de Visan et de Cairanne.

La tectonique alpine est à l'origine d'une surélévation et d'une accentuation de la morphologie « en cuvette » de l'ensemble du bassin de Valréas. Simultanément, la crise messinienne affectant la Méditerranée est responsable de l'enfoncement des lits de tous les cours d'eau. Cet épisode d'érosion intense demeure bref et se trouve rapidement suivi par une transgression marine résultant de la remise en eau de la Méditerranée. Cette transgression pliocène installe une mer étroite dans le réseau hydrographique sur-creusé. Ses sédiments, marneux et épais de plusieurs dizaines de mètres viennent rapidement remplir les volumes disponibles. Le Pliocène se divise en deux aires sédimentaires bien distinctes, au Nord et au Sud, qui correspondent au remplissage de deux grandes vallées : la paléo-Ayguès et la paléo-Ouvèze. Dans la majeure partie du bassin, ces marnes pliocènes sont à l'origine d'un artésianisme marqué de la nappe.

La fugacité de la mer pliocène est corrélative des dernières phases alpines. Bientôt les fleuves et les rivières de la région valréassienne (Lez, Aygues, Ouvèze) balayent toute l'aire des collines mio-pliocènes situées au débouché des montagnes du Nyonsais et des Baronnies. Les terrasses de cailloutis déposées par ces cours d'eau contiennent aujourd'hui des nappes d'autant plus productives qu'elles sont récentes, donc situées à une altitude proche de celle du lit mineur.

Les principales structures plissées présentes sur le bassin se situent au Nord et au Sud-Est (**Figure 3**) :

- ✚ Axe Ventoux-Lure, bordé au Nord par le synclinal de la montagne de Bluye, et formant une barrière déterminante vers le Sud-Est ;
- ✚ Structure anticlinoriale de Vaison-la-Romaine et petit massif de Saint-Romain-en-Viennois, en situation méridionale, fortement affectée par la présence du diapir Lafare-Suzette ;
- ✚ Retombée monoclinale de la montagne de la Lance, qui s'enfuit en pente douce sous le bassin molassique au Nord ;
- ✚ Succession à l'Ouest et à l'Est de synclinaux et d'anticlinaux disséqués par l'érosion.

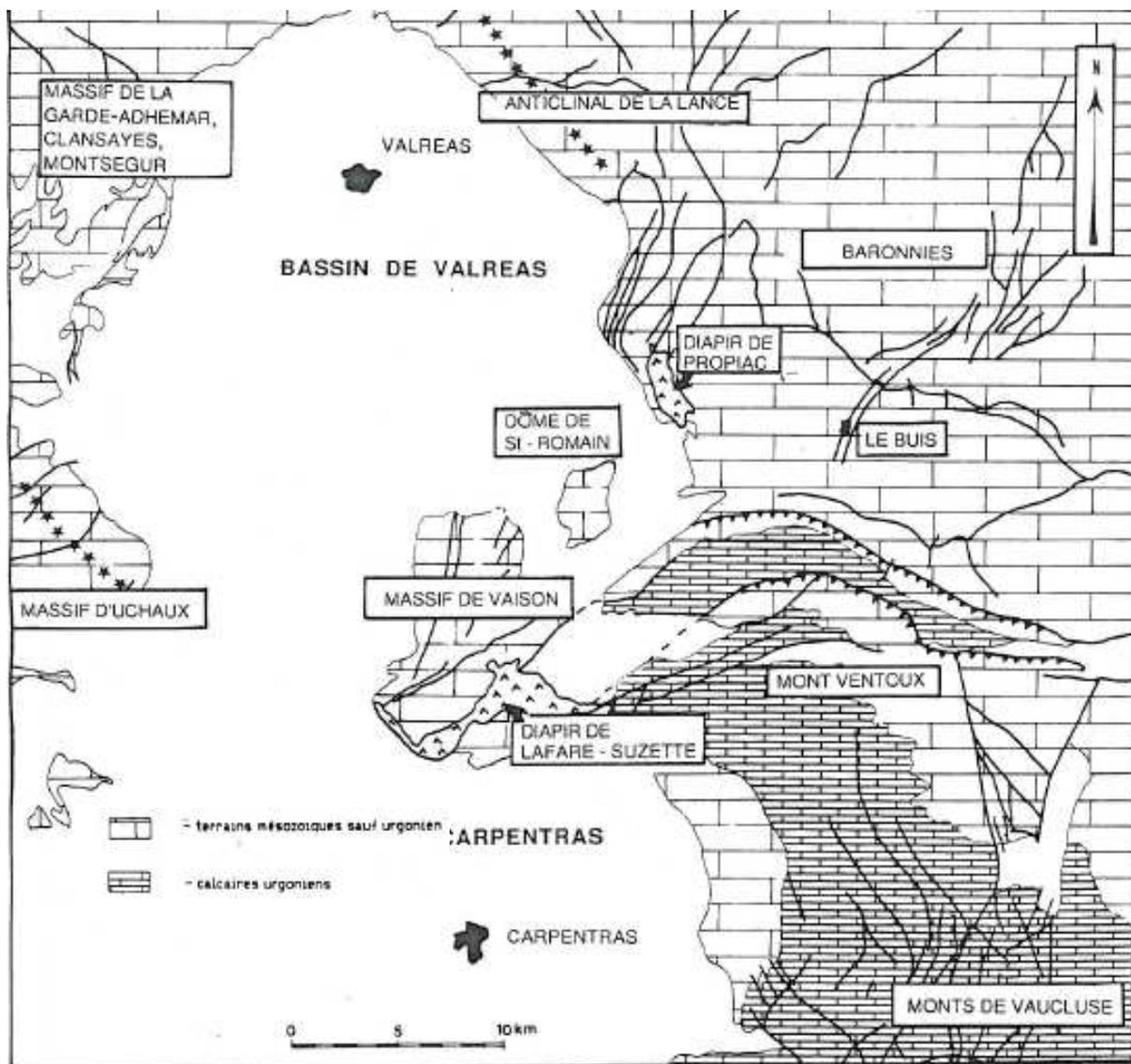


Figure 3 : Principales structures plissées du bassin de Valréas (d'après Roudier, 1987)

2.3 Contexte hydrogéologique

Avant de procéder à l'étude détaillée des molasses miocènes du Comtat, objets de cette étude, il est fondamental de les replacer dans leur système hydrogéologique plus global, afin d'évaluer les échanges potentiels avec les aquifères adjacents. Ainsi dans le **paragraphe 2.3.1 Système hydrogéologique global** (d'après LALBAT, 2006, modifié) nous décrivons les aquifères autres que la nappe du Miocène qui est décrit de manière détaillée dans le **paragraphe 2.3.2 Description de l'aquifère du Miocène** (synthèse d'après LALBAT, 2006 ; HYDROSOL, 2002 ; ROUDIER, 1987).

2.3.1 Système hydrogéologique global

Au droit de la zone d'étude, les principaux réservoirs aquifères sont les suivants :

- ✚ l'aquifère karstique du Crétacé inférieur, faciès Urgonien ;
- ✚ les formations sableuses aquifères de l'Albo-Cénomaniens ou sables blancs de Bédoin ;
- ✚ les aquifères sablo-gréseux du Turonien ;
- ✚ les aquifères de l'Eocène-Oligocène ;
- ✚ l'aquifère des molasses miocènes dites du Comtat ;
- ✚ les aquifères alluviaux.

2.3.1.1 Aquifère karstique du Crétacé inférieur

L'exutoire principal du système karstique formé par la série calcaire barrémo-bédoulienne de 1 500 m d'épaisseur est représenté par la Fontaine-de-Vaucluse dont le débit moyen s'établit entre 21 et 22 m³/s. L'impluvium s'étend sur les plateaux de Vaucluse et le mont Ventoux en bordure du bassin de Carpentras.

Ces calcaires se poursuivent sous le remplissage post-urgonien des bassins avoisinants (bassin d'Apt, bassin de Mormoiron, bassin de Carpentras, rive droite du Rhône). Dans le bassin de Carpentras, le karst crétacé est reconnu en plusieurs endroits par forage. Les cavités rencontrées sont parfois très productives (débits supérieurs à 50 m³/h) et des mesures piézométriques dans les forages et les cavités karstiques des bassins de Mormoiron et de Carpentras indiquent une direction globalement NE-SW, vers la confluence du Rhône et de la Durance (COUTURAUD, 1993).

Le bilan hydrologique du système de la Fontaine de Vaucluse étant équilibré, les éventuelles fuites dans les calcaires sous couvertures tertiaires sont limitées. Mais ces calcaires n'en sont pas moins aquifères. Certains auteurs supposent donc une alimentation des aquifères sus-jacents par le karst. TRUC (1980, 1982b) l'invoque dans l'étude des sables blancs albo-cénomaniens de Bédoin-Mormoiron malgré la présence des marnes gargasiennes. MALZIEU (1987) constate pourtant que l'oxygène 18 indique de faibles altitudes d'alimentation et établit un bilan équilibré sans faire intervenir le karst. FAURE (1982) fait également l'hypothèse d'une alimentation de l'aquifère miocène par le karst mais PUIG (1987) note cependant que l'absence de tritium et les âges carbone 14 de plusieurs milliers d'années sont incompatibles avec les circulations rapides d'un système karstique actif. Une chose est sûre, l'alimentation éventuelle du Bassin de Carpentras par le karst est faible comparée aux débits enregistrés à la Fontaine de Vaucluse : 5 m³/s au maximum et probablement moins de 1 m³/s (COUTURAUD, 1993).

2.3.1.2 Aquifère de l'Albo-Cénomancien

Les formations sableuses aquifères de l'Albo-Cénomancien sont représentées par les sables blancs et les sables ocreux dans le bassin de Bédoin-Mormoiron. La nappe est généralement libre avec par endroit un artésianisme local.

L'alimentation est assurée par la pluie, les cours d'eau et les colluvions de bordure des reliefs, dans les parties libres de l'aquifère. Les exutoires naturels sont l'Auzon et la Mède qui s'écoulent vers la plaine de Carpentras, auxquels s'ajoutent les captages. Le bilan apparaissant comme équilibré (*LALBAT, 2006*), il est inutile d'envisager des flux significatifs vers les aquifères sus-jacents à l'Ouest et notamment l'aquifère miocène (*MALZIEU, 1987*).

2.3.1.3 Aquifère du Turonien

ROUDIÉ (1987, p 48-50) rend compte de quelques tentatives de captage dans les niveaux aquifères turoniens (calcaires et grès glauconieux) du bassin de Valréas, dans les secteurs de Monségur-sur-Lauzon, Suze-la-Rousse et Rochegude. Les débits d'exhaure s'élèvent à quelques dizaines de mètres cubes par heure et l'eau pompée présente un faciès chloruré sodique dépassant les normes de potabilité.

D'après les connaissances géologiques disponibles, le Turonien serait absent dans le bassin de Carpentras au Sud de la faille de Nîmes, l'érosion ante-miocène ayant déblayé la série crétacée jusqu'aux calcaires urgoniens.

2.3.1.4 Aquifères de l'Eocène-Oligocène

L'Eocène et surtout l'Oligocène affleurent sur toutes les bordures du bassin de Carpentras et se prolongent sous la couverture miocène. Les dépôts sont très variés et souvent peu perméables (argiles, marnes, marnes sableuses, calcaires lacustres). Seuls les niveaux conglomératiques ou les plus sableux constituent des réservoirs très compartimentés et peu étendus (*MALZIEU, 1987*). Dans les niveaux évaporitiques, les fissures agrandies par dissolution donnent un caractère karstique aux gypses (*TRUC, 1991*) mais les propriétés chimiques des eaux qui y circulent sont très médiocres avec des conductivités dépassant 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et des concentrations en sulfates atteignant 1 500 mg/l (*HUNEAU, 1997*).

Quelques sources très minéralisées proviennent de ces massifs, avec des débits modestes.

2.3.1.5 Aquifères alluviaux

Deux types d'alluvions peuvent être distingués : les alluvions anciennes et les alluvions récentes qui reposent sur les premières. Les alluvions anciennes sont constituées de galets, graviers et sables bien roulés ou très émoussés. Les alluvions récentes présentent d'importantes variations de faciès mais sont toujours composées de dépôts fins.

2.3.2 Description de l'aquifère du Miocène

2.3.2.1 Géométrie de l'aquifère

Le mur de l'aquifère est constitué par les molasses burdigaliennes (formations détritiques, marneuses ou calcaires, fissurées et légèrement karstifiées), par les calcaires et marno-calcaires du Crétacé supérieur ou les calcaires karstiques du Crétacé inférieur (bassin de Carpentras).

Le toit est formé par les marnes pliocènes imperméables qui comblent les paléo-vallées de l'Aygues et de l'Ouvèze (bassin de Valréas) ou par les alluvions quaternaires.

L'épaisseur moyenne de la formation est de 300 à 400 m. Le remplissage miocène atteint jusqu'à 800 m d'épaisseur dans le bassin de Valréas. La surface totale du bassin est d'environ 1 000 km², avec un volume estimé à 300 km³ (MALESSARD et HYDROSOL, 2002).

Il s'agit d'un réservoir constitué de faciès détritiques variant des argiles aux sables grossiers (saffres) avec de nombreuses et rapides variations latérales de faciès. L'organisation stratigraphique du remplissage miocène est complexe et mal connue à l'échelle du bassin. Ainsi, deux hypothèses s'affrontent en ce qui concerne l'organisation verticale du remplissage miocène :

- ✚ Un remplissage en « mille-feuilles » par un empilement de couches superposées. Les discontinuités géologiques sont alors interprétés comme des variations latérales de faciès (GIGNOUX, 1950 ; DEMARCO, 1970, 1971 ; FAURE, 1982).
- ✚ Un remplissage du bassin miocène rhodano-provençal en 10 séquences de dépôt qui présentent chacune un cortège transgressif, représenté par les molasses calcaires et un cortège de haut niveau marin argilo-calcaire à argilo-sableux dominé par les vagues de beau temps ou de tempête (LESUEUR et al., 1990 ; RUBINO et al., 1990 ; CRUMEYROLLE et al., 1991 ; BESSON et al., 2005). Par la prise en compte de phases tectoniques synsédimentaires et de phases d'érosion fluviale, cette approche permet d'expliquer des contacts anormaux (discontinuité géologique) par un empilement composite des dépôts, déboîtements et emboîtements se succédant (BESSON, 2005) ;

Les sables, partiellement grésifiés, ont une très bonne cohésion qui permet de forer la molasse sur 200 à 250 m de profondeur, à l'eau ou à l'air, sans que le trou ne s'éboule. Les forages sont ainsi réalisés sans tubage, sans crépine et sans massif filtrant, diminuant nettement les coûts. Cela explique en partie le nombre élevé de forages profonds réalisés pour des usages domestiques et agricoles.

2.3.2.2 Alimentation de l'aquifère

De toute évidence, l'alimentation de la nappe du Miocène fait débat, en particulier pour le bassin de Carpentras.

Compte tenu de la piézométrie, l'alimentation principale se ferait à partir des bordures Est du bassin, probablement par infiltration des eaux de pluie, soit par les affleurements, soit au travers des alluvions.

Plusieurs autres hypothèses sont toutefois avancées :

- ✚ Des échanges avec le karst urgonien sous-jacent (bassin de Carpentras) et avec les niveaux gréseux du Crétacé supérieur (bassin de Valréas) ;
- ✚ L'infiltration des eaux météoriques sur la surface du bassin ;

✚ La conjugaison de ces hypothèses mais dans quelles proportions individuelles ?

En ce qui concerne, les échanges latéraux avec les formations en contact en bordure du bassin (Trias et Crétacé), les saffres en bordure étant de nature très argileuse, les échanges sont à priori limités.

D'après les analyses isotopiques (^{14}C , ^3H), l'âge des eaux du bassin miocène de Carpentras croît des zones bordières d'alimentation (amont) au centre du bassin et au pertuis de Bédarrides (aval), passant de quelques dizaines d'années à près de 20 000 ans. A Sorgues, il a été affecté à l'eau d'un forage un âge de l'ordre de 50 000 ans (FAURE, 1982).

Dans le bassin de Valréas (HUNEAU, 2000), un âge maximum de 18 000 ans est proposé pour le secteur libre, pouvant atteindre 40 000 ans dans la zone captive sous les argiles de la ria pliocène (secteur suze-Bouchet-Visan-Richerenches).

Ces eaux anciennes sont de très bonne qualité. Elles sont largement exploitées par pompage et progressivement remplacées par des eaux plus récentes de moins bonne qualité. On notera le rôle joué par les remplissages argilo-marneux de la paléo-ria de l'Aygues dans les phénomènes d'artésianisme de la région de Sainte-Cécile-les-Vignes Bouchet. Au Messinien, la mise en place de ce barrage a refoulé les flux du réservoir miocène dans sa frange superficielle à l'Est.

Parallèlement, le karst et les sables crétacés sous-jacents renfermant des eaux récentes pourraient être à l'origine de « contaminations » du réservoir tertiaire par la base (BOINET, 1996).

Les vitesses de circulation au sein de l'aquifère Miocène sont estimées à une valeur comprise entre 10 m/an et 100 m/an (LALBAT et BANTON, 2005).

La **Figure 4** présente un schéma hydrogéologique de fonctionnement de l'aquifère Miocène.

2.3.2.3 Exutoires de l'aquifère

En ce qui concerne les sorties d'eau, les exutoires des eaux du Miocène sont a priori :

- ✚ Les exutoires naturels hypothétiques de la nappe : les seuils perméables constitués par les vallées alluviales de l'Aygue à Orange, pour le bassin de Valréas ; et de l'Ouvèze à Bédarrides, pour le bassin de Carpentras. Ces hypothèses n'ont jamais été clairement vérifiées et le Rhône joue très certainement un rôle également en fixant le niveau de base de l'ensemble des écoulements des bassins et des aquifères locaux ;
- ✚ Les remontées par drainance (et par les forages défectueux) vers les nappes alluviales sus-jacentes ;
- ✚ Les prélèvements par pompage (ou artésianisme) dans les forages.

2.3.2.4 Caractéristiques hydrodynamiques

La nappe du Miocène présente des transmissivités bonnes à moyennes de l'ordre de 1.10^{-4} m²/s, grâce à son épaisseur importante qui compense ses caractéristiques physiques peu favorables (sables fins indurés, niveaux argileux).

Les coefficients d'emmagasinement sont mal connus et très variables, en fonction de la profondeur et de la captivité du niveau capté. Ils sont estimés à 10% pour les zones libres et 3.10^{-3} pour les zones captives.

Les meilleurs débits spécifiques sont aux alentours de 2 m³/h/m. La majeure partie du territoire a des débits spécifiques compris entre 0,1 et 1 m³/h/m.

Les ouvrages les plus productifs ont des débits instantanés de 80 m³/h maximum.

Les datations au carbone 14 indiquent des temps de séjour de 15 000 à 20 000 ans au centre du bassin (FAURE, 1982 ; ROUDIER, 1987 ; HUNEAU, 1997).

Certains niveaux sont captifs, avec localement des zones d'artésianisme.

2.3.2.5 Piézométrie générale

D'une manière générale, l'écoulement souterrain dans la nappe du Miocène se fait des bordures montagneuses à l'Est, vers la vallée du Rhône à l'Ouest (**Figure 5**).

Dans le bassin de Valréas, l'écoulement est parallèle aux rivières Aygues et Ouvèze.

Dans le bassin de Carpentras, les écoulements se concentrent vers Bédarrides, parallèlement au horst d'Oriol.

La piézométrie détaillée est abordée par sous-bassin dans les paragraphes suivants.

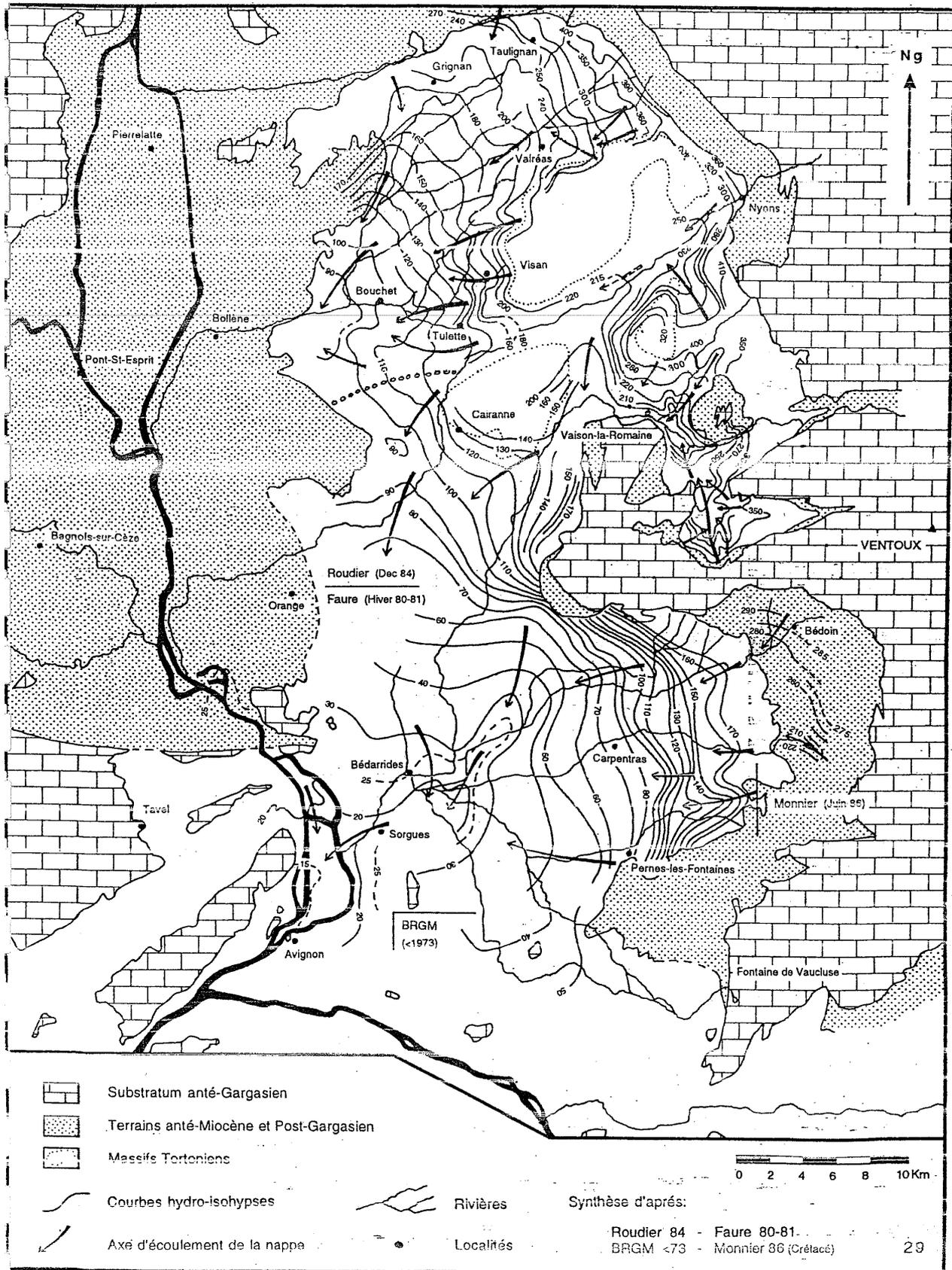


Figure 5 : Carte piézométrique de la nappe du Miocène (BOINET, 1996)

2.3.3 Bassin de Carpentras

2.3.3.1 Alimentation et sorties

En plus de l'alimentation par les bordures Est du bassin de Carpentras, une alimentation profonde par les calcaires karstifiés de l'Urgonien sous-jacent au Miocène est envisageable, comme le montre la superposition des zones d'artésianisme et des zones présentant les meilleurs débits spécifiques avec le horst de Loriol. Néanmoins, aucun argument hydrochimique ou isotopique n'a permis de le prouver, par manque de données disponibles. Le seul élément réside dans le fait que le karst urgonien, en charge, a été recoupé par les failles du horst de Loriol, comme l'a mis en évidence le forage pétrolier de Loriol.

D'après la piézométrie, il semblerait qu'il y ait une communication entre les deux bassins, une partie des eaux du bassin de Valréas rejoindrait le bassin de Carpentras, via le seuil de Violés / Orange. Il n'a pas été permis de le vérifier et d'estimer ces échanges par manque de forages dans ce secteur

Les exutoires dans le bassin de Carpentras sont constitués par la brèche de Bédarrides et les nombreux prélèvements, tout usage confondu.

En effet, la piézométrie a permis de mettre en évidence une convergence des eaux vers Bédarrides, ce qui laisse supposer une sortie des eaux à cet endroit et une reprise par l'Ouvèze et sa nappe alluviale. Mais, aucune étude n'a été menée dans le secteur pour évaluer les sorties d'eau au profit des cours d'eau.

Du fait des besoins domestiques, agricoles et industriels, et d'un accès beaucoup plus aisé à la nappe (faible profondeur de nappe, absence du Pliocène), l'aquifère de la nappe du Miocène est beaucoup plus exploitée dans le bassin de Carpentras que dans celui de Valréas : les forages sont plus nombreux et les débits de pompage plus importants. Le drainage par les cours d'eau est plus réduit, étant donné le plus faible réseau hydrographique.

2.3.3.2 Etude hydrochimique du bassin de Carpentras (F. LALBAT, 2006)⁵

L'étude de la répartition dans l'espace et de l'évolution dans le temps des concentrations en ions majeurs et des isotopes du carbone vient compléter et préciser le schéma lithologique et celui des circulations.

L'étude hydrochimique de l'aquifère miocène du bassin de Carpentras à partir des analyses fournies par trois campagnes d'échantillonnage réparties sur 20 ans (1985, 1996 et 2004-2005) non seulement confirme des résultats descriptifs déjà présentés dans les études précédentes (FAURE, 1982 ; ROUDIER, 1987 ; MUSSET, 1999), mais permet également de comprendre certains phénomènes hydrodynamiques.

Les statistiques descriptives des distributions des éléments et des paramètres chimiques de chaque campagne montrent un fort contraste entre la chimie des eaux de la partie Est et celle du Centre et de l'Ouest du bassin. La bordure Est est caractérisée par des concentrations élevées en Ca^{2+} et Mg^{2+} et faibles en Na^+ et K^+ . C'est l'inverse pour le reste du bassin. L'équilibre avec les minéraux carbonatés est donc atteint rapidement (à l'échelle des temps de séjour dans le bassin), dans la partie Est, alors que les échanges ioniques sont prépondérants dans la partie Centrale et Ouest. Le bruit de fond naturel des concentrations en nitrate est faible (0 mg/l à 5 mg/l). La

⁵ Ce paragraphe est extrait de la thèse de F. LALBAT.

présence de concentrations plus importantes (jusqu'à plus de 100 mg/l) est donc un bon indicateur de contamination anthropique.

L'étude des résultats d'analyse de l'activité en ^{14}C du CMTD (Carbone Minéral Total Dissous) fournit des temps de séjour radiocarbone qui dépassent les 30 000 ans à l'extrême Ouest du bassin. Il pourrait être intéressant de confronter ces résultats avec des analyses en ^4He pour préciser ces âges et discuter de la pertinence de l'utilisation du ^{14}C dans les aquifères carbonatés à très long temps de séjour.

Par ailleurs le gradient des temps de séjour dessine un axe de convergence ENE-WSW qui pourrait correspondre à une zone de gradients hydrauliques ascendants, permettant la remontée des flux régionaux. Le bassin de Carpentras fonctionnerait suivant le schéma hydrodynamique de Tôth (1995) déjà mis en évidence dans le bassin molassique de Valence (**Figure 6**) :

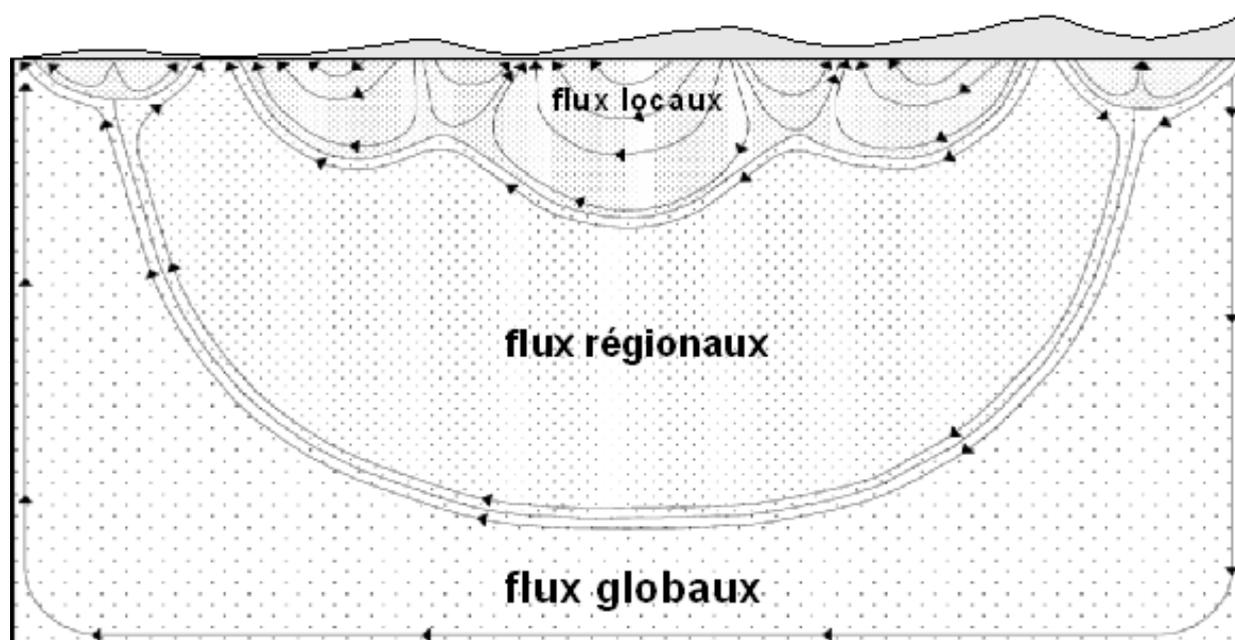


Figure 6 : Schéma de fonctionnement d'un système aquifère (modifié d'après TÔTH, 1995 in DE LA VAISSIÈRE, 2006).

Le nombre et la répartition spatiale des résultats en ^{14}C étant limités, un indicateur qualitatif de temps de séjour, i , est construit à partir des variables disponibles. Il s'avère plus performant que le simple rapport $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ car il tient compte des échanges ioniques sur les argiles. L'étude conjointe de l'indice de temps de séjour i (**Figure 7**), de la distance à la bordure Est du bassin et des concentrations en nitrates permet d'expliquer la présence de deux zones à fortes concentrations en nitrate et à faibles temps de séjour à partir du modèle lithologique élaboré au chapitre 2.

L'analyse de la distribution des concentrations en nitrates apporte des résultats analogues. Par contre elle ne permet pas de confirmer les « linéaments chimiques » décrits par ROUDIER (1987) qui constituent le principal argument en faveur d'une alimentation par les aquifères sous-jacents au profit des principaux accidents géologiques. Ainsi les quelques échantillons très minéralisés localisés près des failles témoignent sans doute de venues locales d'eaux profondes mais pas d'une alimentation significative en terme de flux.

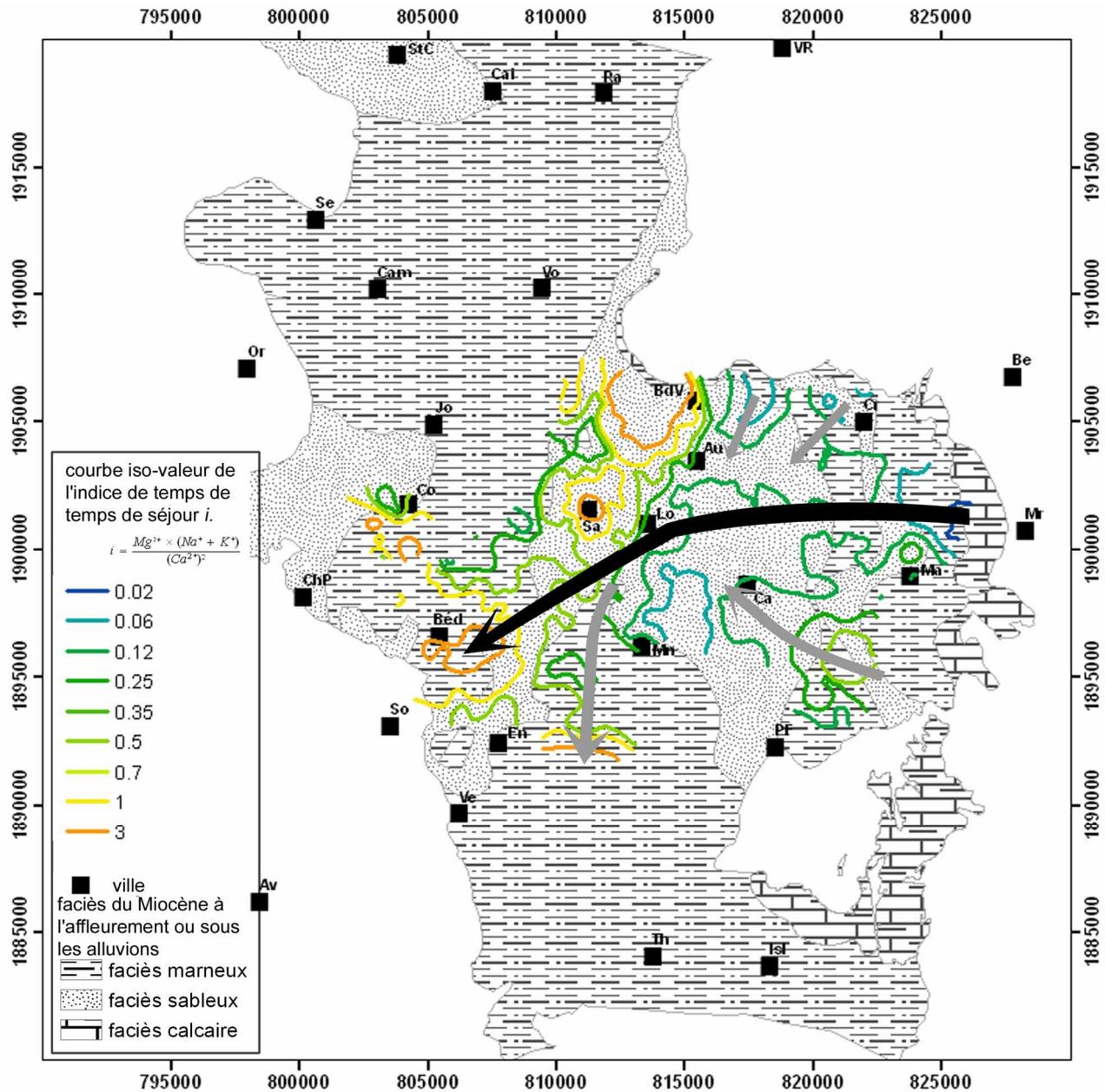


Figure 7 : Carte des iso-valeurs de l'indice de temps de séjour i

L'éventuelle alimentation par l'aquifère karstique crétacé inférieur sous-jacent, hypothèse soutenue par FAURE (1982), devrait avoir une influence sur l'activité radiocarbone des eaux de l'aquifère miocène, si son flux est suffisant. En effet le débit de cette alimentation serait contrôlé par la faible transmissivité des niveaux inférieurs du remplissage tertiaire du bassin. Ainsi, malgré la nature karstique du Crétacé sous couverture, en l'absence de tout exutoire connu, les vitesses de circulation seraient comparables à celles estimées dans l'aquifère miocène. Cette alimentation apporterait donc des eaux anciennes. FAURE (1982) indique que les grands accidents géologiques, orientés NE-SW, et en particulier le horst de Loriol sont des secteurs favorables à cette alimentation. Or l'axe de convergence des gradients d'activité en carbone 14 ne semble pas suivre les accidents géologiques (Figure 8).

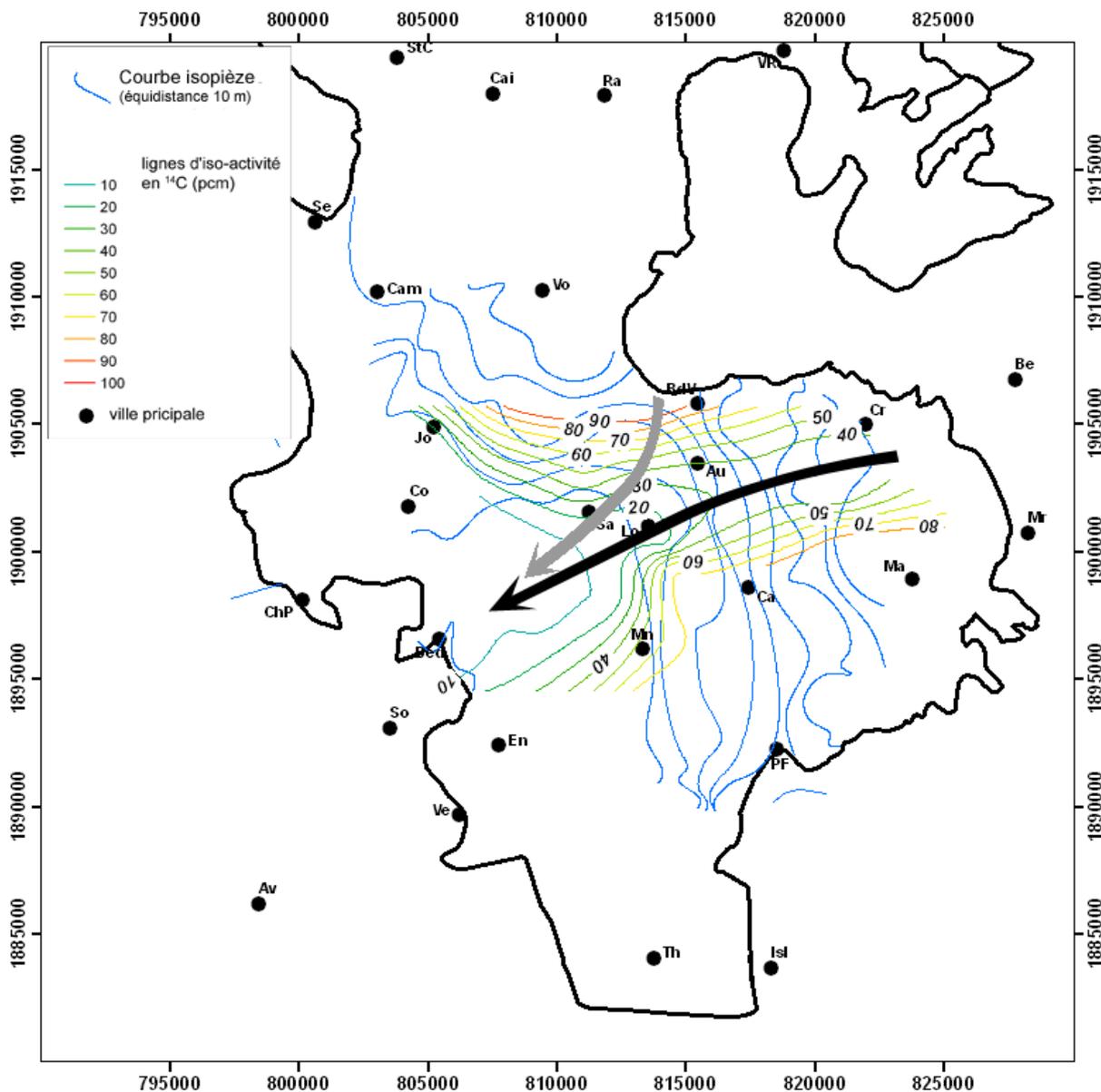


Figure 8 : Superposition des courbes d'iso-activité en ^{14}C et des isopièzes de l'aquifère Miocène

2.3.3.3 Piézométrie du bassin de Carpentras

Trois cartes piézométriques sont disponibles :

- ✚ **DUROZOY (1973)**, étude hydrogéologique des plaines du Comtat : à partir des données de sondages déclarés au titre du code minier, carte piézométrique moyenne à partir des niveaux antérieurs à 1973, probablement des années 1960 (*carte non consultée dans cette étude*) ;
- ✚ **FAURE (1982)** : à partir des relevés de niveaux piézométriques de l'été 1979 (**Figure 9**) ;
- ✚ **LALBAT (2006)** : ré-actualisation de la carte piézométrique de FAURE par interpolation des valeurs moyennes, hors pompage sur le point de mesure, des suivis de niveau effectués entre l'automne 2003 et la fin de l'été 2005 (**Figure 10**).

La comparaison des deux cartes piézométriques de l'aquifère miocène dont nous disposons montre que l'allure des courbes isopièzes est sensiblement identique. Entre la carte de 1979 et celle de 2003-2005, on observe une élévation du niveau de 0 à 10 m sur tout le bassin. L'augmentation est visible surtout au voisinage de l'axe de drainage. **Ceci est un point intéressant qu'il conviendra d'approfondir et qui tendrait à s'opposer à certaine idée reçue, notamment celle de la perte d'artésianisme.**

Les lignes de courant convergent vers un axe de drainage Beaumes-de-Venise, Sarrians, Sorgues, avec une direction NE-SW. Une zone artésienne allongée suit cet axe de convergence d'Aubignan à Entraigues, en se superposant au horst de Loriol.

Dans la partie Nord, les lignes de courant mettent en évidence un flux en provenance du sous-bassin de Vaison-la-Romaine (au Nord du massif de Gigondas). Néanmoins il semble exister un seuil piézométrique passant au Nord de Jonquières et de Vacqueyras. Les écoulements en provenance du Nord seraient ainsi très réduits, les eaux étant dirigées vers Camaret et Orange. Mais le manque de forages dans ce secteur amène à rester prudent sur cette conclusion.

La bordure Nord-Est, de Gigondas à Caromb, montre des gradients particulièrement élevés et les lignes isopièzes suivent la forme du massif dans ce secteur. Le fort pendage des couches aquifères au contact du substratum anté-miocène contribue à ces gradients importants et à un artésianisme généralisé du secteur en aval.

Sur la bordure Est (colline du Limon), les sédiments miocènes affleurent mais les pendages sont moins importants. L'artésianisme en aval se réduit à des zones topographiquement basses.

Au Sud-Est, l'Oligocène constituant un réservoir médiocre et compartimenté, les flux vers le miocène sont faibles ce qui se traduit par des isopièzes presque perpendiculaires au contour du massif de Pernes.

Au Sud d'une ligne Pernes-Entraigues, l'écoulement se fait dans une direction SE-NW. Mais dans ce secteur les forages sont rares et les sédiments miocènes sont peu épais et souvent argileux.

Les eaux sortent du bassin de Carpentras, a priori, vers Bédarrides, au niveau d'une trouée.

En ce qui concerne les cartes piézométriques, il est à noter que la profondeur des ouvrages de suivi des niveaux d'eau n'est pas prise en compte. Or, dans le bassin de Carpentras, la compartimentation des sédiments, de manière verticale (en 3D), provoque très certainement en certain endroit (secteur d'Aubignan), une mise en charge de la nappe en fonction de la profondeur. Ainsi, plus un forage est profond, plus la charge peut être importante. Pour le démontrer, il est nécessaire de disposer d'une piézométrie différentielle, afin d'obtenir une carte piézométrique représentative de chaque niveau aquifère capté.

Les cartes piézométriques réalisées jusqu'à aujourd'hui sur le bassin, ne tiennent pas forcément compte des ouvrages artésiens, faute de mesure de la pression des ouvrages. Il en résulte **une image de la piézométrie qui n'est peut être pas tout à fait celle de la réalité.**

2.3.3.4 Evolution des niveaux piézométriques - artésianisme

Sur le bassin de Carpentras, le niveau piézométrique est proche du sol (entre 1 et 5 m de profondeur) et même artésien par endroit. Un forage sur deux à un niveau statique à moins de 10 m. Les forages avec un niveau d'eau à plus de 30 m de profondeur sont très rares.

Sur la plupart des forages, les premiers niveaux aquifères sont rencontrés vers 50 à 80 m de profondeur. Les premières arrivées d'eau font en général monter le niveau d'eau jusqu'à la surface. En cours de forage, des phénomènes d'augmentation de la charge hydraulique avec la profondeur ont été observés sur certaines zones (Aubignan, Monteux par exemple).

La fluctuation annuelle de la nappe est très faible, d'une amplitude d'environ 5 m. L'essentiel des variations saisonnières est lié aux pompages dans l'aquifère, surtout dans la partie centrale du bassin, très exploitée. Les niveaux d'eau mesurés ne sont jamais des niveaux statiques.

Beaucoup d'auteurs estiment que la nappe du Miocène aurait subi une baisse générale des niveaux piézométriques, comprise entre 5 et 10 m au cours des 50 dernières années, entraînant par endroit une perte d'artésianisme. Néanmoins, aucun suivi régulier et d'importance ne permet aujourd'hui de confirmer et quantifier les dires des foreurs travaillant sur la zone. Au contraire, il semblerait même que cette année (2011), certains forages aient retrouvé leur artésianisme.

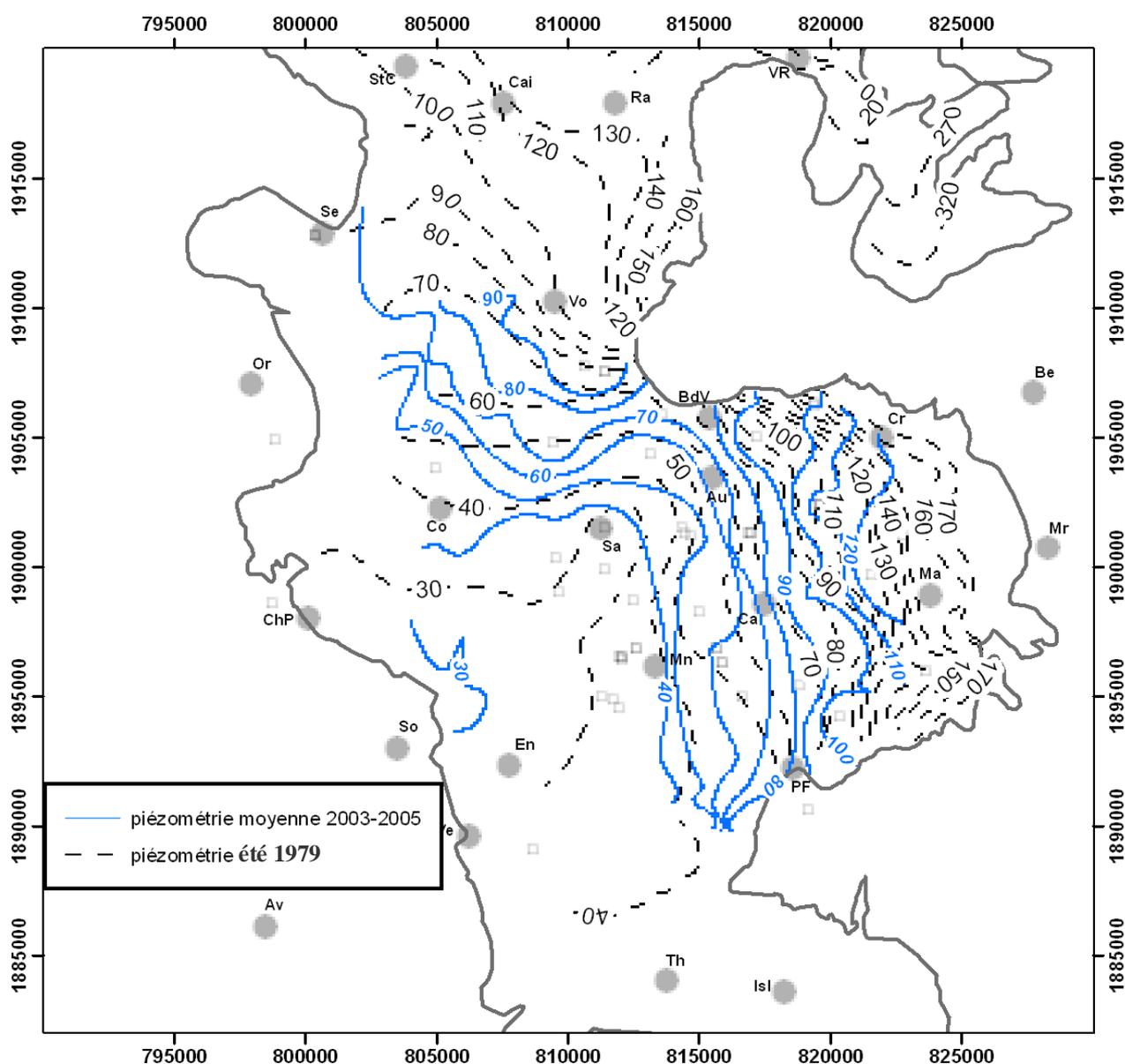


Figure 9 : Carte piézométrique de l'été 1979 (FAURE, 1982) et de l'automne 2003 et été 2005 (LALBAT, 2006)

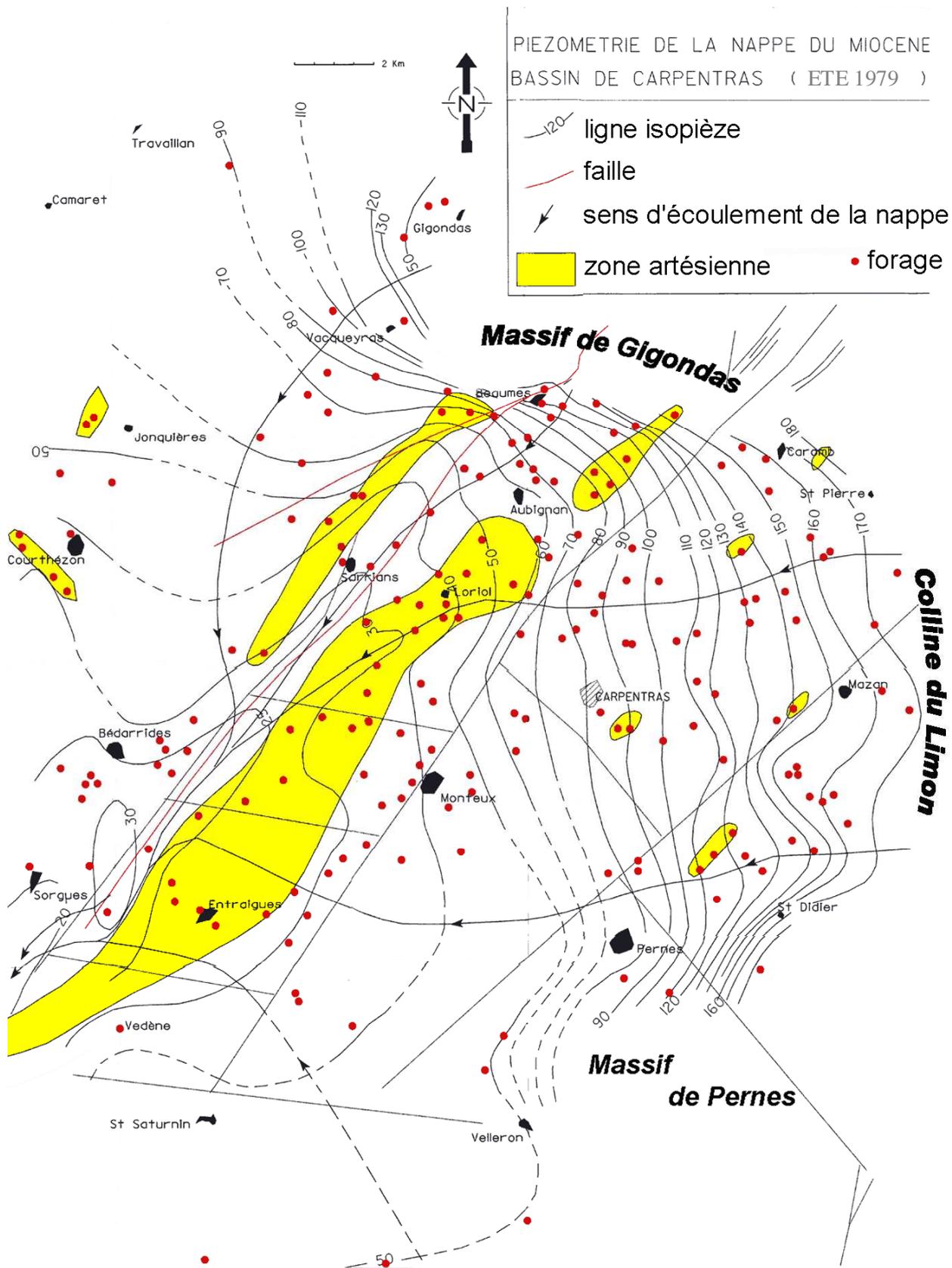


Figure 10 : Carte piézométrique de l'aquifère molassique du bassin de Carpentras établie pour l'été 1979 (FAURE, 1982, modifié)

(Les pointillés sont utilisés dans les secteurs à très faible densité de points de mesure)

2.3.4 Bassin de Valréas

Plusieurs études ont permis de connaître le fonctionnement hydrogéologique du bassin de Valréas.

Roudier, en 1987, met en évidence un enrichissement progressif en argiles du Sud-Ouest vers le Nord-Est du bassin. La partie septentrionale est riche en argiles tandis qu'une auréole partant du Sud-Ouest de Valréas, passant par l'Ouest de Visan et s'achevant à Sainte-Cécile-les-Vignes, où elle est fortement élargie, montre au contraire une dominance des sables jaunes et gris. C'est en plusieurs points de cette auréole que se rencontrent notamment les meilleures perméabilités et les plus forts débits d'exhaure. Il ne faut cependant pas oublier la présence continue de niveaux argileux bien identifiables en tout point du bassin. En effet, certains épisodes sédimentaires sont caractérisés par l'arrivée dans le bassin de matériaux uniquement argileux.

Le Pliocène qui se présente sous un faciès essentiellement argileux et marneux renferme aussi des lentilles de sables de faible extension qui peuvent être localement aquifères.

Les écoulements sont dirigés du Nord-Est vers le Sud-Ouest. L'écoulement général s'effectue vers la vallée du Rhône et plus précisément à travers la bordure occidentale du bassin, par la trouée de Bollène, et parallèlement à la rivière le Lez. Vers le Sud, entre Sainte-Cécile-les-Vignes et Sablet, l'écoulement change de direction pour s'orienter plein Sud, vers la bordure Nord-Ouest du bassin de Carpentras. Les rivières assurent un drainage des nappes dont elles conditionnent localement la piézométrie et représentent, par conséquent, des exutoires naturels de la nappe.

La nappe de l'aquifère miocène est artésienne, plusieurs secteurs étant caractérisés par un artésianisme jaillissant, notamment au voisinage de Grignan et Grillon. Cet artésianisme est dû à deux niveaux de sédiments marneux. L'artésianisme le plus important est observé entre Visan et Sainte-Cécile-les-Vignes, où il est conditionné par l'épaisse couche marneuse du Pliocène qui peut atteindre 250 m par endroit.

Aucune influence des accidents profonds ne transparait en surface. Ainsi, les éléments de la fracturation ne conditionnent en rien l'allure de la nappe.

Le Burdigalien, à la base du Miocène est sableux et aquifère ; il se rencontre notamment à Taulignan, Grignan, Montségur sur Lauzon et Solérieux. L'Eocène sableux entretient une nappe très localisée, rencontrée plutôt au Nord du bassin. Les niveaux sableux se présentent sous forme de lentilles, d'extension limitée, qui les rend peu intéressants.

La partie centrale de l'aquifère, de Valréas à Sainte-Cécile-les-Vignes, présente des gradients hydrauliques proche de 8 à 9 ‰. En périphérie de l'aquifère et à proximité des reliefs, les gradients augmentent et peuvent atteindre 25‰ au pied de la montagne de la Lance et en bordure des massifs tortoniens.

En 2000, Huneau utilise la géochimie et l'isotopie pour compléter la caractérisation du temps de séjour des eaux ainsi que les modes de circulation. Il met en évidence la présence d'eaux très anciennes (âge supérieur à 20 000 ans) dans les parties captives du bassin. De plus, l'utilisation des gaz rares lui permet de mettre en évidence une recharge d'âge pléistocène marquée par des températures 'géochimiques' plus faibles que la température moyenne actuelle de la région.

Afin d'expliquer la présence des eaux à long temps de séjour, il compare les vitesses d'écoulement fournies par les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère avec les données radio-isotopiques. Les résultats fournis par ces deux méthodes sont concordants dans la partie libre de

l'aquifère, cependant ils sont très différents dans sa partie captive (les vitesses radio-isotopiques étant près de 10 fois inférieures aux vitesses hydrauliques). Il note qu'avant l'exploitation de l'aquifère, la partie captive présentait des circulations très limitées avec probablement un faible drainage profond par la base de la ria messinienne qui comporte des niveaux conglomératiques. En revanche, la partie libre était principalement drainée par les cours d'eau superficiels ainsi que par quelques sources de débordement. Ainsi, il existait une forte discontinuité hydrodynamique entre la partie libre avec des gradients hydrauliques élevés et la partie captive avec des gradients faibles. L'exploitation actuelle de l'aquifère efface peu à peu cette discontinuité hydrodynamique en augmentant et accélérant les sorties profondes.

Huneau (2000) propose ainsi le schéma de fonctionnement présenté en **Figure 11** :

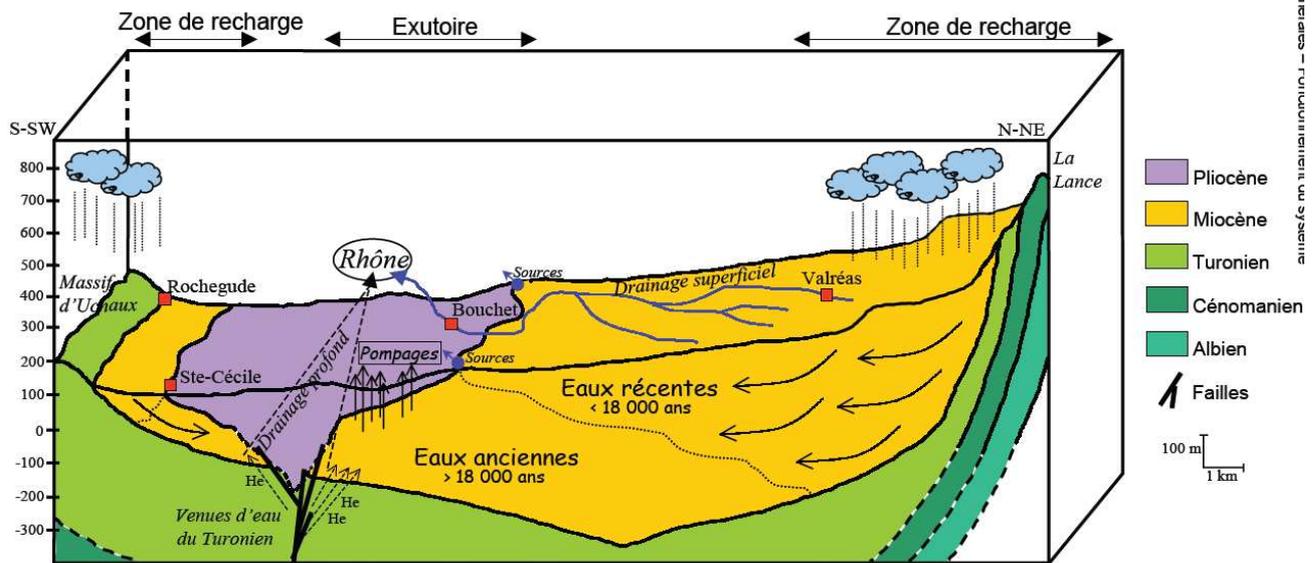


Figure 11 : Fonctionnement de l'aquifère miocène du bassin de Valréas (Huneau, 2000)

Il est possible de distinguer deux zones d'alimentation de l'aquifère miocène : une zone principale incluant les alentours de Valréas et la bordure septentrionale du bassin (Montagne de la Lance, Tricastin, reliefs tortoniens) et une seconde zone, de moindre importance, correspondant au massif d'Uchaux. De fortes teneurs en hélium mesurées sur quelques forages laissent soupçonner des venues d'eau profonde à proximité des failles situées sous le remplissage miocène.

3 METHODOLOGIE DES PHASES 1, 2 ET 3

3.1 Phase 1 : Synthèse bibliographique et pré-identification des secteurs favorables

3.1.1 Objectifs de la phase 1

La phase 1 de « Synthèse bibliographique et pré-identification des secteurs favorables » a pour objectif d'**identifier et de délimiter, sur la zone d'étude, les secteurs présentant les meilleures caractéristiques hydrodynamiques et de bonne qualité à proposer comme zones stratégiques à préserver pour l'alimentation en eau potable.**

Dans un premier temps, les deux bureaux d'études, IDEES-EAUX et HYDRIAD, ont procédé à une collecte bibliographique des données existantes.

Dans un second temps, ces données ont été exploitées à l'aide des outils de synthèse suivants :

- ✚ Un tableur Excel pour l'archivage des éléments collectés ;
- ✚ Un Système Géographique Géoréférencé (SIG) compatible arcgis et mapinfo pour la représentation cartographique des données collectées ;
- ✚ Le présent document qui synthétise les connaissances acquises sur les deux sous-bassins.

Dans un troisième temps, à partir des critères de sélection définis, une pré-identification des secteurs présentant les meilleures potentialités pour l'alimentation en eau potable a été proposée et discutée avec le Comité de Pilotage de l'étude.

3.1.2 Collecte des données

3.1.2.1 Sources d'informations

Les données bibliographiques ont été collectées par sous-bassins : le bassin de Valréas par HYDRIAD et le bassin de Carpentras par IDEES-EAUX.

Les principales sources d'informations sont récapitulées dans le **Tableau 2** :

- ✚ Les Syndicats, Communautés de Communes, Communes ;
- ✚ l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ;
- ✚ Les Administrations : Direction Départementale des Territoires (DDT) de la Drôme et du Vaucluse, les Agences Régionales de la Santé (ARS) de la Drôme et du Vaucluse, les Chambres d'Agricultures de la Drôme et du Vaucluse, la DREAL PACA et Rhône-Alpes ;
- ✚ La Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM ;
- ✚ Les géologues et hydrogéologues experts du territoire (indépendants, bureaux d'études, etc) ;
- ✚ Les foreurs et installateurs de pompes.

Organismes	Nom contact	Mode de communication	informations collectées
Syndicat mixte des eaux de la région Rhône-Ventoux	Valérie PERRIER	documents donnés en main propre	Divers rapports d'études
Syndicat intercommunal des eaux de la région Rhône-Aygués-Ouvèze	Franky AUGER	documents donnés en main propre	Divers rapports d'études de forages
Communauté de Communes de l'Enclave des Papes	Georges TRUC	rencontré le 29/03/10, le 28/05/10, et le 4/06/10	Base de données ANDRA, coupes et cartes géologiques, divers rapports d'études de forage
Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse	Laurent CADILHAC	Mail	Divers rapports d'études régionales
Direction Départementale des territoires de Vaucluse	Françoise BEAUMONT Michel POLETTI	Rencontré le 11/03/10	Données prélèvements agricoles, données campagnes nitrates et phytosanitaires
Direction Départementale des territoires de la Drôme	Julie FAIVRE Johann ABRASSART	Mail	Données prélèvements agricoles
ARS Vaucluse	Robert PAWLOWSKI Gilles BLANC	Rencontré les 11/03/10 et 19/03/10	Résultats d'analyse forages AEP et forages privés, rapports hydrogéologues agréés
ARS Drôme	Michel ESMENJAUD	Rencontré le 31/03/10	Résultats d'analyse forages AEP et forages privés, rapports hydrogéologues agréés
Conseil Général Vaucluse	Magali COMBE Gilles BRIERE	Téléphone le 25/03/2010	Aucun élément supplémentaire
Conseil Général Drôme	Isabelle LART	Mail	Données des points de suivi qualité et quantité
Chambre d'agriculture Vaucluse	Sophie VANNIER Anthony MUSCAT	Mail	Données prélèvements agricoles (rapport d'incidence et base de données), divers rapports d'études
Chambre d'agriculture Drôme	François DUBOSC	Mail	Aucun élément supplémentaire par rapport à la DDT 26
DREAL Provence Alpes Côte d'Azur	Guy VALENCIA	Mail le 05/03/2010	Base de données DIREN forages miocènes
DREAL Rhône Alpes	Lionel ROUQUET	Mail	Liste des établissements DRIRE sur communes Drôme
Conseil Régional Provence Alpes Côte d'Azur	Robert GENTILI	Mail le 26/03/2010	Aucun élément
Conseil Régional Rhône Alpes	Alain CLABAUT	Mail	Aucun élément
DRASS PACA		Téléphone	cf. ARS 84
DRAAF SRAL PACA	Alice DUBOIS		Aucun élément supplémentaire
Chambre de Commerce et de l'Industrie Drôme	Aurélien HALLET Agnès BALLOGNA	Mail	Données forages industriels
Chambre de Commerce et de l'Industrie Vaucluse	Nathalie DUCHOZAL	Mail, téléphone	Aucun élément
SEEM La Source	D. REBOUL	Mail le 24/03/2010	En faillite
BRGM	Khy-Meng NAY	Mail le 10/03/2010	Extraction BSS des forages dans la zone d'étude
ADES		Téléchargement sur le site	Données sur les captages AEP
MICHELIER (installateur de pompes, Caromb)	MICHELIER	Rencontré le 28/05/10	Données sur des forages + rapport hydrogéologues agréés
NPSI (installateur de pompes, Saint-Romain-en-Viennois)		Rencontré le 28/05/10	Données sur des forages + rapport hydrogéologues agréés
BRIES ET FILS (foreur, Montoux)	Michel BRIES	Rencontré le 9/06/10	Avis d'ensemble sur les bassins de Carpentras et de Valréas (quantité et qualité)
GRANGER (foreur, Aubignan)	Patrick GRANGER	Rencontré le 10/06/10	Avis d'ensemble sur les bassins de Carpentras et de Valréas (quantité et qualité)
MEYNARD (foreur, Serres)	MEYNARD	Rencontré le 10/06/10	Avis d'ensemble sur les bassins de Carpentras et de Valréas (quantité et qualité)
	Frédéric LALBAT	Téléphone, rdv à prévoir	
LURMIN (foreur, Carpentras)	LURMIN	Téléphone, pas disponible avant juillet	
GILLES ET PAITA (foreur, Visan)		Téléphone, pas disponible	

Tableau 2 : Sources d'information

3.1.2.2 Types d'informations collectées

Plusieurs types d'informations ont été collectés (**Tableau 3**) :

- + Des études et des thèses (Roudier, Faure, , Gourdin Huneau, , Lalbat, Doukouré,) ;
- + Des bases de données de forages :
 - o BSS ;
 - o ANDRA ;
 - o DREAL PACA ;
 - o DDT 26 et 84 ;
 - o ARS 26 et 84 ;
 - o CHAMBRES D' AGRICULTURE 26 et 84 ;
- + Des résultats d'analyses :
 - o ARS 84 et 26 ;
 - o DDT 84 ;
 - o ADES.

Rapports à caractère régional		49 ouvrages
Rapports à caractère local (rapport hydrogéologue agréé notamment)		42 ouvrages
Données de qualité	Bassin de Valréas	7 points de suivi ADES
		13 forages AEP ARS
		14 forages privés ARS
		2 forages eaux embouteillées (Ste Cécile)
	Bassin de Carpentras	7 points de suivi ADES
		5 forages AEP ARS
		48 forages privés ARS
		1 forage eaux embouteillées (Monteux)
		22 points de suivi nitrates DDT 84
		24 points de suivi phytosanitaires DDT 84
Données BSS		2079 ouvrages
		679 coupes existantes (dont 275 scannées)
Données ANDRA		1120 ouvrages
		519 coupes de forages
Données DREAL PACA		1369 forages
Prélèvements agricoles	Vaucluse	472 points de prélèvement
	Drôme	138 points de prélèvement
Prélèvements industriels	Vaucluse	83 ouvrages

Tableau 3 : Type d'informations collectées

Les données brutes collectées concernent 5 495 ouvrages recensés, dont 1 198 forages possèdent une coupe géologique et/ou technique et 143 ouvrages ont été suivis pour la qualité.

La bibliographie est en **Annexe 1**.

3.1.3 Exploitation des informations

3.1.3.1 Compilation sous format tableur

Les informations sur les ouvrages ont été compilées dans un tableur au format Excel, afin de permettre leur archivage et de faciliter leur exploitation.

Cette compilation a été très longue et fastidieuse afin d'obtenir une structuration uniforme. En effet, étant donnée la diversité des sources d'informations, les données collectées étaient très variées, chaque organisme ayant sa propre organisation. Par exemple, chaque base de données récupérée avait sa propre structure avec des champs de dénomination spécifiques et différents.

De plus, différents systèmes de coordonnées géographiques étaient utilisés. Ainsi, il a fallu retrouver dans quel système de coordonnées les données avaient été archivées, puis les convertir dans un système unique. Le tableur de cette étude est donc géoréférencé dans le système de coordonnées géographiques Français : **Lambert 2 Etendue Zone 3, méridien de Paris.**

Remarque : Ce système de coordonnées a été retenu car dans l'ensemble des données collectées, il est apparu comme le système le plus couramment utilisé, malgré le décret n°2000-1276 du 26 décembre 2000 qui a établi en France Métropolitaine le RGF93 comme système de référence légal, avec comme projections associées Lambert 93 et Coniques Conformées 9 zones et le décret n°2006-272 du 3 mars 2006 qui rend exclusif l'usage du nouveau système de référence pour les échanges de données géo-référencées dans la sphère publique au sens large (administrations de l'état, collectivités locales et entreprises chargées de l'exécution d'une mission de service public).

Un même ouvrage étant parfois référencé dans plusieurs bases de données, beaucoup de temps a été consacré à la recherche puis à la suppression des doublons, afin d'obtenir au final, dans le tableur, une seule ligne par ouvrage.

Ainsi, sur les 5 495 ouvrages recensés dans les données brutes, il reste après tri 3 134 ouvrages.

Sur les données collectées, de nombreuses lacunes sont ressorties, tant du point de vue de la quantité de l'information que de sa qualité :

- ✚ Informations en quantité insuffisante : type d'aquifère capté, recouvrement, niveau piézométrique, transmissivité, débit spécifique, résultats d'analyses, etc ;
- ✚ Qualité des données aléatoires : pour certaines données, le manque de précision du contexte impose la plus grande vigilance dans leur exploitation. Cette analyse critique des données est indiquée par sous-bassin dans la description de chaque critère.

3.1.3.2 Système d'Information Géographique (SIG)

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités de traitement et diffusion de l'information géographique. L'usage courant du système d'information géographique est la représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives géométriques : points, des vecteurs (arcs), des polygones ou des maillages (raster). À ces primitives sont associées des informations attributaires telles que la nature de l'objet ou toute autre information contextuelle.

Un Système d'Information Géographique (SIG) a ainsi été conçu pour la nappe du Miocène, dans le système de coordonnées **Lambert 2 Etendue Zone 3, méridien de Paris**.

IDEES-EAUX a réalisé sous le logiciel MapInfo celui pour le Bassin de Carpentras et HYDRIAD a réalisé celui pour le Bassin de Valréas sous ArcGis. Les deux logiciels étant compatibles, l'ensemble des données est disponibles dans les deux versions.

Les éléments cartographiés dans ce SIG sont issus de :

-  L'importation du tableur précédent ;
-  La digitalisation des cartes existantes dans la bibliographie ;
-  Le tracé des limites des syndicats ;
-  Les données vectorielles disponibles auprès des collectivités territoriales et des services de l'état.

3.1.4 Pré-identification des zones

3.1.4.1 Proposition de critères et sous-critères

Le **Tableau 4**, en pages suivantes, présente l'ensemble des critères et sous-critères proposés pour la pré-identification des secteurs potentiels. Sur les colonnes de droite, une évaluation a été faite sur la quantité et la qualité d'information(s) disponible(s) pour chaque critère et sous-critère.

Pour identifier les zones, les critères retenus sont ceux pour lesquelles l'information disponible est suffisante et de bonne qualité :

Productivité :

- Géologie : formation captée, matériaux aquifères ;
- Hydrogéologie : débit spécifique, débit estimé à l'air-lift.

Qualité :

- Fer ;
- Sulfates ;
- Chlorures ;
- Présence d'eaux salées ;
- H₂S ou soufre ;
- Nitrates.

Vulnérabilité :

- Intrinsèque : nature du recouvrement, artésianisme ;
- Extrinsèque : occupation du sol, réseau hydrographique, activités industrielles.

Contraintes socio-économiques :

- Réseaux : AEP et d'assainissement ;
- Limites administratives : Syndicats, Communauté de Communes, Communes, etc ;
- Pression actuelle sur la ressource : densité d'ouvrages, volumes prélevés.

GROUPE DE CRITERES	CRITERES	SOUS-CRITERES		SOURCE(S) INFORMATION(S)	QUALITE INFORMATION(S)			QUANTITE INFORMATION(S)											
Productivité	Géologie	Matériaux aquifères	Nature	Base - coupes BSS	+			+											
				Coupes - base de données ANDRA	+			+											
				Coupes rapports hydrogéologue agréé	+					-									
		Formation captée	Epaisseur	Base - coupes BSS	+			+											
				Base - coupes BSS		+/-				-									
				Coupes - base de données ANDRA	+			+											
	Hydrogéologie	Epaisseur aquifère saturée		Coupes BSS	+			+											
				Coupes - base de données ANDRA	+			+											
				Coupes rapports hydrogéologue agréé	+					-									
		Débit spécifique	Divers rapports, études, thèses				+/-			+/-									
		Débit estimé à l'air-lift																	
		Transmissivité																	
Profondeur du niveau productif	Nappe libre = MNT - piézométrie	Base BSS				+/-			+/-										
		Station de suivi quantité ADES	+																
	Nappe captive = toit aquifère	Base ANDRA				+/-			-										
Qualité	Qualité naturelle		Fer	ARS 84	+						+/-								
			Manganèse																
			Ammoniac	ARS 26	+							+/-							
			H2s																
			Chlorures	Station de suivi ADES	+								-						
			Sulfates																
			Ions majeurs																
			O ₂ dissous																
	Turbidité	Qualité anthropique		DDT 84	ARS 84	+						+/-							
	Nitrates			ARS 84									+					+/-	
				ARS 26															Station de suivi ADES
	Pesticides			ARS 84	+						+/-								
				ARS 26								Station de suivi ADES	+				-		
Contraintes socio-économiques	Réseau aep		Distance réseau structurant	Syndicats, Communes, Communautés de Communes	+						+								
			Diamètre conduite																
	Plu		Zones inondables (PPRI)	Communes, Communautés de Communes, DDT, DREAL	+							+							
			Zones naturelles protégées										Milieux humides	+					+
													ZNIEFF						
	Limites administratives		Syndicats	Syndicats, Communes, Communautés de Communes, DDT, Conseil Général	+							+							
			Communes																

GROUPE DE CRITERES	CRITERES	SOUS-CRITERES		SOURCE(S) INFORMATION(S)	QUALITE INFORMATION(S)			QUANTITE INFORMATION(S)			
Vulnérabilité	Vulnérabilité intrinsèque	Zone non saturée	Nature	Coupes - base de données ANDRA			-			-	
				Base - coupes BSS			-			-	
			Epaisseur	Coupes - base de données ANDRA			-			-	
				Base - coupes BSS			-			-	
		Recouvrement	Nature	Coupes - base de données ANDRA			-			-	
				Base - coupes BSS			-			-	
			Epaisseur	Coupes - base de données ANDRA			-			-	
				Base - coupes BSS			-			-	
	Artésianisme	Oui / non	Coupes - base de données ANDRA		+				+/-		
			Base - coupes BSS			+/-			-		
	Vulnérabilité extrinsèque	Zones agricoles	Elevage, cultures		Corine Land Cover		+		+		
		Zones urbaines					+		+		
		Assainissement	STEP		Syndicats, Communes, Communautés de Communes			+		+	
			SPANC					-			+/-
Sites industriels				DREAL RA		+		+			
Voies de communication				IGN, DREAL		+		+			
Réseau hydrographique					+		+				
Pressions actuelles sur la ressource	Ouvrages existants	Nombres			Bases de données BSS, ANDRA, DREAL		+			+/-	
		Localisation			PACA, DDT		+			+/-	
	Prélèvements	Taux de prélèvements				Chambre d'agriculture 84			-		+/-
		Types de prélèvements	AEP captages publics	ARS 84				+/-			+/-
				ARS 26			+		+		
			AEP domestiques	ARS 84				+/-			+/-
				ARS 26			+		+		
		Industriels agro-alimentaires	Base BSS						+/-		
			DREAL RA						-		-
			DREAL PACA					+		+	
			DREAL RA						-		-
		Industriels hors agro-alimentaires	DREAL PACA					+		+	
DDT 84 ET 26						+		+			
Agricoles	Chambre d'agriculture 84					+			+/-		

Tableau 4 : Critères et sous-critères

3.1.4.2 Méthodologie de pré-identification des zones

La méthodologie retenue pour la pré-identification des zones est détaillée dans le schéma de la **Figure 12**. Dans un premier temps, des zones ont été exclues en fonction des critères quantité et qualité. Puis dans un deuxième temps, les autres critères ont été pris en compte afin de hiérarchiser les zones.

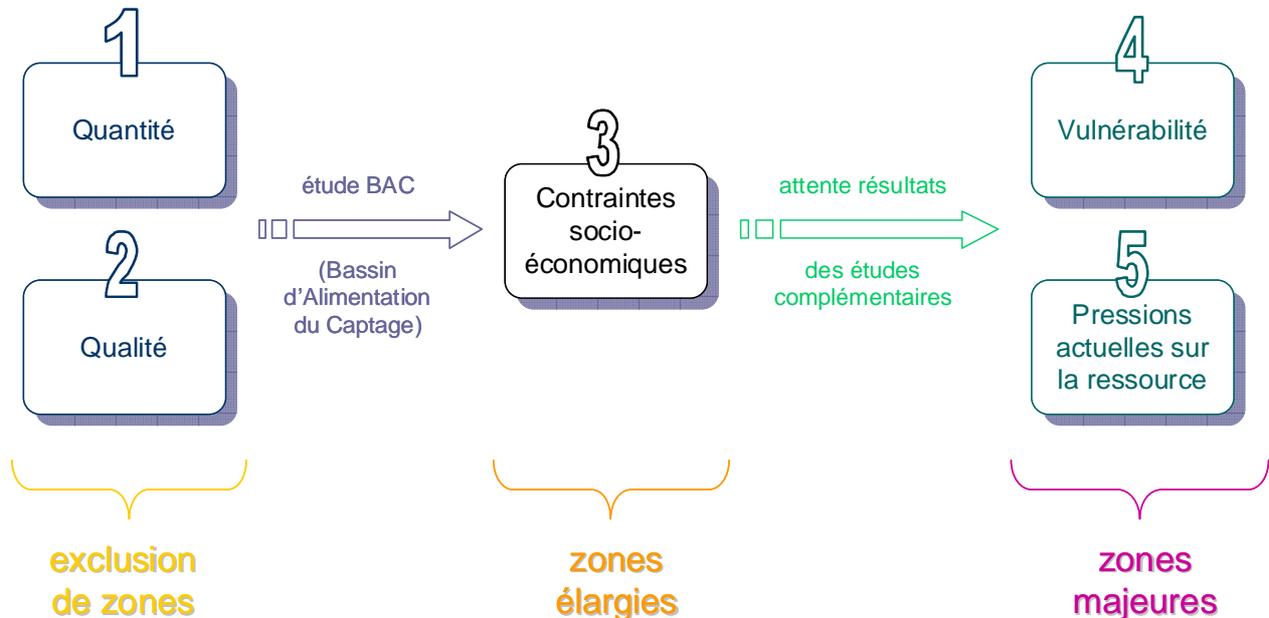


Figure 12 : Schéma de la méthodologie de pré-identification des zones

3.1.4.3 Cartographie des critères

A l'aide du SIG, chaque critère a été cartographié à partir des informations disponibles et exploitables. Les cartes des critères sont présentées dans les **volumes 4 et 5** du présent rapport, par sous-bassin.

3.1.4.4 Exclusion de zones

La première étape a consisté à exclure les zones qui ne présentaient pas, de manière certaine, d'intérêt d'un point de vue quantité ou qualité. Ces critères jugés rédhibitoires sont les suivants :

Quantité :

- absence ou faible épaisseur du Miocène ;
- nature des matériaux aquifères défavorables (marneux, argileux) ;
- très faible productivité (en termes de débit spécifique ou de débit estimé à l'air-lift).

Qualité :

- présence d'eaux salées ;
- teneurs en chlorures et/ou en sulfates défavorables.

3.1.4.5 Identification des zones

Ensuite, les zones restantes (non exclues) ont été sectorisées en fonction des autres critères.

Une couleur a été attribuée à chaque critère, afin de permettre leur hiérarchisation, en fonction d'un code couleur commun (**Figure 13**) à tous les critères, allant du vert (critère très favorable) au rouge (critère défavorable). Le blanc indique un manque ou l'absence de données pour le critère concerné.

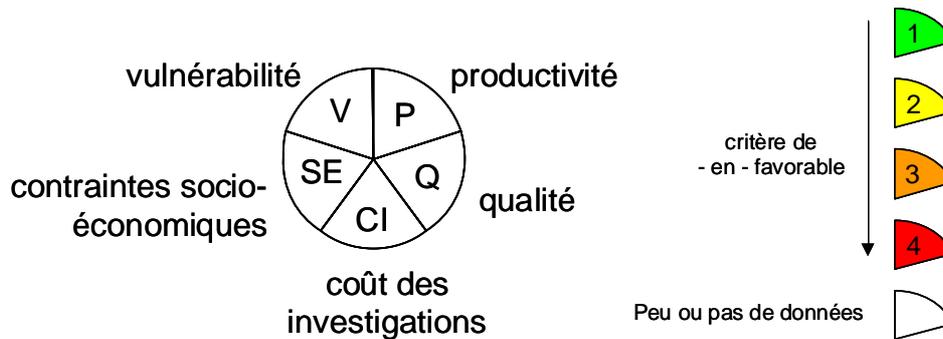


Figure 13 : Code couleur des critères

Le code couleur a été adapté à chaque critère en fonction des sous-critères. Le détail des codes couleurs de chaque critère est présenté dans les **Figures 9 à 13** :

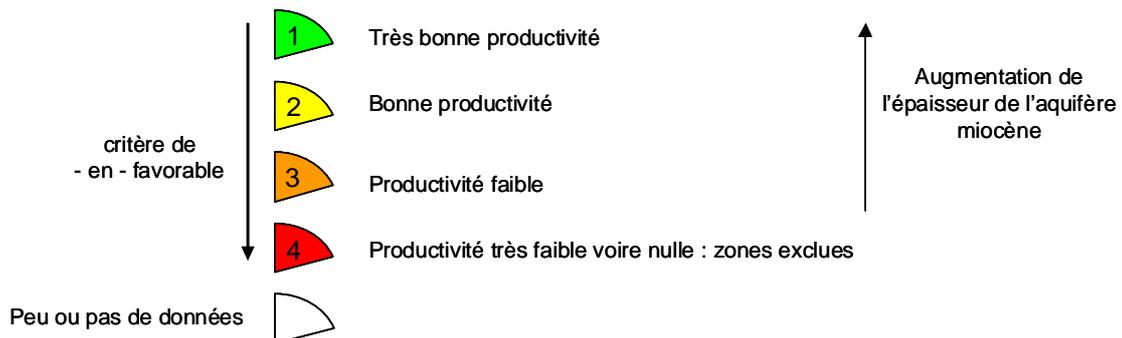


Figure 14 : Code couleur du critère Productivité

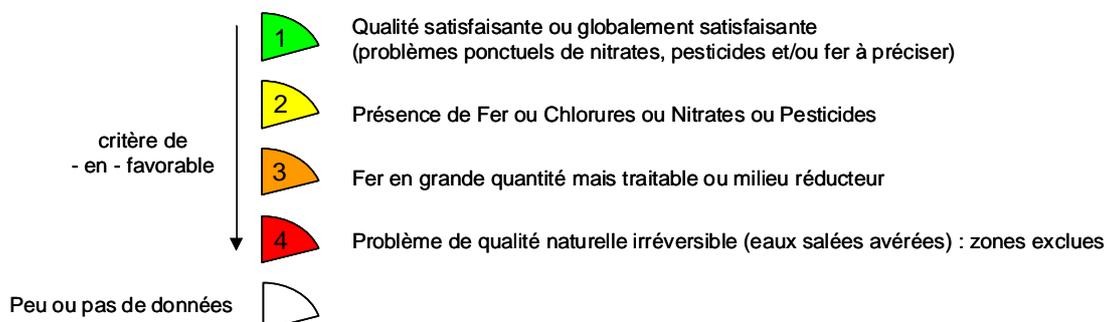


Figure 15 : Code couleur du critère Qualité

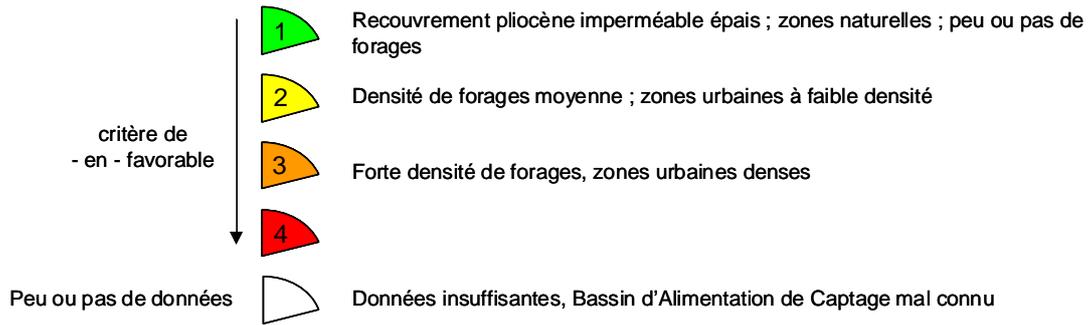


Figure 16 : Code couleur du critère Vulnérabilité

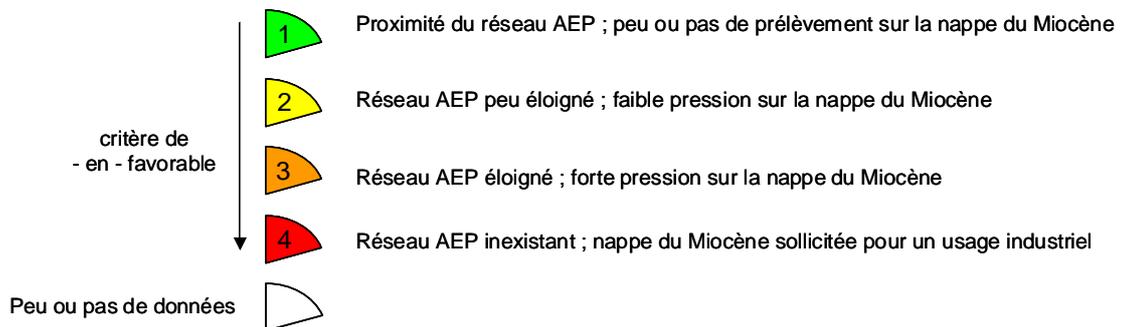


Figure 17 : Code couleur du critère Contraintes socio-économiques

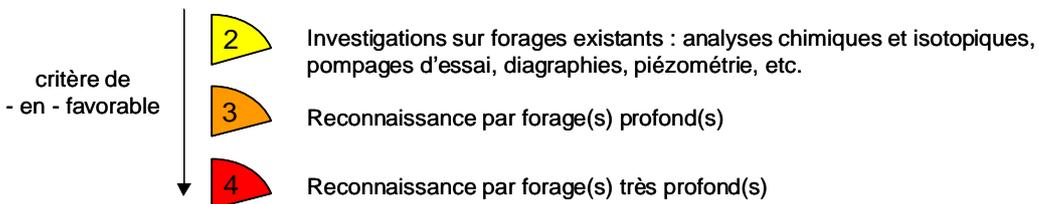


Figure 18 : Code couleur du critère Coût des investigations

La démarche est détaillée par bassin dans les **volumes 2 à 5** du présent rapport.

3.1.5 Conclusion de la Phase 1

Sur l'ensemble de la zone d'étude, une grande quantité d'informations est disponible dans la bibliographie. Hélas, on constate que les nombreuses études et thèses réalisées sur les bassins de Valréas et de Carpentras reprennent souvent les mêmes données initiales. Il en ressort une redondance importante des informations, qui ont été reprises par les différents auteurs, ceux du présent rapport comprises. Peu d'éléments nouveaux ont ainsi été apportés au cours des années.

Des lacunes importantes persistent sur la compréhension globale du bassin, tant sur les plans de sa structure, de son remplissage que de son fonctionnement hydrogéologique (zones et modes d'alimentation). De nombreuses hypothèses ont été avancées, mais aucune n'a jamais été vérifiée. Les exutoires des deux sous-bassins n'ont jamais été clairement identifiés.

Les forages pour lesquels nous disposons de données exploitables (coupes géologiques et techniques, pompes d'essai, mesure de niveau piézométrique, etc.), sont très peu nombreux comparativement à la quantité de forages existant sur l'ensemble du bassin. Si on ne considère que les forages domestiques, très peu sont recensés.

La pré-identification des zones d'intérêt futur à préserver pour l'alimentation en eau potable a été réalisée sur les critères de productivité et de qualité. Les zones pour lesquelles nous avons peu ou pas de données en termes de productivité et de qualité n'ont pas été exclues mais pas retenues non plus. Elles ont été classées comme zones à prospecter à plus long terme.

Les autres critères ont été considérés comme secondaires à cette étape-ci mais devraient être pris en compte dans les études plus locales.

Les structures géologiques des bassins de Valréas et de Carpentras sont suffisamment différentes pour qu'il ne soit pas possible d'appliquer la même méthodologie de hiérarchisation des zones d'intérêt.

3.2 Phase 2 : Caractérisation des zones stratégiques

3.2.1 Objectifs de la phase 2

La phase 2 « Caractérisation et acquisition de connaissance sur les zones pré-identifiées comme stratégiques », a pour objectifs de :

- ✚ **Caractériser le fonctionnement et le mode d'alimentation de chacune des zones pré-identifiées comme stratégiques et leur niveau de sollicitation actuel ainsi que leur vulnérabilité ;**
- ✚ **Hiérarchiser parmi les secteurs identifiés des sites à investiguer en priorité en fonction des enjeux liés à la mise en exploitation de l'aquifère.**

Pour chaque secteur retenu, les éléments suivants ont été recherchés puis synthétisés sous la forme de fiches :

- ✚ Bilan entrées et sorties ;
- ✚ Caractéristiques hydrogéologiques ;
- ✚ Qualité des eaux souterraines ;
- ✚ Prélèvements existants ;
- ✚ Capacité support de la ressource en termes de débit exploitable ;
- ✚ Vulnérabilité intrinsèque de la ressource = aptitude à être contaminée par l'introduction d'un contaminant depuis la surface ;
- ✚ Vulnérabilité extrinsèque = existence de sources potentielles de pollution ;
- ✚ Evolution possible de la qualité et des pressions polluantes ;
- ✚ Evolution potentielle des besoins en eau.

A l'issue de cette phase, le Comité de Pilotage a validé les zones stratégiques.

La phase 2 visait également à proposer et à chiffrer une méthodologie opérationnelle de recensement exhaustif des prélèvements (notamment domestiques et agricoles) dans les zones de préservation et leur proximité, incluant la récupération des informations relatives aux ouvrages.

3.2.2 Méthodologie de recensement des prélèvements

3.2.2.1 Modalités de recensement

Le recensement exhaustif des prélèvements (domestiques et agricoles) peut être mis en œuvre de la façon suivante :

- ✚ Réaliser un travail statistique sur un échantillon représentatif en :
 - Définissant plusieurs échelles emboîtées dont les dimensions dépendent de l'occupation du sol :
 - Zone urbaine avec une maille de travail de 1 km x 1 km ;
 - Zone périurbaine avec un maillage un peu plus lâche de 3 km x 3 km ;
 - Zone rurale avec un maillage encore plus large de 10 km x 10 km ;
 - Réalisant un recensement de terrain exhaustif par du porte à porte à l'intérieur de chaque maille donnée ; ce travail de recensement exhaustif peut éventuellement mettre à profit les informations acquises par les spanc et diagnostics d'assainissement ;
 - Extrapolant, de façon statistique, le résultat des mailles étudiées à une zone en tenant compte de l'occupation du territoire ;
- ✚ Identifier, en collaboration avec les vendeurs d'eau (régies directes, sociétés fermières) et à partir des volumes facturés, les consommations d'eau publique anormales ou peu importantes ;
- ✚ Dresser, à partir des photos aériennes, une cartographie des gros consommateurs d'eau potentiels (grandes piscines, grands jardins, potagers et petits maraichages).

Le croisement de ces différentes informations doit permettre de recenser les prélèvements de manière plus ou moins exhaustive, mais au minimum de façon représentative et pertinente les prélèvements les plus importants.

Par ailleurs, la mise en place de certaines mesures est recommandée tel que :

- ✚ Rappel aux collectivités de l'obligation de déclaration des forages à usage domestique ;
- ✚ Communication des collectivités (affichage en mairie ou distribution dans les boîtes aux lettres) auprès des populations quant à l'obligation de déclarer les forages à usage domestique ;
- ✚ Incitation à la déclaration des forages particuliers par une réduction financière de la taxe sur l'assainissement ;
- ✚ Mise en place d'outils permettant le croisement des données des différentes administrations et organismes (DDT, Chambre d'Agriculture, DREAL, Mairies, Agence, Syndicats ...) ;
- ✚ Révision des documents déclaratifs (les données fournies par les déclarants sont-elles complètement exploitées ? les documents de déclaration sont-ils bien adaptés ?) ;
- ✚ Sensibilisation et implication des foragers, voire verbalisation des non déclarants.

3.2.2.2 Méthodologie détaillée du recensement

- 1- Statistique du potentiel d'existence d'ouvrages domestiques ou de jardinage :
 - ✚ Localisation exhaustive sur SIG et à l'aide des photographies aériennes des bâtiments et des jardins non attenants à un bâtiment existant sur la zone étudiée ;
 - ➔ Un ouvrage (voire plus) pourrait exister à proximité de chacun de ces points ;
 - ✚ Digitalisation des réseaux de distribution d'eau ;
 - ➔ L'existence d'un réseau peut limiter celle de puits et forages ;
 - ✚ Digitalisation des canaux et réseaux d'irrigation ;
 - ➔ Limitent normalement la probabilité de puits et forages ;
 - ✚ Digitalisation des cours d'eau ;
 - ➔ Limitent normalement la probabilité de puits et forages ;
 - ✚ Utilisation de la base Corine Land Cover
 - ➔ Occupation du territoire ;
 - ✚ Délimitation de zones de probabilité différente d'existence d'ouvrages (fonction de l'occupation du territoire et de la présence de cours d'eau, canaux ou réseaux d'eau) ;
 - ➔ Guide pour la réalisation des enquêtes de terrain.

- 2- Vérification des ouvrages domestiques et de jardinage :
 - ✚ Sélection de zones de probabilité homogène ;
 - ➔ Recensement porte à porte ;
 - ✚ Définition des contextes types ;
 - ➔ Mise au point d'une méthodologie d'optimisation du porte à porte ;
 - ✚ Extrapolation au territoire à caractériser ;
 - ➔ Evaluation du nombre d'ouvrages total à recenser.

- 3- Recensement 'exhaustif' des ouvrages domestiques et de jardinage :
 - ✚ Application de la méthodologie optimisée sur l'ensemble du territoire ;
 - ➔ Recensement 'exhaustif' des ouvrages (exhaustivité visée pour les plus importants et les plus probables) ;
 - ✚ Vérification du degré d'exhaustivité sur un sous-échantillon ;
 - ➔ Ajustement de la méthode et évaluation de l'incertitude résiduelle.

- 4- Statistique du potentiel d'existence d'ouvrages agricoles :
 - ✚ Utilisation de la base Corine Land Cover ;
 - ➔ Occupation agricole du territoire et différenciation des types de culture ;
 - ✚ Détermination des besoins moyens en irrigation des cultures ;
 - ➔ Pression potentielle de prélèvement ;
 - ✚ Evaluation de la productivité et du débit spécifique des ouvrages ;
 - ➔ Existence potentielle d'ouvrages et nombre potentiel par 1000 ha requis pour l'irrigation ;
 - ✚ Délimitation de zones de probabilité différente croisant le potentiel de la ressource et le besoin des cultures ;
 - ➔ Validation statistique des bases déclaratives et guide pour la réalisation des enquêtes de terrain.

5- Vérification des ouvrages agricoles :

- ✚ Récupération des bases de données déclaratives ;
 - ➔ Nombre d'ouvrages et débits de prélèvement ;
- ✚ Enquêtes statistiques de vérification des déclarations ;
 - ➔ Evaluation du pourcentage de fiabilité des bases de données.

6- Recensement 'exhaustif' des ouvrages agricoles :

- ✚ Vérification non demandée dans le cadre de cette étude.

3.2.2.3 Informations recherchées pour les ouvrages

Lors de ce recensement, les informations suivantes devront être recherchées et compilées sur la fiche de renseignement de l'ouvrage :

- ✚ Numéro de parcelle ; adresse ; propriétaire ; coordonnées GPS ;
- ✚ Usage de l'ouvrage ;
- ✚ Date de réalisation de l'ouvrage ou âge approximatif ; foreur ayant réalisé l'ouvrage ;
- ✚ Coupe technique (profondeur, tubage, cimentation, crépine, équipement) ;
- ✚ Coupe géologique (a minima informations factuelles) ;
- ✚ Niveau d'eau et productivité du forage (si connus paramètres hydrodynamiques) ;
- ✚ Qualité de l'eau (analyses ou constats).

3.2.2.4 Evaluation des coûts de recensement

Le niveau d'effort requis pour le recensement des ouvrages et le renseignement des informations relatives à ces ouvrages est directement relié au nombre d'ouvrages situés dans la zone de recensement ou le nombre d'ouvrages recherchés dans le cas d'une approche statistique.

On évalue le temps requis par groupe de huit (8) ouvrages à un (1) jour pour la préparation du recensement et un (1) jour pour la visite des ouvrages et le renseignement de la fiche descriptive. Par la suite la mise en forme et au propre des données nécessiterait une demi (1/2) journée par groupe de huit ouvrages. On estime donc le niveau d'effort à 2,5 j par groupe de huit ouvrages.

Le nombre d'ouvrages présents sur le bassin n'est pas connu, mais les estimations mentionnent que leur nombre serait de plusieurs milliers et pourrait atteindre 10 000 ouvrages. Considérant une surface du bassin de 1 000 km², la densité statistique d'ouvrages serait donc de 10 ouvrages par km², chiffre réaliste pour le bassin étudié. Bien entendu ce nombre varie considérablement selon les secteurs et selon l'occupation locale du territoire.

D'un point de vue statistique, le niveau d'effort pour le recensement exhaustif serait donc d'un peu plus de trois (3) jours par km², soit environ 1 500 € HT, frais de déplacement compris. A l'échelle du bassin (1 000 km²), le montant nécessaire à ce recensement serait donc colossal (1,5 million € HT).

Pour cela, nous avons proposé une approche statistique de l'importance des prélèvements basée sur le recensement exhaustif sur des secteurs statistiquement représentatifs de la diversité des contextes géologique, hydrogéologique et socio-économique du territoire, puis l'extrapolation des informations obtenues sur un territoire plus vaste, s'appuyant sur un recensement statistique à partir des photos aériennes et des informations et cartographies existantes. Cette extrapolation serait par la suite vérifiée par quelques enquêtes ad-hoc.

Nous évaluons que notre approche, pour être représentative et fiable, nécessiterait un inventaire exhaustif sur secteur représentant environ un vingtième du territoire et son extrapolation au reste du territoire. Le niveau d'effort pour l'extrapolation au reste du territoire et les vérifications ad hoc est évalué à environ un (1) jour par 10 km².

Ainsi, le niveau d'effort (et le budget) requis pour l'application de cette méthodologie sur un territoire de X km² serait de :

- ✚ X/20 * 3 jours de travail pour le recensement 'exhaustif' (soit X/20 * 1 500 € HT) ;
- ✚ X/10 jours de travail pour l'extrapolation – vérification (soit X/10 * 500 € HT).

Ainsi, pour l'ensemble du territoire de 1 000 km², le niveau d'effort requis pour l'évaluation statistique des prélèvements serait de 150 + 100 = 250 j, et le budget de 75 000 + 50 000 = 125 000 € HT.

3.3 Phase 3 : Proposition d'investigations complémentaires

La phase 3 « Proposition d'investigations complémentaires sur les secteurs retenus comme prioritaires pour la démonstration des potentialités de la ressource », a pour objectif de **proposer, de quantifier et de chiffrer les investigations les plus pertinentes permettant d'acquérir une meilleure connaissance quant aux compartiments aquifères et de tester et vérifier leur potentialité quantitative et qualitative.**

Les investigations complémentaires proposées correspondent à deux niveaux de compréhension :

- ✚ A l'échelle du bassin, pour comprendre le fonctionnement global de la nappe du Miocène sur les bassins de Valréas et de Carpentras : alimentation, échanges avec les aquifères adjacents (nappe alluviale, karst, etc.), exutoire, etc. ;
- ✚ Au droit des zones stratégiques, dans l'objectif d'implanter un ou des forages de reconnaissance pour la recherche d'une nouvelle ressource en eau potable pour les Syndicat des eaux Rhône-Ventoux et Rhône-Aygues-Ouvèze.

Le détail des investigations complémentaires par bassin est présenté dans les **volumes 2 et 3** du présent rapport.

4 PHASE 4 : REGLES DE PRESERVATION ET DE GESTION DE LA RESSOURCE

4.1 Identification des actions

L'étude de la nappe du Miocène permet d'identifier et de proposer un certain nombre d'actions qui pourraient être mises en place à l'échelle régionale (donc sur toute l'étendue du bassin) ou à une échelle plus locale (en fonction de l'intérêt et de l'usage actuel ou futur des secteurs). De façon assez exhaustive dans un premier temps, ces actions seront présentées dans un ordre établi selon qu'elles concernent :

- ✚ La connaissance de la ressource ;
- ✚ L'utilisation de la ressource ;
- ✚ La protection de la ressource.

Par la suite, ces actions seront hiérarchisées et les plus pertinentes seront sélectionnées en regard de leur réalisme, de leur potentiel d'application et de leur possibilité concrète de résultats. Les fiches synthétiques des actions retenues présenteront les principaux éléments de leur mise en place.

De façon très générale, différents types d'actions / mesures peuvent être distingués :

- ✚ L'amélioration de la connaissance : mesures prévoyant la réalisation d'une étude ou d'un inventaire, y compris le recensement exhaustif présenté en Phase 2 et les investigations complémentaires proposées en phase 3 ; notons par exemple qu'il n'existe aucune piézométrie nivelée et que les seules cartes ont été établies sur des mesures datant de plus de 30 ans ;
- ✚ Les actions réglementaires : mesures impliquant une décision administrative ;
- ✚ Les programmes d'actions : mesures intégrant une démarche à long terme reposant sur une étude, des travaux ou encore l'élaboration d'un plan ou d'un programme de gestion ;
- ✚ L'information et la communication : mesures visant à sensibiliser certains acteurs ou usagers ;
- ✚ Les orientations de gestion : mesures souhaitant influencer sur le fonctionnement, la gestion de certaines activités ou usages, règles de l'art, etc. ;
- ✚ L'organisation des moyens.

Les différentes actions qui pourraient être proposées de façon exhaustive pour la nappe du Miocène sont les suivantes :

Pour la connaissance de l'aquifère :

- ✚ Comprendre la structure et le fonctionnement global de l'aquifère ; identifier de manière précise le mode d'alimentation (entrées) et les sorties, afin de connaître ce qu'il faut réellement protéger ;
- ✚ Renforcer le suivi de la quantité et de la qualité des eaux souterraines ;
- ✚ Réaliser un inventaire 'exhaustif' des prélèvements.

Pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable :

- ✚ Protéger / reconquérir la qualité de la ressource en eau (objectif commun à celui d'atteinte des bons états d'équilibre exigés par la DCE) ;
- ✚ Engager une réflexion globale concernant l'organisation des structures de production d'eau potable (structuration – fédération régionale des syndicats d'eau) pour une meilleure gestion quantitative et qualitative de la ressource régionale en eau souterraine ;
- ✚ Réaliser un diagnostic des ouvrages de prélèvement AEP.

Pour la réduction des flux de pollution :

- ✚ Réduire les rejets liés à l'assainissement collectif, en particulier en période de pluie et assurer la gestion des éventuels plans d'épandage des boues de STEP sur les zones les moins vulnérables ;
- ✚ Assurer la bonne définition et la mise aux normes de l'assainissement non collectif ;
- ✚ Suivre les rejets industriels et artisanaux ;
- ✚ Réduire les rejets liés aux activités agricoles et les transferts de polluants dans les rivières en relation avec la nappe miocène ;
- ✚ Réduire l'utilisation d'engrais et traitements phytosanitaires et herbicides responsables sur le bassin d'une dégradation de la qualité des eaux souterraines ;
- ✚ Limiter les pollutions liées aux surfaces imperméabilisées (urbaines, périurbaines, routières) ;
- ✚ Poursuivre le suivi des sites industriels pollués et mettre en œuvre les actions adéquates en cas de pollution avérée ;
- ✚ Eliminer les substances prioritaires dangereuses dans les rejets et réduire les émissions des substances prioritaires.

Parmi toutes ces actions, les plus pertinentes et s'avérant prioritaires à court terme sont les suivantes :

- ✚ Acquisition de connaissances ;
- ✚ Mise en place d'un réseau de suivi ;
- ✚ Recensement ou évaluation des prélèvements ;
- ✚ Contrôle de la conformité des systèmes d'assainissement avec les contraintes réglementaires ;
- ✚ Information, sensibilisation et implication des acteurs et des usagers.

4.2 Cadre réglementaire de mise en place des actions

Avant de présenter et développer les actions retenues comme prioritaires, il est important de rappeler le cadre réglementaire dans lequel s'inscrivent les différentes interventions possibles.

Code de l'Environnement, la Loi sur l'eau et ses décrets d'application

Dans les articles L.211-2 et L.211-3 du Code de l'Environnement (Livre II – Milieux physiques, Titre Ier – Eau et milieux aquatiques, Chapitre Ier – Régime général et gestion de la ressource) :

- ✚ Le 2° de l'article L. 211-2 et le décret 94-354 instituent des zones de répartition des eaux dans les secteurs présentant une insuffisance, autre qu'exceptionnelle, des ressources par rapport aux besoins ;
- ✚ Le 1° de l'article L. 211-3 et le décret 92-1041 permettent aux préfets d'instituer en cas de sécheresse ou de pénurie des limitations ou suspensions des usages de l'eau dans les zones critiques après consultation des besoins des usagers ;
- ✚ Le 2° de l'article L. 211-3 permet d'édicter des prescriptions spéciales applicables aux usages de l'eau dans les zones de sauvegarde de la ressource déclarées d'utilité publique dans le cadre de l'approvisionnement actuel ou futur en eau potable.

Les articles L.214-1 à 10 du Code de l'Environnement (Livre II – Milieux physiques, Titre Ier – Eau et milieux aquatiques, Chapitre IV – Activités, installations et usages, Section 1 – Régimes d'autorisation ou de déclaration) précisent que toutes les activités ou travaux ayant un impact qualitatif ou quantitatif sur la ressource en eau sont soumis à déclaration ou autorisation de l'autorité administrative.

Le Décret n° 2008-652 du 2 juillet 2008 impose la déclaration en mairie de tout ouvrage (puits et forage, existants ou nouveaux) concernant les eaux souterraines.

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 (2000/60/CE) qui impose la reconquête du bon état quantitatif et qualitatif des masses d'eau.

4.3 Action type 1 : Améliorer la connaissance de la nappe du Miocène

Afin d'améliorer la connaissance de la nappe du Miocène, il faudra réaliser des investigations complémentaires à deux échelles différentes :

- ✚ A l'échelle du bassin molassique (bassins de Carpentras et de Valréas), entre autres et en priorité en ce qui a trait à la piézométrie de cette nappe et à ses caractéristiques hydrodynamiques et physico-chimiques ;
- ✚ A l'échelle des zones stratégiques (caractéristiques locales et usages de l'eau).

Les investigations complémentaires prioritaires sont détaillées dans les rapports relatifs à chaque sous-bassin (volumes 2 à 5 du présent rapport, chapitre *Phase 3 : Investigations complémentaires*).

4.4 Action type 2 : Mise en place d'un réseau de suivi des ressources en eau

4.4.1 Suivi quantitatif des eaux souterraines

La mise en place d'un réseau de surveillance implique plusieurs éléments :

- ✚ Optimiser la sélection des stations les plus représentatives de la nappe et le mode de suivi approprié ;
- ✚ Intégrer les contraintes techniques et financières de ce suivi, ainsi que ses enjeux.

... concernant la surveillance de base régulière :

- ✚ Intégrer le réseau aux réseaux actuels de suivi des masses d'eau (DCE) ;
- ✚ Intégrer, a minima, les considérants et exigences des réseaux régionaux et nationaux ;
- ✚ Mettre en perspective l'évolution observée des indicateurs quantitatifs et qualitatifs ;
- ✚ Définir le nombre requis et les caractéristiques nécessaires des points de contrôle.

... concernant l'état des lieux périodique :

- ✚ Permettre la caractérisation de l'évolution à long terme de la nappe (en termes de quantité et de qualité) ;
- ✚ Permettre l'identification rapide des éléments impliqués dans l'évolution ;
- ✚ Identifier les causes de ce changement et mettre en perspectives les observations.

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 (2000/60/CE) impose d'établir d'ici 2006 des programmes de surveillance de l'état des eaux qui devront inclure :

- ✚ Une surveillance du niveau des nappes (ou débits des sources) ;
- ✚ Un contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines et des tendances à long terme de la pollution anthropique ;
- ✚ Un contrôle opérationnel renforcé de l'état chimique des masses d'eau recensées comme courant un risque.

Les paramètres mesurés dans la surveillance de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine au titre de la DCE sont le niveau piézométrique de la masse d'eau (si le site de mesure est un piézomètre ou un forage) ou le débit des sources. Pour le matériel de mesure, l'enregistrement automatique et la télétransmission des données sont des objectifs à atteindre pour l'équipement des points de surveillance du réseau piézométrique, y compris en nappe captive lorsque c'est pertinent.

Il est également recommandé de veiller à la pérennité d'un point au moment de sa sélection. Ainsi, un certain nombre de facteurs doivent être évalués lors du choix des sites, dont principalement : l'accessibilité du site, le type de propriétaire, le type d'usage du point, l'état de l'ouvrage. Ces facteurs ont des conséquences à la fois sur la qualité de la donnée produite mais aussi sur le coût de la gestion du site.

Le Conseil Général de la Drôme a initié en 2008 la mise en place d'un observatoire visant l'acquisition pérenne et continue de données (qualité et quantité) sur une grande partie des aquifères drômois. Concernant la nappe du bassin de Valréas, le réseau pourrait être renforcé du fait de l'intérêt patrimonial et stratégique de cette ressource. Le Conseil Général du Vaucluse devrait également entreprendre une telle action.

Au niveau de l'évaluation et du bilan, un tel observatoire doit permettre de :

- ✚ Suivre les grandes tendances d'évolution :
 - Pour la quantité, détecter les risques de déséquilibre et de surexploitation, et fournir une meilleure compréhension du fonctionnement des systèmes ;
 - Pour la qualité, identifier l'étendue et les évolutions de pollutions, et évaluer l'état des milieux ;
- ✚ Evaluer à long terme l'impact des actions de protection et de restauration de la qualité des eaux souterraines.

Au niveau de l'information et de la communication, l'observatoire vise à mettre à disposition d'un large public (acteurs institutionnels, élus, grands publics...) des informations synthétiques, homogènes sur l'ensemble du territoire dans le domaine de l'eau.

L'ensemble de ces objectifs a les finalités opérationnelles suivantes :

- ✚ Elaborer des actions ayant pour but d'éliminer les contaminations ;
- ✚ Définir des politiques de préservation de la qualité et/ou de restauration sur le moyen ou le long terme ;
- ✚ Maîtriser les prélèvements et préserver l'équilibre des ressources.

Sept (7) points de suivi quantitatif existent sur les molasses miocènes du Comtat dans le cadre des réseaux de suivi nationaux et départementaux.

Il s'avère important de mettre en place des points de suivi complémentaires à ceux existants. Un renfort du suivi piézométrique sur l'aquifère molassique permettra de mettre en perspective l'évolution de l'état de la ressource avec la variabilité climatique et d'identifier les secteurs d'impacts les plus importants.

Concernant la fréquence du suivi quantité, nous recommandons a minima une mesure piézométrique par semaine. De manière optimale, le suivi quantitatif impliquerait l'installation de sondes piézométriques automatique avec relevé régulier ou télétransmission.

Pour la sélection des points complémentaires à l'observatoire des eaux souterraines de la nappe du Miocène sur les bassins de Carpentras et Valréas, les recommandations du Cahier des charges pour l'évolution des réseaux de surveillance des eaux souterraines en France devront être appliquées.

Les critères de choix des points de surveillance sont :

- ✚ L'emplacement : représentativité, enjeu, problème particulier, etc. ;
- ✚ L'accessibilité du point ;
- ✚ L'état de l'ouvrage.

Pour le suivi quantitatif, il faut privilégier des ouvrages peu influencés par des pompages sur des ouvrages voisins et ne faisant pas l'objet de pompage eux-mêmes.

Les coûts liés au réseau de suivi quantitatif seront principalement liés à :

- ✚ L'équipement des points (sonde, enregistreur automatique) ;
- ✚ Le relevé des enregistrements à une fréquence trimestrielle ;
- ✚ Le traitement et la bancarisation des données ;
- ✚ La valorisation par une interprétation de premier niveau, la rédaction d'un rapport et la diffusion des résultats à l'ensemble des acteurs.

L'équipement des points doit inclure :

- ✚ L'aménagement du point (tube guide pour la sonde, point de fixation, système de protection, etc.) ;
- ✚ La fourniture d'une sonde piézométrique avec enregistreur automatique.

Pour l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse, il est important de privilégier les aquifères qui peuvent présenter un déséquilibre quantitatif et sont classés en zone prioritaire d'intervention SDAGE. Une des orientations fondamentales du SDAGE étant d'assurer l'équilibre quantitatif dans ces secteurs, il paraît utile de doter les aquifères concernés d'un dispositif complémentaire au RCS (Réseau de Contrôle de Surveillance) pour préciser l'état de ces aquifères et juger l'efficacité des actions à mettre en œuvre ou mises en œuvre dans le cadre d'une gestion concertée de la ressource.

L'Agence peut, sous certaines conditions, soutenir financièrement la mise en place de piézomètres à hauteur de 50 % pour un suivi de connaissance générale qui, à une échelle plus locale, complètent les réseaux de contrôle de surveillance et réseau de contrôle opérationnel DCE (RCS et RCO). Ce taux peut être porté à 70% pour les points RCO permettant le suivi de la ressource dans les zones prioritaires SDAGE (appui au plan national de gestion de la rareté de l'eau sur les territoires dans lesquels le déséquilibre compromet occasionnellement l'approvisionnement en eau potable).

4.4.2 Suivi qualitatif des eaux souterraines

Un réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines doit répondre, par sa structure, sa pérennité et son caractère opérationnel, aux objectifs de connaissance, de bilan et d'information suivants :

- ✚ Connaître la qualité et suivre son évolution ;
- ✚ Révéler d'éventuels nouveaux types de dégradation des milieux ;
- ✚ Contribuer à la connaissance nécessaire à la mise en œuvre des réglementations européennes et nationales ;
- ✚ Evaluer à long terme l'impact des actions de protection et de restauration de la qualité ;
- ✚ Informer l'ensemble des usagers sur la qualité et son évolution.

Les objectifs sont ainsi de :

- ✚ Disposer des données de base pour évaluer l'état du milieu naturel ;
- ✚ Identifier l'étendue et les évolutions de pollutions spécifiques afin d'élaborer des actions ayant pour but d'éliminer ces contaminations ;
- ✚ Définir des politiques de préservation de la qualité et/ou de restauration sur le moyen ou le long terme pour les nappes d'importance de bassin ou régionale ;
- ✚ Juger du degré de satisfaction des usages.

Suivant le type de contrôle appliqué dans le cadre de la DCE, contrôle de surveillance ou contrôle opérationnel, les spécifications sont différentes en termes de masses d'eau à surveiller, de sites à sélectionner, de paramètres à mesurer et de fréquence d'échantillonnage. Elles ne s'appliquent pas obligatoirement à la totalité de la masse d'eau. En effet, certaines masses d'eau présentent des zones très différentes en termes de caractéristiques chimiques et de pressions si bien que, d'un secteur à l'autre, les stratégies de surveillance peuvent varier.

Les règles de gestion des réseaux sur les eaux souterraines sont présentées dans le rapport du SANDRE « Définitions et Règles de gestion des réseaux de mesure et des masses d'eau en eaux souterraines dans ADES ». Les densités et fréquences minimales pour les sites de contrôle de surveillance et de contrôle opérationnel sont ainsi différentes et dépendent de la typologie des masses d'eau.

La sélection des sites de surveillance doit se baser sur la connaissance du fonctionnement de la masse d'eau et le réseau doit être représentatif de l'état général de la masse d'eau. Il convient donc d'étudier la représentativité des sites de surveillance avant de les intégrer au réseau.

Quatre principaux types de points de prélèvements sont disponibles :

- ✚ Forages AEP : facilement accessibles et fréquemment pompés, mais situés a priori dans un environnement protégé (périmètres de protection) et donc non représentatifs de la contamination ;
- ✚ Forages agricoles : mise en route des pompes parfois limitée à la période d'irrigation ; constituant des sites de surveillance très intéressants pour le suivi des pollutions diffuses ;
- ✚ Forages industriels ; parfois difficulté d'accès au point de prélèvement.

La présence d'une pompe dans l'ouvrage est préférable pour faciliter le prélèvement.

Pour la sélection des points, les recommandations du Cahier des charges pour l'évolution des réseaux de surveillance des eaux souterraines en France devront être appliquées. Le choix des points de surveillance doit ainsi être fait en fonction de :

- ✚ L'emplacement : représentativité, enjeu, problème particulier, etc. ;
- ✚ L'accessibilité du point ;
- ✚ L'état de l'ouvrage.

La fréquence du suivi doit être adaptée aux conditions hydrogéologiques de la masse d'eau et à sa typologie. Afin de limiter les coûts d'analyse, la fréquence doit également dépendre de la

nature de la substance recherchée. Il n'est, par exemple, pas nécessaire de doser les micro-polluants minéraux à la même fréquence que les nitrates ou que certains micro-polluants organiques.

Afin d'adapter la fréquence à la nature du paramètre à doser, il est proposé deux niveaux d'analyse correspondant à des fréquences de mesure et à des groupes de paramètres différents :

- ✚ Une analyse de type « photographique » réalisée tous les six ans : s'applique à une liste complète de paramètres et permet de disposer régulièrement d'un état complet de la masse d'eau ;
- ✚ Des analyses une à deux fois⁶ par an des principaux paramètres : un prélèvement en hautes eaux et un en basses eaux.

Le contrôle de surveillance correspond donc à une analyse tous les six ans de nombreux paramètres sur toutes les masses d'eau, complétée par une à deux analyse(s) par an d'une liste minimale de paramètres.

Le contrôle opérationnel s'applique quant à lui à « toutes les masses d'eau ou tous les groupes de masses d'eau souterraine qui, sur la base de l'étude d'incidence et d'un contrôle de surveillance, sont identifiées comme risquant de ne pas répondre aux objectifs visés à l'article 4 » de la DCE. Sur les zones identifiées comme exposées à une pollution ponctuelle, le suivi porte sur les paramètres à l'origine du risque. Le réseau de contrôle opérationnel est constitué des sites du réseau de surveillance complétés par d'autres sites judicieusement sélectionnés pour suivre les pollutions identifiées (en aval des sources de pollution).

La fréquence des contrôles opérationnels doit être choisie de manière à détecter les effets des pressions. La DCE impose que cette fréquence soit au minimum d'une fois par an. Des fréquences plus importantes sont toutefois souhaitables si les conditions hydrogéologiques (taux de renouvellement rapide) et la nature du polluant le justifient.

Le suivi de la qualité mis en place pour répondre aux exigences de la Directive Nitrates 91/676/CEE est assuré grâce aux réseaux de surveillance prévus au titre de la DCE. Les réseaux de surveillance permettent de délimiter les zones vulnérables et de mesurer l'efficacité des programmes d'action. Le réseau « Nitrates » est donc composé des points du réseau de contrôle de surveillance et d'une partie des points du réseau de contrôle opérationnel pour le paramètre nitrate.

Concernant les protocoles d'échantillonnage et d'analyse, et afin d'améliorer la qualité des données acquises, il est demandé de suivre les recommandations de l'annexe 19 du cahier des charges tant pour le contrôle de surveillance que pour le contrôle opérationnel.

Concernant la fréquence du suivi qualité, nous recommandons a minima :

- ✚ Deux analyses de base pour tous les points ;
- ✚ Un suivi renforcé sur les composés azotés et les pesticides pour les points sujets à une contamination agricole (par exemple les points en zones vulnérables aux nitrates).

⁶ Ces fréquences sont données à titre de valeurs minimales.

Par souci d'harmonisation avec la fréquence utilisée par l'Agence de l'Eau, l'échantillonnage devrait être réalisé deux fois par an. Pour les masses d'eau impliquant un contrôle opérationnel (telles les zones vulnérables aux nitrates), la fréquence serait trimestrielle pour les paramètres azote et pesticides.

L'Agence de l'Eau RM&C recommande le suivi des aquifères présentant des déséquilibres quantitatifs et/ou des désordres du point de vue de la qualité. On doit ainsi privilégier les aquifères qui présentent un risque de non atteinte du bon état qualitatif au titre de la DCE et qui sont considérés à ce titre comme zones prioritaires SDAGE. Ce suivi pourrait être intégré au Réseau de Contrôle Opérationnel de l'état chimique des eaux qui a pour objectifs :

- ✚ D'établir l'état des masses d'eau à risque NABE (Non Atteinte du Bon Etat) ;
- ✚ D'établir la présence de toute tendance à la hausse à long terme de la concentration d'un quelconque polluant ;
- ✚ D'évaluer les changements de l'état des masses d'eau suite aux programmes d'actions qui pourront être mis en place pour l'atteinte du bon état.

Par ailleurs, devraient être inclus les aquifères qui sont soumis aux pollutions azotées d'origine agricole et classés à ce titre en zones vulnérables Nitrates ; l'acquisition de données complémentaires pourrait être fort utile pour une meilleure délimitation de ces zonages.

L'Agence peut soutenir financièrement à hauteur de 50 % les suivis de connaissance générale qualité ; ce taux étant porté à 70 % pour les points de mesure relevant du programme de surveillance DCE (incluant le RCO et les états des lieux surfaciques).

4.5 Action type 3 : Evaluation des prélèvements sur les ressources

La création d'ouvrages souterrains est soumise au régime déclaratif dicté par plusieurs lois :

- ✚ Quelque soit la nature, les caractéristiques et l'usage de l'ouvrage, il doit être déclaré en mairie (obligation renforcée par le Décret n° 2008-652 du 2 juillet 2008). Cela est rarement effectué puisque les collectivités disposent généralement de peu d'archive concernant ces travaux ;
- ✚ Le Code Minier, par l'article 131, indique que tout ouvrage souterrain présentant une profondeur supérieure à 10 m doit être déclaré à la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement ;
- ✚ La Loi sur l'Eau régit la réalisation des ouvrages ainsi que les prélèvements dans les ressources superficielles et souterraines. Le régime déclaratif est fonction de la ressource captée et des volumes prélevés. Dans le cas des ouvrages utilisés par les particuliers, considérés par la Loi comme « usage domestique », le seuil de déclaration à la police de l'eau est de 1 000 m³/an. La plupart des ouvrages réalisés par les particuliers ne sont donc généralement pas soumis à déclaration au titre de la Loi sur l'Eau.

Toutes ces lois et régime de déclaration ont été mis en place pour assurer une meilleure protection et gestion de la ressource en eau. Malheureusement, les déclarations auprès des mairies et de la DREAL sont rarement effectuées, induisant une perte de connaissances sur le sous-sol et par endroit une surexploitation des ressources en eau.

4.5.1 Prélèvements domestiques

En raison de l'inefficacité et/ou de l'absence de réglementation vis-à-vis du contrôle des ouvrages particuliers, le gouvernement a publié un décret : Décret n° 2008-652 du 2 juillet 2008 relatif à la déclaration des dispositifs de prélèvement, puits ou forages réalisés à des fins d'usage domestique de l'eau et à leur contrôle ainsi qu'à celui des installations privatives de distribution d'eau potable. Ce décret est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2009.

Les déclarations doivent être effectuées par le propriétaire de l'ouvrage en mairie en renseignant notamment sur le propriétaire et sur l'ouvrage (localisation, usage, date de réalisation, caractéristiques techniques, etc.).

Le maire doit ensuite enregistrer la déclaration et les informations relatives à la création de l'ouvrage dans une base de données mise en place à cet effet par le ministère chargé de l'écologie.

Par la suite, un contrôle des ouvrages doit être effectué au moins une fois tous les cinq ans, ce qui nécessitera la création et la mise en place d'une structure dédiée à cette mission. Le service chargé du contrôle devra notamment vérifier :

- ✚ Les parties apparentes du dispositif de prélèvement de l'eau, entre autres les systèmes de protection et de comptage ;
- ✚ Les usages de l'eau de l'ouvrage ;
- ✚ L'absence de connexion avec le réseau public de distribution d'eau potable.

Avant la mise en place de telles structures, qui nécessitera probablement plusieurs années et des investissements financiers importants, un recensement des ouvrages particuliers devrait être réalisé, par exemple selon la méthodologie proposée en Phase 2.

Il s'agit ici d'une tâche difficile à réaliser, probablement impopulaire, et qui nécessitera un important travail d'information et de communication, afin de sensibiliser le plus grand nombre d'acteurs possible, notamment les élus et les particuliers (voir plus loin la section Sensibilisation des acteurs et des usagers).

Ce travail permettra également d'estimer les volumes prélevés dans chaque aquifère, encore très méconnus, et d'orienter la recherche d'eau dans certains aquifères et en fonction des usages, par exemple en :

- ✚ Privilégiant la création d'ouvrages à usage AEP dans l'aquifère molassique, moins vulnérable aux pollutions de surface et présentant généralement des eaux de meilleure qualité ;
- ✚ Favorisant la création des ouvrages destinés à l'agriculture, à l'industriel ou au domestique non AEP dans les nappes alluviales.

Dans la phase 2 de cette étude, nous avons proposé une méthodologie permettant d'estimer les volumes des prélèvements. Il s'agit, sur des secteurs d'étude limités et caractéristiques du bassin versant, de recenser les ouvrages particuliers, puis statistiquement d'extrapoler les volumes prélevés sur l'ensemble du bassin.

4.5.2 Prélèvements agricoles et industriels

La réglementation en vigueur impose la déclaration des ouvrages agricoles et industriels et l'équipement de ces ouvrages avec des compteurs. La déclaration annuelle des débits prélevés est également obligatoire auprès de l'Agence de l'Eau.

Force est de constater que certains ouvrages ne sont toujours pas déclarés et que des enquêtes de terrain systématiques, principalement en période d'arrosage, permettent d'en découvrir régulièrement.

Une enquête réalisée durant les périodes d'arrosage, incluant les nuits et les week-ends, permettrait de recenser les prélèvements non déclarés et devrait conduire à l'émission d'une contravention pour défaut de déclaration tel que le prévoit la loi.

Également, une visite systématique de tous les ouvrages devrait être menée afin de vérifier l'équipement de l'ouvrage et la présence et le fonctionnement du compteur volumétrique. En cas d'absence de cet équipement obligatoire, les mesures nécessaires devront être prises.

A l'aide des prélèvements actuellement connus à partir des ouvrages déclarés et équipés, une première évaluation des prélèvements par ressource et par secteur pourrait être réalisée. Cette évaluation pourrait être validée par d'autres approches comme l'évaluation des besoins en irrigation par culture, voire par le biais d'une étude utilisant la télédétection.

4.5.3 Diagnostic des ouvrages de prélèvement

Les nombreux forages captant la nappe du miocène peuvent constituer potentiellement autant de sources de pollution, notamment s'ils ont été mal réalisés :

- ✚ Ouvrages mettant en communication deux aquifères de qualité d'eau différentes (molasse et alluvions) ;
- ✚ Défaut de cimentation annulaire ;
- ✚ Mauvaise conception ou absence de tête de puits, permettant l'infiltration d'eaux superficielles.

Lorsque les ouvrages auront été recensés, il s'agira d'établir un plan d'action et de définir des priorités pour réaliser le diagnostic, en demeurant en accord avec les objectifs de la DCE du 23 octobre 2000 :

- ✚ Selon les besoins (priorité quantitative) ;
- ✚ Selon la vulnérabilité des ressources (priorité qualitative).

Le protocole de diagnostic type pourra s'orienter sur les axes suivants qui seront développés ci-dessous. Il permettra d'établir une fiche technique détaillée de chaque ouvrage, pouvant correspondre à sa véritable fiche d'identité :

- ✚ Etat des lieux, état du captage ;
- ✚ Mode de captage ;
- ✚ Inspection vidéo ;
- ✚ Diagraphies différées : contrôle de la cimentation, température, conductivité et micromoulinet en régime statique et dynamique ;

✚ Pompage d'essai.

Les actions proposées seront mises en place et adaptées en fonction des problématiques de chaque ouvrage. Ces dernières seront définies prioritairement par les services de l'état (ministères de la santé et de l'agriculture), notamment pour les ouvrages AEP.

L'Article 11 de l'Arrêté du 11 septembre 2003 de la Loi sur l'Eau stipule également que les ouvrages souterrains et les ouvrages utilisés pour la surveillance ou le prélèvement d'eau situés dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine doivent faire l'objet d'une inspection périodique, au minimum tous les dix ans, en vue de vérifier l'étanchéité de l'installation concernée et l'absence de communication entre les eaux prélevées ou surveillées et les eaux de surface ou celles d'autres formations aquifères interceptées par l'ouvrage.

Concernant le diagnostic des ouvrages, plusieurs actions pourront être proposées et réalisées, notamment :

- ✚ L'auscultation de la tête de puits : état du bâti, présence de fissures, présence de système d'aération, état des moyens d'accès (échelle, plateforme), système de fermeture efficace, fermeture de l'ouvrage de captage par des brides, système d'évacuation des eaux résiduelles de la tête de puits, position du sommet de la tête de puits par rapport au sol dans les cas où l'ouvrage se situe en zone inondable, etc. ;
- ✚ Le diagnostic de l'ouvrage : afin de déterminer l'état de l'ouvrage, de préciser ou de définir ses caractéristiques techniques. Les différentes actions pouvant être réalisées pour répondre à ses objectifs sont les suivantes :
 - Inspection vidéo de l'ouvrage pour déterminer son état (colmatage de la zone captante, présence d'objets intrusifs, rupture du tubage, etc.) et pour préciser sa coupe technique (nature du tubage, position et nature des crépines, profondeur de l'ouvrage, etc.) ;
 - Pompage d'essai par paliers de débits croissants pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de l'ouvrage : débit critique, débit spécifique, débit d'exploitation, pertes de charge. Elles serviront ultérieurement pour détecter des détériorations, des colmatages survenues suite à l'exploitation de l'ouvrage ;
 - Diagraphies différées : il s'agit de descendre dans le forage des sondes permettant de mesurer différents paramètres d'ordre géologique, hydrogéologique ou liés à la conception de l'ouvrage, tels que : contrôle de cimentation de l'espace annulaire, contrôle de la verticalité et du diamètre de l'ouvrage, localisation et quantification des venues d'eau, etc. La réalisation de ces mesures dépend également de la configuration technique de l'ouvrage (ouvrage de gros diamètre, position des crépines, etc.) ;
 - Analyses physico-chimiques et bactériologiques régulières : généralement effectuées par la ARS sur les ouvrages destinés à l'AEP. Cela permettra d'avoir une chronique sur la qualité des eaux, d'observer une éventuelle dégradation de la ressource, et de mettre également en évidence des défauts de conception de la tête de puits (infiltration d'eau de surface pouvant entraîner une augmentation de la turbidité suite à des événements pluvieux) ;
 - Mise en place de capteurs de pression afin de suivre les fluctuations naturelles de la nappe et l'influence du pompage à différentes du cycle hydrologique. Les données recueillies permettront également de déterminer plus facilement l'origine d'une éventuelle perte de productivité (liée à l'ouvrage ou à l'aquifère).

4.6 Action type 4 : Information, sensibilisation et implication des acteurs et usagers

Les actions d'information et de sensibilisation doivent avoir lieu auprès de tous les acteurs et usagers, mais avec des finalités et des moyens différents selon les cibles. Ainsi les canaux d'information et le mode de sensibilisation ne seront pas les mêmes selon que l'on s'adresse à la population, aux agriculteurs ou aux foreurs. Egalement la mise en place de relais s'avère nécessaire pour la réussite d'une telle entreprise. Ainsi une sensibilisation des élus doit avoir lieu de façon initiale afin que ceux ci puissent servir de relais et de moteur des actions auprès de la population. De la même manière, les conseillers agricoles doivent être les moteurs de la sensibilisation auprès des agriculteurs.

4.6.1 Collectivités, élus et public

Une bonne gouvernance se traduit par une efficacité accrue, une amélioration et une démocratisation, des instances et du système de pilotage. Mais elle passe, avant tout, par l'expression et l'écoute des besoins et des attentes des acteurs et du public. Cette participation de tous les acteurs de l'eau implique des mécanismes de concertation démocratiques, étendus et efficaces pour obtenir la convergence des politiques environnementales, économiques et sociales. Il ne s'agit pas d'en rester à une information de base, aussi transparente soit-elle. Il convient d'organiser des consultations élargies et des concertations approfondies afin d'impliquer une large palette d'acteurs qui enrichiront les décisions finales.

Les enjeux sont de plusieurs natures. Il s'agit tout d'abord de rechercher une plus grande adhésion des acteurs locaux aux choix, en assurant à la fois une expression plus claire des responsabilités et une meilleure participation aux décisions. Il convient, ensuite, d'assurer la meilleure efficacité au regard des objectifs de bon état des eaux avec l'ensemble des usagers.

L'élaboration de stratégies locales passe par la concertation entre les acteurs et par un processus de connaissance et de reconnaissance de l'autre. Dans ce domaine la concertation vise à :

- ✚ Identifier et donner la parole à chaque catégorie d'acteurs, et tout particulièrement les acteurs de « l'ombre » que sont les opérateurs informels qui ne bénéficient pas d'une légitimité reconnue et qui pourtant sont des maillons charnières des services, comme les revendeurs d'eau ;
- ✚ Prendre connaissance des contraintes rencontrées par chaque corps de métier dans l'exercice de ses missions ;
- ✚ Définir collectivement les solutions techniques et les mesures organisationnelles et législatives les plus appropriées pour le développement du secteur.

La concertation est un outil permettant aux collectivités locales d'associer tous les partenaires concernés, d'une part bien sûr les usagers et leurs structures organisées, d'autre part l'opérateur principal, les autorités de l'eau, les opérateurs locaux (artisans, revendeurs d'eau, vidangeurs...), les services technique municipaux, les administrations déconcentrées. Le processus doit tout d'abord s'appuyer sur un diagnostic approfondi, tant sur le plan « technique » que sur le plan socio-économique. C'est sur cette base que pourra se construire de façon réellement concertée l'élaboration de la stratégie d'amélioration de la gestion et préservation des ressources.

Ce sont les communes et administrations gestionnaires des ressources qui ont en charge de fédérer l'ensemble des acteurs pour mener à bien la concertation. Exercice d'information, de sensibilisation et d'écoute, l'élaboration d'une stratégie locale positionne la commune comme chef d'orchestre des services eau et assainissement. Au terme du processus, les élus ou les membres du conseil d'administration des autorités de l'eau acquièrent la légitimité que leur confère leur statut pour engager les négociations et résoudre les conflits entre acteurs, arbitrer et réguler les services.

La concertation invite à l'adhésion de tous les acteurs à une même vision globale à long terme qui se traduit à travers une stratégie locale eau et assainissement. Cette stratégie :

- + Définit et renforce le positionnement de chacun des acteurs eau et assainissement ;
- + Fixe les principes organisationnels de chaque type de service ;
- + Définit les politiques tarifaires applicables.

Le gage de respect de chacun de ces éléments stratégiques est lié au fait qu'ils ont été élaborés et validés par l'ensemble des acteurs locaux.

Les collectivités ou les autorités de l'eau disposant de stratégies sont en mesure de proposer un cadre d'intervention clair et rigoureux à l'ensemble des partenaires techniques et financiers.

Parce que l'un des enjeux du développement durable réside dans la sensibilisation et la participation de la société civile, les structures administratives locales doivent intégrer les usagers de l'eau dans sa stratégie de gestion des ressources en eau, à travers :

- + Le soutien et le renforcement des structures locales réunissant des membres représentatifs des problèmes liés à la gestion de l'eau ;
- + La mise en place de mécanismes d'information et de participation des acteurs pour aboutir à une gouvernance de qualité ;
- + La création de supports et outils de communication ad hoc.

Outre le fait qu'elle informe la population des impacts possibles d'une gestion des ressources, la sensibilisation joue un rôle majeur dans l'identification des principaux acteurs et partenaires potentiels et leur implication dans l'initiative.

Divers outils et techniques peuvent être utilisés lors des campagnes de sensibilisation : ateliers, séminaires et groupes thématiques, affiches, brochures et publipostage, médias régionaux (télévision, radio et presse), conférences et expositions, circulaires et rapports, contacts avec les journalistes, information lors des demandes de permis de construire, etc.

Il est en effet nécessaire de parvenir à toucher la majorité de la population et à capter son attention, ce qui est difficile et coûte cher. Pour assurer le succès d'une campagne de sensibilisation, il importe de définir des objectifs clairs et un plan concret (budgétisé).

Le **Tableau 5** présente la réglementation concernant les dossiers de déclaration et/ou d'autorisation des travaux de forage et des prélèvements.

Depuis Septembre 2010, la Police de l'Eau du Vaucluse a mis en place une Politique d'Opposition à Déclaration sur les prélèvements dans la Nappe du Miocène supérieurs à 10 000 m³ par an (volumes cumulés sur un ou plusieurs forages), pour des besoins autres qu'Alimentation en Eau Potable.

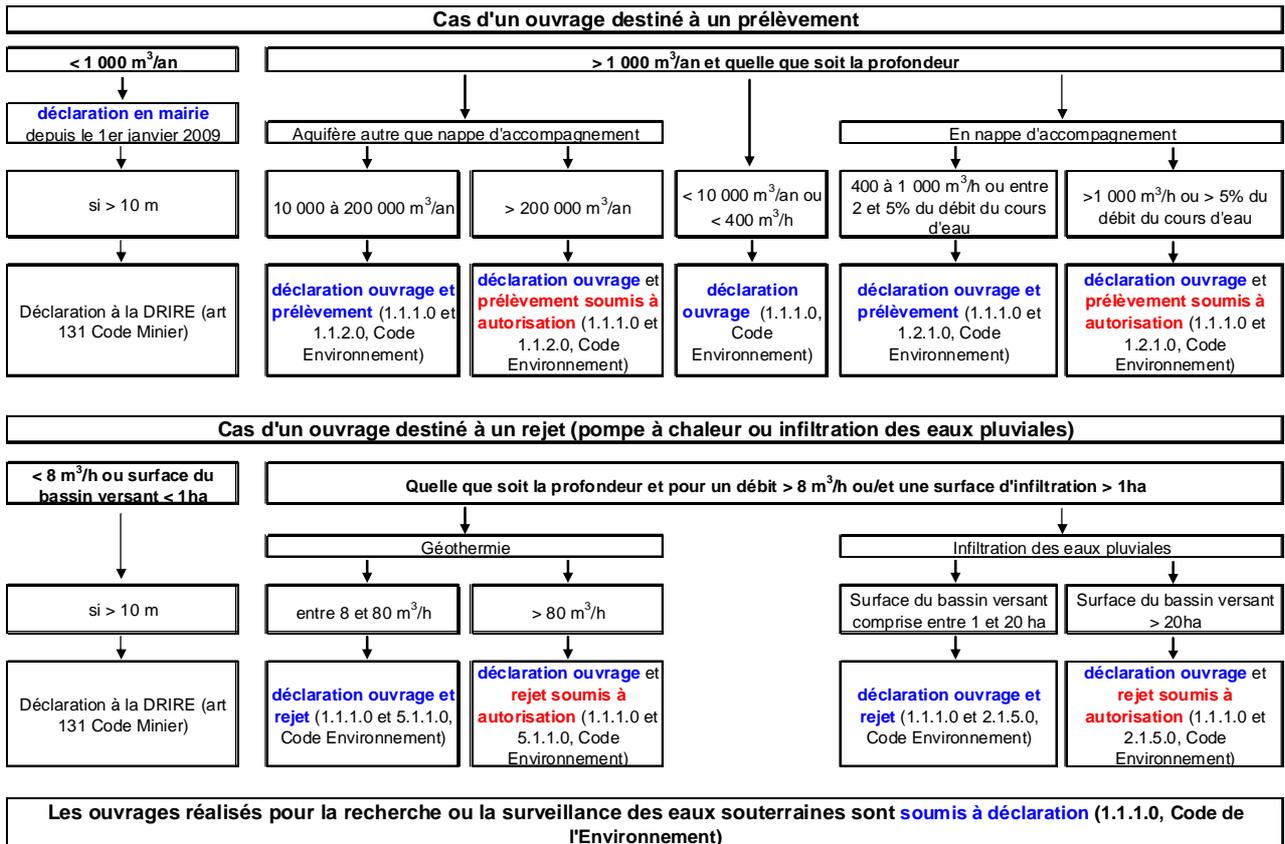


Tableau 5 : Réglementation d'instruction des dossiers de déclaration et d'autorisation concernant les forages

4.6.2 Secteur agricole

Concernant le milieu agricole, les politiques agro-environnementales sont des démarches essentiellement fondées sur le volontariat et prioritairement développées à l'échelle de chaque exploitation agricole. Au-delà des actions de lutte contre les pollutions d'origine agricole des eaux dans le cadre notamment des contrats territoriaux, des politiques agro-environnementales peuvent être animées sous l'égide des chambres d'agriculture, et notamment dans le cadre de l'application de deux dispositifs :

- ✚ Le dispositif national des CAD (Contrats d'Agriculture Durable) qui peut soutenir selon les cas à hauteur d'environ un tiers de l'enveloppe financière globale affectée au département, des actions de limitation du ruissellement ;
- ✚ Une procédure régionale de CGT (Contrats de Gestion de Territoire) pouvant être financé par le conseil régional et l'Union Européenne et soutenant la réalisation d'audits environnementaux dans les exploitations agricoles et la mise en œuvre d'actions qui résultent de ces diagnostics d'exploitations.

Ces politiques reposent sur le volontariat des exploitations agricoles. En conséquence, et dans la plupart des cas, les actions agro-environnementales se déploient de manière individualisée, exploitation par exploitation. La trop faible part d'actions collectives fondées selon des cohérences territoriales, en sus de l'approche micro-économique, ne peut paraître complètement satisfaisante si l'on souhaite renforcer la préservation des ressources en eau selon la logique de bassins versants.

Véritables garantes de la dimension territoriale et de l'intérêt général, les collectivités publiques semblent le plus légitimes à piloter ces démarches en concertation avec les organisations

agricoles. Car, au-delà du travail de sensibilisation et de conseils qu'assurent aujourd'hui les chambres d'agriculture, on ne peut exclure la nécessité de mesures de contraintes lorsque l'on souhaite s'inscrire dans la concrétisation de démarches collectives.

Le besoin de connaissances précises sur les interactions de l'irrigation agricole avec les autres usages et les milieux nécessite un programme d'équipement en compteurs d'eau des ouvrages. Ce programme peut bénéficier, sous certaines conditions, d'une aide de l'Agence de l'Eau. Il n'y a généralement pas de quotas d'eau affectés à chaque exploitation mais des autorisations données pour un débit de pompage. Pour autant, la question de la rationalisation des prélèvements d'eau reste aujourd'hui en suspend. Des interrogations se posent quant aux interactions effectives ou non entre les consommations liées à l'irrigation et les niveaux exceptionnellement bas des étiages constatés lors de certaines des dernières années.

Il existe des moyens de mieux gérer l'irrigation. La principale action allant dans ce sens et mise en œuvre suite à la loi sur l'eau est la mise en place de compteurs d'eau sur l'ensemble des ouvrages agricoles. Un pilotage de l'irrigation pourrait être réalisé grâce aux conseils d'irrigation et aux bulletins météorologiques diffusés par la chambre d'agriculture. La nécessité d'un processus de concertation et de dialogue avec la profession agricole apparaît fondamentale pour mener à bien une politique de rationalisation de l'usage de l'eau.

Une démarche de gestion intégrée des ressources vise à identifier les ressources en eau disponibles et sa comparaison avec les usages prévisibles tant de la profession agricole que des usages domestiques. En fonction des risques prévisibles de conflits d'usage entre les consommations agricoles, domestiques et AEP, des mesures de limitation des consommations pour irrigation pourraient s'avérer nécessaires, tel que par exemple :

- ✚ La révision des critères de fixation des quotas sur la base du type de cultures et des surfaces en lieu et place du critère des consommations historiques ;
- ✚ La promotion de techniques d'irrigation alternatives ;
- ✚ La promotion de pratiques culturales alternatives, etc.

Au niveau de la qualité des eaux, l'extension de la démarche CIPAN (culture intercalaire piège à nitrates) est exprimée tant du point de vue des élus communautaires qu'au niveau de certains représentants de la profession agricole. Aujourd'hui essentiellement limités dans des périmètres restreints, ces pratiques gagneraient à être généralisées à l'échelle des bassins d'alimentation de ces captages. Par ailleurs, une révision à la hausse du périmètre de ces bassins est également souhaitée. Au-delà des incidences financières, cela suppose par ailleurs des efforts accrus de sensibilisation et de médiation avec notamment la profession agricole. Certains appellent également de leurs vœux au développement d'une politique d'acquisition foncière à l'instar de ce que pratiquent déjà certaines collectivités locales.

Dans le cadre de la conditionnalité des aides de la PAC et de la perspective d'une mise en place obligatoire de bandes enherbées sur les parcelles agricoles équivalente à 3% de la SCOP (Superficie en Céréales, Oléagineux et Protéagineux) des exploitations agricoles, la localisation des ces bandes enherbées » peut faire l'objet d'adaptations locales à l'exception de la prise en compte systématique des bordures de cours d'eau. Ce contexte semble favorable pour intensifier ces politiques préventives de limitation du ruissellement et de coulées de boues par le soutien aux aménagements et à l'entretien du parcellaire agricole (réalisation de talus, plantation de haies, pratiques culturales adaptées, brigades intercommunales de cantonniers, ...). Par ailleurs, le renforcement et la mise en cohérence des actions relevant du maintien ou de la reconquête des zones humides peuvent également s'inscrire dans ces démarches préventives.

4.6.3 Secteur industriel

Les actions en direction des industriels, et plus spécifiquement la police des usages industriels de l'eau, sont aujourd'hui principalement réparties notamment entre la DREAL pour les établissements classés et la DDT pour le secteur agro-alimentaire. Au-delà des opérations de contrôle, les chambres de commerce et d'industrie peuvent assurer un travail de sensibilisation et d'audits auprès des entreprises afin de les aider, d'une part, dans leurs démarches de respect de la réglementation, et tout particulièrement le volet concernant les autorisations de rejet des eaux usées dans le réseau public. D'autre part, des audits et une aide à la mise en œuvre de solutions individuelles peuvent être proposés en vue notamment d'améliorer les conditions d'assainissement des eaux usées.

Au-delà de telles actions menées dans un cadre départemental, un suivi plus poussé des entreprises s'engageant dans ce type de démarches semble souhaitable à l'échelle du bassin versant, compte tenu des objectifs de qualité des eaux par définition collectifs. Par ailleurs, une sensibilisation accrue en direction des petites et moyennes entreprises semblent nécessaires compte tenu du manque de connaissance des réglementations en vigueur.

4.6.4 Entreprises de forage

Les sociétés de forage font partie des principaux acteurs dans l'exploitation de la ressource en eau souterraine. Dans le cadre d'une gestion intégrée et de sauvegarde des ressources en eau, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif, il est important de les associer aux démarches de qualité à mettre en place.

Il existe sur le Sud Est de la France une Association Syndicale des Entreprises de Forages et qui couvre le bassin molassique. Elle a été créée en 1985 avec des objectifs multiples :

- + Rapprocher les professionnels et favoriser les échanges ;
- + Informer les entreprises sur les contraintes techniques et administratives ;
- + Respecter l'environnement par l'emploi de méthode de travail en accord avec une gestion durable des ressources ;
- + Améliorer la qualité des ouvrages, grâce à la mise en place d'une charte de qualité qui imposent des règles de l'art bien définies.

L'ASEF regroupe les professionnels qui s'engagent à respecter la charte qualité qu'ils ont signée et s'engagent notamment à :

- + Exécuter l'ouvrage selon un plan de travail établi lors du devis ;
- + Respecter l'environnement : utiliser des graisses et huiles non polluantes et des tubages de qualité alimentaire, de s'assurer de l'étanchéité de la cimentation et des moyens de fermeture ;
- + Transmettre aux clients une fiche technique de l'ouvrage définissant notamment le diamètre et la profondeur de l'ouvrage, le débit du forage, etc. et des préconisations pour l'exploitation de l'ouvrage.

Toutefois, seulement 11 entreprises se sont investies dans cette démarche sur les départements de la Drôme et du Vaucluse. Un travail d'information pourra donc être mis en place pour sensibiliser un plus grand nombre de sociétés de forages et pour poursuivre les démarches visant à améliorer la qualité des ouvrages et de la ressource en eau.

4.7 Action type 5 : Outils réglementaires et juridiques

4.7.1 Comparaison des outils existants

Les outils existant à ce jour permettent :

- ✚ D'officialiser la délimitation des zones telles que définies dans le cadre de l'étude ;
- ✚ D'engager des actions de préservation/protection des zones stratégiques dans leur globalité ou grâce à des outils liés à d'autres enjeux qui y contribuent.

Les outils qui peuvent être aussi bien de gestion de l'eau que de gestion de l'aménagement du territoire doivent être mobilisés et mis en place par les acteurs locaux, dans la mesure du possible. En fonction des contextes et enjeux locaux, certains outils seront préférentiellement mobilisables.

Le **Tableau 6** permet de comparer les différents outils réglementaires et juridiques permettant le zonage et la préservation des zones stratégiques. Il a été réalisé à partir du « Rapport de Phase 3 : Synthèse des outils permettant le zonage et la préservation des zones stratégiques » de l'étude d'*Identification et de protection des ressources en eau potable stratégiques pour l'alimentation sur les nappes alluviales du Rhône*, réalisé par SEPIA Conseils pour l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse, version d'avril 2009.

Les conclusions de cette synthèse sont les suivantes :

- ✚ Parmi les nombreuses expériences dans d'autres départements sur des zones sensibles ou stratégiques, aucune n'est totalement satisfaisante pour protéger de manière durable une ressource non exploitée en France ;
- ✚ La protection de la ressource en eau nécessite des contraintes sur l'aménagement du territoire et sur l'occupation des sols, car :
 - La plupart des activités humaines représentent une source de pollution ;
 - Les élus des collectivités, compétents en matière d'aménagement du territoire, ne sont pas les meilleurs défenseurs de la ressource en eau, si la protection de la ressource va à l'encontre des projets de développement économique.

Aujourd'hui, il n'existe aucun outil spécifique assurant une protection de la ressource en eau équivalente aux réglementations de protection et de sauvegarde des espaces animaux et végétales, des écosystèmes et des paysages.

La contractualisation d'actions ou de pratiques, telle que le contrat de nappe, reste l'outil le plus adapté, bien qu'il ne soit pas suffisant. Certains retours d'expérience montrent leur absence de pérennité : les bonnes pratiques auraient tendance à s'essouffler avec la baisse des aides financières accordées. De plus, la durée étant limitée à 5 ans, il est difficile d'assurer une protection de la ressource à long terme.

Les paragraphes suivants présentent le détail des outils existants qui semblent les mieux adaptés :

- ✚ SAGE ;
- ✚ Contrat de Nappe ;
- ✚ Projet d'Intérêt Général (PIG) ;
- ✚ Porter à Connaissance (PAC) ou Lettre Circulaire du Préfet ;
- ✚ Zone de protection des Aires d'Alimentation de Captages (AAC) ;
- ✚ Intégration dans les documents d'urbanisme (SCoT).

	INITIATIVE	APPROBATION	DUREE	PORTEE JURIDIQUE	INTERET POUR LES ZONES STRATEGIQUES
1- OUTILS D'IDENTIFICATION DES ZONES STRATEGIQUES ET DEFINITION DES PRINCIPES DE PRESERVATION					
SDAGE	Comité de bassin	Préfet coordonateur de bassin	6 ans	non opposable aux tiers opposable à l'administration	Indispensable à la protection des zones stratégiques
SAGE	acteurs locaux	SDAGE ou Préfet de département		opposable aux tiers opposable à l'administration	Intégration dans les documents d'urbanisme
Programme d'Intérêt Général (PIG)	Etat ou collectivités ou établissements publics	Arrêté préfectoral	3 ans (renouvelable)		Préservation de la ressource
Portée à connaissance (PAC) ou Lettre Circulaire du Préfet	Etat	Préfet (porteur)			Diffusion de l'information
Zone de protection des aires d'alimentation de captages	Services de l'Etat	Arrêté préfectoral	sans durée		Délimitation officielle d'un périmètre Définition et mise en œuvre d'actions de préservation et de restauration
2- OUTILS DE MISE EN ŒUVRE D' ACTIONS DANS LES ZONES STRATEGIQUES					
2.1- OUTILS GENERAUX					
Communication, sensibilisation, concertation avec les acteurs locaux	Etat, collectivités, Agence de l'eau				
Moratoire, charte, protocole, convention, doctrine et autres politiques contractuelles	Etat ou collectivités	Préfet			
2.2- OUTILS DE GESTION DE L'EAU					
Contrat de milieu (nappe)	Collectivités ou syndicats	Partenaires financiers (Agence de l'Eau)	5 ans		Mise en œuvre rapide, Complémentaire au SAGE, Délimitation des zones stratégiques Actions concrètes
2.3- OUTILS D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE					
Directive territoriale d'aménagement (DTA)	Etat et/ou Région	Décret en Conseil d'Etat	sans durée		
Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT)	Conseil Régional		20 ans (orientations sur 10 ans)		Principaux objectifs d'aménagement du territoire (ni prescriptions ni recommandations)
Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)	Commune ou Communauté de Communes	Périmètres arrêtés par le Préfet Schéma arrêté par délibération	10 ans (révision sinon caduc)		Intégrer le zonage Définir les principes d'une préservation
Plan Local d'Urbanisme (PLU), Plan d'Occupation des Sols (POS)	Commune	Collectivité compétente en urbanisme	3 ans	Opposable aux tiers	
Document de Gestion de l'Espace Agricole et Forestier (DGEAF)	Préfet de département	Arrêté préfectoral	révisé dans un délai de 10 ans		
Schéma Départemental des Carrières (SDC)					
2.4- OUTILS DE MAITRISE DU FONCIER					
Acquisition foncière					
Redistribution foncière					
Maîtrise de l'usage des terres					
Bail environnemental					
Travail des conservatoires pour les zones sensibles					
Servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation du sol					

	INITIATIVE	APPROBATION	DUREE	PORTEE JURIDIQUE	INTERET POUR LES ZONES STRATEGIQUES
2.5- OUTILS FINANCIERS					
Aides et redevances de l'Agence de l'eau					
Prix de l'eau					
Taxe Générale sur les Activités Polluantes (industriels)					
3- OUTILS DE PRESERVATION DES ZONES STRATEGIQUES					
3.1- OUTILS DE GESTION DE L'EAU					
Zones de répartition des Eaux (ZRE)	Agence de l'Eau et DREAL			Dossiers de déclaration passent en autorisation Opposition à déclaration	
Gestion collective des prélèvements d'irrigation	Organisme candidat à l'Etat ou Etat				
Zones vulnérables aux pollutions par les nitrates	Inventaire des zones	Préfet coordonateur de bassin			Programme d'actions
Zones sensibles (eaux superficielles)		Préfet coordonateur de bassin			
Zones humides					
Zones inondables et Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI)	Etat (Atlas Zone Inondable et Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles), Enquête publique	Arrêté préfectoral		Opposable aux tiers et à l'administration Servitude d'utilité publique	Délimitation de zones de danger et de zones de prévention Mesures de prévention, protection, sauvegarde
3.2- OUTILS DE GESTION DES ESPACES NATURELS					
Espace naturel sensible départemental (ENS)	Conseil Général		sans durée		
Protection et mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains (PAEN)	Conseil Général		sans durée		Périmètres Programme d'actions
Parc Naturel Régional (PNR)	Conseil Général	Décret simple	12 ans maxi		
Arrêtés de Protection de Biotope	Etat	Arrêté préfectoral	sans durée		
Réserves Naturelles Régionales	Conseil Régional	Délibération du Conseil Régional ou décret en Conseil d'Etat	sans durée		
Réserves Naturelles Nationales	Administration, associations de protection de l'environnement	Décret simple ou en Conseil d'Etat	sans durée		Activités réglementées ou interdites
Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF)	Etat, Muséum national d'histoire naturelle	DREAL (actualisation)	sans durée	Indications pour l'urbanisme et l'aménagement du territoire	
Natura 2000	Préfet, Commission Européenne	Arrêté préfectoral, Arrêté du Ministère de l'Environnement	sans durée		
Espaces boisés	Conseil Général ou Collectivité	Arrêté du Département ou intégration dans le PLU	sans durée		
Forêts de protection	Etat	Décret en Conseil d'Etat	sans durée		
Sites classés	Commission départementale des sites, perspectives et paysages (CDSPP)	Arrêté du Ministère chargé des sites ou décret en Conseil d'Etat	sans durée		
Sites inscrits	Ministère chargé des sites, éventuellement à la demande des acteurs locaux	Arrêté du Ministère chargé des sites	sans durée		

Tableau 6 : Comparaison des outils permettant le zonage et la préservation des zones stratégiques

4.7.2 Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)

4.7.2.1 Définition d'un SAGE

Articles L212-3 à L212-11 et R212-26 à R212-48 du Code de l'environnement

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 reprise par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques 2006/1772 du 30 décembre 2006 impose une planification systématique et obligatoire de toutes les ressources en eau par la création de SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux), à l'échelle des grands bassins hydrographiques, et de SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux), à une échelle géographique plus limitée.

Pour un territoire considéré, un SAGE fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau souterraines entre autres. Il permet une déclinaison locale des orientations du SDAGE. Le SAGE doit être compatible ou rendu compatible avec ce dernier.

Le SAGE est une initiative locale portée par les acteurs locaux, le périmètre et le délai d'élaboration et de révision pouvant être déterminé par le SDAGE. A défaut il peut être arrêté par le préfet de département.

Il comporte un Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques (PAGD). Ce plan peut identifier (cf. article L212-5-1) : les zones où il est nécessaire d'assurer la protection quantitative et qualitative des aires d'alimentation des captages d'eau potable d'une importance particulière pour l'approvisionnement actuel ou futur.

Le SAGE comporte également un règlement pouvant notamment (cf. article L212-5-1) définir des priorités d'usage de la ressource en eau ainsi que la répartition de volumes globaux de prélèvement par usage et définir les mesures nécessaires à la restauration et à la préservation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, en fonction des différentes utilisations de l'eau. Il peut ainsi édicter les règles (cf. article R212-47) :

- ✚ Particulières d'utilisation de la ressource en eau applicables ;
- ✚ Nécessaires :
 - A la restauration et à la préservation qualitative et quantitative de la ressource en eau dans les aires d'alimentation des captages d'eau potable d'une importance particulière prévues (cf. art. L. 211-3) ;
 - Au maintien et à la restauration des zones humides d'intérêt environnemental particulier (cf. art. L. 211-3) et des zones stratégiques pour la gestion de l'eau (cf. art. L. 212-5-1).

Lorsque le schéma a été approuvé et publié, le règlement et ses documents cartographiques sont opposables aux administrations et aux tiers. Les décisions applicables dans le périmètre défini par le schéma prises dans le domaine de l'eau par les autorités administratives doivent être compatibles ou rendues compatibles avec le PAGD de la ressource en eau dans les conditions et les délais qu'il précise.

4.7.2.2 Mise en place d'un SAGE

Une étude de mise en place d'un SAGE inclut globalement les étapes suivantes :

- ✚ **Phase 1 : état des lieux** : Expertise globale et critique des connaissances sur les milieux et sur les usages de l'eau ;
- ✚ **Phase 2 : diagnostic global** : Synthèse des données de l'état des lieux visant à apporter une vision synthétique et objective aux acteurs, de dégager les convergences, d'identifier les divergences et de repérer les opportunités et les atouts du bassin versant ;
- ✚ **Phase 3 : tendances et scénarios** : Analyse de l'évolution des usages et de leurs impacts sur les ressources en eau et les milieux aquatiques avec comparaison de différents scénarios ;
- ✚ **Phase 4 : choix de stratégie** : Evaluation des scénarios par la Commission locale de l'eau, formalisation des objectifs collectifs du SAGE (en termes de milieux et d'usages) et choix d'un scénario collectif à poursuivre (« stratégie ») ;
- ✚ **Phase 5 : produits du SAGE** : Définition, dans le cadre de la stratégie choisie par la Commission Locale de l'Eau (CLE), des orientations de gestion, d'aménagement, des propositions de suivi ainsi que des dispositifs d'accompagnement des actions et de diffusion des informations.

La mise en œuvre opérationnelle du SAGE nécessite la désignation ou la création d'une Structure Porteuse du projet SAGE (SPS) qui jouera un rôle essentiel et fondamental en termes d'animation. Cette structure doit disposer à la fois d'une réelle reconnaissance sur le bassin vis-à-vis du projet SAGE et de moyens financiers et humains suffisants. L'intérêt principal de la création d'une SPS est de fédérer l'ensemble des acteurs autour d'un projet commun que constitue la mise en œuvre du SAGE. Cette SPS peut avoir de larges attributions à terme en particulier d'études et de travaux (article L. 211-7 du code l'environnement).

Son rôle premier est l'animation et la création d'une dynamique à l'échelle de l'ensemble du bassin versant ainsi que le suivi administratif et technique de la CLE. Toutefois, il est souhaitable qu'elle prenne la maîtrise d'ouvrage (pour études ou travaux) de certains projets globaux qui ne peuvent être pris en charge par d'autres structures. Les compétences de la SPS sont détaillées dans ses statuts. La SPS aura au moins les objectifs suivants :

- ✚ Informer et communiquer sur le SAGE ;
- ✚ Mener et accompagner les actions nécessitant une animation à l'échelle du bassin ;
- ✚ Coordonner la mise en œuvre des actions du SAGE ;
- ✚ Effectuer un travail de centralisation et de valorisation d'informations et de données issues de l'ensemble des études effectuées sur le bassin afin d'assurer leur diffusion et de surveiller la cohérence des actions qui en sont issues ;
- ✚ Veiller à la cohérence des projets avec le SAGE ;
- ✚ Apporter un appui technique à l'élaboration des projets et à leur mise en œuvre ;
- ✚ Suivre et évaluer la mise en œuvre du SAGE, ainsi que sa révision.

Il apparaît donc fondamental que la SPS joue un rôle de collecte de données et de synthèse de ces données sur l'ensemble du territoire et concernant tous les enjeux du SAGE. Par exemple, la SPS peut être destinataire d'un bilan annuel de la part de chaque acteur concernant sa gestion de l'eau. Ses moyens financiers reposeront sur la participation des différentes structures adhérentes, des usagers de l'eau, ainsi que sur les aides, en particulier de l'Etat et de l'Agence de l'eau.

4.7.2.3 SAGE Molasses Miocènes du Comtat

Les grandes orientations d'un SAGE pour l'aquifère des Molasses Miocènes du Comtat relatif à la gestion qualitative et quantitative des ressources souterraines pourraient être les suivantes :

- ✚ Mettre en œuvre une gestion équilibrée de la ressource dans le but d'assurer simultanément les exigences de santé et de salubrité, la préservation de la ressource à long terme et les activités économiques ;
- ✚ Prévenir les risques de pénurie en privilégiant les solutions les mieux intégrées. Cet objectif implique de réduire la dépendance des usages existants vis-à-vis des ressources sensibles aux déficits pluviométriques et/ ou déjà trop sollicités par des prélèvements, et de définir les choix en matière de développement d'activités existantes et d'implantation d'activités nouvelles en fonction des ressources disponibles. Suivant ce principe, seront privilégiés par ordre de priorité :
 - les mesures d'économie de la ressource ;
 - le partage de la ressource ;
 - la mobilisation de nouvelles ressources, à partir des secteurs excédentaires, si nécessaire, au moyen de transfert de bassin à bassin ;
- ✚ Préparer la gestion des eaux en situation de crise, avec comme principe une juste répartition des ressources avec des priorités. Des seuils d'alerte et de crise devraient être définis pour permettre de préparer et d'organiser les dispositions à prendre si la pénurie survient.

4.7.2.4 Intérêt et limites du SAGE

Le SAGE est un outil de planification et de concertation qui vise à la définition d'enjeux et d'objectifs sur un territoire.

Dans le PAGD, il peut identifier les zones stratégiques.

Via le règlement, il permet d'aboutir à des prescriptions particulières. Il s'agit d'un outil particulièrement pertinent et « efficace » pour la préservation de zones stratégiques.

Pour être le plus pertinent possible, la concertation doit aboutir à la définition de règles partagées de gestion précises, faciles à appliquer. Cette concertation avec tous les acteurs locaux peut dans certains cas faire ressortir des conflits d'usage, d'occupation du sol et limiter le champ d'application du règlement et donc sa pertinence.

Le SAGE prend toute son importance lors de sa prise en compte dans les documents d'urbanisme tels que les SCoT et les PLU qui agissent sur l'occupation des sols, l'aménagement des territoires.

Un « SAGE Molasses Miocènes du Comtat » serait une structure efficace pour la gestion intégrée des ressources en eau à long terme. Il permettrait de délimiter les zones stratégiques et de définir les orientations de gestion et de préservation. Néanmoins, il nécessitera d'être complété par d'autres outils, permettant une déclinaison opérationnelle de ses orientations.

4.7.3 Contrat de nappe

L'objectif ultime de la démarche de gestion et protection des ressources en eau vise à terme la mise en œuvre d'un contrat de nappe, complémentaire d'un SAGE. La mise en place d'un contrat de nappe suit en grande partie la démarche de mise en place d'un SAGE.

Mis en place et portés par une collectivité territoriale ou un syndicat, les contrats généralement signés avec une Agence de l'eau et autres partenaires financiers, ont pour objectif de définir un programme d'actions suite à la réalisation d'un état des lieux et d'un diagnostic de territoire. La durée du contrat est limitée à 5 ans, renouvelable.

Il peut s'agir d'un contrat de nappe, contrat de rivière, contrat de lac, contrat de baie. Le contrat de nappe concerne alors directement la préservation de la nappe concernée, tandis qu'un contrat de rivière pourra agir plus indirectement sur la préservation de la nappe sous-jacente ou associée.

On peut citer l'exemple de la nappe de l'Astien qui a fait l'objet de deux contrats de nappe successifs. Les contrats permettent d'engager des actions concrètes dont les résultats sont évalués au terme du contrat. C'est un outil de programmation opérationnel. Le contrat de nappe est un outil qui peut délimiter les zones stratégiques.

C'est un outil pertinent qui met en œuvre des actions concrètes, généralement destinées à améliorer une situation dégradée ou en cours de dégradation. La principale limite de cet outil est la durée du contrat, généralement de l'ordre de 5 ans, qui n'assure pas une pérennisation des actions dans le temps. Les retours d'expériences montrent fréquemment une succession de contrats pour poursuivre les actions qui n'ont pas été mises en œuvre dans le délai initialement prévu. L'atout de cet outil est une mise en œuvre généralement relativement rapide, en comparaison avec la mise en place d'un SAGE qui nécessite une longue phase de concertation.

La création d'un contrat de nappe sur le Molasse Miocènes du Comtat permettrait de mettre en place des moyens de protection adaptés pour la ressource en eau, également au niveau des aires d'alimentation. Sur le secteur d'étude, l'aquifère d'intérêt patrimonial des molasses miocènes du Comtat, masse d'eau FR_DO_218, constitue une ressource primordiale pour l'usage AEP. Cette ressource est donc à protéger. La création d'un syndicat ou d'un organisme d'état porteur permettrait d'assurer une gestion optimisée de la nappe et de mettre en place un programme d'action pour préserver la ressource à long terme, avec par exemple : analyses chimiques, expertises des forages, travaux de bouchage ou de réhabilitation...

Le contrat de nappe est un outil complémentaire au SAGE, lorsque ce dernier existe, car il permet une déclinaison opérationnelle des orientations définies dans le SAGE.

4.7.4 Projet d'Intérêt Général (PIG)

Articles 121-2, L 121-9, R121-1, R121-3 du Code de l'urbanisme

Sur une initiative de l'Etat, de collectivités ou d'établissements publics, le Projet d'Intérêt Général (PIG) est approuvé par arrêté préfectoral valable pendant trois ans.

Il constitue l'un des outils dont dispose l'Etat pour garantir la réalisation de projets présentant un caractère d'utilité publique et relevant d'intérêts dépassant le cadre communal voire intercommunal. L'Etat peut ainsi imposer à une collectivité ses propres projets d'utilité publique

mais aussi ceux des autres collectivités publiques, collectivités territoriales ou établissements publics.

La notion de PIG, prévue par les articles L.121-2 et L.121-9, est définie par l'article R.121-3 du code de l'urbanisme qui énumère ce que doivent être les destinations d'un projet pour être qualifié de PIG :

- ✚ L'objet du projet : Le projet doit avoir pour objet la réalisation d'ouvrage, de travaux ou de protection ;
- ✚ Le caractère d'utilité publique du projet : L'utilité publique est appréciée en référence à la théorie du bilan ;
- ✚ La destination des projets :
 - La réalisation d'une opération d'aménagement (au sens de l'article L.300-1 du code de l'urbanisme) ;
 - La réalisation d'une opération d'équipement ;
 - Le fonctionnement d'un service public ;
 - L'accueil et le logement des personnes défavorisées ou de ressources modestes ;
 - La protection du patrimoine naturel ou culturel ;
 - La prévention des risques ;
 - La mise en valeur des ressources naturelles ;
 - L'aménagement agricole et rural. ;

L'article R.121-3, dernier alinéa, précise que ne peuvent pas être qualifiés de PIG « les projets relevant de l'initiative des communes ou de leurs groupements compétents pour élaborer un document d'urbanisme ou des communes membres de ces groupements ». Les PIG sont toujours des projets extérieurs à la collectivité qui élabore le document.

Le projet mentionné à l'article R. 121-3 est qualifié de projet d'intérêt général par arrêté préfectoral « en vue de sa prise en compte dans un document d'urbanisme ». Cet arrêté est notifié à la personne publique qui élabore le document d'urbanisme.

L'article R.121-4 précise que l'arrêté préfectoral devient caduc à l'expiration d'un délai de trois ans à compter de la notification. Il peut être renouvelé.

La notion de PIG au sens de l'article R.121-3 du code de l'urbanisme ne doit pas être confondue avec celle de projet « présentant un intérêt général », au sens du dernier alinéa de l'article L.123-13 du code de l'urbanisme permettant à la collectivité d'adapter son Plan Local d'Urbanisme (PLU) par le biais de la procédure de révision simplifiée.

Les articles L.121-2, L.123-14, R121-1 et R.121-4 du code de l'urbanisme explicitent les modalités de prise en compte des PIG dans les documents d'urbanisme.

La procédure de PIG ayant pour objet d'imposer aux collectivités de prendre en compte le projet ainsi qualifié dans leur document d'urbanisme, le préfet, lorsqu'il notifie le PIG à la collectivité, doit lui indiquer les incidences concrètes de ce projet sur son document d'urbanisme.

Le PIG est un outil qui semble très pertinent à mettre en œuvre pour garantir la prise en compte de la préservation de la ressource en eau dans l'aménagement du territoire, au-delà des périmètres de protection immédiate et rapprochée institués par DUP.

La principale limite serait sa durée limitée dans le temps qui implique a priori un renouvellement tous les trois ans.

4.7.5 Porter à Connaissance (PAC) ou Lettre Circulaire du Préfet

Le Porter à Connaissance (PAC), issu d'une initiative de l'Etat, est porté par le Préfet.

L'Etat veille au respect des principes définis à l'article L. 121-1 et à la prise en compte des projets d'intérêt général ainsi que des opérations d'intérêt national.

Il doit porter à la connaissance des collectivités les informations nécessaires à l'exercice de leurs compétences en matière d'urbanisme lorsqu'il reçoit la décision d'une Commune, d'un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPIC) ou d'un Syndicat Mixte d'élaborer ou de réviser un Schéma de Cohérence Territoriale ou un Plan Local d'Urbanisme.

Le Préfet fournit notamment les études techniques dont dispose l'Etat en matière de prévention des risques et de protection de l'environnement, ainsi qu'en matière d'inventaire général du patrimoine culturel.

Les porters à connaissance sont tenus à la disposition du public. En outre, tout ou partie de ces pièces peut être annexé au dossier d'enquête publique.

La circulaire UHC/PS/18 no 2001-63 du 6 septembre 2001 relative au rôle de l'Etat dans la relance de la planification détaille les modalités du PAC.

Pour les communes qui ne sont pas en cours d'élaboration ou de révision d'un document d'urbanisme, le Préfet peut néanmoins les informer, via une Lettre Circulaire, de l'obligation de prise en compte des enjeux environnementaux dans les documents d'urbanisme.

La rédaction d'une Lettre Circulaire est confiée à un groupe de travail réunissant des représentants des services de l'Etat, notamment issus de la DREAL et de la DDT des départements concernés. Le groupe de travail Miocène des départements de la Drôme et du Vaucluse pourra ainsi être sollicité pour rédiger une Lettre Circulaire concernant la Nappe du Miocène.

Le Porter à Connaissance (ou la Lettre Circulaire du Préfet) est un outil très pertinent pour diffuser une information, et notamment la reconnaissance des zones stratégiques. Il est un relai indispensable pour aider les collectivités à la prise en compte des enjeux liés aux nappes dans les projets et schémas d'urbanisation.

La Lettre Circulaire présente l'avantage de pouvoir être adressée à tout moment par le Préfet à toutes les collectivités du territoire, à la différence du Porter à Connaissance adressé uniquement lorsqu'une collectivité décide d'élaborer ou de réviser un document d'urbanisme.

La principale limite de ces outils est qu'ils ne revêtent aucun caractère d'obligation de résultats. Il s'agit ensuite de la responsabilité de la collectivité de tenir compte ou non des informations transmises.

4.7.6 Zone de protection des Aires (ou Bassins) d’Alimentation des Captages (AAC ou BAC)

Articles L211-3, R211-110 du Code de l’environnement, art. R. 114-1 à R. 114-10 du Code rural « l’agriculture de certaines zones soumises à contraintes environnementales ».

Outil complémentaire des périmètres de protection des captages instaurés par DUP pour lutter contre les pollutions accidentelles (donc sur une partie de l’AAC), les zones de protection des aires d’alimentation des captages visent les pollutions diffuses (sur la totalité de l’AAC). La délimitation des zones est faite par arrêté préfectoral et pour chaque zone délimitée ou envisagée, le préfet établit un programme d’actions, sans durée limite.

Le BRGM a établi une méthodologie relative à :

- ✚ La délimitation du bassin d’alimentation du captage d’eau souterraine ;
- ✚ La cartographie de la vulnérabilité intrinsèque du bassin d’alimentation vis-à-vis des pollutions diffuses (permettant de repérer les zones les plus vulnérables et les plus contributives à l’alimentation du captage).

La circulaire du 30 mai 2008 expose les conditions de mise en œuvre :

- ✚ Le dispositif est destiné à mettre en œuvre des programmes d’actions principalement à destination des exploitants agricoles et propriétaires fonciers (le cas échéant, des actions peuvent être mises en œuvre en parallèle, dans un autre cadre, à destination d’autres acteurs dont les pratiques ont également une influence sur les milieux aquatiques) ;
- ✚ Il y a lieu d’identifier les cas prioritaires ;
- ✚ Le choix de mobilisation du dispositif réglementaire doit s’appuyer sur l’appréciation d’un « état des lieux » relatif aux risques environnementaux liés notamment aux pratiques agricoles, permettant de définir une situation de départ et de fixer un objectif à atteindre ;
- ✚ La mise en œuvre des programmes d’action doit se faire, autant que possible, dans un cadre négocié et contractuel. Le passage à une modalité d’application obligatoire ne constitue donc qu’une possibilité. - La volonté de rendre obligatoire tout ou partie du programme d’action ne peut résulter que du constat de l’insuffisance de son niveau de mise en œuvre par les acteurs concernés (exploitants agricoles, propriétaires) par rapport aux objectifs initialement fixés.

Les principaux éléments permettant le tracé d’une aire d’alimentation représentative sont :

- ✚ Direction et valeur du gradient piézométrique ;
- ✚ Perméabilité (ou transmissivité) de la formation aquifère ;
- ✚ Epaisseur de la zone mouillée (ou de la zone conductrice) ;
- ✚ Débit de pompage du captage ;
- ✚ Recharge et conditions aux limites.
- ✚ Occupation des sols.

Lors de la délimitation, il y a lieu de délimiter la zone porteuse de l'enjeu environnemental et la zone de protection sur laquelle s'applique un programme d'actions. La délimitation implique la réalisation d'un diagnostic territorial des pressions agricoles qui peut être partie intégrante d'un diagnostic territorial visant à diverses thématiques (« multi-pressions »). Si les zones de protection des AAC peuvent correspondre aux périmètres de protection éloignée, cette coïncidence ne doit pas être systématiquement recherchée.

Le programme d'actions doit notamment préciser la nature des actions envisagées (aménagement à réaliser, mesures à mettre en œuvre par des exploitants agricoles ou des propriétaires). Il vise une action collective et coordonnée sur un territoire, nécessitant donc une implication forte des collectivités territoriales concernées et une animation spécifique.

Aujourd'hui, les premiers travaux portent sur le zonage et la caractérisation des aires d'alimentation des captages prioritaires (définis d'une part par les Agences de l'eau et d'autre part dans le cadre du Grenelle).

Cet outil est particulièrement intéressant puisqu'il permet d'une part la délimitation officielle d'un périmètre pertinent (AAC) et d'autre part la mise en place d'actions de préservation et de restauration. Selon le Ministère de l'Ecologie, il s'agit d'un outil qui peut tout à fait être mobilisé pour la protection de captages futurs.

Dans l'objectif de chercher à généraliser cet outil, Il conviendra en particulier de réfléchir aux moyens de le mobiliser dans des zones où :

-  **L'état des lieux ne mettra pas en évidence de forte pression actuelle (mais plutôt un risque de pression à venir) ;**
-  **Il n'y a pas de captages prioritaires (zones de captage non identifiés officiellement et zones de captages futurs) ;**
-  **Les pressions ne sont pas principalement agricoles.**

4.7.7 Documents d'urbanisme

4.7.7.1 Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)

Articles L121-1, L122-1 à L122-19 et R122-1 à R122-14 du Code de l'urbanisme.

Les SCoT (Loi SRU du 13 décembre 2000) sont pris à l'initiative des communes ou de leurs groupements compétents. Les périmètres sont arrêtés par le préfet. Le schéma est arrêté par délibération de l'organe délibérant de l'établissement public. Le SCoT devient caduc ou doit être révisé au bout de 10 ans.

Les SCoT (ainsi que les plans locaux d'urbanisme et les cartes communales) déterminent les conditions permettant d'assurer notamment :

-  **L'équilibre entre le renouvellement urbain, un développement urbain maîtrisé, le développement de l'espace rural, d'une part, et la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et forestières et la protection des espaces naturels et des paysages, d'autre part, en respectant les objectifs du développement durable ;**
-  **Une utilisation économe et équilibrée des espaces naturels, urbains, périurbains et ruraux, la préservation de la qualité de l'air, de l'eau, du sol et du sous-sol, des écosystèmes, des espaces verts, des milieux, sites et paysages naturels ou urbains.**

Le SCoT comprend un rapport de présentation, un projet d'aménagement et de développement durable (PADD) et un document d'orientations générales (DOG) assortis de documents graphiques. Le PADD fixe les objectifs des politiques publiques d'urbanisme. Pour mettre en œuvre ce PADD, les SCoT fixent les orientations générales de l'organisation de l'espace et de la restructuration des espaces urbanisés et déterminent les grands équilibres entre les espaces urbains et à urbaniser et les espaces naturels et agricoles ou forestiers. Ils déterminent les espaces et sites naturels, agricoles ou urbains à protéger et peuvent en définir la localisation ou la délimitation.

Les SCoT doivent également être compatibles ou rendus compatibles avec les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité des eaux définis par les SDAGE et avec les objectifs de gestion des milieux aquatiques, de protection, de préservation et/ou de restauration définis par les SAGE.

Le SCoT est un outil particulièrement pertinent pour la préservation des nappes stratégiques. Il peut en effet intégrer le zonage et définir les principes d'une « préservation » de ces zones. Il convient pour cela d'engager à l'occasion de l'élaboration du SCoT, une concertation afin de préciser les enjeux liés à l'eau et de définir les prescriptions et recommandations essentielles sur ces zones.

Le SCoT peut ainsi assurer un relais parfait entre les schémas de gestion de l'eau (tels que SDAGE et SAGE) et les outils locaux de gestion de l'urbanisme tels que les PLU.

4.7.7.2 Plan Local d'Urbanisme (PLU) et Plan d'Occupation des Sols (POS)

Articles L 123-1 à L123-20 et R123-1 à R123-25 du Code de l'urbanisme.

A l'initiative et sous la responsabilité de la commune ou de l'EPCI compétent en matière d'urbanisme, après délibération par la collectivité compétente, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) est valable pour 3 ans.

Le PLU comprend un rapport de présentation, le projet d'aménagement et de développement durable de la commune et un règlement ainsi que des documents graphiques. Il peut comporter en outre des orientations d'aménagement relatives à des quartiers ou à des secteurs, assorties le cas échéant de documents graphiques. Le plan local d'urbanisme est accompagné d'annexes.

Le règlement délimite quatre types de zones et fixe les règles applicables à l'intérieur de chacune de ces zones :

-  Les zones urbaines (U) ;
-  Les zones à urbaniser (AU) ;
-  Les zones agricoles (A) ;
-  Les zones naturelles et forestières (N).

Peuvent être classés en zone agricole les secteurs de la commune, équipés ou non, à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles. Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif et à l'exploitation agricole sont seules autorisées en zone A. Est également autorisé le changement de destination des bâtiments agricoles identifiés dans les documents graphiques du règlement.

Peuvent être classés en zone naturelle et forestière les secteurs de la commune, équipés ou non, à protéger en raison soit de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique, soit de l'existence d'une exploitation forestière, soit de leur caractère d'espaces naturels. En zone N peuvent être délimités des périmètres à l'intérieur desquels s'effectuent les transferts des possibilités de construire. Les terrains présentant un intérêt pour le développement des exploitations agricoles et forestières sont exclus de la partie de ces périmètres qui bénéficie des transferts de coefficient d'occupation des sols. En dehors des périmètres définis précédemment, des constructions peuvent être autorisées dans des secteurs de taille et de capacité d'accueil limitées, à la condition qu'elles ne portent atteinte ni à la préservation des sols agricoles et forestiers ni à la sauvegarde des sites, milieux naturels et paysages.

Le règlement du PLU peut comprendre tout ou partie des règles suivantes :

-  Les occupations et utilisations du sol interdites ;
-  Les occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières ;
-  Les conditions de réalisation d'un assainissement individuel dans les zones relevant de l'assainissement non collectif.

Remarque : Les PLU remplacent au fur et à mesure les plans d'occupation des sols (POS).

Conformément à l'article L123-19, les plans d'occupation des sols approuvés avant l'entrée en vigueur de la loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 précitée ont les mêmes effets que les plans locaux d'urbanisme. Ils sont soumis au régime juridique des plans locaux d'urbanisme.

Le PLU, document opposable aux tiers, s'avère être un outil très pertinent dans la logique de préservation des nappes. Un règlement adapté constitue un outil efficace de protection.

Il faut pour cela que le Maître d'Ouvrage soit sensibilisé à la prise en compte de la gestion de l'eau et notamment de la gestion de zones stratégiques. Ceci n'est pas évident en cas d'absence de documents qui s'imposeraient au PLU sur le sujet (SAGE, SCOT...).

Des questions que l'on peut se poser sont : peut-on mettre en annexe la délimitation des zones stratégiques ? Comment réglementer les usages / l'urbanisme dans ces zones ?

4.8 Synthèse des actions préconisées

L'objectif de cette dernière phase de l'étude était de proposer la mise en œuvre d'un certain nombre de démarches opérationnelles visant à préserver la ressource, c'est-à-dire à limiter la pollution des eaux souterraines ainsi que les prélèvements qui pourraient avoir des conséquences dommageables à moyen et long terme sur leur exploitabilité, leur qualité, voire leur existence.

Cette phase consiste ainsi en d'autres termes à proposer les actions nécessaires et pertinentes visant à parvenir à une gestion équilibrée des prélèvements dans les eaux souterraines et à une utilisation rationnelle du territoire.

Les démarches opérationnelles recommandées en regard des enjeux d'une gestion optimale de la ressource en eau souterraine ont été déclinées sous la forme d'actions-types.

Afin de présenter de façon synthétique les différentes actions abordées dans les sections précédentes, des tableaux récapitulatifs sont proposés ci-après. Les actions préconisées seront présentées et développées dans un document annexe (**volume 6** du présent rapport) sous la forme de fiches actions.

ACTION TYPE 1 – AMELIORER LA CONNAISSANCE DE LA NAPPE DU MIOCENE
A l'échelle des bassins
Préciser l'alimentation du bassin (précipitations, contribution du karst) Echanges avec les autres aquifères (nappes alluviales ; karst)
A l'échelle des zones stratégiques
Préciser l'écoulement au niveau des zones stratégiques Identifier les relations avec les aquifères alluviaux et les cours d'eau Estimer la vulnérabilité de la ressource Préciser la qualité des eaux souterraines

ACTION TYPE 2 – MISE EN PLACE D'UN RESEAU DE SUIVI
Suivi quantitatif des eaux souterraines
Mettre en place un réseau de piézomètres pour le suivi de la nappe
Suivi qualitatif des eaux souterraines
Mettre en place un réseau de qualitomètres pour le suivi de la qualité

ACTION TYPE 3 – EVALUATION DES PRELEVEMENTS
Prélèvements domestiques, agricoles et industriels
Recenser les ouvrages existants Évaluer les prélèvements par secteur Contrôler les ouvrages et les usages Relever les consommations
Diagnostic des ouvrages de prélèvement
Contrôler l'état des ouvrages et préciser leur coupe technique Adapter le fonctionnement des ouvrages et améliorer les moyens de prélèvements
Périmètres de protection
Mettre en place les périmètres de protection (conformément à la Loi sur l'eau) Pour les DUP existantes, appliquer les servitudes et restrictions prévues

Veiller au respect des prescriptions et à la diffusion des informations permettant aux riverains de les respecter

Bassins d'alimentation des captages

Délimiter les bassins d'alimentation des captages
 Caractériser les risques de transferts de pollution avec zonage de la vulnérabilité des ressources
 Analyser l'occupation du sol et zoner le bassin versant en termes de pression polluante
 Caractériser les activités potentiellement polluantes
 Proposer un plan d'actions (bonnes pratiques, aménagement du bassin d'alimentation, actions de communication ou de suivi, etc.)

ACTION TYPE 4 – INFORMATION, SENSIBILISATION DES ACTEURS ET USAGERS

Secteur agricole

Améliorer les équipements à risques : postes de remplissage et de lavage de pulvérisateurs, pulvérisateurs, locaux de stockage
 Limiter l'utilisation des intrants azotés et des phytosanitaires
 Mettre en place des cultures sans phytosanitaires sur les BAC des captages prioritaires
 Améliorer la gestion de l'eau à la parcelle par les agriculteurs
 Renforcer les actions d'accompagnement technico-économiques

Secteur industriel

Encourager la récupération et réutilisation des eaux pluviales
 Favoriser les économies d'eau en limitant les circuits de refroidissement ouverts
 Optimiser l'utilisation d'eau dans les process

Secteur municipal

Sensibiliser la population aux économies d'eau
 Editer des documents de sensibilisation, d'information et de recommandations pratiques
 Mettre en œuvre les actions proposées à l'issue des études BAC

Entreprises de forage

Appliquer la charte de qualité de l'Association Syndicale des Entreprises de Forages
 Faire appliquer la déclaration obligatoire de tout ouvrage
 Sensibiliser régulièrement les entreprises de forages

ACTION TYPE 5 – OUTILS REGLEMENTAIRES ET JURIDIQUES

SAGE et /ou Contrat de Nappe

Constituer un groupe de travail
 Consulter les acteurs impliqués
 Elaborer le SAGE et/ou contrat de nappe
 Mener une consultation générale (audiences publiques)
 Mettre en place la structure opérationnelle

Projet d'Intérêt Général (PIG)

Porter à Connaissance (PAC)

Zones de protection des Aires (Bassins) d'Alimentation des Captages (AAC ou BAC)

Documents d'urbanisme (SCoT, PLU, POS)

ANNEXES

Annexe 1 : Bibliographie

organisme	MO	nom_document	lieu	sous secteur	num_document	date	nom_auteur	entreprise	collaboration	geophysique	pompage d'essai	caractéristiques hydrogéologiques	piézométrie	coupe forage	géologie	coupe géologique	diagraphie	analyse	modélisation
AGENCE DE L'EAU RMC		Rapport restitution des auditions Mise en place d'une structure de gestion de l'aquifère miocène de Vaucluse. Définition d'une stratégie de communication, conception et réalisation de supports de communication.				Septembre 2008	G. CABARROT												
Association des irrigants de vaucluse		Demande d'autorisation de prélèvement d'eau pour la campagne d'irrigation 2010	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		Mars 2010													
BRGM		Ressources profondes du Vaucluse - Synthèse, analyse des données, objectifs des reconnaissances hydrogéologiques	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas	89-SGN-271-PAC	décembre 1988	J.P. SILVESTRE			x				x	x				
BRGM	SRAE PROVENCE, DDA VAUCLUSE	Etude hydrogéologique des Plaines du Comtat (Vaucluse) - Nappe du Miocène			73-SGN-240-PRC	juillet 1973	G. DUROZOY					x	x	x	x			x	
BRGM	Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement	Synthèse hydrogéologique de la nappe miocène du Comtat Venaissin (Vaucluse)	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas	R40236	septembre 1998	F.BEL					x	x			x		x	
BRGM	DIREN PACA, AGENCE DE L'EAU RMC	Aquifère miocène du Comtat Venaissin : Etat des connaissances et problématiques	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas	BRGM/RP-56389-FR	mai 2008	D. SALQUEBRE G. VALENCIA L. CADILHAC		DIREN PACA Agence de l'eau RMC			x	x		x			x	
BRGM		Zones vulnérables aux nitrates en PACA : Analyse de l'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines			BRGM/RP-56709-FR	Octobre 2008	D. SALQUEBRE G. VALENCIA		DIREN PACA										
BRGM		Aquifère miocène du bassin de Carpentras : compréhension des échanges entre nappes et des transferts d'eau et de solutés (nitrates)	Bassin de Carpentras	Carpentras	BRGM/RP-56401-FR	Novembre 2008	L. GOURCY D. SALQUEBRE		Agence de l'eau RMC DDAF Vaucluse										
BRGM		Aquifère miocène du Bassin de Carpentras Mise en évidence des échanges entre aquifères et contribution à l'étude de l'origine des nitrates	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		Janvier 2008													
BRGM		Protection et gestion des ressources en eaux souterraines d'intérêt patrimonial - région Provence Alpes Côte d'Azur - Nappe captive du Miocène de Vaucluse - Fiche programme n°00/11			00/11	mai 2000													
BRL Ingénierie	Conseil Général 26	Schéma directeur d'irrigation de la Drôme-Rapport Diagnostic				2007			Chambre d'agriculture 26										
BURGEAP	Service de l'aménagement des eaux Rhône Alpes et Provence Côte d'Azur	Données hydrogéologiques sur le bassin de Suze la Rousse (Drôme), Valréas (Vaucluse)		Valréas	BURGEAP E 17 - R 32	Septembre 1969													
CABINET MALLESSARD HYDOSOL INGENIERIE	DIREN PACA	Synthèse bibliographique des connaissances sur l'aquifère miocène du Comtat Venaissin et inventaire bibliographique des ouvrages existants	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		Avril 2002						x	x	x	x			x	
Chambre d'agriculture 84		Zones vulnérables du Comtat Ventoux : diagnostic de l'agriculture et des pratiques agricoles				Septembre 2008	S. VANNIER C. MIRANMEAU		Agence de l'eau RMC Conseil Régional PACA, Syndicat intercommunal Rhône-Ventoux										
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux, Cabinet Merlin	Etude géophysique de détail de l'aquifère miocène	Bassin de Carpentras	Carpentras	2415	décembre 1982 - janvier 1983	F. LENCLUD, E. SIWERTZ			x									
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux, DDA84	Note technique - Forage n°1	Loriol-de-Comtat	Carpentras	2264	juin 1981	E. SIWERTZ				x	x	x	x			x	x	
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux	Forage de Loriol 1 - Essai de longue durée	Loriol-de-Comtat	Carpentras	2264d	août 1983	P. ROUDIER, E. SIWERTZ	MICHELIER			x	x	x					x	
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux	Aquifère Miocène du Bassin de Carpentras - Etude Géochimique - Note technique préliminaire	Bassin de Carpentras	Carpentras	2184	octobre 1980 - juin 1981	E. SIWERTZ	Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon	Université de Lyon (G. TRUC, G. FAURE), Université de Paris VI									x	
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux, Cabinet Merlin	Etude géophysique de détail de l'aquifère miocène	Bassin de Carpentras	Carpentras	2269	mars 1982	F. LENCLUD, E. SIWERTZ, F. LANTIER		Université de Lyon	x									
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux	Etude géophysique à Saint-Didier-Le-Beaucet	Pernes-les-Fontaines	Carpentras	3027a	décembre 1986	P. FRAPPIN, F. LENCLUD, E. SIWERTZ			x									
CPGF	CG84	Etude isotopique des nappes aquifères profondes	Bassin de Carpentras	Carpentras	2724b	décembre 1985 - juin 1986	E. SIWERTZ	Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon	Université de Lyon II, Université de Paris VI									x	
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux, Cabinet Merlin	Etude géophysique de l'aquifère miocène	Bassin de Carpentras	Carpentras	2072	septembre - novembre 1980	F. LENCLUD, E. SIWERTZ			x									
CPGF	DDA84	Etude géophysique - Compte-rendu	Sarnians, Loriol	Carpentras	2190a	juin - juillet 1981	F. LENCLUD, E. SIWERTZ			x									
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux	Etude géophysique	Bédarrides	Carpentras	3027c	janvier 1987	P. FRAPPIN, E. SIWERTZ			x									
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux	Mesures géophysiques complémentaires - Note technique	Bédarrides, Bédoin, Pernes-les-Fontaines	Carpentras	2269b	mars 1984	E. SIWERTZ			x									

organisme	MO	nom_document	lieu	sous secteur	num_document	date	nom_auteur	entreprise	collaboration	geophysique	pompage d'essai	caractéristiques hydrogéologiques	piézométrie	coupe forage	géologie	coupe géologique	diagraphie	analyse	modélisation
CPGF	DDA84	Etude géophysique - Zone Sud	Bassin de Carpentras	Carpentras	2190	1981	F. LENCLUD, E. SIWERTZ			x									
CPGF	CG84	Etude géophysique	Cabrières-les-Avignon	Carpentras	2724	octobre - novembre 1984	F. LENCLUD, E. SIWERTZ			x									
CPGF	Syndicat Rhône-Ventoux	Forage de reconnaissance - Compte-rendu technique	Permes-les-Fontaines	Carpentras	2264	1984		GRANGER			x	x		x				x	
DIATRATA	ANDRA	Gard Rhodanien Géologie de la cuvette comtadine Atlas cartographique à but hydrogéologique			D RP 0 DIA 97-005	Mars 1999	P. MONIER												
DISTHENE IDESS EAUX HYDRIAD	Conseil Général 26	Etude de cadrage pour la mise en place d'un observatoire des eaux souterraines dans le département de la Drôme	Drôme	Valréas		Février 2008													
GEOMEDIA	Conseil Général de Vaucluse	Modélisation mathématique de la nappe aquifère des bassins miocènes de Carpentras et de Valréas	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		Octobre 1986	T. GOURDIN		Université Claude Bernard, Lyon I				x		x	x			x
GEOMEDIA	Conseil Général de Vaucluse	Modélisation mathématique de la nappe aquifère des bassins miocènes de Carpentras et de Valréas Principes généraux - Etat d'avancement de la phase 1 - Acquisition et choix des données	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		Octobre 1989	T. GOURDIN		Université Claude Bernard, Lyon I				x		x	x			x
HYDROSOL INGENIERIE	CHAMBRE AGRICULTURE 84, AGENCE DE L'EAU RMC, REGION PACA, DDAF 84, CG 84	Document d'incidence des prélèvements agricoles sur les ressources en eau - Bassin Miocène du Comtat Venaissin	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		février 2005													
IDEES EAUX HYDRIAD	Syndicat mixte du Bassin Versant du Lez	Etude préalable à une gestion optimisée de la ressource en eau	Bassin versant du Lez	Valréas		Janvier 2009						x							
SUD AMENAGEMENT AGRONOME	CG84	Modélisation mathématique des aquifères des bassins Miocènes de Carpentras et de Valréas	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas	43-84-03a	novembre 1992						x			x				x
SUD AMENAGEMENT AGRONOME	ANDRA	Géométrie des formations alluvionnaires de la rive Gauche du Rhône entre Mornas et Orange			D RP 0 SUD 97-001/B	Mars 1998	M. ZORPI												
SUD AMENAGEMENT AGRONOME	ANDRA	Aquifères miocènes de la cuvette comtadine Modélisation mathématique			C RP 0 SUD 98-001/A	Mai 1998	G. BOSSY												
Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse	Agence de l'eau RMC	Caractérisation de la contamination des aquifères miocènes de Carpentras et de Valréas	Bassin de Carpentras et de Valréas	Carpentras, Valréas		Septembre 2006	F. LALBAT C. DOUKOURE J.C. COMTE O. BANTON		Hydriad Eau et Environnement									x	
Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse		Fonctionnement Hydrogéologique et archives paléoclimatiques d'un aquifère profond méditerranéen - Etude géochimique et isotopique du bassin miocène de Valréas	Bassin de Valréas	Valréas	thèse	Décembre 2000	F. HUNEAU					x			x	x		x	
Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse		Fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère du Miocène du bassin de Carpentras (Vaucluse, France)	Bassin de Carpentras	Carpentras	thèse	Novembre 2006	F. LALBAT												
Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse	ANDRA	Datation des eaux du bassin de Valréas Etude préliminaire	Bassin de Valréas	Valréas		Mars 1997													
UNIVERSITE DE LYON I	CG84	Etude hydrogéologique du bassin Miocène de Valréas, Vaison-la-Romaine, Malaucène	Valréas, Vaison-la-Romaine, Malaucène	Valréas		décembre 1984	P. ROUDIER					x	x		x	x			x
		Contribution à l'étude des Faciès du Miocène de la Vallée du Rhône	Vallée du Rhône				G. DEMARCQ								x	x			
		Reexamen de la liste des zones vulnérables au titre de la directive 91/676/CEE du 12 décembre 1991	Bassin de Carpentras	Carpentras								x						x	
HYDROSOL INGENIERIE	DIREN PACA	Synthèse bibliographique des connaissances sur l'aquifère Miocène du Comtat Venaissin et Inventaire bibliographique des ouvrages existants	Vaucluse			avril 2002			GILLES MALLESSARD										
DDT84		4ème programme d'action nitrates	Vaucluse	Carpentras	arrêté préfectoral n°SI2009-06-30-0080-DDEA du 30 juin 2009	juin 2009													
DDT84		Directive Nitrates - Programme 4 - Prélèvements 2009 - Synthèse nitrates et phytosanitaires	Vaucluse	Carpentras		2009												x	
UNIVERSITE DE LYON I					thèse	juillet-octobre 1980	G. FAURE												
UNIVERSITE DE LYON I		Etude de la nappe aquifère du Miocène dans le bassin tertiaire de Carpentras	Bassin de Carpentras	Carpentras			G. FAURE				x	x	x	x	x	x			
CONSEIL GENERAL VAUCLUSE		L'eau en Vaucluse - Origine, fonctionnement, potentiel et qualité des réservoirs aquifères	Vaucluse	Carpentras, Valréas			G. TRUC					x			x				
UNIVERSITE DE LYON I		La nappe aquifère des sables blancs de Bédoin-Mormoiron - Etat des connaissances - Programme d'étude	Vaucluse	Carpentras			G. TRUC									x			
ECOLE DES MINES PARIS TECH		Architecture du bassin rhodano-provençal miocène (Alpes, SE France) - Relations entre déformation, physiographie et sédimentation dans un bassin molassique d'avant-pays	Carpentras, Valréas		398	avril 2005	D. BESSON								x	x			