



# Evaluation de l'importance des prélèvements d'eau issus des forages individuels. Synthèse méthodologique

**BRGM/RP-61666-FR**  
Décembre 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Recherche du BRGM 2010

**J.F. Desprats, J.D. Rinaudo, F. Christin (Société CEREG Ingénierie), N. Graveline,  
M. Moulin**

**Vérificateur :**

Nom : V. Bailly-comte

Date : 30/10/2012

Signature :



**Approbateur :**

Nom : Claire Arnal

Date : 21/11/2012

Signature :



**Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.**

**Mots clés** : consommation en eau, forages, Vaucluse

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

J.F. Desprats, J.D. Rinaudo, F. Christin (Société CEREG Ingénierie), N. Graveline, M. Moulin (2012) Evaluation de l'importance des prélèvements d'eau issus des forages individuels. Synthèse méthodologique. BRGM RP61666-FR, 44 p, 9 ill., 1 annexe

## Synthèse

Ce rapport est la synthèse méthodologique des travaux menés dans le cadre du projet réalisé sur les bassins de Carpentras et du Coulon-Calavon, visant à évaluer l'importance des forages individuels réalisés par des ménages connectés ou non au réseau d'eau potable.

Il a été réalisé dans le cadre d'un projet de recherche cofinancé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse et la Direction de la Recherche du BRGM (Projet Eau & 3E).

Différentes méthodes ont été développées afin de répondre à des problématiques différentes et à des niveaux géographiques différents.

- Au niveau local, des enquêtes effectuées auprès d'usagers disposant de forages (usagers identifiés après interview auprès des maires) ont permis d'analyser les différents usages de l'eau, avec d'un côté les usagers connectés au réseau AEP et d'un autre côté, ceux qui ne disposent que de l'eau du forage. Cette approche nécessite une excellente connaissance de la situation locale (ex : maire de petites communes connaissant parfaitement les administrés)
- Une évaluation économique intégrant une analyse hydrogéologique a permis d'estimer le nombre de résidences potentiellement équipées d'un forage, en prenant en compte le coût d'accès à l'eau, et l'intérêt économique d'avoir recours à cette ressource. Cette approche induit une analyse hydrogéologique fine, nécessitant des données de base nombreuses (piézométrie, carte géologique, ..), ainsi que des données relatives à la consommation, au prix de l'eau, etc...
- Une analyse globale à partir de données géographiques a permis d'identifier pour chaque commune le nombre d'habitations isolées, ne bénéficiant probablement pas du réseau d'eau potable, et devant donc être approvisionnées par une ressource alternative : source, forages, etc... Cette approche basée sur les systèmes d'informations géographiques s'appuie sur des données existantes dans différents bases de données nationales
- A l'échelle d'une commune ou d'une communauté de communes, les données des Services Publics d'Assainissement Non collectifs (SPANC) peuvent être utilisées pour recenser le nombre de forages domestiques et les usages de ces derniers (alimentation en eau potable, arrosage, ...). Les volumes prélevés sont évalués à partir d'une estimation d'un taux de forage lié à la nature hydrogéologique.

- Une approche par télédétection, complétée par une analyse statistique des consommations, a permis sur la commune d'Apt d'identifier les comportements particuliers (baisses soudaines de consommations, importantes sous-consommations par rapport à des usages extérieurs identifiés comme importants) pouvant être expliqués par des forages. Cette approche implique l'acquisition de données de télédétection (spatiale ou aérienne) précises, permettant d'évaluer les besoins en eau pour les usages extérieurs, ainsi que les fichiers de consommation.

L'ensemble de ces approches, souvent complémentaires doivent constituer des approches utiles aux gestionnaires (eau potable, assainissement, eaux souterraines).

Ce rapport méthodologique est complémentaire des rapports d'étude :

1. BRGM/RP-61565-FR (Desprats J.F., Rinaudo J.D., Moulin M., Graveline N), (2012) Evaluation des prélèvements d'eau issus de forages domestiques dans les bassins du Coulon-Calavon et de Carpentras (Vaucluse). BRGM/RP-61565-FR 61 p, 30 ill.
2. BRGM RP-61234-FR (Rinaudo J.D., Montginoul M., Desprats J.F., Berche M). (2012) Forages individuels et consommation en eau potable : étude de cas dans la commune d'Apt (84)., 50 p, 19 ill., 1 annexe

Ces deux rapports sont disponibles, tout comme le présent rapport sur la base de données BRGM Rapports accessible à tout public :

(<http://www.brgm.fr/publication/rapportpublic.jsp> )

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Propositions méthodologiques.....</b>	<b>13</b>
2.1. METHODE 1 : ENQUETES AU NIVEAU COMMUNAL .....	15
2.1.1. Principes .....	15
2.1.2. Limites de la méthode .....	17
2.1.3. Exemple d'application .....	18
2.2. METHODE 2 : OPTIMISATION DU RECENSEMENT DES FORAGES DOMESTIQUES PAR AMELIORATION DU PROCESSUS DE DECLARATIONS (ETUDE DDAF 69).....	18
2.2.1. Principes .....	18
2.2.2. Limites de la méthode .....	19
2.2.3. Exemple d'application .....	19
2.3. METHODE 3 : ESTIMATION DE LA DENSITE DES FORAGES AU SEIN DE LA POPULATION DESSERVIE PAR MODELISATION ECONOMIQUE .....	20
2.3.1. Principes .....	20
2.3.2. Limites de la méthode .....	20
2.3.3. Exemple d'application .....	21
2.4. METHODE 4 : DETECTION DE L'HABITAT ISOLE PAR ANALYSE SIG.....	22
2.4.1. Principes .....	23
2.4.2. Limites de la méthode .....	24
2.4.3. Exemple d'application .....	24
2.5. METHODE 5 : METHODE SPANC (CEREG INGENIERIE) .....	26
2.5.1. Principes .....	26
2.5.2. Limites de la méthode .....	27
2.5.3. Exemple d'application .....	27
2.6. METHODE 6 : TELEDETECTION ET MODELISATION DES CONSOMMATIONS.....	28
2.6.1. Principes .....	28
2.6.2. Limites.....	32
2.6.3. Exemple d'application .....	33
<b>3. Evaluation des volumes .....</b>	<b>35</b>

3.1. ESTIMATION DES USAGES DOMESTIQUES.....	35
3.2. ESTIMATIONS PAR EXPERTISE DES FOREURS.....	35
3.3. EVALUATION A PARTIR DE LA RENTABILITE SUPPOSEE D'UN FORAGE	36
3.4. ESTIMATION DES USAGES EXTERIEURS .....	36
3.4.1. Consommation en eau des piscines .....	36
3.4.2. Consommation en eau pour l'arrosage .....	36
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>41</b>
5.1. METHODE 1 : ENQUETES .....	41
5.2. METHODE 2 : AMELIORATION DU PROCESSUS DE DECLARATIOND .....	41
5.3. METHODE 3 : ANALYSE HYDROGEOLOGIQUE ET MODELISATION.....	41
5.4. METHODE 4 : CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT ISOLE .....	42
5.5. METHODE 5 : METHODE SPANC.....	42
5.6. METHODE 6 : CARTOGRAPHIE PAR TELEDETECTION DES USAGES EXTERIEURS ET MODELISATION DES CONSOMMATIONS .....	43
<b>Annexe 1 : fiche d'enquête.....</b>	<b>45</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Différentes méthodologies développées pour répondre à deux problématiques majeures .....	13
Illustration 2 : Méthodologie déployée en fonction des problématiques.....	15
Illustration 3 : Stratégie d'échantillonnage déployée dans l'enquête de terrain. ....	17
Illustration 4 : Schéma méthodologique de l'analyse hydrogéologique et économique.....	21
Illustration 5 : Répartition du nombre de forages de substitution (estimation) selon le seuil de rentabilité .....	22
Illustration 6 : Nombre d'habitations par maille de 9 ha. ....	25
Illustration 7 : Schéma méthodologique concernant l'intégration des usages extérieurs. ....	28
Illustration 8 : Identification des surfaces consommatrices sur imagerie (août).....	29
Illustration 9 : Classification de l'occupation des sols.....	30



# 1. Introduction

Au cours des 15 dernières années, les gestionnaires des ressources en eau comme ceux des services d'eau potable et d'assainissement ont multiplié les signes d'inquiétudes devant le développement des forages individuels, réalisés d'une manière incontrôlée par un nombre croissant de particuliers pour satisfaire des usages domestiques (arrosage des jardins, piscines) ou de professionnels indépendants pour satisfaire les besoins en liaison avec leur activité (maraîchage, viticulture et caves particulières en particulier sur la zone traitée). La multiplication de ces forages est telle que les prélèvements globaux exercés sont parfois susceptibles de représenter une menace pour certaines ressources en situation de déséquilibre quantitatif.

Les forages domestiques doivent respecter les différentes prescriptions relatives au Code de l'Environnement, au Code Minier, au Code Général des Collectivités Territoriales et au Code de la Santé Publique. Ils sont donc actuellement soumis :

- à une déclaration auprès de la DRIRE si l'ouvrage dépasse les 10 mètres de profondeur (Code Minier) ;
- à une déclaration auprès de la mairie de la commune concernée (Code Général des Collectivités Territoriales) (selon modalités du décret à paraître) ;
- à l'obligation d'être dotés d'un compteur d'eau pour tout type de prélèvement souterrain depuis le 4 janvier 1997 (Code de l'Environnement).

Outre un respect aléatoire de la réglementation imposant une déclaration pour les ouvrages d'une profondeur supérieure à 10 mètres, les forages domestiques dont la profondeur est inférieure à 10 mètres sont donc actuellement inconnus.

L'existence de forages domestiques engendre de plus un risque de contamination de la ressource à deux titres :

- Risque de mise en relation de nappes superposées, du fait de forages qui n'auraient pas été réalisés dans les règles de l'art, et qui mettraient en connexion des nappes superficielles et plus profondes..
- Risque de contamination du réseau d'eau potable par raccordement « sauvage » de forages particuliers dont les canalisations ne seraient pas équipées de clapets anti-retour.

Bien que la LEMA (Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques) et ses décrets d'application aient amélioré le dispositif réglementaire concernant la déclaration des forages individuels, il est toujours très difficile de réaliser des recensements fiables de ces forages et d'estimer les volumes qui sont prélevés par leurs propriétaires. Or, dans certaines régions, et pour certains aquifères les volumes d'eau souterraine soustraits sont potentiellement très importants. Il apparaît donc comme de prime importance

d'être capable d'estimer, à l'échelle de bassins versants ou d'entités hydrogéologiques, la densité de forages et les volumes susceptibles d'être prélevés. Sans cette information, le calage des bilans de flux d'eau et la modélisation numérique du fonctionnement de certains aquifères restera approximative, pouvant dans certains cas conduire à des erreurs de diagnostic et à des recommandations erronées en matière de gestion des ressources en eau souterraines.

Le Brgm et l'IRSTEA ont conjointement développé une méthode permettant d'évaluer indirectement le nombre de forages particuliers à l'échelle communale. La méthode consiste à reproduire le choix d'investissement réalisé par les ménages qui réalisent un forage. Le modèle développé a donné lieu à deux applications, dans le département de l'Hérault (310 communes) et dans celui des Pyrénées Orientales (70 communes).

Cette méthode présente toutefois deux lacunes importantes que le présent projet entend contribuer à combler :

- faute d'observations de terrain directes, les résultats du modèle n'ont pas pu être validés. Une telle validation consisterait à vérifier si la densité de forages simulée par le modèle correspond à la densité réelle. La proposition de différentes approches méthodologiques dans le cadre du projet sur le Coulon-Calavon amène donc à évaluer le nombre de forages par des approches différentes, permettant ainsi une validation en l'absence de recensements précis.
- la deuxième lacune est que le modèle ne permet de représenter que des ménages *déjà connectés au réseau d'eau potable*, qui ont donc le choix de décider ou non de substituer l'eau du réseau par celle d'un forage. Le modèle ne permet en revanche pas d'estimer le nombre de forages réalisés par les propriétaires de maisons *non connectées au réseau d'adduction d'eau potable*. En réponse, le deuxième objectif de cette proposition est donc de développer une méthode complémentaire pour estimer le nombre de forages créés par des particuliers non raccordés aux réseaux AEP. La méthodologie basée sur l'analyse de données géographiques permet d'approcher le nombre d'habitations potentiellement non connectées au réseau AEP, donc disposant d'un forage

Ce rapport méthodologique est complémentaire du rapport d'étude BRGM/RP-61565-FR (Desprats J.F., Rinaudo J.D., Moulin M., Graveline N., (2012) Evaluation des prélèvements d'eau issus de forages domestiques dans les bassins du Coulon-Calavon et de Carpentras (Vaucluse). BRGM/RP-61565-FR 61 p, 30 ill.). Il vise à synthétiser les différentes options méthodologiques analysées lors de cette étude, en fonction des problématiques rencontrées, pour aider les décideurs à évaluer les volumes d'eau prélevés par forage pour des besoins individuels.

A ce stade, il est important de noter que les différentes méthodes décrites sont orientées vers la détection de forages de substitution d'une part, et de forages alimentant un habitat isolé non raccordé à l'AEP d'autre part.

D'autres sources d'approvisionnement devront être prises en compte, principalement en ce qui concerne les habitations connectées au réseau :

- L'adduction à un réseau d'eau brute

- La possibilité de disposer de systèmes de récupération des eaux de pluie

D'autres paramètres comme la pression du réseau, la connexion au réseau d'assainissement (relation avec le prix de l'eau) sont aussi à prendre en compte.

Les réseaux d'eau brute sont généralement bien identifiés chez les distributeurs tels que la SCP (Société du Canal de Provence) ou BRL (Bas Rhône Languedoc).

Les systèmes de récupération de pluie vont essentiellement convenir à des utilisateurs moyens concernant les usages extérieurs, désirant surtout bénéficier d'une eau de qualité non traitée pour l'arrosage d'un potager par exemple. Une capacité de stockage de 5 à 15 m<sup>3</sup>, en fonction de la pluviométrie et donc de la capacité de remplissage va permettre au maximum l'utilisation de 80 m<sup>3</sup> (moins en région méditerranéenne). A titre de comparaison, différentes évaluations considèrent que pour un forage, le volume prélevé annuel est entre 200 et 300 m<sup>3</sup> (donnée SAGE Est Lyonnais).



## 2. Propositions méthodologiques

Une meilleure connaissance des forages individuels correspond à une double demande :

- La première vise à évaluer les volumes prélevés au niveau de bassins versants. Il s'agit ici d'établir des bilans au niveau de bassins versants, afin de prendre en compte d'une part les forages réalisés pour l'habitat isolé et d'autre part les forages de substitution.
- La seconde vise à appuyer la gestion du Service Public de l'AEP (de l'échelle communale à la Communautés de Communes, Syndicat, ..), afin d'aider à mieux gérer le volet assainissement sur les factures d'eau.

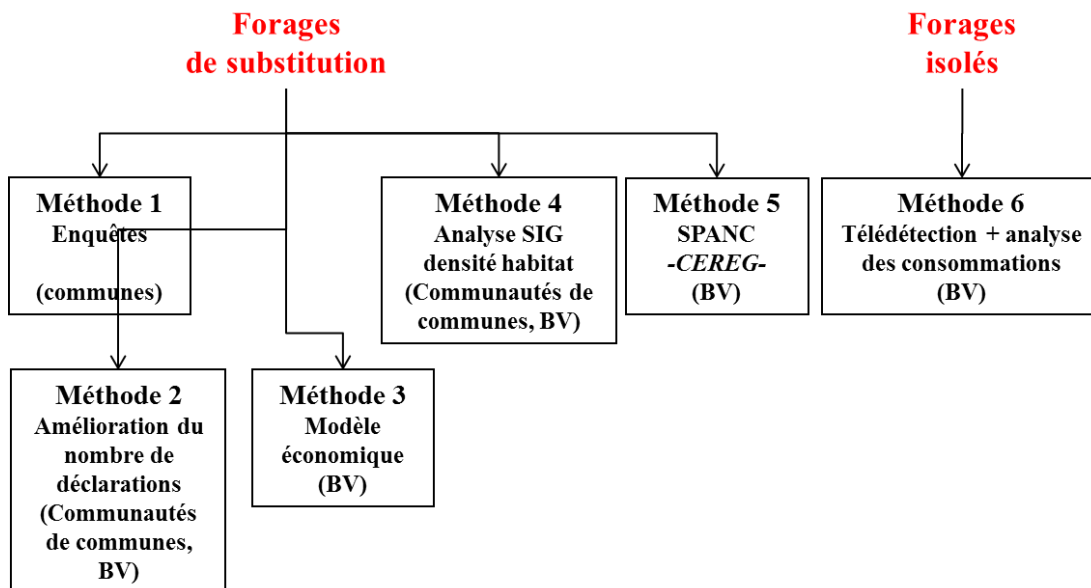


Illustration 1 : Différentes méthodologies développées pour répondre à deux problématiques majeures

L'identification des habitations disposant potentiellement d'un forage a donc fait l'objet de plusieurs analyses méthodologiques, répondant à des questions différentes, et pouvant être déclinées dans des situations (échelles) variables (illustration 1).

- La méthode n°1, basée sur des enquêtes au niveau des ménages permet d'analyser les usages de l'eau (échelle de la petite commune : 1/10.000). L'analyse des consommations particulières très importantes liées à des activités professionnelles (agricoles, industrielles, commerciales, ..) est envisagée à travers des enquêtes de terrain ciblées, à l'échelle de communes (1/10.000)

- La méthode n°2, proposée dans le cadre d'une étude menée par la DDAF du Rhône (69), vise à améliorer le processus de déclaration, afin de rendre cette dernière plus lisible et simple.
- La méthode n°3, basée sur une analyse hydrogéologique suivi d'une modélisation économique, vise à répondre à la question : « Est-ce économiquement intéressant de réaliser un forage ? » (approche applicable à de grandes communes : 1/25.000, à des communautés de communes : 1/50.000 voire à des bassins versants - 1/50.000) ;
- La méthode n°4 permettant l'identification de l'habitat isolé donc potentiellement équipé d'un forage est envisagée par analyse SIG. Cette approche est applicable à des zones d'études variant de la communauté de communes (1/50.000) à la région (1/200.000)
- La méthode n°5 est l'analyse SPANC développée par la société CEREG Ingénierie. Elle s'appuie sur les données des Services Publics d'Assainissement Non collectifs (SPANC) pour recenser le nombre de forages domestiques et les usages de ces derniers (alimentation en eau potable, arrosage, ...).
- Enfin, la méthode n°6 est basée sur la détection d'anomalies dans des chroniques de consommations ; elle s'appuie sur une caractérisation par télédétection des usages extérieurs de l'eau ;

En fonction des situations, de l'importance géographique de la zone d'étude, des données et moyens disponibles, on pourra s'orienter vers l'une ou l'autre de ces méthodes, sachant que plusieurs d'entre elles peuvent s'avérer complémentaires.

A titre d'exemple :

- une approche sur un grand bassin versant, a fortiori un département ou un région va privilégier la méthode n°1 permettant d'identifier les habitations isolées potentiellement non raccordées, donc équipées d'un forage (ou autre ressource –pluvial-).
- Une approche sur un petit bassin versant bénéficiant d'une bonne connaissance géologique va permettre d'exploiter la méthodologie permettant l'analyse économique de l'intérêt de la réalisation d'un forage. La méthode basée sur les SPANC répond aussi à cette échelle, nécessitant un minimum de connaissances hydrogéologiques
- Sur une zone géographique plus restreinte, résidentielle, l'approche par télédétection combinée à l'analyse des consommations va permettre de caractériser les usages extérieurs, et d'identifier les « sous-consommations importantes » potentiellement expliquées par des forages.
- Si une étude très localisée est réalisée au niveau d'une commune rurale, le principe de l'enquête non envisageable sur des grandes surfaces redevient

pertinent, du fait de la connaissance probable de la réalité terrain par un maire, un gestionnaire de réseau, ..

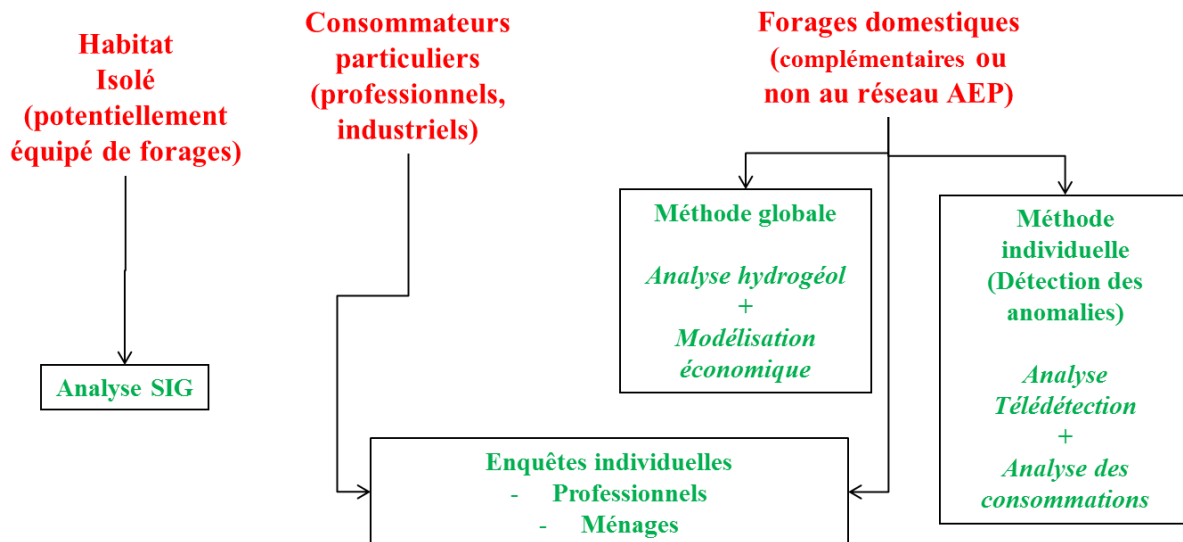


Illustration 2 : Méthodologie déployée en fonction des problématiques.

## 2.1. METHODE 1 : ENQUETES AU NIVEAU COMMUNAL

Basée sur des enquêtes, elle vise à recueillir des éléments principalement qualitatifs, (questionnaires ciblés dans les quartiers potentiellement denses en forages) permettant de valider l'approche consistant à évaluer l'importance des forages par analyse des bases de données existantes, à savoir la BSS et le fichier Prélèvements des Agences, de la DDT (déclarations PAC), ..

### 2.1.1. Principes

Les enquêtes / entretiens sont menés à trois niveaux.

1. Au niveau des particuliers : enquêtes
2. Au niveau des communes : entretien avec le maire
3. Au niveau des professionnels (foreurs) : entretien, phase non développée sur ce projet

### ***Enquête menée auprès des particuliers***

Concernant les enquêtes menées au niveau « particuliers », la stratégie proposée repose sur une différenciation entre les ménages raccordés au réseau AEP et ceux qui ne le sont pas.

**Stratégie d'échantillonnage** : la stratégie d'échantillonnage proposée, qui dépend des données / listing de chaque commune, est la suivante (illustration 3) :

**Cat. A (raccordés)** : Envoi des courriers à 4 lots :

- forages déclarés ;
- forages présumés (identifiés avec la mairie des forages « présumés »)
- listing d'habitations bénéficiant d'un raccordement au canal de Carpentras ;
- prendre au hasard 100 habitants en maison individuelle par commune ;

**Cat. B (non raccordés)** : on cible l'ensemble de cette catégorie selon le nombre.

- Si < 200 alors, envoi à tous
- Si > 200, envoi à 200 parmi :
  - o les forages déclarés ;
  - o listing ANC ou autres sources (voir avec la mairie).

L'analyse des enquêtes a permis l'évaluation, pour les foyers raccordés au réseau d'une part, et pour ceux non raccordés, du mode d'utilisation de l'eau. Cette approche a en outre permis d'évaluer l'importance des usages extérieurs dans la décision de réalisation d'un forage.

### ***Enquêtes auprès des élus***

Cette enquête, basée sur une interview des maires, visait à mieux connaître la réalité de la distribution en eau. Ces informations recueillies auprès des élus permettent de cibler les communes-tests sur lesquelles l'analyse individuelle a été menée (approche par quartier, ..). Un zonage par quartier peut s'avérer nécessaire pour appréhender le problème, afin de disposer des zones homogènes en termes de date de connexion au réseau AEP et d'habitat.

L'objectif du travail d'enquête est de dégager des éléments qualitatifs sur le phénomène des forages individuels. Les principaux enseignements doivent être pris avec précaution dans la mesure où l'échantillon analysé est de petite taille.

Le travail d'enquête réalisé ne permet pas de faire d'analyse quantitative statistique car le nombre de questionnaire analysé est trop restreint, cependant c'est une méthode qui devrait permettre d'aller plus loin dans la connaissance sur les déterminants des forages individuels et l'utilisation qui en est faite.



Typologie		Motivation / questionnaire	Estimation du nombre de forages	Importance de l'enquête	Listing existant ou méthode pour regrouper les adresses
Raccordés au réseau public de l'eau potable	A1 : Ne disposant pas d'une autre ressource	<i>Pourquoi n'ont-ils pas d'autres ressources (cf. motivation). Evolution temps ?</i>	tous les logements collectifs	+	Voir les listings abonnés AEP
	A2 : Disposant au moins d'un forage, puits	<i>Pourquoi ont-ils fait ce choix (cf. motivation). Evolution temps avec autres solutions ?</i>	forages déclarés	+++	
	A3 : Disposant d'un droit d'eau ou autres : abonnement canal, source (pas forage)			++	
Non raccordés au réseau public de l'eau potable	B1 : Disposant au moins d'un forage, puits	<i>Pourquoi n'ont-ils pas d'autres ressources (cf. motivation). Evolution temps ?</i>	forages déclarés	++	-Différence entre listing ville et listing abonné ? - Voir les listings ANC et demander les recoupements aux mairies.  Certains diagnostics ANC peuvent avoir des infos sur l'existence de forages
	B2 : Disposant d'un droit d'eau ou autres abonnement canal ou source (pas forage)		0	+	

Illustration 3 : Stratégie d'échantillonnage déployée dans l'enquête de terrain.

### 2.1.2. Limites de la méthode

Cette approche par enquête auprès des élus puis des particuliers est particulièrement lourde à mener, et le plan d'échantillonnage mis en place reste très dépendant de la connaissance que les élus ou responsables locaux (syndicats de distribution) ont de la réalité locale (quartiers disposant de forages, identifications de particuliers, ..).

Son application est uniquement envisageable dans le cadre de petites communes rurales, où le lien entre les administrés et les élus est une réalité.

Son application dans des communes plus urbaines, et à fortiori plus grandes ne peut être envisagée.

Concernant l'enquête auprès des particuliers, il est indispensable de remarquer que la précision des évaluations dépend des réponses reçues. Or cette approche ne permet pas de s'affranchir du risque de réponses fausses ou incomplètes.

### 2.1.3. Exemple d'application

Cette approche a été développée sur les communes de Caromb, Reillanne, Sarrians, dans le bassin du Coulon-Calavon (2009-2012. **Projet BRGM pour le compte de l'Agence RMC. Rapport BRGM RP-61565-FR. Chapitre 5).**

Sur ces communes, la BSS ne recense pas l'ensemble des ouvrages réalisés par des particuliers ou entreprises. Au-delà des forages qui ne sont connus de personne, certains ouvrages connus par les mairies ne sont pas présents en BSS : la commune de Reillanne compte au moins 160 forages individuels d'après la mairie et uniquement 6 se trouvent en BSS !

Sur l'ensemble des 73 communes du Coulon-Calavon, seulement 2539 ouvrages « Eau » sont répertoriés en BSS (soit un prélèvement annuel de 0.6 millions de m<sup>3</sup> en prenant une moyenne de 250 m<sup>3</sup>/an). Sur les 44 communes du bassin du Coulon, le prélèvement moyen est de 0.3 millions de m<sup>3</sup>. Les autres approches méthodologiques montreront des niveaux de prélèvement 2 à 4 fois plus élevés.

## 2.2. METHODE 2 : OPTIMISATION DU RECENSEMENT DES FORAGES DOMESTIQUES PAR AMELIORATION DU PROCESSUS DE DECLARATIONS (ETUDE DDAF 69)

### 2.2.1. Principes

Cette approche est basée sur des enquêtes, sur le développement de moyens de communication adaptés visant à favoriser les déclarations. Cette communication passe une proposition de réorganisation système de déclaration, une meilleure lisibilité (système de guichet unique). Cette méthode a été définie après prise en compte des réglementations des codes environnementaux, miniers, de Santé Publique et des Collectivités territoriales.

Elle se décline en 4 temps, du plus urgent, à la mise en place de nouveaux outils à plus long terme.

Phase 1 : recensement des puits et forages domestiques existants, grâce à une campagne de communication permettant de donner l'impulsion nécessaire à l'action, ainsi qu'à la mise en place d'un formulaire de déclaration au niveau communal, valant antériorité. Cette première phase est axée sur un volet communication important auprès des différents services de l'Etat, des foreurs, des communes, des particuliers et enfin des écoles dans une perspective de sensibilisation à long terme.

Phase 2 : réorganisation entre services de l'Etat, clarifiant la procédure d'instruction des données, la mise en place de contrôles ainsi que la diffusion de l'information. Il faut également veiller à la structuration annuelle des données (sur ce projet par le SAGE de l'Est Lyonnais). La mise en place d'un formulaire unique de déclaration est souhaitable,

probablement au niveau de la commune, charge à la commune de transmettre à la MISE.

Phase 3 : grâce à des enquêtes et à la constitution d'un échantillon représentatif, renforcement des estimations effectuées (quantité et volumes prélevés), (en effet, le recensement des ouvrages domestiques existants ne permet pas d'obtenir des données exhaustives rapidement.

Phase 4 : mise en place de nouveaux instruments permettant de contrôler à long terme le développement des forages domestiques et de mettre en place une gestion pérenne des aquifères.

### **2.2.2. Limites de la méthode**

Cette approche s'appuie largement sur le principe de déclaration. Le fait d'aider et de simplifier le mode de déclaration apparaît comme une nécessité pouvant conduire à une amélioration du taux de forages déclarés. Cependant, l'initiative des particuliers et des entreprises de forage reste prépondérante. Or sans obligation réellement contraignante, ce taux de déclaration restera probablement variable, avec des variations dépendant des personnes, des régions, etc...

### **2.2.3. Exemple d'application**

Cette méthode développée à la demande de la Commission Locale de l'Eau du SAGE de l'Est Lyonnais vise à recenser les forages domestiques dans le contexte péri-urbain des communes situées à l'Est de la ville de Lyon. Cette zone a vu se développer au cours des dernières décennies les forages individuels pour couvrir tant des usages extérieurs (arrosage, piscine) qu'intérieur (tâches ménagères, consommation, ..).

La déclinaison de la méthodologie de recensement des forages domestiques dans le périmètre du SAGE de l'Est Lyonnais permet d'estimer la présence de 6000 à 9000 ouvrages domestiques (forages domestiques et puits anciens) sur le territoire, prélevant approximativement 1 000 000 de m<sup>3</sup> d'eau souterraine par an. (Hypothèse qu'un forage domestique dans l'Est Lyonnais prélève en moyenne entre 200 et 300 m<sup>3</sup> d'eau/an)

## **2.3. METHODE 3 : ESTIMATION DE LA DENSITE DES FORAGES AU SEIN DE LA POPULATION DESSERVIE PAR MODELISATION ECONOMIQUE**

Les forages de substitution ne sont généralement pas déclarés. Comme il n'existe pas de moyen d'observation pour les recenser à l'échelle d'un bassin versant, nous proposons, pour en évaluer le nombre, une méthode indirecte, développée par le Brgm et l'Irstea dans le cadre de projets de recherche antérieurs (Montginoul et Rinaudo, 2011)

### **2.3.1. Principes**

Cette méthode comporte deux étapes. La première consiste à évaluer la rentabilité des forages réalisés dans différents contextes hydrogéologiques et économiques. Cette rentabilité est déterminée par trois paramètres principaux : le coût d'accès à la ressource souterraine (qui est fonction de sa profondeur et de la nature des couches géologiques) ; le risque d'échec, c'est-à-dire la probabilité de ne pas obtenir un débit minimum à la profondeur visée ; et le prix de l'eau potable au lieu d'implantation, qui détermine l'économie réalisée sur la facture d'eau potable. Ces trois paramètres sont donc pris en compte pour calculer le seuil de rentabilité d'un forage de substitution, défini comme le volume minimum que doit consommer un ménage pour que la construction d'un forage soit un investissement rentable. Plusieurs hypothèses sont réalisées concernant la manière dont les ménages appréhendent cette rentabilité (attitude vis-à-vis du risque d'échec, taux d'actualisation).

La seconde étape consiste à évaluer le nombre de ménages susceptibles d'avoir construit un forage de substitution pour un seuil de rentabilité donné. Ce nombre est fonction du seuil de rentabilité (il sera d'autant plus élevé que le seuil est faible). On suppose que 75 % (hypothèse basse) à 100 % (hypothèse haute) des ménages pour qui un forage est un investissement rentable le construisent. Le nombre total de forage par entité géologique est estimé en tenant compte du nombre de maisons avec jardin situées dans chaque zone.

### **2.3.2. Limites de la méthode**

Cette méthode indirecte cherche à évaluer la rentabilité des forages dans différents contextes hydrogéologiques et économiques. Ils reposent sur un certain nombre d'hypothèses simplificatrices, notamment concernant les motivations qui conduisent les ménages à s'équiper. Des enquêtes de terrain réalisées dans l'Hérault dans un contexte similaire, et la zone d'étude du Coulon-Calavon ont montré que les ménages ne raisonnent pas tous en termes de minimisation du coût de l'eau. Il est donc difficile de simuler les décisions effectivement prises par les ménages et d'estimer précisément le nombre d'ouvrages de cette manière indirecte.

Par ailleurs, elle ne tient pas compte du fait que de nombreux ménages peuvent avoir accès à une autre ressource de substitution qui leur permet, au même titre que le

forage, de réduire leur facture d'eau en substituant de l'eau brute à l'eau potable. Dans toutes les zones desservies par un réseau d'eau brute, il est donc probable de fortement surestimer le nombre de forages de substitution.

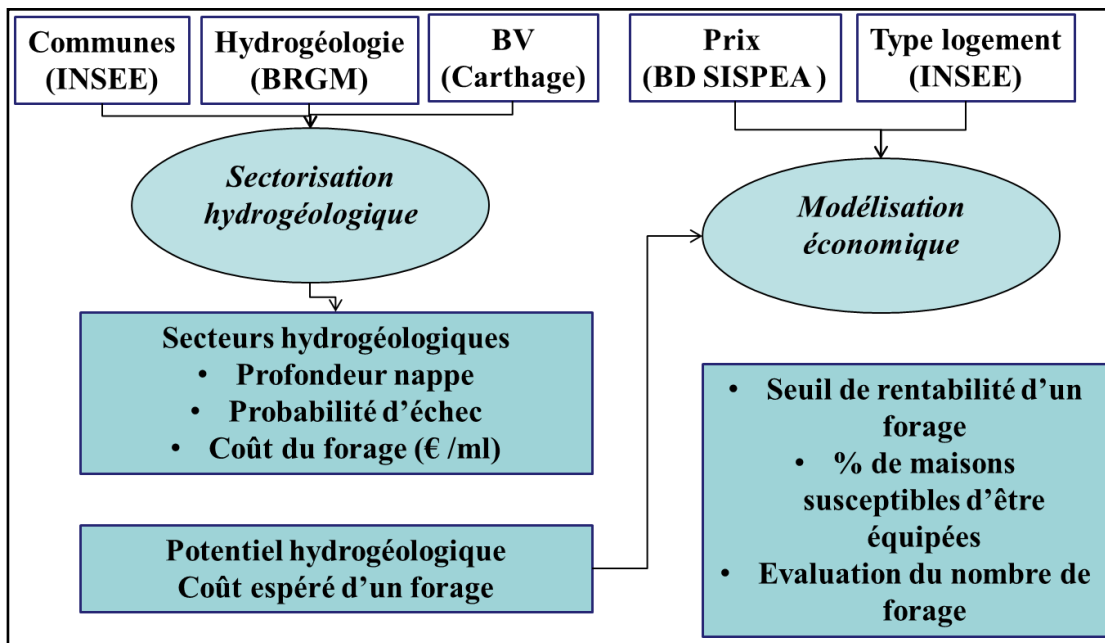


Illustration 4 : Schéma méthodologique de l'analyse hydrogéologique et économique.

Dans ces zones, une analyse plus détaillée, intégrant une cartographie des zones desservies par des réseaux d'eau brute superficielle, serait donc nécessaire pour affiner les résultats.

### 2.3.3. Exemple d'application

Cette approche a été appliquée sur le bassin du Coulon-Calavon (**2009-2012. Projet BRGM pour le compte de l'Agence RMC. Rapport BRGM RP-61565-FR. Chapitre 4**), après avoir été développée sur le bassin versant de l'Hérault.

Elle a été mise en œuvre sur le bassin du Coulon-Calavon à l'échelle d'environ 200 secteurs hydrogéologiques définis au niveau infra-communal. Ces secteurs, qui ont été définis et cartographiés à dire d'expert, ne correspondent pas à un référentiel existant. Les conditions d'accès à l'eau souterraine ont été précisées pour chacun d'entre eux, en prenant en compte le coût de l'accès à l'eau (coût du forage, profondeur, ..), permettant ainsi d'évaluer le nombre de forages, en présentant une hypothèse basse et une hypothèse haute. (Illustration 5)

Seuil de rentabilité (en m <sup>3</sup> /an)	Nombre de résidences principales de type maisons concernées	Nombre de forages hypothèse	
		basse	haute
Moins de 90	11 318	6 774	9 481
90 à 120	11 600	5 407	7 973
120 à 200	4 196	1 317	2 157
200 à 300	7 346	543	1 359
300 à 500	1 973	41	109
500 à 700	4 02	2	6
Plus de 700	6 942	0	2
Total	43 777	14 084	21 087

*Illustration 5 : Répartition du nombre de forages de substitution (estimation) selon le seuil de rentabilité.*

Ces forages de substitution conduisent à un prélèvement moyen allant de 3.5 à 5.2 millions de m<sup>3</sup>, pour une hypothèse de consommation moyenne de 250 m<sup>3</sup> par forage. Cette évaluation est maximale, sachant que certaines habitations vont disposer d'une ressource alternative, comme le réseau d'eau brute (SCP pour cette région), l'utilisation d'eau de pluie récupérée, etc...

Sur le seul bassin du Coulon, les prélèvements représentent environ 50%, soit de 1.7 à 2.6 millions de m<sup>3</sup>.

#### **2.4. METHODE 4 : DETECTION DE L'HABITAT ISOLE PAR ANALYSE SIG**

L'objectif est l'identification des habitations isolées par analyse SIG, donc potentiellement non raccordées au réseau AEP, et donc potentiellement équipées d'un forage.

Ces données sont essentiellement issues de l'IGN. Il s'agit des données de la BD topo, de la BD Parcelle, des réseaux routiers, et enfin des données d'occupation du sol plus générale issues de Corine Land Cover.

Le résultat de cette approche ne saurait exclure la présence de forages en dehors des zones sélectionnées. De la même manière, la présence d'habitat connecté dans les zones retenues est tout à fait possible.

Les hypothèses émises visent simplement à focaliser l'attention sur un nombre limité d'habitations présentant une probabilité importante de non connexion au réseau AEP classique.

### 2.4.1. Principes

La première hypothèse émise est liée à la taille de la parcelle d'une part, et du bâti d'autre part. Nous avons considéré que ce type d'habitat isolé correspond essentiellement à des grandes résidences situées sur des parcelles importantes. Après plusieurs tests, les limites proposées ont été la prise en compte des constructions permanentes (élimination des constructions temporaires) d'une surface supérieure à 100 m<sup>2</sup>, sur des parcelles de surface supérieure à 500 m<sup>2</sup>.

La seconde hypothèse est liée à la densité de ce type d'habitat, qui par principe sera très faible, car lié à un certain mitage. En effet, lorsque des parcelles se trouvent regroupées, on parle alors d'un lotissement, avec une probabilité forte de connexion au réseau AEP. Afin de matérialiser cette notion de densité, une maille de 300 m sur 300 m de côtés (superficie de 9 ha) a été définie, afin de pouvoir dénombrer le nombre d'unités (maison > 100 m<sup>2</sup> sur terrain > 500m<sup>2</sup>) présentes à l'intérieur.

Enfin, la prise en compte des unités 111 (bâti dense), 112 (bâti diffus), 121 (zones industrielles) et 122 (routes et espaces associés) provenant de la base Corine Land Cover vise à éliminer les zones cartographiées comme plus ou moins fortement urbanisées.

Le résultat de cette analyse SIG pourra être superposé aux données hydrogéologiques et hydrologiques disponibles, afin de vérifier la disponibilité en eau de surface (cours d'eau, réseau de distribution d'eau brute) ou souterraine (profondeur de la nappe).

Le maillage proposé constitue donc une grille avec une maille élémentaire de 300 m de côté. Afin de limiter les erreurs potentielles liées au positionnement même de la grille, 4 fichiers sont constitués, avec des décalages progressifs : (grille 1) point 0-0 pour la première, puis décalage (grille 2) de 150m à droite, (grille 3) de 150 m en haut et enfin (grille 4) de 150m à droite et en haut. Les résultats analysés correspondront à la moyenne des résultats sur les 4 grilles.

Il est alors possible, en prenant des hypothèses de consommation moyenne pour ce type d'habitat résidentiel (dans un contexte similaire sur les régions de Perpignan et Montpellier), d'évaluer grossièrement les volumes d'eau nécessaires. Les hypothèses prises sont les suivantes :

- Présence d'une piscine de 50 m<sup>2</sup> en moyenne (compensation de l'évaporation entre mai et octobre, nettoyages, remplissages tous les 5 ans)
- Présence d'une surface arrosée (pelouse, arbres) de 750 m<sup>2</sup> (arrosages périodiques fonction de l'ETP)

Des estimations visant à évaluer le volume nécessaire sont alors faites pour ces usages extérieurs, complétés par une estimation de consommation ménagère de 120 m<sup>3</sup>.

### 2.4.2. Limites de la méthode

Une analyse critique de la méthodologie proposée permet d'ores et déjà de pointer les limites de cette approche. Les principales limites sont liées à la nature même des données géographiques disponibles.

Les données géographiques de l'IGN sont relativement précises mais pas forcément exhaustives à grande échelle.

Les hypothèses proposées peuvent rencontrer des situations particulières excluant l'identification d'une habitation isolée.

En effet, un grand mas (150 m<sup>2</sup>) disposant d'un forage pourra éventuellement être constitué d'une parcelle cadastrale de 400m<sup>2</sup>, et d'une autre non construite de 500m<sup>2</sup> restera identifié sur comme étant présent sur la seule petite parcelle. Rien ne permet dans les bases de données disponibles de raccorder une parcelle non construite à sa voisine construite, les deux appartenant au même propriétaire.

Cette approche se veut donc pertinente à petite échelle, permettant d'identifier un habitant isolé sur de grands territoires, et donc de lui attribuer un prélèvement sur la ressource souterraine en sommant les besoins ménagers à des usages extérieurs moyens.

Il conviendra de prendre en compte pour cette méthode l'existence de ressources alternatives, comme les récupérateurs d'eau de pluie. Il semble cependant que ce type de ressource ne soit pas forcément compatible avec des usages extérieurs importants, comme les piscines et l'arrosage de pelouses.

Cette évaluation des prélèvements ne prend pas en compte l'habitat non isolé pouvant disposer de forages (maisons de village).

### 2.4.3. Exemple d'application

Cette approche a été appliquée sur 44 communes du bassin du Coulon (**2009-2012. Projet BRGM pour le compte de l'Agence RMC. Rapport BRGM RP-61565-FR. Chapitre 3**).

Sur ces 44 communes, l'évaluation basse donne de 1209 habitations isolées (1 seule habitation par maille de 9 hectares) à 2337 habitations (2 habitations maximum par maille) (illustration 6)



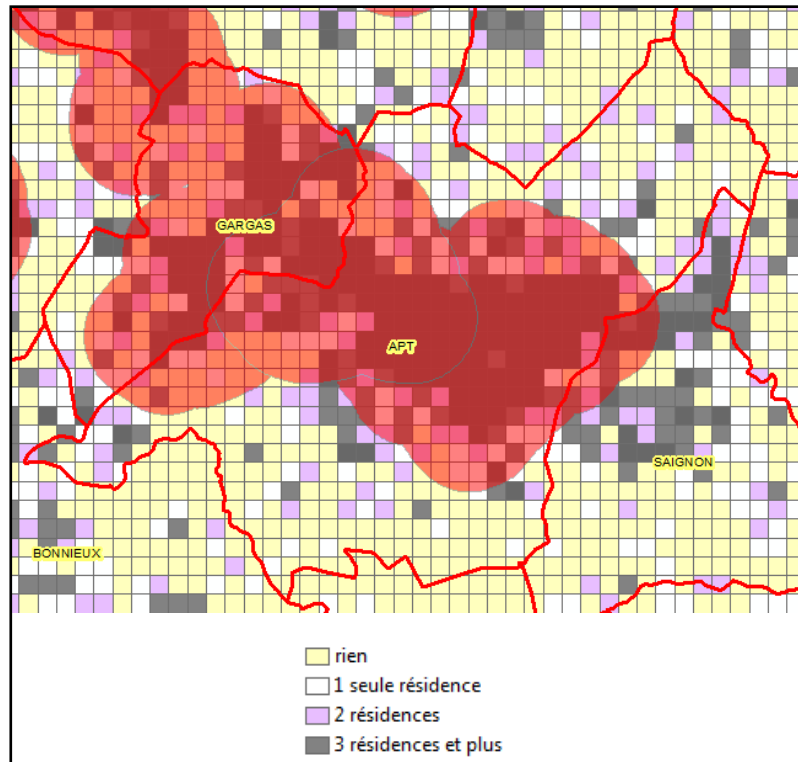


Illustration 6 : Nombre d'habitations par maille de 9 ha.

Une évaluation globale sur le bassin du Coulon (en prenant pour les 6 communes sans données IGN la valeur moyenne des autres communes, pondérée par leur population) donne un volume de 0.6 (évaluation basse / 1209 habitations) à 1.1 millions m<sup>3</sup> (évaluation haute / 2337 habitations) prélevés sur les ressources en eau souterraine.

Cette évaluation ne tient donc compte que de l'habitat isolé. Il ne prend pas en compte l'habitat non isolé, raccordé à l'AEP, mais équipé d'un forage pour ses usages extérieurs.

Enfin, certaines de ces habitations isolées potentiellement équipées d'un forage pourront en fait être équipées d'une autre source alternative : réseau d'eau brute, récupérateurs de pluie, ..

## 2.5. METHODE 5 : METHODE SPANC (CEREG INGENIERIE)

Les prélèvements réalisés à partir de forages domestiques peuvent appartenir à deux grandes familles :

- Les *prélèvements vitaux* réalisés à partir de forages pour des habitations non raccordées à l'AEP publique ;
- Les *prélèvements d'agrément* pour les habitations ayant accès à deux ressources distinctes : réseau collectif AEP et forages domestiques. Dans ce cas présent, les forages domestiques servent alors majoritairement aux usages extérieurs : arrosage des jardins, remplissage des piscines, ...

### 2.5.1. Principes

A partir de questionnaires remplis avec le propriétaire lors de la visite d'une habitation présentant un assainissement non collectif, les SPANC obtiennent les données suivantes :

- La nature de l'assainissement non collectif ;
- L'alimentation en eau potable (adduction publique ou privé) ;
- La présence d'un puits ou d'un forage ;
- L'usage pour l'alimentation en eau potable de ce puits ou de ce forage.

Cette analyse permet d'identifier :

- La proportion d'habitations N1 disposant d'un assainissement non collectif sur un total de N habitations.
- Le nombre d'habitations N2 disposant d'un forage au sein de N1.
- Le nombre d'habitations N3 de forages utilisés exclusivement pour les prélèvements d'agrément et pas pour l'alimentation en eau potable.

En considérant que l'échantillon des foyers en ANC est suffisamment représentatif du comportement de l'ensemble des usagers, notamment de ceux raccordés à l'AEP collective, on peut évaluer la proportion de foyers raccordés à l'adduction publique et disposant d'une double ressource pour réaliser des prélèvements d'agrément.

Comme dans la méthode 3, en prenant des hypothèses de consommation moyenne, il est alors possible d'évaluer grossièrement les volumes d'eau utilisés pour les

*prélèvements d'agrément*. On utilisera la formule suivante avec, pour le taux de forages, la valeur définie à partir des données du SPANC :

$$\text{Volume Pr élèvements d' Agrément} = \text{Pop. moy.} \times \text{Taux Forages} \times \text{Taux raccordement AEP Collectif} \\ \times \text{Consommation moyenne}$$

### 2.5.2. Limites de la méthode

La méthode basée sur les données du SPANC présente plusieurs limites :

- Les questionnaires du SPANC sont déclaratifs et rien n'oblige les propriétaires de déclarer leurs forages domestiques ;
- Les résultats de la méthode se basent sur l'hypothèse forte que le taux d'habitation disposant d'une double ressource (adduction publique et forage domestique) est identique pour les habitations en ANC et pour celles raccordées au réseau d'assainissement collectifs ;
- L'estimation des volumes des prélèvements d'agrément est basée sur la population. Dans le cas d'une analyse communale, les plus grandes communes auront les prélèvements d'agrément les plus importants.

Enfin, les *prélèvements vitaux* réalisés à partir de forages pour des habitations non raccordées à l'AEP publique ne sont pas estimés.

### 2.5.3. Exemple d'application

Dans le cadre de l'étude d'évaluation des volumes prélevables du bassin versant du Coulon-Calavon, cette approche, basée sur les données des SPANC (Services Publics d'Assainissement non Collectifs), a été validée par CEREG (44 communes).

Sur le bassin versant du Coulon, les données des SPANC étaient disponibles dans 29 communes sur 40. Progressivement, toutes les communes du pays seront couvertes, rendant cette approche généralisable.

Les prélèvements domestiques (vitaux + agrément) sont estimés entre 0.6 et 1.4 millions de m<sup>3</sup>.

## 2.6. METHODE 6 : TELEDETECTION ET MODELISATION DES CONSOMMATIONS

La méthodologie repose sur l'évaluation des usages extérieurs (eau pour les piscines et l'arrosage des jardins), puis sur l'analyse de la consommation afin d'identifier les sous - consommations attribuables à une utilisation d'eau alternative : eau brute, forages...

### 2.6.1. Principes

Les étapes suivantes ont été réalisées séquentiellement (illustration 3) :

- Identification par télédétection des usages extérieurs : piscines, arrosage (❶)
- Prise en compte du parcellaire, et jointure avec les données de consommation (❷)
- Analyse de l'évolution des consommations sur une période de 5 ans pour détecter en particulier les cas de baisse significative et durable de la consommation, susceptibles de révéler la construction d'un forage (❸)
- Recherche des corrélations statistiques entre le niveau de consommation et les caractéristiques de l'habitat (❹)

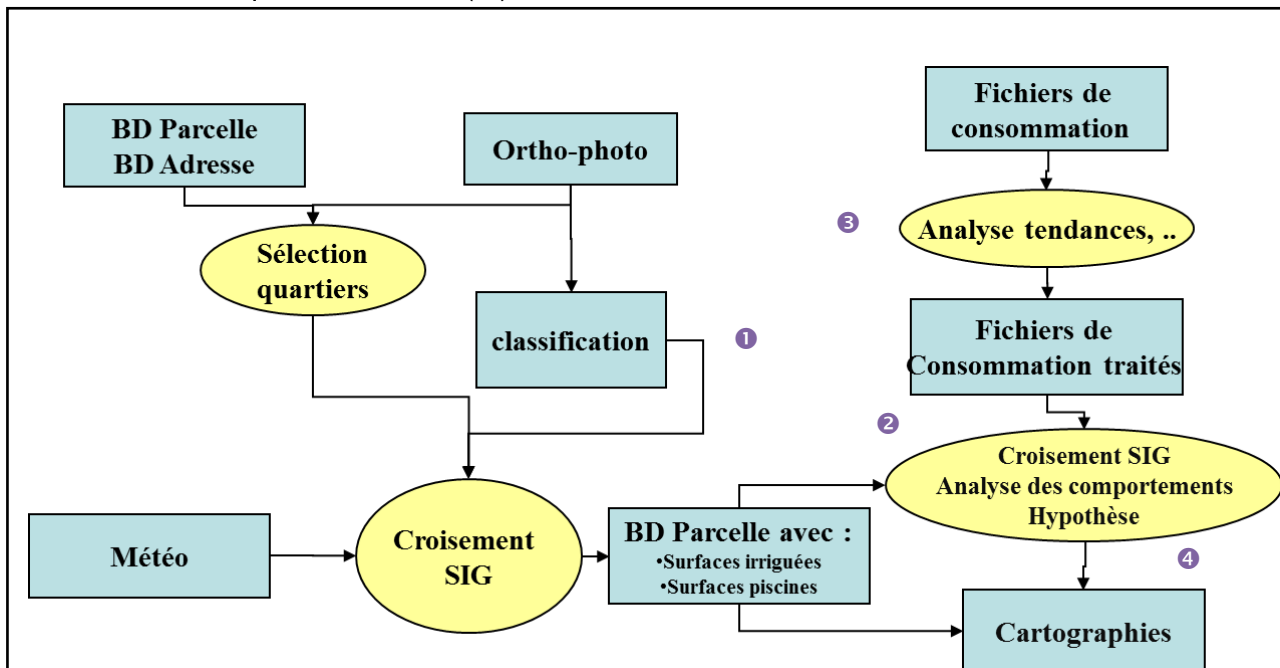


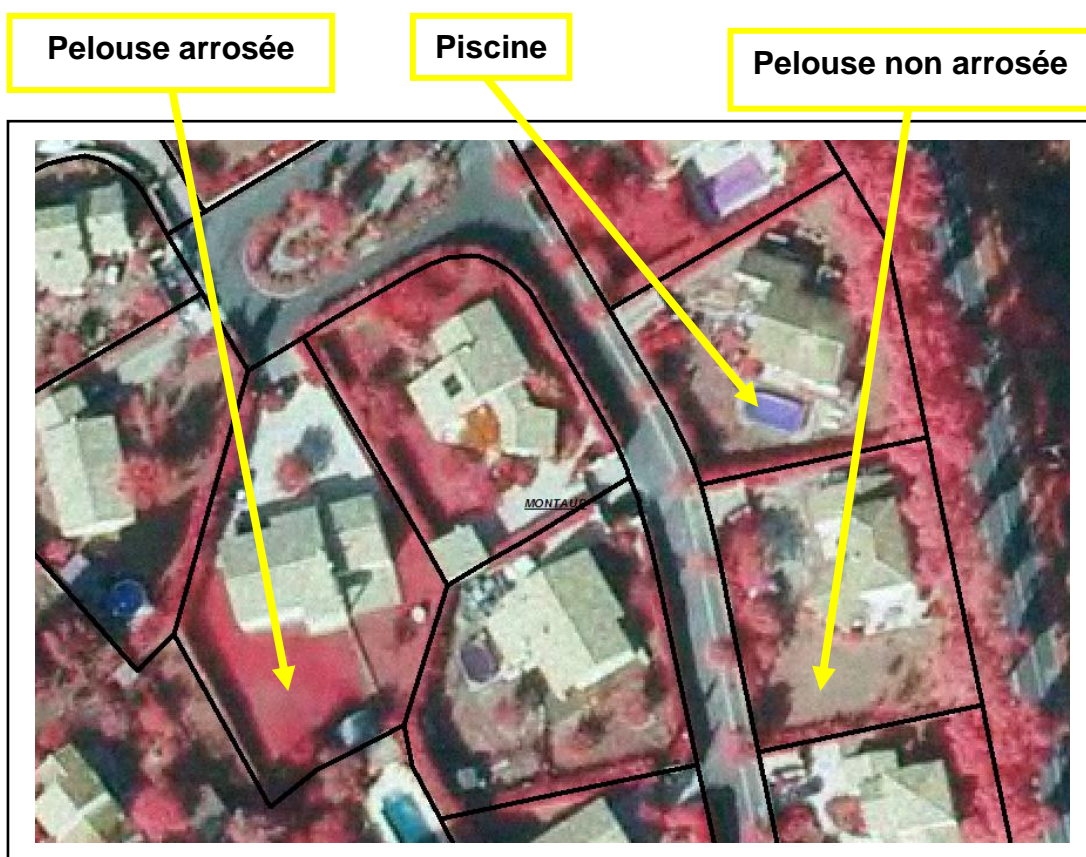
Illustration 7 : Schéma méthodologique concernant l'intégration des usages extérieurs.

### ***Évaluation par télédétection des usages extérieurs d'eau***

Le fait de disposer de deux données satellitales est souhaitable, afin d'optimiser la discrimination des surfaces irriguées.

Idéalement, l'image n°1 devra être acquise en cours d'été (obligatoire), lorsque les surfaces arrosées se distinguent le mieux des surfaces non arrosées. L'image n°2 sera acquise en fin d'hiver (souhaitable), lorsque les arbres feuillus ne sont pas encore en pleine activité chlorophyllienne.

L'utilisation d'images avec le canal proche infrarouge permet d'optimiser la qualité des classifications (illustration 4).



*Illustration 8 : Identification des surfaces consommatrices sur imagerie (août).*

Une classification supervisée permet de caractériser l'occupation des sols à l'intérieur de chaque parcelle cadastrale. Pour les parcelles bâties, 4 types d'occupation sont identifiés : (1) les surfaces arborées, (2) les pelouses, (3) les sols imperméabilisés (toiture, surfaces goudronnées ou bétonnées), (4) les surfaces en eau.

La caractérisation de l'occupation du sol par parcelle cadastrale est finalisée par analyse croisée entre la classification brute et le cadastre (bâti + parcellaire). En effet, pour chaque unité cadastrale, on dispose :

- ✚ de la surface du bâti ;
- ✚ de la surface en eau (piscines) ;
- ✚ de la surface arrosée (pelouses).

La classification finale est enfin combinée avec le fichier des parcelles afin d'extraire pour chacune d'entre elles les surfaces en eau, les surfaces en herbe... (illustration 5).



Illustration 9 : Classification de l'occupation des sols.

Les classes qui vont présenter un intérêt pour l'étude sont les surfaces potentiellement consommatrices en eau, c'est-à-dire les piscines et les surfaces arrosées (en bleu ou en vert dans l'illustration 5).

Précisions :

- (1) Les piscines résultent du calcul de la surface classée en eau. On considèrera par hypothèse que lorsque la surface est inférieure à 7 m<sup>2</sup> (correspond aux piscines gonflables de petite dimension), il n'y a pas de piscine, et que donc ces surfaces résultent de confusions avec d'autres objets (ombre, voitures de couleur bleue..).
- (2) Les surfaces en herbe se voient augmentées d'une partie de l'ombre. Ainsi, si les pelouses représentent x % du total (Surfaces irriguées + Surfaces imperméabilisées + Surfaces arborées + Surfaces non irriguées), on attribuera x % de la surface classée « Ombre » aux pelouses.

Le fichier final est donc constitué, avec pour chaque parcelle :

- l'identifiant parcellaire ;
- les surfaces de la parcelle (surface cadastrale et surface calculée *via* le SIG) ;
- la proportion du bâti ;
- les surfaces des piscines, irriguées et arborées ;
- le code « type d'habitat » ;

### ***Evaluation de la consommation en eau***

Les résultats de l'analyse par télédétection indiquent donc pour chaque parcelle la surface des piscines et la surface en herbe et la surface arborée.

L'évaluation des volumes nécessaires pour ces deux types d'usage passe par la mise en place d'hypothèses de consommation.

Les hypothèses de consommation pour une piscine visent à :

- Compenser l'évaporation ;
- tenir compte des nettoyages :  
*1,14 m<sup>3</sup>/an* (valeur issue sur une piscine-test bénéficiant d'une utilisation normale) ;
- tenir compte des remplissages annualisés (vidange supposée tous les 5 ans) :  
*Surface mesurée x 1,1 m profondeur x 20 %*
- tenir compte du « deshivernage » (10% du volume de la piscine) :  
*Surface mesurée x 1,1m profondeur x 10%*

Les hypothèses émises pour évaluer l'effet de l'irrigation des jardins répondent à de multiples critères, liés au souhait des propriétaires de disposer d'une pelouse bien verte, de limiter les apports en prenant alors en compte des critères économiques, écologiques...

Les hypothèses retenues s'appuient sur des données issues de la bibliographie, et sur différents conseils prodigués par l'entretien des espaces verts en région méditerranéenne. On différenciera les mois les plus chauds et secs (juin, juillet et août) des pré et post saisons (mai et septembre).

- Juin – juillet et août : 2,5 arrosages par semaine permettant de compenser l'ETP moyenne par jour sur ces 3 mois.
- Mai et septembre : 2 arrosages par semaine, toujours afin de compenser l'ETP moyenne par jour sur ces 2 mois.

Le cumul de hauteurs de pluie est pris en compte et diminue d'autant les arrosages.

La surface arrosée correspond à la sommation des surfaces cartographiées en surfaces irriguées (pelouses) et d'une partie des surfaces cartographiées en arbres (10%), afin de tenir compte de l'arrosage des haies, des potagers, des arbres fruitiers, pour lesquels une évaluation cartographique n'est pas possible.

A partir des surfaces cartographiées, il est alors possible d'évaluer la consommation en eau pour ces usages extérieurs.

### **Analyse des tendances**

Le fichier final est donc constitué :

- de l'identifiant ;
- des surfaces de la parcelle (cadastrales et calculées par le SIG) ;
- de la proportion du bâti (SCOS) ;
- des surfaces des piscines, irriguées et arborées ;
- de l'adresse renseignée à partir de la BD Adresse (IGN) ;
- du volume d'eau nécessaire pour les usages extérieurs (piscines + arrosage).

La liaison entre ce fichier et le fichier des consommations est réalisé à l'aide du logiciel R (logiciel statistique gratuit (<http://www.r-project.org/>)). On dispose alors pour chaque parcelle cadastrale des consommations réelles sur un historique qui doit être le plus long possible, et des consommations probables issues de l'analyse par télédétection, auxquelles on rajoute un volume moyen ( $70 \text{ m}^3$ ) supposé pour les usages ménagers.

L'analyse statistique vise alors deux objectifs :

- Etudier par le biais du « test du point de rupture » les ruptures dans les consommations au cours des dernières années. Une rupture pourra être attribuée à la réalisation d'un forage. Une vérification de l'hypothèse de la mise en place d'un forage chez certains abonnés pourra alors être vérifiée.
- Evaluer les différences significatives (plus de  $30 \text{ m}^3$ ) entre les consommations supposées du fait d'usages extérieurs (piscines et pelouses) et les consommations réelles. Les sous-consommations importantes pourront être liées à l'usage d'eau d'un forage.

### **2.6.2. Limites**

La première limite de cette méthode va être la disponibilité des données très haute résolution (satellitale ou aérienne). Le coût de l'imagerie peut être la seconde contrainte ( $17 \text{ \$/km}^2$  en moyenne pour de l'imagerie très haute résolution Quickbird).



La classification supervisée de l'occupation du sol, permettant d'identifier les surfaces en eau (piscines) et les surfaces en herbe (pelouses arrosées) va conduire à quelques confusions qu'il est nécessaire de minimiser. Les surfaces à l'ombre ne peuvent être classées, et sont donc redistribuées proportionnellement dans les autres classes. Les confusions de classification vont concerner par exemple les pelouses et quelques types d'arbres feuillus, leurs caractéristiques spectrales étant proches. Le fait de disposer de deux images (été et début de printemps ou fin d'hiver) permet de limiter ce problème.

Les données de consommations disposent certes d'une adresse, mais la mise en relation de cette adresse avec l'adresse du parcellaire issu de la BD Parcellaire n'est pas automatique, et le pourcentage de rejet peut être important en fonction de la qualité des bases de données.

Enfin, un historique des consommations d'au moins 5 ans est une condition nécessaire pour la détection de tendances. Il arrive qu'avec des changements d'opérateurs, les modes de saisie diffèrent, rendant plus difficile la prise d'un historique adéquat. De plus l'impact des années, la variabilité climatique vont jouer un rôle que seule une chronique relativement longue va permettre de détecter.

### **2.6.3. Exemple d'application**

Cette méthodologie a été développée sur la commune d'Apt et a fait l'objet d'un rapport spécifique (BRGM RP-61234-FR (Rinaudo J.D., Montginoul M., Desprats J.F., Berche M). (2012) Forages individuels et consommation en eau potable : étude de cas dans la commune d'Apt), ainsi que d'une synthèse dans le rapport d'étude (Rapport BRGM RP-61565-FR. Chapitre 6).

L'approche par télédétection s'est appuyée sur une image Geoeye (28 mai 2009, 50cm de résolution, multispectral), les données de consommation étant disponibles sur une période de 5 ans (2005 à 2009).

Afin d'identifier parmi les 2500 ménages du fichier de consommation sur Apt, 470 abonnés domestiques présentent une rupture de tendance statistiquement significative et caractérisée par une baisse de consommation moyenne, qui peut autant être due à la création d'un forage qu'au départ d'un ou plusieurs membres de la famille, l'arrêt d'arrosage d'un jardin, ou encore à la variabilité climatique.

Les deux analyses statistiques appliquées (Test du Point de Rupture et Test de Mann Kendall) suggèrent que 50 à 100 forages ont été réalisés en 5 ans, soit 20 par an. Sachant que l'échantillon étudié est de 2000 maisons, c'est donc 1% des ménages qui s'équipent chaque année. Si l'on suppose que cet équipement a commencé dans les années 1995 (période à laquelle la hausse du prix de l'eau en France a été fortement médiatisée), ce sont près de 20% des maisons de la ville d'Apt qui pourraient être équipées.



## 3. Evaluation des volumes

La plupart des méthodes présentées conduisent à estimer les forages de substitution ou les forages équipant un habitat isolé non raccordé au réseau AEP.

L'évaluation des prélèvements par forage conduit à proposer des hypothèses complémentaires, permettant d'aboutir à des fourchettes de prélèvement, indispensables pour la gestion des ressources en eau souterraine.

### 3.1. ESTIMATION DES USAGES DOMESTIQUES

Les usages domestiques représentent le poste de base de la consommation des ménages. Différentes évaluations sont disponibles dans la littérature.

Dans une étude réalisée pour la compte de la DEAL Franche-Comté, le Cabinet Reilé mentionne une consommation domestique moyenne de 130 litres/jour/habitant (soit 47.5 m<sup>3</sup>/an/habitant) calculée à partir :

- des résultats de l'enquête du Conseil Général du Doubs en 2006, pour laquelle les communes avaient indiqué la répartition de la consommation d'eau en 2005 en fonction des usages (domestique / agricole / coopérative laitière / autres) ;
- de la population des communes recensée par l'INSEE.

Dans le cadre de cette même étude, concernant l'évaluation de besoins des exploitations agricoles, le besoin théorique par tête de bétail est estimé à 48 litres/jour pour une exploitation type avec vaches laitières, génisses et veaux.

Montginoul (Consommation d'eau des ménages en France, 2002, rapport CEMAGREF) rappelle les deux chiffres clés reconnus : 150l/personne/jour (55 m<sup>3</sup>/an) et 120 m<sup>3</sup> par ménage et par an. Ce chiffre de 120 m<sup>3</sup> correspond à la consommation d'un abonné domestique, habitant une résidence principale, ayant donc une consommation annuelle de 120 m<sup>3</sup> d'eau potable, avec un compteur de diamètre 15 mm en location et avec un branchement de diamètre 20 mm.

Les travaux menés en 2011 et 2012 par le BRGM pour l'évaluation des besoins en eau des Communautés d'Agglomérations de Montpellier et de Perpignan semblent montrer des chiffres légèrement inférieurs (70 m<sup>3</sup>/an) pour des ménages habitant en zones résidentielle (pavillons).

### 3.2. ESTIMATIONS PAR EXPERTISE DES FOREURS

L'étude menée dans l'Est Lyonnais (Coucke, 2007) s'appuie sur des déclarations de foreurs indiquant que le débit moyen d'utilisation d'un forage domestique est compris entre 1 à 10 m<sup>3</sup>/h, les puits et forages étant généralement en service de mai à octobre

(7 mois). Le prélèvement moyen est évalué dans l'Est Lyonnais en moyenne entre 200 et 300 m<sup>3</sup>/an.

L'étude CEREG précise quant à elle que les foreurs utilisent pour calculer l'amortissement d'un forage la consommation moyenne de 500l/jour/habitant (182m<sup>3</sup>), pour les usages divers et l'arrosage d'un terrain de 500 à 1000m<sup>2</sup>.

### 3.3. EVALUATION A PARTIR DE LA RENTABILITE SUPPOSEE D'UN FORAGE

L'étude menée par CEREG (méthodologie SPANC) se base sur des hypothèses de consommation domestique par habitation comprises entre 207 et 500 litres/jour, soit entre 75 et 180 m<sup>3</sup>/an, la valeur de 180 m<sup>3</sup> correspondant au seuil de rentabilité du forage.

### 3.4. ESTIMATION DES USAGES EXTERIEURS

L'évaluation des volumes nécessaires pour le remplissage des piscines et l'arrosage des pelouses (surfaces identifiées à partir de la méthode télédétection) passe par la mise en place d'hypothèses de consommation. Ces hypothèses faisant appel à différentes données météorologiques (Pluie, ETP, vent, températures) ont été proposées et validées en zone méditerranéenne : régions Perpignanaise et montpelliéraine.

On passe donc, à partir de surfaces calculées pour chaque parcelle (surface en eau / surface en herbe arrosée), à des volumes par an.

#### 3.4.1. Consommation en eau des piscines

Les hypothèses de consommation pour une piscine visent à (1) compenser l'évaporation, (2) tenir compte des nettoyages (1.1 m<sup>3</sup> / an observé sur une piscine test en utilisation normale), (3) tenir compte des vidanges supposées tous les 5 ans (Surface mesurée X 1.1m profondeur \*20%), et (4) tenir compte du « deshivernage » ((10% du volume de la piscine) : Surface mesurée X 1.1m profondeur \*10%)

soit : **VOLUME ANNUEL = Evaporation + 1.14 + Volume\*20% + Volume\*10%**

avec : **Evaporation nette = fonction(température, vent) – pluie**

#### 3.4.2. Consommation en eau pour l'arrosage

Les hypothèses émises pour évaluer de l'irrigation des jardins répondent à de multiples critères, liés au souhait des propriétaires de disposer d'une pelouse bien verte, de limiter les apports en prenant alors en compte des critères économiques, écologiques, ...

Les hypothèses retenues s'appuient sur de la bibliographie, et sur différents conseils prodigués par l'entretien des espaces verts en région méditerranéenne. On différenciera les mois les plus chauds et secs (juin, juillet et août) des pré et post saisons (mai et septembre).

- Juin – juillet et août : 2.5 arrosages par semaine permettant de compenser l'ETP moyenne par jour sur ces 3 mois.
- Mai et septembre : 2 arrosages par semaine, toujours afin de compenser l'ETP moyenne par jour sur ces 2 mois.

Le nombre de pluies est pris en compte et diminue d'autant les arrosages.

La surface arrosée correspond à l'addition des surfaces cartographiées en surfaces irriguées (pelouses), et d'une partie des surfaces cartographiées en arbres (10%), afin de tenir compte de l'arrosage des haies, des potagers, des arbres fruitiers, pour lesquels toute évaluation cartographique n'est pas possible.

Cette approche montre dans un contexte méditerranéen l'arrosage nécessite un volume de 58 m<sup>3</sup> par tranche de 100m<sup>2</sup> de pelouse. Cette valeur est à confronter avec les 20 m<sup>3</sup> pour 100m<sup>2</sup> mentionnés dans l'enquête CIEAU en 1995.



## 4. Conclusion

Ce rapport fait la synthèse des différentes méthodes proposées pour évaluer les habitations disposant éventuellement d'un forage, donc prélevant tout ou partie de leur consommation en eau, selon qu'elles soient ou non connectées au réseau d'alimentation en eau potable.

Ces méthodologies visent à répondre à des besoins et des échelles différents.

L'analyse par enquête de terrain (questionnaire) vise à étudier les comportements des ménages disposant de forages, mais en partie connectés et en partie non connectés au réseau AEP. Basée sur une première enquête avec des élus de proximité, cette approche cible des petites communes.

L'étude menée dans le cadre du SAGE de l'Est Lyonnais propose une réorganisation du mode de déclaration, afin d'optimiser le nombre de forages déclarés. (Étude DDAF 69)

L'analyse couplée hydrogéologie et économie vise à évaluer le nombre de forage potentiels, en se basant sur l'intérêt économique d'accéder à cette ressource. Cette approche cible des zones allant de la grande commune à la communauté de communes (voire bassins versants, ..)

L'analyse par intégration de données géographiques permet assez rapidement d'identifier l'habitat isolé sur des emprises pouvant être importantes (agglomérations, départements, ..). Cet habitat isolé, ne bénéficiant probablement pas du réseau d'eau potable, sera donc approvisionné par une ressource alternative : source, forages, récupération d'eau de pluie...

L'analyse des données des SPANC permet de mettre en évidence les habitats disposant d'une double ressource avec l'adduction publique pour l'AEP et un forage domestique. En utilisant les données d'un ou plusieurs SPANC, on peut appliquer cette méthode de l'échelle de la commune à celle du bassin versant.

L'analyse couplée télédétection et modélisation de l'évolution de la consommation permet de cibler les ménages ayant un mode d'utilisation de l'eau permettant de suspecter la réalisation d'un forage : réalisation récente lorsqu'on observe une rupture dans la consommation réelle, et réalisation potentiellement plus ancienne par l'analyse des différences entre la consommation réelle, et la consommation estimée (usages extérieurs évalués par télédétection –piscines, pelouses -, et usages ménagers classiques). Elle cible des grandes communes, jusqu'à des communautés de communes.

En conclusion, ces différentes propositions méthodologiques qui ne sauraient être exhaustives visent à donner aux gestionnaires des ressources souterraines une

évaluation des prélèvements plus précise que la seule extrapolation sur les prélèvements issus des forages déclarés dans la Banque du Sous-Sol (BSS).

**Sur le bassin du Coulon, les forages déclarés dans la BSS permettent d'évaluer les prélèvements à 0.3 millions de m<sup>3</sup>.** Cette estimation est à comparer aux évaluations faites à partir de quelques méthodes présentées dans ce rapport :

- *Méthode 3 (Approche par modélisation économique) : 1.7 à 2.6 millions de m<sup>3</sup>*
- *Méthode 4 (Analyse SIG - Habitat isolé seulement) : 0.6 à 1.1 millions de m<sup>3</sup>*
- *Méthode 5 (SPANC) : 0.6 et 1.4 millions de m<sup>3</sup>*



## 5. Bibliographie

### 5.1. METHODE 1 : ENQUETES

Pas de données bibliographiques particulières

### 5.2. METHODE 2 : AMELIORATION DU PROCESSUS DE DECLARATIONS

Coucke S. (2007), Établissement d'une méthodologie de recensement des forages Domestiques. Périmètre du SAGE de l'Est Lyonnais. Rapport de Stage DDAF 69

### 5.3. METHODE 3 : ANALYSE HYDROGEOLOGIQUE ET MODELISATION

Ayme Y., Silvestre JP. (1993) – Prélèvements d'eaux souterraines pour la recherche de pesticides dans le bassin versant du Calavon. BRGM/R-37621 4S DR6/MAR 93

Cabinet Malessard, Hydrosol Ingénierie, 2002 « Aquifère Miocène du Comtat Venaissin - Synthèse bibliographique des connaissances sur l'aquifère et inventaire des ouvrages existants ».

Gourcy L., Salquèbre D. (2008) – Aquifère miocène du bassin de Carpentras : compréhension des échanges entre nappes et des transferts d'eau et de solutés (nitrates). BRGM/RP-56401-FR, 75p, 18 ill., 5ann.

Montginoul M. (2005) *Le forage comme ressource alternative à l'eau du réseau public - Examen à partir du projet de loi sur l'eau 2005 et d'enquêtes conduites en France*. Rapport technique remis dans le cadre de la convention 2003-2005 selon l'avenant de 2005 MEDD - Cemagref pour l'action 2 : "mobilisation des ressources alternatives par des usagers des réseaux publics AEP". Cemagref - UMR G-Eau, Montpellier, 64 p.

Montginoul M. (2008) *Estimation du nombre de forages domestiques - Application au cas des Pyrénées Orientales (66)*. Rapport final suite à la convention 2006 MEDD - Cemagref, domaine " DCE et gestion de l'eau " Point 3.1. " Gestion des accès individuels à la ressource " de l'action 3. " Au titre de la gestion intégrée ". Cemagref - UMR G-Eau, Montpellier, 51 p.

Montginoul M. ; Rinaudo J.-D. (2003) Impact de la tarification sur les stratégies de consommation et d'approvisionnement en eau des ménages. *La Houille Blanche*, vol. 3, p. 107-111.

Montginoul.M., Rinaudo.J.D. (2010) Controlling Households' Drilling fever in France : an economic modeling approach, in World Congress of Environmental and Resource Economists - 28/06-02/07/2010 - Montreal - Canada

Montginoul.M., Rinaudo.J.D., Lunet Delajonquière.Y., Garin.P., Marchal J-P. (2005) Simulating the impact water pricing on household behaviour: the temptation of using untreated groundwater, *Water Policy*, Vol. 7, pp. 523-541

Montginoul (2002) La consommation d'eau des ménages en France : Etat des lieux. ([http://www.economie.eafrance.fr/IMG/pdf/rapport\\_final\\_ConsoEp2.pdf](http://www.economie.eafrance.fr/IMG/pdf/rapport_final_ConsoEp2.pdf))

#### **5.4. METHODE 4 : CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT ISOLE**

Cabinet REILE (2011). Etude de détermination des volumes prélevables dans le sous-bassin du Haut Doubs. Délimitation des ressources majeures pour l'eau potable sur la masse d'eau « Alluvions du Dugeon, Nappe de l'Arlier ». Rapport d'étape – PHASE II. Bilan des prélèvements et analyse de leur évolution

#### **5.5. METHODE 5 : METHODE SPANC**

CEREG Ingénierie (2012) Phase 3 : Bilan des prélèvements – Etude de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant du Calavon – Coulon – Parc Naturel Régional du Luberon (PNRL) – 180 p.

Communauté de Communes du Pays d'Apt : Apt, Auribeau, Caseneuve, Castellet, Gargas, Gignac, Lagarde d'Apt, Rustrel, Saignon, Saint-Martin-de-Castillon, Saint-Saturnin-lès-Apt, Sivergues, Viens et Villar (source CCPA) ;

Communauté de Communes du Pont Julien : Bonnieux, Roussillon, Goult, Lacoste, Murs, Saint-Pantaléon, Ménerbes, Lioux (source de données SOGEDO)

Communauté de Communes de Coustellet : Cabrières d'Avignon, Lagnes, Maubec, Oppède et Robion (source de données SDEI) ;

Communauté de communes Provence Luberon Durance : Cavaillon, Cheval-Blanc, Mérindol et Les Taillades (source de données SDEI) ;

Commune de Gordes (source de données SDEI) ;

Commune des Beaumettes (source de données SDEI).

## **5.6. METHODE 6 : CARTOGRAPHIE PAR TELEDETECTION DES USAGES EXTERIEURS ET MODELISATION DES CONSOMMATIONS**

Alexandre, O. et T. Azomahou (2000). "Modéliser la demande en eau potable : une étude de cas sur 115 communes de la Moselle". TSM (Techniques, Sciences et Méthodes) 2: 50-55.

Desprats J.F., Rinaudo J.D., Moulin M., Graveline N., (2012) Evaluation des prélèvements d'eau issus de forages domestiques dans les bassins du Coulon-Calavon et de Carpentras (Vaucluse). BRGM/RP-61565-FR 61 p, 30 ill.

Desprats J.F., Rinaudo J.D., Montginoul M. (2011) - Relation entre le type d'urbanisation et la consommation des ménages en eau. Rapport intermédiaire RP-60126-FR

Desprats Jean-François, Raclot Damien, Rousseau Marie, Cerdan Olivier, Garcin Manuel, Le Bissonnais Yves, Ben Slimane Abir, Fouche Julien, Montfort-Climent Daniel, 2011 - Mapping linear erosion features using high and very high resolution satellite imagery. Land Degradation & Development. ID: LDD-10-0116.R1

Donnay Jean-Paul, Binard Marc, Legros Gauthier, Muller Fabrice, Schumacker Benoît, 2001, Progress in the Use of Vhr Satellite Imagery and Applications in Urban Remote Sensing - Space scientific research in Belgium - Volume III Earth Sciences Part 2 1994 – 2000 – page 57-69

Marescat Bruno, Poquet Guy, Pouquet Laurent, Ragot Karine (septembre1997). L'eau et les usages domestiques. Comportements de consommation de l'eau les ménages. Cahier de recherche n°104.

Mazzanti, M. and A. Montini (2006). "The determinants of residential water demand: empirical evidence for a panel of Italian municipalities." Applied Economics Letters 13: 107 - 111.

Nauges, C. and A. Reynaud (2001). " Estimation de la demande domestique d'eau potable en France." Revue économique 52(1): 164 - 185.

Pouquet, L. et K. Ragot (1997). "Les ménages sont-ils devenus plus sensibles au prix de l'eau ?". Cahiers de Recherche du CREDOC 104: 63-168.

Renwick, M., R. Green, et al. (1998). Measuring the price responsiveness of residential water demand in California's urban areas, California Department of Water Resources: 28.

- Rinaudo J.D., Montginoul M., Desprats J.F., Berche M. (2012) Forages individuels et consommation en eau potable : étude de cas dans la commune d'Apt (84)., BRGM RP-61234-FR 50 p, 19 ill., 1 annexe
- Ruijs, A., A. Zimmermann, et al. (2008). "Demand and distributional effects of water pricing policies." *Ecological Economics* 66: 506 - 516.
- Saisatit, T. (1988). Etude sur la prévision de la demande en eau en milieu urbain : application à l'agglomération chambérienne. Thèse de Doctorat Université de Savoie. Faculté des Sciences et Techniques, spécialité : Génie de l'Environnement Chambéry pages.
- Schleich, J. and T. Hillenbrand (2008). "Determinants of residential water demand in Germany." *Ecological Economics*: 14.
- Wong, Jefferson See; Zhang, Qiang; Chen, Yongqin David. Statistical modeling of daily urban water consumption in Hong Kong: Trend, changing patterns, and forecast. *Water Resource. Res.*, Vol. 46, No. 3, W03506, 2010

## **Annexe 1 : fiche d'enquête**

## Questionnaire sur l'usage de l'eau par les particuliers

Nous vous remercions, par avance, de bien vouloir répondre à ce questionnaire anonyme et de le retourner dans les plus brefs délais au BRGM (par mail, courrier ou fax) ou de le déposer en mairie.

### ⊗ **Le saviez-vous ?**

Les particuliers peuvent avoir différentes sources d'approvisionnement en eau... Cependant l'eau distribuée est souvent issue de la même ressource en eau. Dans la région, certaines sont menacées de surexploitation et il est donc important de connaître l'ensemble des prélèvements pour pouvoir prévoir leur protection !

Ces différents types d'approvisionnement sont

- l'eau potable du réseau de la ville
- des eaux brutes :
  - o les forages individuels
  - o les abonnements à des canaux (canal de Provence ou canal de Carpentras)
  - o les droits d'eau (Mayre etc.)

► Si vous souhaitez nous indiquer votre numéro de téléphone, afin d'éventuellement préciser le questionnaire : .....

### 1. SITUATION FAMILIALE

1.1. Etes-vous :  Propriétaire  
 Locataire

1.2. Ce logement est votre :  
 Résidence principale  
 Résidence secondaire  
(Durée d'occupation : .....

1.3. Nombre de personnes présentes dans le logement : (mettre les âges entre parenthèses)  
- En permanence : .....  
- Week-end/Vacances : .....  
- Dans la journée : .....

1.4. Quelle est la catégorie socio-professionnelle du chef de famille ?  
 Agriculteur exploitant  
 Artisan, commerçant et chef d'entreprise  
 Cadre  
 Profession Intermédiaire  
 Employé  
 Ouvrier  
 Retraité  
 Sans activité professionnelle

1.5. La taille du foyer a-t-elle été modifiée dans les 10 dernières années (départ d'enfants, etc.) ?  Oui  Non

Précisez : .....

### 1.6. Caractéristiques de votre logement :

- Surface habitable : .....
- Superficie du terrain si vous avez un jardin que vous arrosez : .....
- Possédez-vous une piscine :  Oui  Non

## 2. RACCORDEMENT A L'EAU POTABLE

2.1. Etes-vous raccordés au réseau d'eau potable de la ville ?

- Oui  Non (ailes au paragraphe 3)

2.2. Depuis quand :

- Moins de 5 ans
- 5 à 10 ans
- Plus de 10 ans
- Je ne sais pas

2.3. Pour quels usages consommez-vous l'eau du réseau de la ville ?

- Bains, douches, toilettes
- Lavage du linge
- Lavage de la vaisselle
- Préparation des repas
- Boisson
- Arrosage du jardin
- Arrosage du potager
- Remplissage de la piscine
- Lavage de la voiture
- Autres : .....

2.4. Comment percevez-vous le prix de l'eau ?

- Bon marché  Excessif
  - Juste prix  Je ne le connais pas
- Pourquoi ? .....

2.5. Avez-vous confiance dans la qualité du réseau de la ville (qualité pour la boire) ?

- Oui  Non

## Questionnaire sur l'usage de l'eau par les particuliers

Nous vous remercions, par avance, de bien vouloir répondre à ce questionnaire anonyme et de le retourner dans les plus brefs délais au BRGM (par mail, courrier ou fax) ou de le déposer en mairie.

### 3. AUTRES RESSOURCES EN EAU

3.1. Avez-vous un autre point d'eau (autre système d'approvisionnement en eau) ?

- Oui  
 Non (allez directement au paragraphe 4)

- Si oui, de quel type:

- Forage  
 Puits  
 Source  
 Mayres (canaux traditionnels)  
 Canal, précisez : .....

Autres : .....

- Utilisez-vous une pompe pour votre captage ?  Oui  Non

- Utilisez-vous encore ce captage?

- Oui (allez au paragraphe 5)  
 Non

- Si non, pourquoi ne l'utilisez-vous plus ?

- Assèchement de l'ouvrage  
 Autres ressources plus économiques  
Lesquelles : .....

Autres : .....

### 4. SI VOUS N'AVEZ PAS D'AUTRE SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

4.1. Avez-vous déjà songé à vous équiper d'un autre point de captage d'eau ?

- Oui  Non

- Si oui : De quel type ?

- Source  Canal  
 Forage  Mayres  
 Puits  
 Autres : .....

- Précisez dans quel canal, nappe ou source ?

.....

- Pour quelle(s) utilisation(s) de l'eau ?

.....

.....

- Connaissez-vous le coût d'un raccordement au canal de Carpentras ?

- Oui  Non

4.2. Avez-vous abandonné le projet ?

- Oui  
 Non, je pense le faire à l'avenir

- Pour quelle(s) raison(s) ? .....

⇒ Si vous n'avez pas d'autres systèmes d'approvisionnement en eau, le questionnaire se termine ici. Merci de votre participation !

### 5. SI VOUS POSSEDEZ UN OU PLUSIEURS AUTRE(S) SYSTEME(S) D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

5.1. Caractéristiques de votre forage/puits :

Date de mise en œuvre : .....

Profondeur : .....

Niveau de l'eau : .....

Débit et volume consommé : .....

- Pourquoi ce choix plutôt qu'un autre ?

.....

- Avec le temps regrettez-vous ce choix ?

- Oui  Non

Pourquoi ? .....

.....

5.2. Caractéristiques de votre abonnement:

Société/association : .....

Date de la 1<sup>ère</sup> souscription : .....

Débit ou volume consommé/abonné : .....

.....

- Pourquoi ce choix plutôt qu'un autre ?

.....

- Avec le temps regrettez-vous ce choix ?

- Oui  Non

Pourquoi ? .....

## Questionnaire sur l'usage de l'eau par les particuliers

Nous vous remercions, par avance, de bien vouloir répondre à ce questionnaire anonyme et de le retourner dans les plus brefs délais au BRGM (par mail, courrier ou fax) ou de le déposer en mairie.

### 5.3. Motivations et utilisations :

5.3.1. Quelles ont été les motivations pour vous équiper ? (numérotez, 1 étant le plus important)

**Canal Forage**

- |                              |                              |   |
|------------------------------|------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Pas de raccord à l'eau de ville   |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Hausse du prix de l'eau   |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Ouvrage déjà présent avant  |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Peur d'une augmentation future du prix de l'eau   |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Pouvoir consommer plus à moindre frais  |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Avoir plus de pression  |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Volonté d'autonomie en eau  |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Pour adopter un comportement écologique (eau potable réservée à l'alimentation et la boisson) |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Sécheresses et restrictions d'eau répétées  |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Coupures d'eau potable répétées   |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Facilité d'accès à l'eau sur votre terrain  |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Tendance dans le quartier   |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Conseil de famille/amis   |
| <input type="checkbox"/> ... | <input type="checkbox"/> ... | Autres : .....  |

5.3.2. Qui a été à l'initiative de la décision ?

**Canal Forage**

- |                          |                          |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Une entreprise m'a contacté et convaincu     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | J'ai contacté un opérateur (foreur ou canal) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un peu des deux, ce fut une longue réflexion |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Autres : .....                               |

5.3.3. Pour quels usages utilisez-vous ce(s) dispositif(s) d'approvisionnement ? (veuillez noter F : forage, C : canal)

- Usages extérieurs :

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> ... | Arrosage du jardin       |
|                              | Fréquence : .....        |
|                              | Durée : .....            |
| <input type="checkbox"/> ... | Remplissage de piscine   |
| <input type="checkbox"/> ... | Lavage voiture/terrasse  |
| <input type="checkbox"/> ... | Autres, précisez : ..... |

- Usages intérieurs :

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ... | Chasses d'eau / douches & bains |
| <input type="checkbox"/> ... | Lavage du linge                 |
| <input type="checkbox"/> ... | Lavage de la vaisselle          |
| <input type="checkbox"/> ... | Cuisine                         |
| <input type="checkbox"/> ... | Boisson                         |
| <input type="checkbox"/> ... | Autres, précisez : .....        |

### 5.4. Qualité de l'eau et évolution dans le temps :

5.3.1. Analysez-vous la qualité de l'eau ?

- Oui  Non

- Si oui à quelle fréquence ? .....

- Pour quel(s) captage(s) ? .....

5.4.2. Avez-vous constaté une baisse du débit ou niveau d'eau à votre point de captage ?  Oui  Non

Pour quel ouvrage : .....

- Si oui, de combien ?

- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | De l'ordre de quelques centimètres |
| <input type="checkbox"/> | De l'ordre du mètre                |
| <input type="checkbox"/> | De plusieurs mètres                |

- Cette diminution est :

- |                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Temporaire (périodes estivales)      |
| <input type="checkbox"/> | Permanente (constante dans le temps) |

### 6. INVESTISSEMENTS ET COUTS :

6.1. Votre facture d'eau (réseau ville) a-t-elle diminué après la mise en place de votre nouvel approvisionnement en eau ?

- Oui  Non

Je ne sais pas, c'était il y a trop longtemps

6.2 Quelle est votre consommation en eau de ville ? .....m3/an

6.3. Pensez-vous consommer plus d'eau au total (eau ville + eau brute) depuis la mise en place du second système d'approvisionnement ?

- Oui  Non



## Questionnaire sur l'usage de l'eau par les particuliers

Nous vous remercions, par avance, de bien vouloir répondre à ce questionnaire anonyme et de le retourner dans les plus brefs délais au BRGM (par mail, courrier ou fax) ou de le déposer en mairie.

- Si oui, à combien estimez-vous cette surconsommation (m<sup>3</sup>) ? .....
- Quelle économie réalisez-vous (au total en prenant en compte vos coûts sur votre propre système) ? .....

6.4. Avez-vous fait un calcul de rentabilité avant de faire votre choix ?

- Oui  Non

Si oui :

- Qu'avez-vous pris en compte ? .....
  - Economie d'eau potable estimée en m<sup>3</sup>/an : .....
  - Prix du m<sup>3</sup> de l'eau potable pris en compte : .....
  - Quelle est la période de retour sur investissement que vous avez estimée ?
    - Inférieure à 5 ans
    - Entre 5 et 10 ans
    - Supérieure à 10 ans
    - Je n'ai pas fait ce calcul
  - Partagez-vous l'investissement de l'ouvrage à plusieurs foyers ?
    - Oui  Non
- Précisez le nombre : .....

6.5. Avez-vous installé un double réseau d'eau dans la maison ?

- Oui  Non

6.6. Quel a été le coût d'investissement du nouveau point d'eau ?

- Coût de l'ouvrage :
  - Forage /Puits : .....
  - Pompe : .....
  - Electricité : .....
  - Plomberie /Tuyauterie : .....
  - Systèmes de filtration : .....
- Canal de Carpentras (coût du raccordement initial) : .....
- Autre canal .....
- Double réseau dans la maison : .....

6.7. A combien estimez-vous les coûts de fonctionnement (coûts récurrents) de votre installation ?

- Consommation d'énergie (€/m<sup>3</sup> ou €/an) : .....
- Entretien de la pompe (€/an ou € depuis acquisition) : .....

6.8. Avez-vous songé, avant la construction de cet ouvrage ou de votre raccordement au canal, à une autre solution ?

- Oui  Non

Laquelle ? .....

- Si oui, pourquoi avez-vous abandonné ce projet ? .....

Et si vous souhaitez nous indiquer d'autres informations au sujet des forages individuels ou de l'utilisation de l'eau :

MERCI BEAUCOUP DE VOTRE PATIENCE  
&  
DE L'INTERET QUE VOUS PORTEZ A CETTE  
ETUDE !  
Les résultats seront consultables en mairie en 2011



**Contacts :**

BRGM - Marc Moulin  
117, avenue de Luminy - BP 168  
13276 MARSEILLE cedex 09  
Tél : 04.91.17.20.46  
Fax : 04.91.17.20.40  
Mail : [eau.sout@brgm.fr](mailto:eau.sout@brgm.fr)



**BRGM Montpellier**  
1039 rue de Pinville  
34000 Montpellier – France  
Tél.: 04 67 15 79 80