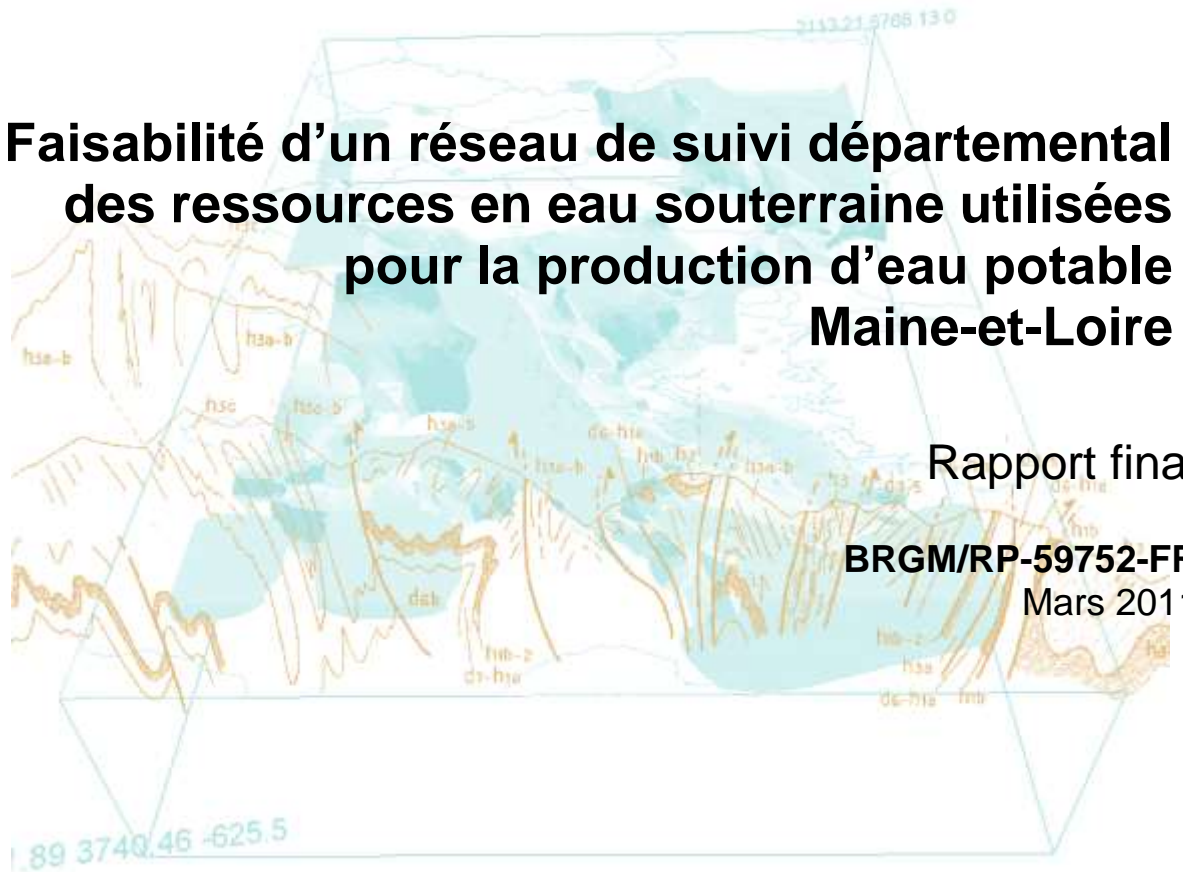




Faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable Maine-et-Loire

Rapport final

BRGM/RP-59752-FR
Mars 2011



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable Maine-et-Loire

Rapport final

BRGM/RP-59752-FR
Mars 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 09EAUK99

E. ROUXEL



Vérificateur :

Nom : P. CHRETIEN

Date : 20/12/2011

Signature :

(Ou Original signé par)

Approbateur :

Nom : J. NICOLAS

Date : 20/12/2011

Signature :

(Ou Original signé par)

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



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



Mots clés : Piézomètre, réseau piézométrique non patrimonial, suivi quantitatif, eau souterraine, Loire-Atlantique

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

E. Rouxel (2011) - Faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable - Maine-et-Loire. Rapport final. BRGM/RP-59752-FR. 49 p., 5 ann., 21 illustr.

Synthèse

Le présent rapport décrit les actions réalisées par le BRGM dans le cadre de l'étude de faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable en Maine-et-Loire.

Dans ce département, la ressource en eau souterraine représente un enjeu de plus en plus sensible. Des problèmes d'approvisionnement en eau potable se sont posés notamment en 2005 en fin de période estivale. Le renforcement des connaissances des aquifères sollicités pour la production d'eau potable constitue donc un enjeu capital pour en améliorer la gestion.

En 2007, une démarche a donc été engagée en Maine-et-Loire avec l'objectif d'aboutir à la mise en place d'échanges et d'outils pour être en mesure de mieux suivre et gérer les ressources en eaux souterraines utilisées pour la production d'eau potable.

Dans un premier temps, à la demande de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, du Conseil Général et des services de l'Etat du Maine-et-Loire (DDASS, MISE et DDAF), le BRGM a réalisé une étude visant à caractériser de façon détaillée et homogène chaque ouvrage de prélèvement pour l'Alimentation en eau potable (AEP), chaque unité de captage ainsi que chaque aquifère sollicité. Ce travail a abouti à un rapport et à un document synthétique (atlas au format A3 constitué de 41 fiches d'unité de captage, 95 fiches d'ouvrage et 6 fiches aquifère). L'atlas et le rapport d'étude ont été remis en juillet 2008.

Sur la base de ce diagnostic, l'étude de faisabilité – objet du présent rapport – a été engagée en 2008. Les objectifs étaient les suivants :

- Sensibilisation et information des interlocuteurs (collectivités, syndicats, exploitants) pour permettre l'adhésion et l'implication de ces futurs acteurs dans la préparation et la mise en place d'un réseau de suivi à l'échelle départementale pérenne.
- Définition et évaluation de la mise à niveau du matériel de suivi au niveau des unités de captage.
- Définition des modalités de fonctionnement possibles d'un tel réseau à l'échelle du Maine-et-Loire (interlocuteurs, outils, modalités d'échanges, bancarisation de données, valorisation des données).

En étudiant les particularités des différents interlocuteurs présents en Maine-et-Loire (exploitants, maîtres d'ouvrages et membres du Comité de Pilotage), les différents objectifs ont été remplis et des outils de travail appropriés ont dû être élaborés pour concevoir un mode de fonctionnement adapté au réseau départemental de suivi des ressources en eau souterraines exploitées pour l'eau potable.

Sommaire

1. Les eaux souterraines et l'eau potable en Maine-et-Loire.....	9
1.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE.....	9
1.2. L'EAU POTABLE EN MAINE-ET-LOIRE	11
1.3. PROBLÉMATIQUE	13
2. La démarche engagée en Maine-et-Loire	14
2.1. OBJECTIFS	14
2.2. ETAPES DE TRAVAIL	14
2.2.1. ETAPE 1 : l'Etude diagnostic (achevée en 2008)	14
2.2.2. ETAPE 2 : L'Etude de faisabilité d'un réseau de suivi piézométrique départemental des ressources en eau souterraine exploitées pour l'AEP (2009-2011).....	16
2.2.3. ETAPE 3 : Mise en place effective et amorçage du suivi départemental (à venir).....	18
2.3. INTERLOCUTEURS.....	18
2.3.1. Comité de pilotage	18
2.3.2. Maîtres d'ouvrages et exploitants	18
3. Déroulement de l'étude de faisabilité	23
3.1. INFORMATION ET CONSULTATION DES INTERLOCUTEURS.....	23
3.1.1. Objectifs	23
3.1.2. Réalisation	23
3.2. EVALUATION DES ÉQUIPEMENTS À METTRE EN PLACE	25
3.2.1. A l'échelle des unités de captage	25
3.2.2. A l'échelle départementale	28
3.3. DÉFINITION ET ÉVALUATION DES MODALITÉS DE FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU DÉPARTEMENTAL DE SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE UTILISÉES POUR L'AEP.....	30
4. Modalités de fonctionnement validées	33
4.1. SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU	33
4.2. OBJECTIFS ET PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT	34

4.2.1. Accès aux éléments de connaissance du comportement des nappes et des captages d'eau souterraine utilisés pour l'AEP	34
4.2.2. Amélioration de la gestion des ouvrages de captage pour préserver et garantir leur bon fonctionnement	34
4.2.3. Prévenir et anticiper les périodes d'étiage sévère de la ressource.....	35
4.2.4. Compléter et renforcer le volet «sécurisation» du schéma départemental d'eau potable.....	38
4.3. SUIVI À L'ÉCHELLE DES UNITÉS DE CAPTAGE	38
4.3.1. Equipements requis.....	38
4.3.2. Protocoles de suivi	38
4.4. SUIVI À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE	38
4.4.1. Equipements et rôle du gestionnaire	39
4.4.2. Outil de traitement et de valorisation des données	39
4.4.3. Plate-forme de consultation	41
5. Conclusion et perspectives	49

Liste des illustrations

Illustration 1 - Extrait de la carte géologique de la France à l'échelle du millionième	9
Illustration 2 - Carte hydrogéologique simplifiée du Maine-et-Loire.	10
Illustration 3 – Origine de l'eau potable en Maine-et-Loire (Source : Site internet de l'ARS 49).....	11
Illustration 4 - Nombre d'ouvrages de prélèvement par unité de captage.....	11
Illustration 5 – Carte de situation des unités de prélèvement ? en eau souterraine pour l'usage AEP en Maine-et-Loire (BRGM, 2008). 41 POINTS = situation 1995 ?	12
Illustration 6 - Nombre d'ouvrage de prélèvement en eau souterraine par Maître d'ouvrage (détail et synthèse par type de maître d'ouvrage)	19
Illustration 7 - Nombre d'ouvrage de prélèvement en eau souterraine par exploitant (détail et synthèse par type d'exploitant)	20
Illustration 8 – Tableau récapitulatif des interlocuteurs (exploitants en gras et maîtres d'ouvrage) et nombre d'ouvrages associés.....	21
Illustration 9 - Coûts unitaires pris en compte	26
Illustration 10 – Estimation du coût en équipement par unité (en € HT) Hors coûts liés à la création d'un ouvrage de suivi situé en dehors de la zone d'influence du prélèvement	27
Illustration 11 - Premier schéma de fonctionnement (Juin 2009)	31
Illustration 12- Schéma de fonctionnement du réseau (Suivi régulier).....	33
Illustration 13 - Schéma de fonctionnement du réseau (cas d'alerte)	38

Illustration 14 - Plate-forme de consultation, portail d'accès (état à fin novembre 2011)	45
Illustration 15 – Plate-Forme de consultation, Onglet suivi départemental, Aquifères (mode cartographie)	45
Illustration 16 – Plate-forme de consultation, Onglet suivi local - Unité (mode cartographie)	46
Illustration 17 – Plate-forme de consultation, Exemple de fiche unité (état à fin novembre 2011)	46
Illustration 18 – Plate-forme de consultation, exemple de fiche ouvrage (état à fin novembre 2011)	47
Illustration 19 - Synthèse des informations recueillies concernant les suivis piézométriques (Septembre 2009)	63
Illustration 20 - Synthèse des informations recueillies concernant les suivis volumes/débits (Septembre 2009)	64
Illustration 21 – Besoins en équipements établis à mars 2011 (en € HT) Coûts liés à la création d'un ouvrage de suivi situé en dehors de la zone d'influence du prélèvement non présentés.	65

Liste des annexes

Annexe 1 - Plaquette d'information (2009)	
Annexe 2 - Compte-rendu de visite (document type)	
Annexe 3 - Besoins en équipements et estimations chiffrées	
Annexe 4 - Fiches de matériel	
Annexe 5 - Modalités de fonctionnement du réseau (Fascicule détachable)	

1. Les eaux souterraines et l'eau potable en Maine-et-Loire

1.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

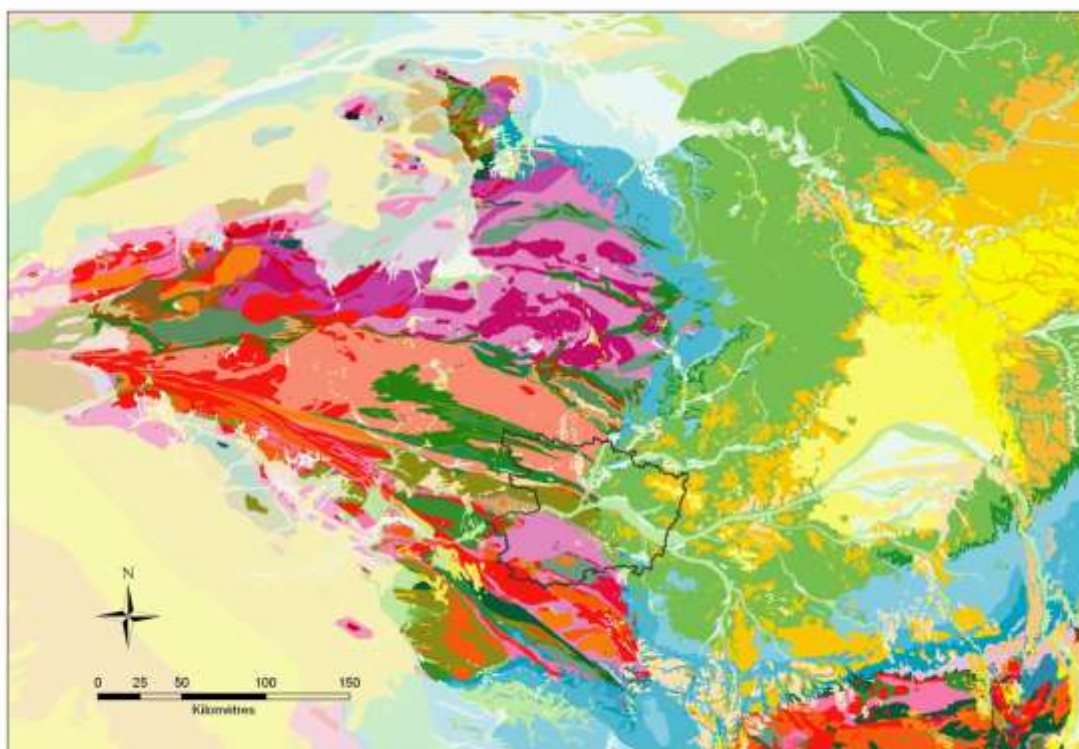


Illustration 1 - Extrait de la carte géologique de la France à l'échelle du millionième.

La Loire traverse d'Est en Ouest le Maine-et-Loire. La plaine alluviale, étendue sur tout le secteur du Val d'Authion, constitue une ressource en eau souterraine majeure du département. Les ressources de la nappe alluviale dépendent en partie de la Loire.

L'Est du département se situe sur les formations sédimentaires de la bordure occidentale du Bassin Parisien. Ce domaine est constitué par un empilement de couches inégalement perméables. Dans cet ensemble, les aquifères importants à l'échelle du Maine-et-Loire sont les sables et graviers du Cénomaniens, le SENO-Turonien et, dans une moindre mesure, le Dogger (Jurassique). Les bassins tertiaires piégés dans le domaine du Massif armoricain constituent également des aquifères sédimentaires. Ils présentent la particularité d'être de faible extension.

Les formations cristallines d'âge paléozoïque (granites, schistes, gneiss...) de la bordure orientale du Massif Armoricaïn constituent l'essentiel de la moitié Ouest du département. En domaine de socle, la productivité est principalement liée à la conjonction de deux paramètres : la présence de couverture meuble (issue de l'altération météorique de la roche mère) faisant office de réservoir, un réseau de fissures suffisamment ouvertes et connectées qui permet de drainer les formations meubles sus-jacentes. Ce modèle hydrogéologique explique l'hétérogénéité spatiale des productivités des forages implantés en zone de socle.

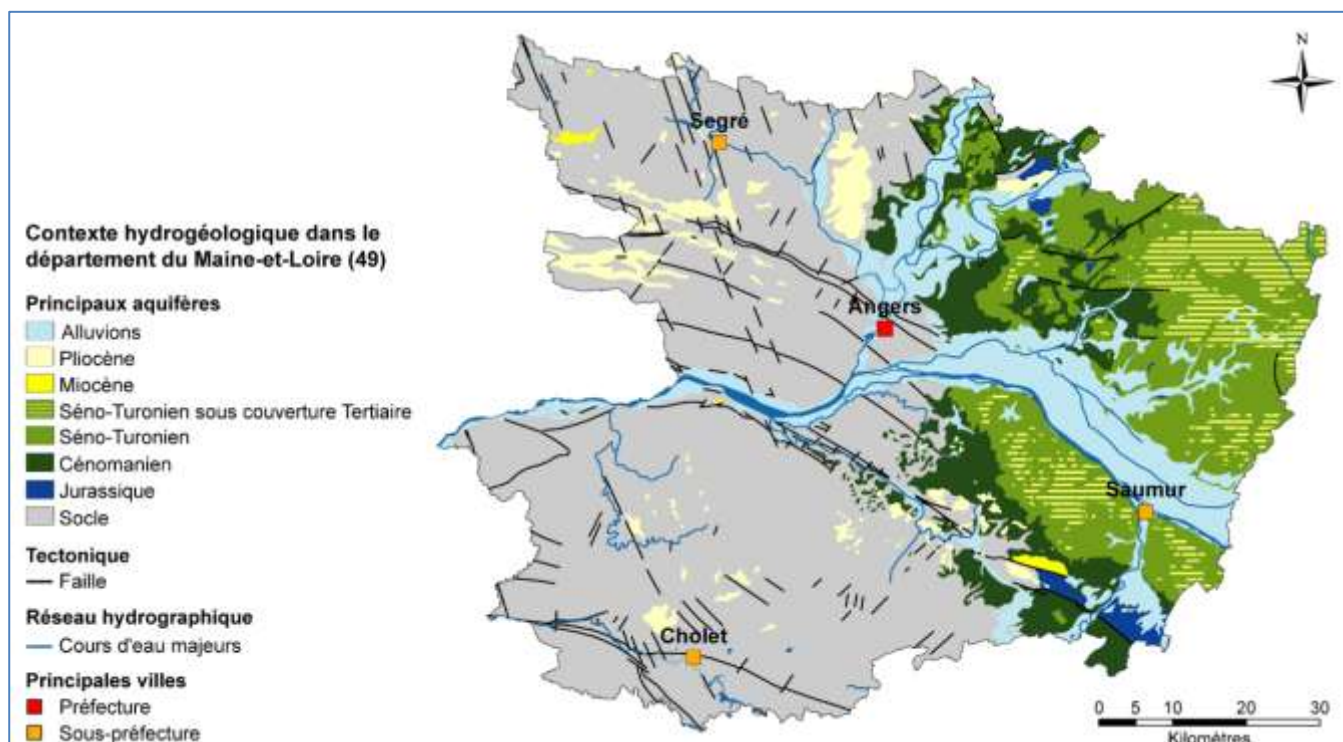


Illustration 2 - Carte hydrogéologique simplifiée du Maine-et-Loire.

1.2. L'EAU POTABLE EN MAINE-ET-LOIRE

En Maine-et-Loire, la production d'eau potable fait principalement appel aux nappes alluviales (47%). Les eaux souterraines apportent 12% des besoins totaux.

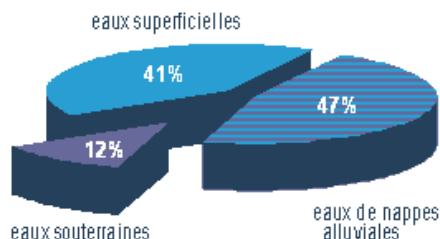


Illustration 3 – Origine de l'eau potable en Maine-et-Loire (Source : Site internet de l'ARS 49)

En 2007, 95 ouvrages soit 41 unités de captage (pouvant compter jusqu'à 10 ouvrages) sollicitaient les eaux souterraines ou les nappes alluviales pour la production d'eau potable. Depuis, des ouvrages ont été abandonnés. Actuellement, en Maine-et-Loire, on compte 87 ouvrages répartis en 37 unités de captage.

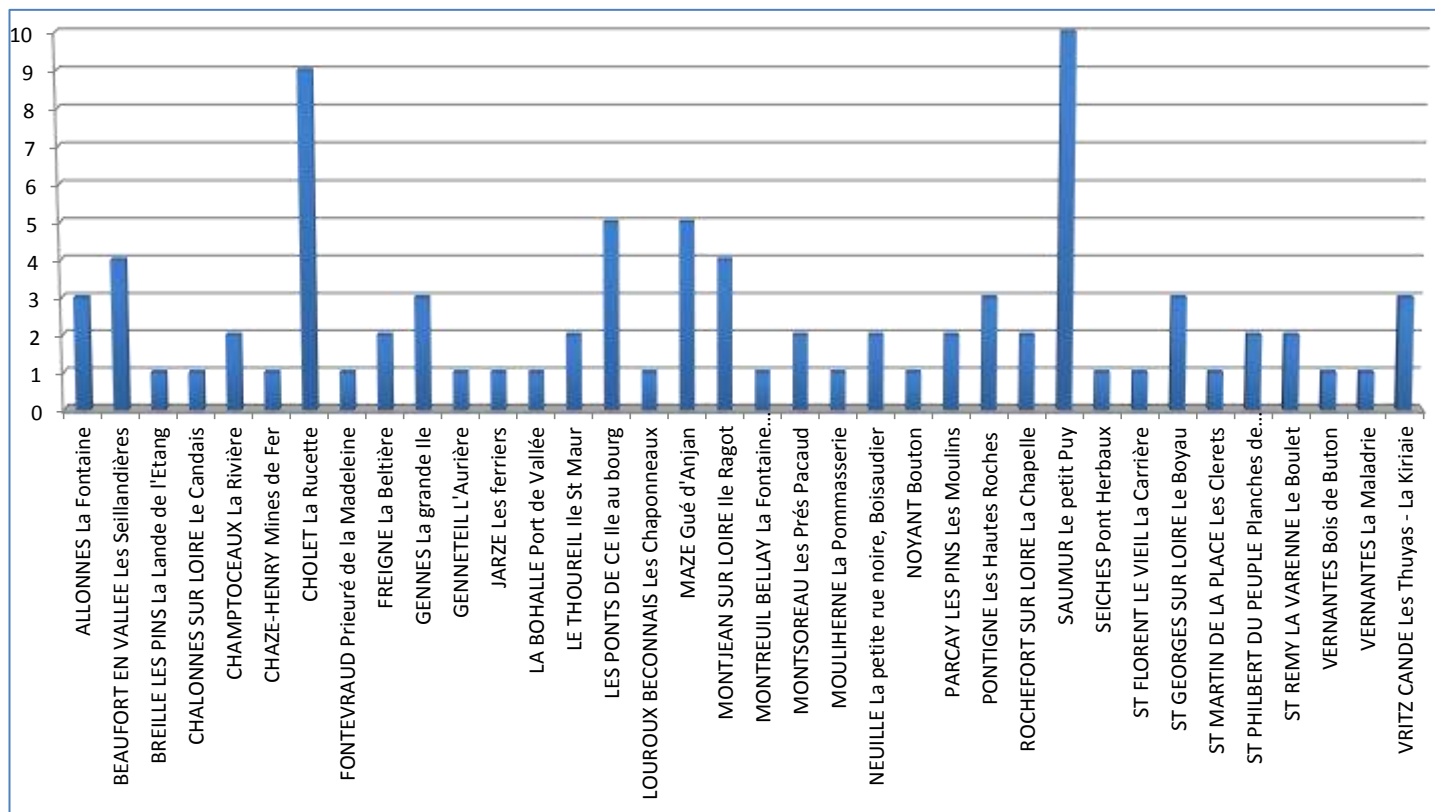


Illustration 4 - Nombre d'ouvrages de prélèvement par unité de captage

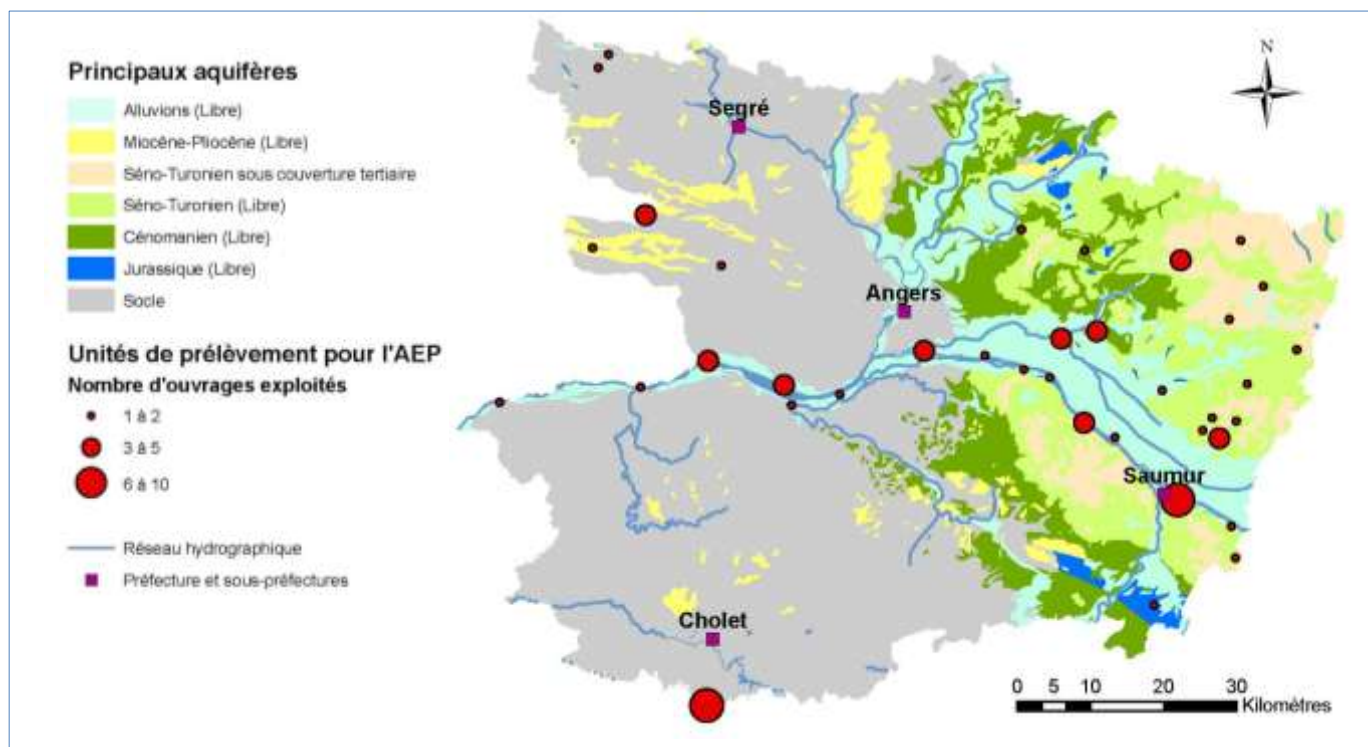


Illustration 5 – Carte de situation des unités de prélèvement en eau souterraine pour l'usage AEP en Maine-et-Loire (BRGM, 2011).

En Maine-et-Loire, les ressources en eau souterraine sollicitées pour la production en eau potable sont variées.

L'aquifère des alluvions de la Loire fournit plus de 80% du volume prélevé en eau souterraine en Maine-et-Loire (2005, source AELB). De par ses bonnes caractéristiques hydrodynamiques et l'importante réserve en eau qu'il renferme (connexion à la Loire), cet aquifère permet en effet des prélèvements de volumes importants.

Néanmoins, en dehors de cet aspect de productivité, l'aquifère des alluvions présente des inconvénients pour la production en eau potable :

- En fonction du niveau de la Loire, les débits d'exploitation peuvent être fortement réduits ;
- Les ouvrages de prélèvements sollicitant cet aquifère nécessitent un entretien très régulier (colmatages des crépines, turbidité) ;
- La qualité des eaux prélevées peut être variable (matières en suspension, vulnérabilité de l'aquifère).

Par conséquent, les autres ressources en eau souterraines – bien que moins productives – sont importantes à préserver. L'utilisation des autres ressources en eau souterraine (Cénomaniens, Séno-Turonien, bassins tertiaires en particulier) permet également de renforcer la sécurité de l'approvisionnement en eau potable et un meilleur équilibre du territoire à l'échelle du département.

1.3. PROBLÉMATIQUE

La ressource en eau souterraine représente un enjeu de plus en plus sensible. En Maine-et-Loire, des problèmes importants d'approvisionnement en eau potable commencent à se poser en fin de périodes estivales dans certains secteurs.

Face à ce constat, à l'échelle départementale, les services intervenant sur cette thématique (ARS, DDT, Conseil Général) n'ont aucun moyen d'apprécier la situation des ressources et d'anticiper les épisodes de pénurie. Ceci vient principalement des éléments suivants :

- Nombre important d'unités de captage et d'interlocuteurs,
- Connaissance incomplète ou hétérogène des suivis réalisés sur les unités de captage,
- Pas d'échange de données, pas d'outil de valorisation de la donnée.

Pour permettre un suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'eau potable, il était nécessaire de faire le bilan homogène des connaissances existantes et des suivis en place pour toutes les unités de captage AEP du département. Sur cette base, des modalités d'échange d'informations pouvaient être définies.

A l'échelle des unités de captage, des besoins existaient également. La connaissance des aquifères et de leur fonctionnement devait être renforcée pour permettre d'améliorer la gestion des prélèvements et d'avoir une meilleure visibilité des possibilités de production.

2. La démarche engagée en Maine-et-Loire

2.1. OBJECTIFS

Pour l'ensemble des interlocuteurs à l'échelle du département (Conseil Général 49, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, MISE 49, ARS 49), la gestion et le suivi des ressources en eau souterraine exploitées pour l'AEP à l'échelle départementale nécessitent comme base les éléments suivants :

- Un point sur les connaissances (ressources, ouvrages) et éventuellement leur renforcement,
- Un suivi homogène des ressources en eau souterraine et des unités de captage,
- La mise en place d'échanges d'information dans le cadre d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable.

Une démarche a ainsi été engagée en Maine-et-Loire avec l'objectif d'aboutir à la mise en place d'échanges et d'outils pour être en mesure de mieux suivre et gérer les ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable.

2.2. ETAPES DE TRAVAIL

En 2007, trois phases de travail avaient été identifiées par l'ensemble des interlocuteurs (Conseil Général 49, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, MISE 49, ARS 49) :

1. Caractérisation de chaque unité de production d'eau potable et de l'aquifère sollicité,
2. Structuration d'un réseau de suivi piézométrique départemental pour les ouvrages AEP (homogénéisation des protocoles de suivi, des formats d'échange de données),
3. Élaboration d'outils pour la gestion de la ressource à l'échelle départementale (Outil permettant l'importation des données et leur valorisation).

2.2.1. ETAPE 1 : l'Etude diagnostic (achevée en 2008)

Cadre

À la demande de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, du Conseil Général et des services de l'Etat du Maine-et-Loire (DDASS, MISE et DDAF), le BRGM a mis en place et réalisé l'étude. Cette étude, lancée en octobre 2007, a été cofinancée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la DDASS du Maine-et-Loire, la MISE du Maine-et-Loire et le BRGM.

Objectifs

Cette étude visait à caractériser chaque unité de production d'eau potable et les aquifères sollicités.

Une vision synthétique et homogène des aquifères, des unités de production ainsi que des ouvrages sollicités pour l'AEP en Maine-et-Loire était nécessaire pour mieux orienter, améliorer et faciliter la gestion des nappes sollicitées pour l'usage Alimentation en Eau Potable (AEP).

Ce travail visait également à mieux connaître les suivis piézométriques et volumétriques existant dans toutes les unités de captage et à recueillir les chroniques de suivi pour en produire une analyse.

Les éléments apportés par cette étude devaient aussi permettre d'affiner le contenu de l'étape suivante concernant l'étude de faisabilité d'un réseau départemental de suivi.

Rendu

Ce travail a fait l'objet d'un rapport public (BRGM/RP-56530-FR). En complément, une base de données Access ainsi qu'un atlas au format A3 ont été remis aux membres du Comité de Pilotage.

La base «BDAEP49» a permis de restituer, de façon détaillée et homogène, les informations utiles et disponibles en Maine-et-Loire sur les unités de captage, les ouvrages ainsi que sur les aquifères, et de donner facilement accès à cette information.

L'atlas (document à accès réservé) correspond à l'impression des fiches renseignées dans la base Access. Il comporte une fiche par unité, une fiche par ouvrage et une fiche par aquifère. Ceci permet de mettre à disposition un document homogène comportant toutes les informations retrouvées dans les documents collectés. Ainsi, une unité de captage est décrite par une fiche «unité», par autant de fiches «ouvrage» qu'il y a d'ouvrages au sein de cette unité de captage et par une fiche «aquifère».

Ce travail, en particulier l'atlas, constitue un complément au Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable.

Conclusions de l'étude

Un bilan de ce type n'avait jamais été effectué auparavant en Maine-et-Loire avec ce niveau de précision. Ainsi, la phase de collecte des données et leur synthèse a demandé un effort particulièrement important (temps, pédagogie, nombreux contacts).

L'étude a révélé l'hétérogénéité et la disparité des informations disponibles d'une unité de prélèvement à l'autre.

En effet, des lacunes parfois importantes en termes de connaissance des unités et de suivi ont été identifiées.

Par ailleurs, les suivis piézométriques disponibles sont tous réalisés dans l'ouvrage prélevé et aucun en périphérie (indispensable pour qualifier l'état de la nappe sollicitée). Les données issues de ces suivis sont très hétérogènes selon l'exploitant (fréquence de mesure et mode d'archivage en particulier).

Il est également apparu que les exploitants sont souvent peu sensibilisés à la problématique des ressources en eau souterraine. Les prélèvements sont souvent ajustés en fonction des besoins et des capacités des pompes et non en fonction des possibilités offertes par l'aquifère et par l'ouvrage (souvent mal connues). Un travail important de sensibilisation était donc à prévoir afin que chacun prenne conscience de l'utilité de mieux connaître et de prendre en compte la ressource et les ouvrages pour l'exploitation.

Cette étude aura également été l'occasion de prendre contact et d'échanger avec chacun des interlocuteurs (Collectivités, syndicats, exploitants).

2.2.2. ETAPE 2 : L'Etude de faisabilité d'un réseau de suivi piézométrique départemental des ressources en eau souterraine exploitées pour l'AEP (2009-2011)

Cadre

L'étude de faisabilité a été réalisée par le BRGM dans le cadre d'une convention de partenariat signée avec le Conseil Général et l'ARS 49 et avec le soutien financier de l'AELB.

Sur le plan technique, le Comité de pilotage était composé par le Conseil général, l'AELB, l'ARS 49 et la DDT 49.

Objectifs

La structuration d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau sollicitées pour l'AEP ne pouvait être établie sans une réflexion sur les outils de traitement et de valorisation des données. **Ainsi, l'étude de faisabilité englobe les phases de travail 2 et 3 énoncées en introduction du chapitre 2.2.**

- **Communication, sensibilisation**

Au vu des résultats de l'étude diagnostic, une étape préalable visant à sensibiliser et informer tous les interlocuteurs (collectivités, syndicats, exploitants) du contenu et de l'intérêt des travaux réalisés et envisagés était indispensable.

Cette action permet d'assurer une meilleure implication de ces futurs acteurs dans la préparation, dans la mise en place et le fonctionnement d'un réseau de suivi à l'échelle départementale.

- **Amélioration du suivi, évaluation des équipements à mettre en place**

Dans le but de mettre en place un réseau de suivi piézométrique à l'échelle du département, il apparaît également nécessaire de définir et d'évaluer la mise à niveau du matériel et les différents éléments d'organisation pour garantir son bon fonctionnement.

A l'échelle des unités de captages, ces estimations doivent permettre aux maîtres d'ouvrage de bien cibler les investissements éventuels à réaliser en vue d'améliorer le suivi des ressources sollicitées.

A l'échelle départementale, ces éléments doivent permettre de prendre la mesure des investissements nécessaires pour la mise en place effective d'un réseau de suivi départemental.

- **Définition de modalités de fonctionnement possibles d'un réseau de suivi départemental**

Pour s'assurer du bon fonctionnement d'un réseau départemental de ce type, il est important de définir les éléments suivants :

- Les interlocuteurs (nombre, particularités, contact, rôles) ;
- Les outils ;
- Les modalités possibles d'échanges de données ;
- Mode de capitalisation des données de suivi ;
- Mode de valorisation des données ;
- ...

Le mode de fonctionnement doit être réfléchi en tenant compte des caractéristiques de chacun des 34 interlocuteurs présentés au chapitre 2.3 (méthodes de travail, contraintes, attentes...).

- **Rendu**

Le présent rapport constitue le rapport final de cette étude de faisabilité.

Sur la base des éléments fournis par l'étude de faisabilité, les partenaires pourront, s'ils le décident, mettre en place les montages financiers et matériels pour la constitution de tout ou partie de ce réseau de suivi.

2.2.3. ETAPE 3 : Mise en place effective et amorçage du suivi départemental (à venir).

En conclusion de l'étude de faisabilité, une troisième étape est nécessaire pour la mise en place effective des outils définis et l'amorçage du fonctionnement de ce réseau de suivi départemental. Cette étape est prévue en continuité de l'étude de faisabilité.

2.3. INTERLOCUTEURS

Pour assurer un bon fonctionnement ultérieur du réseau de suivi, il est nécessaire d'associer les futurs interlocuteurs dès le début des travaux et à chaque étape. Ceci apparaît indispensable à plusieurs titres :

- Sur un plan intellectuel : discussion de l'intérêt de la démarche engagée, prise en compte des avis et des besoins exprimés ;
- Sur un plan matériel : prise en compte des méthodes de travail et des contraintes matérielles de chaque interlocuteur, vérification du bon fonctionnement des outils élaborés.

2.3.1. Comité de pilotage

Les membres du Comité de Pilotage (ou Comité de suivi technique) sont au nombre de 4 : Conseil général, AELB, ARS 49 et DDT 49 (Service Police de l'Eau et Service Aménagement rural).

Pour ces interlocuteurs, le suivi des ressources en eau souterraine sollicitées pour l'AEP doit répondre - à l'échelle départementale - à plusieurs attentes :

- **Suivi de l'évolution de l'état des nappes sollicitées pour l'usage AEP ;**
- **Gestion de la ressource et anticipation des périodes dites « de crise » ;**
- **Définition de secteurs fragiles et programmations de travaux de renforcement dans le cadre du Schéma Directeur Départemental Eau Potable ;**
- **Contribuer à la protection des captages (définition des périmètres de protection).**

Par ailleurs, ce réseau contribuera à rétablir un niveau de connaissance et de suivi des unités de captage plus homogène à l'échelle du département.

2.3.2. Maîtres d'ouvrages et exploitants

En Maine-et-Loire, 25 maîtres d'ouvrages se répartissent les 37 unités de captage en eau souterraine. Les maîtres d'ouvrages peuvent être répartis en 3 catégories : Communauté d'agglomération (3), Commune (5), Syndicat d'eau (17).

Le bon fonctionnement ultérieur du réseau nécessite de recueillir l'adhésion au projet d'une majorité de maîtres d'ouvrage.

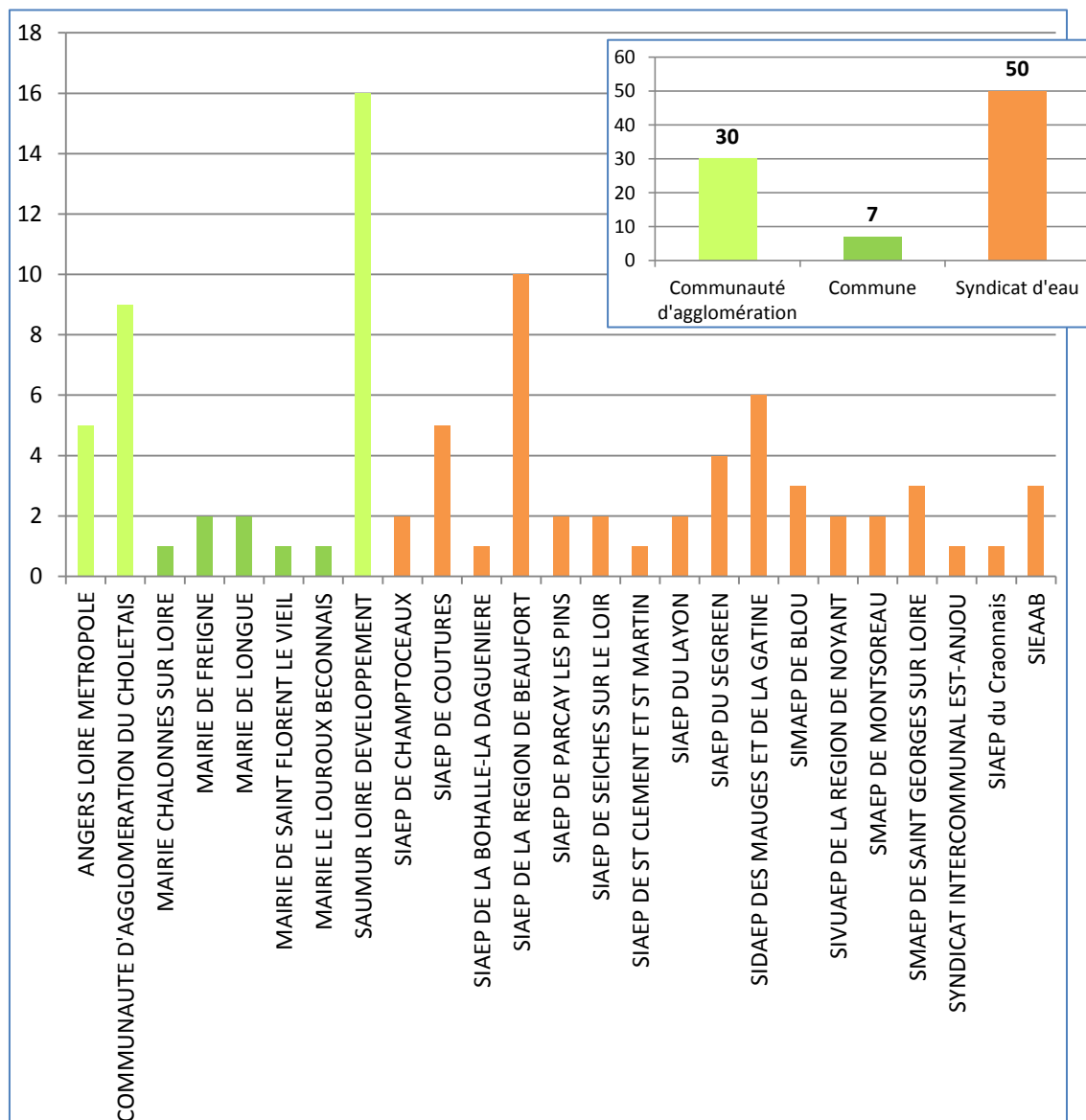


Illustration 6 - Nombre d'ouvrage de prélèvement en eau souterraine par Maître d'ouvrage (détail et synthèse par type de maître d'ouvrage)

Selon les unités de captage, l'exploitation est réalisée suivant un de ces trois modes :

- Prestation privé : l'exploitation est déléguée par le maître d'ouvrage à un prestataire privé,
- Syndicat d'eau : l'exploitation est réalisée par le syndicat d'eau potable,
- Régie : l'exploitation de l'unité est réalisée par la commune.

En Maine-et-Loire, l'exploitation des 37 unités de prélèvement en eau souterraine pour l'AEP est répartie entre 14 exploitants différents (dont 8 sont également maîtres d'ouvrage).

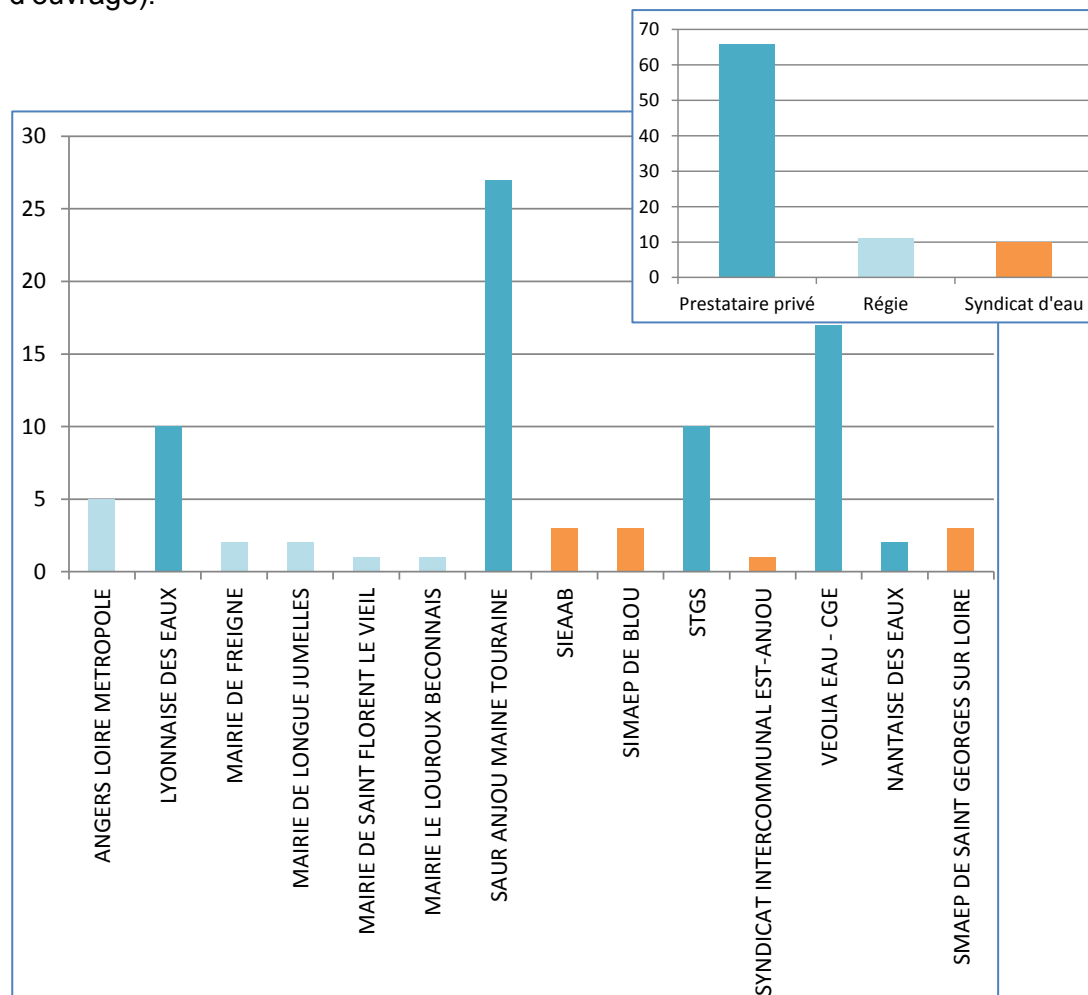


Illustration 7 - Nombre d'ouvrage de prélèvement en eau souterraine par exploitant (détail et synthèse par type d'exploitant)

Au total, l'ensemble des maîtres d'ouvrages et des exploitants représente donc 30 interlocuteurs différents.

Le nombre et la variété des interlocuteurs concernés par les prélèvements en eau souterraine pour l'AEP est un facteur important à prendre en considération en Maine-et-Loire.

En effet, selon le maître d'ouvrage, le type d'exploitation et l'existence d'un suivi ou non, les attentes en termes d'aide à l'exploitation peuvent être très différentes d'une unité à l'autre. Par ailleurs, les méthodes de travail en place sont propres à chaque interlocuteur.

Compte tenu de cet élément de contexte, la mise en place d'échanges d'informations et de données suppose un important travail de consultation et de réflexion.

Somme de Nombre d'ouvrages	
ANGERS LOIRE METROPOLE	5
ANGERS LOIRE METROPOLE	5
LYONNAISE DES EAUX	10
COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU CHOLETAIS	9
SIAEP DE ST CLEMENT ET ST MARTIN	1
MAIRIE DE FREIGNE	2
MAIRIE DE FREIGNE	2
MAIRIE DE LONGUE JUMELLES	2
MAIRIE DE LONGUE	2
MAIRIE DE SAINT FLORENT LE VIEIL	1
MAIRIE DE SAINT FLORENT LE VIEIL	1
MAIRIE LE LOUROUX BECONNAIS	1
MAIRIE LE LOUROUX BECONNAIS	1
SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	27
MAIRIE CHALONNES SUR LOIRE	1
SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT	16
SIAEP DU LAYON	2
SIAEP DU SEGREEN	4
SIVUAEP DE LA REGION DE NOYANT	2
SMAEP DE MONTSOREAU	2
SIEAAB	3
SIEAAB	3
SIMAEP DE BLOU	3
SIMAEP DE BLOU	3
STGS	10
SIAEP DE LA REGION DE BEAUFORT	10
SYNDICAT INTERCOMMUNAL EST-ANJOU	1
SYNDICAT INTERCOMMUNAL EST-ANJOU	1
VEOLIA EAU - CGE	17
SIAEP DE CHAMPTOCEAUX	2
SIAEP DE COUTURES	5
SIAEP DE LA BOHALLE-LA DAGUENIERE	1
SIAEP DE PARCAY LES PINS	2
SIDAEP DES MAUGES ET DE LA GATINE	6
SIAEP du Craonnais	1
NANTAISE DES EAUX	2
SIAEP DE SEICHES SUR LE LOIR	2
SMAEP DE SAINT GEORGES SUR LOIRE	3
SMAEP DE SAINT GEORGES SUR LOIRE	3
Total général	87

Illustration 8 – Tableau récapitulatif des interlocuteurs (exploitants en gras et maîtres d'ouvrage) et nombre d'ouvrages associés.

Pour ces interlocuteurs, le suivi des ressources en eau souterraine sollicitées pour l'AEP doit répondre - à l'échelle des unités de captage - aux attentes suivantes :

- **Possibilités de production : meilleure gestion, meilleure visibilité ;**
- **Suivi et préservation des ouvrages ;**
- **Programmations de travaux de renforcement dans le cadre du Schéma Directeur Départemental Eau Potable.**

Par ailleurs, l'échange d'expérience et l'apport d'éléments d'information qui pourront résulter de la mise en place de ce réseau seront également d'une utilité importante pour certains interlocuteurs.

3. Déroulement de l'étude de faisabilité

3.1. INFORMATION ET CONSULTATION DES INTERLOCUTEURS

3.1.1. Objectifs

Cette action constitue ici une étape préalable indispensable au démarrage de la réflexion concernant le fonctionnement du réseau de suivi.

Elle vise à sensibiliser et informer tous les interlocuteurs (collectivités, syndicats, exploitants) du contenu et de l'intérêt des travaux réalisés et envisagés sur le thème du suivi des ressources en eau souterraine. En effet, l'adhésion et l'implication de ces futurs acteurs sont des éléments capitaux pour la préparation et la mise en place d'un réseau de suivi à l'échelle départementale pérenne, utile et efficace.

Les interlocuteurs étant nombreux et variés, cette partie du travail visait également à amener l'ensemble des futurs acteurs à un degré de sensibilisation et d'implication plus homogène.

3.1.2. Réalisation

Lancement de l'étude

Le Comité de Pilotage ou Comité de Suivi Technique était composé par l'AELB, le CG49, l'ARS 49, la DDT 49 (Service Police de l'Eau, Service Aménagement Rural) et le BRGM.

Une réunion d'information auprès de tous les intervenants initialement définis (collectivités et syndicats d'eau) a été faite afin de leur présenter le projet et de les informer des différentes étapes de travail à venir.

Plaquette d'information : Sensibilisation et information des propriétaires et des exploitants d'ouvrages de prélèvement pour l'AEP

L'étude diagnostic (achevée en 2008) a permis de constater que les exploitants sont souvent peu sensibilisés à la problématique des ressources en eau souterraine. Les prélèvements sont souvent ajustés en fonction des besoins et des capacités des pompes et non en fonction des possibilités offertes par l'aquifère et par l'ouvrage (assez mal connus). Un travail important de sensibilisation était donc à prévoir afin que chacun prenne conscience de l'utilité de mieux connaître et de prendre en compte la ressource et les ouvrages pour l'exploitation.

La stratégie de communication a été définie en concertation avec le Comité de Pilotage de l'étude.

Une plaquette d'information portant sur l'intérêt de la démarche, les résultats de l'étude réalisée en 2008 et les perspectives possibles a été réalisée. Cette plaquette a été diffusée au début de l'année 2009 par le Conseil Général du Maine-et-Loire à l'ensemble des interlocuteurs.

La conception de la maquette a été assurée par le BRGM.

La plaquette est présentée en annexe 1 de ce rapport.

Consultation des interlocuteurs

L'étude de faisabilité prévoyait une consultation et une information régulière des interlocuteurs.

• Membres du comité de pilotage

Les membres du Comité de pilotage ont été réunis à huit reprises pendant le déroulement de l'étude de faisabilité.

Ces réunions régulières ont permis de faire un état de l'avancement des travaux, des éventuelles difficultés rencontrées, de discuter des solutions techniques proposées et de prendre les décisions nécessaires.

Etant donné le caractère innovant de l'étude, ces échanges ont également permis de conserver une bonne cohérence du déroulement du projet avec les attentes des membres du COPIL.

• Maîtres d'ouvrages et exploitants

Après la réunion de lancement, tous les maîtres d'ouvrage et exploitants ont été rencontrés ou contactés entre avril et juillet 2009. Pendant cette période, chaque unité de prélèvement a fait l'objet d'une visite à laquelle devait être présent un représentant de l'exploitant et un représentant du Maître d'ouvrage. Ces visites ont été l'occasion d'apporter des explications adaptées à chaque contexte.

Des échanges ponctuels ont ensuite eu lieu auprès des maîtres d'ouvrages pour des besoins de précision, pour vérifier certains aspects des modalités de fonctionnement du réseau.

Les exploitants privés ont fait l'objet d'une consultation particulière à propos des modalités d'échanges de données pouvant être mises en place. Les échanges se sont avérés plus compliqués que prévu avec certains (peu de retours malgré plusieurs relances).

3.2. EVALUATION DES ÉQUIPEMENTS À METTRE EN PLACE

3.2.1. A l'échelle des unités de captage

Constat initial

L'étude rendue en 2008 avait mis en évidence une importante hétérogénéité des suivis réalisés au niveau des unités de captage. Sur 41 unités de captage, 23 unités devaient être suivies (source exploitant-maître d'ouvrage) or - sur ces 23 unités - seules 13 ont été à même de fournir les données dans le cadre de la première phase d'étude.

L'étude de faisabilité devait donc également englober l'estimation des besoins en équipements pour chaque unité :

- Pour les unités non suivies, les équipements nécessaires ont dû être définis (nature, nombre,...) et les coûts correspondants estimés (investissement, suivi maintenance,...)
- Pour les unités bénéficiant déjà d'un suivi, les modalités de suivi devaient être clarifiées pour s'assurer de la qualité des données ultérieurement transmises.

Visite des unités et discussion avec les interlocuteurs

• Déroulement

Pour chaque unité de captage, une visite a été réalisée. Ce déplacement visait à :

- Apporter aux interlocuteurs locaux des conseils spécifiques sur la base de l'Atlas des captages AEP réalisé en 2008 (qualité des ouvrages ; essais à réaliser pour une meilleure connaissance du milieu, de l'ouvrage...)
- Définir l'équipement nécessaire dans le cadre de la mise en place d'un suivi (équipement bureautique minimal, contraintes matérielles, contraintes du site) ;
- Définir les modalités d'échanges possibles (fréquence, mode d'archivage, format...) et le rendu souhaité ;
- Définir les interlocuteurs (contact exploitant et contact maître d'ouvrage) ;
- Recueillir l'avis des interlocuteurs.

Toutes les unités de captage ont été visitées entre le 30 avril 2009 et le 28 juillet 2009 en présence d'un responsable d'exploitation. La présence d'un représentant du maître d'ouvrage n'a pas été possible partout.

Suite à chaque visite, un compte-rendu reprenant les éléments abordés a été envoyé par le BRGM à chaque Maître d'ouvrage et à chaque exploitant.

• Analyse des informations recueillies

Les informations recueillies lors de ces visites ont permis de mettre à jour la base de données reprenant les caractéristiques des unités et des ouvrages constituée en 2008.

Sur la base du constat présenté en annexe 3 de ce rapport, les besoins en équipements ont pu être définis.

Par ailleurs, des éléments importants ont également été discutés pour le fonctionnement ultérieur du réseau :

- **Transmission des données** : tous les interlocuteurs sauf trois souhaitent transmettre eux-mêmes les données de suivi. **L'interrogation à distance (système GSM) depuis un poste pour les besoins du réseau départemental n'est donc pas envisageable ;**
- L'archivage actuel des données de suivi est différent pour chaque exploitant. Lorsqu'il est fait, le support peut être une base de données, un fichier Excel ou un cahier. **Les modalités d'échanges doivent être prévues pour fonctionner dans chaque type de configuration ;**
- L'ensemble des interlocuteurs rencontrés souhaitent que l'archivage des données soit aussi fait à l'échelle départementale ;
- Le rendu doit être fait de façon numérique et à une fréquence trimestrielle pour la grande majorité des interlocuteurs.

Documents établis pour l'amélioration des suivis

Les éléments décrits ci-après ont été établis en vue de permettre aux maîtres d'ouvrage de bien cibler les investissements éventuels à réaliser.

• Identification des besoins en équipements et estimation chiffrée

Sur la base des besoins identifiés lors de ces visites, les budgets d'investissement ont été estimés pour chaque unité (cf. Annexe 3).

Le coût des équipements à prévoir a ensuite été estimé selon les éléments de coûts présentés ci-après :

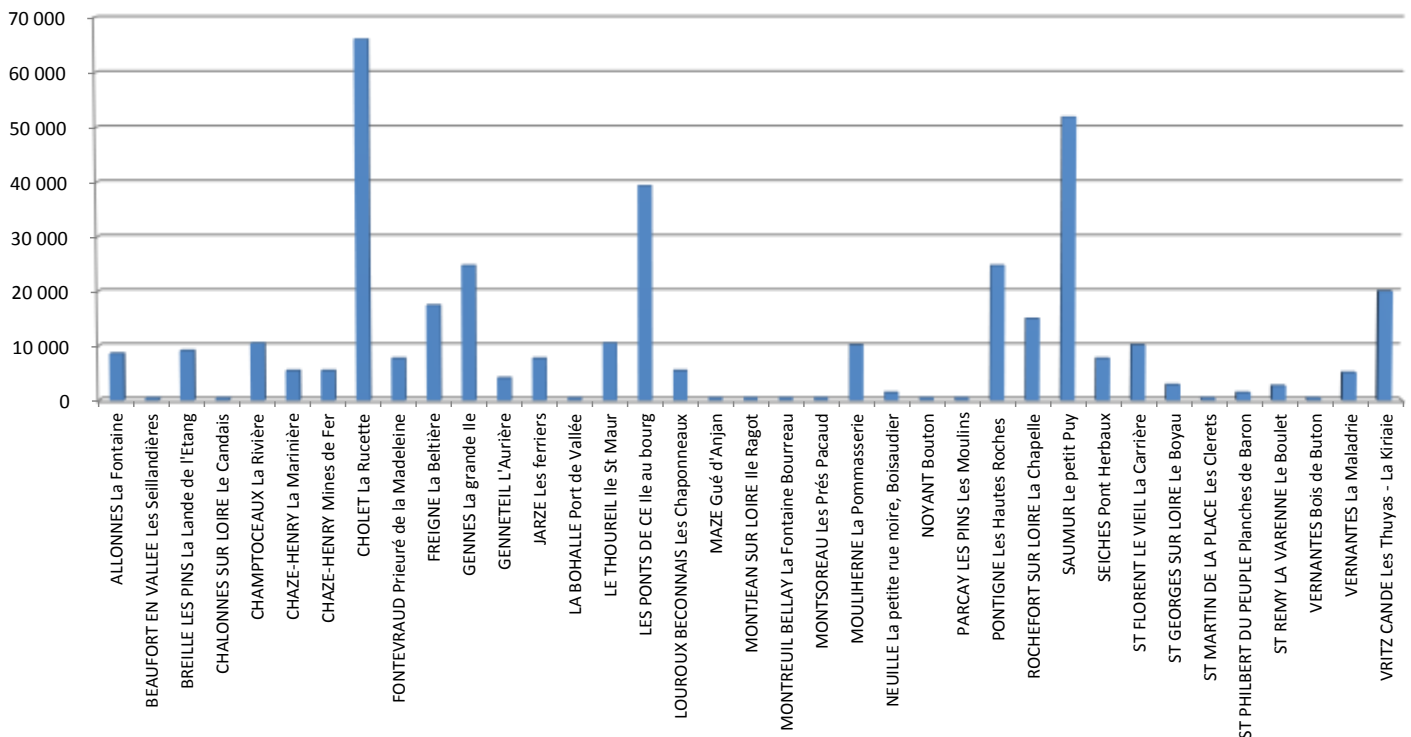
	Type d'équipement	COUT UNITAIRE € HT	Commentaire
PIEZO	Sonde de pression	2 000	
	Modem pour transmission GSM	1 000	
Volume / Débit	Equipement de mesure	4 800	débitmètre électromagnétique
	Equipement de mesure télétransmis	?	
Stockage, relève et traitement des données	Cable de liaison entre équipement de mesure et enregistreur	10	prix au mètre (câble+installation)
	Enregistreur	800	
	Coffret	1 800	
	Câble de connexion (PC-Enregistreur)	150	
	Logiciel de relève et de traitement des données	200	prix d'une licence individuelle
	Pas indispensable : Centrale (visualisation des mesures en temps réel, archivage des données...)		
Sous-traitance	Installation de l'équipement de mesure	3 000	
	Echange std enregistreur	1 000	
EQUIPEMENT ANNEXE	Sonde piézométrique manuelle	350	
	PC portable durci ou semi-durci	1 000	entrée de gamme
	Accès internet	240	Abonnement annuel

Illustration 9 - Coûts unitaires pris en compte

Les coûts unitaires de matériel pris en compte sont volontairement élevés pour avoir une évaluation « haute » des besoins et ne pas risquer une sous-estimation. Ces estimations ont été réalisées pour ensuite servir de **base de réflexion et de discussion** pour les maîtres d'ouvrage et les exploitants dans leur démarche d'amélioration du suivi.

Le suivi au niveau d'ouvrages situés en dehors de la zone d'impact des prélèvements pour l'AEP a également été étudié. Il n'y a encore aucun suivi de ce type pour les unités de prélèvement AEP en Maine-et-Loire. N'ayant pas la ressource nécessaire dans le cadre de ce projet pour déterminer si l'usage d'un ouvrage existant était possible, les coûts de forage avec une évaluation de la profondeur nécessaire ont été estimés.

Dans un premier temps, l'accent est mis sur la mise en place d'équipements de suivi au niveau des ouvrages de prélèvements. Les suivis piézométriques en dehors des cônes de rabattement feront l'objet d'études ultérieures.



*Illustration 10 – Estimation du coût en équipement par unité (en € HT)
Hors coûts liés à la création d'un ouvrage de suivi situé en dehors
de la zone d'influence du prélèvement*

• Établissement de fiches techniques

Les Maîtres d'Ouvrages et exploitants restent responsables des suivis réalisés sur les unités de captage. Par conséquent, il est nécessaire de leur apporter l'information utile afin de s'assurer que les équipements à venir - choisis et mis en place pour améliorer

le suivi des ressources en eau – soient bien en adéquation avec le fonctionnement du réseau de suivi départemental établi.

Dans ce but, des fiches techniques ont été rédigées pour chaque type de matériel. Elles décrivent les fonctions nécessaires et les prescriptions conseillées dans le cadre du réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable.

Les fiches matériel ont été validées par le Comité de pilotage et diffusées aux interlocuteurs demandeurs. Elles sont présentées en Annexe 4.

3.2.2. A l'échelle départementale

Constat

- **Variété des suivis en place**

Les visites réalisées en 2009 (cf. chapitre 3.2.1) ont permis d'identifier de façon précise les différentes modalités de fonctionnement des suivis réalisés à l'échelle des unités de captage en Maine-et-Loire.

Afin de s'assurer du bon fonctionnement ultérieur du réseau, il était important de ne pas remettre en question ces méthodes de travail.

En revanche, le nombre et la variété des cas posaient problème pour l'intégration et la valorisation des données avec un outil simple. Cette variété implique également de veiller à l'homogénéité des données de suivi.

- **Attentes vis-à-vis du réseau départemental**

Le réseau de suivi départemental ici étudié doit permettre de produire à l'échelle départementale et de façon régulière :

- L'évolution de l'état des nappes sollicitées pour l'usage AEP de façon synthétique pour les interlocuteurs intervenant à l'échelle départementale ;
- Les données de suivi valorisées de façon précise pour les interlocuteurs intervenant à l'échelle des unités de captage (suivi de l'évolution de la ressource, suivi de l'état de l'ouvrage).

Ce rendu doit être facile d'accès et d'usage afin que les différents interlocuteurs puissent se l'approprier facilement.

- **Consultation d'autres départements et d'outils existants**

D'autres réseaux départementaux établis pour le suivi des ressources utilisées pour l'AEP existent déjà. Les schémas de fonctionnement développés dans ces départements proches (Orne, Vendée, Loire-Atlantique, Sarthe) n'étaient pas transposables au département du Maine-et-Loire du fait de plusieurs facteurs :

- Nature des suivis : Suivi piézométrie et volumétrie,
- Nombre et variété des interlocuteurs/utilisateurs,
- Objectifs et attentes spécifiques selon les utilisateurs (Membres du Comité de suivi, Maîtres d'ouvrages et exploitants des unités de captages).

Par ailleurs, les outils existants tels que MOLOSSE ou ADES ont été envisagés. Ces outils ne sont pas appropriés dans ce cas de figure.

Toutes ces raisons ont conduit en cours d'étude à décider d'élaborer de nouveaux outils dédiés à ce réseau. Sans quoi, aucun mode de fonctionnement possible n'aurait pu être établi.

Actions menées

Pour ce réseau, un système permettant le transfert, la visualisation, l'export et l'archivage des données devait être défini. Etant donné le volume d'information que ce réseau devra permettre de synthétiser, les outils doivent permettre un travail efficace.

Des outils devaient donc être élaborés pour deux fonctions :

- traiter et valoriser les données de suivi issues des unités de captage,
- assurer la diffusion de l'information.

Ces deux fonctions nécessitent deux outils distincts : un outil de gestion uniquement utilisé par le gestionnaire départemental (traitement et valorisation des données) et un outil de diffusion accessible et utilisable par l'ensemble des acteurs du réseau de suivi (plate-forme de consultation).

Pour l'élaboration de ces outils, le BRGM a travaillé en collaboration avec la Société AQUASYS. Cette société a été choisie pour sa compétence en développement de logiciels et pour son expérience dans le domaine de la gestion des données de suivi piézométriques.

L'outil de traitement et de valorisation des données devait permettre :

- L'import simple et rapide de plusieurs formats de fichiers (formats définis avec les exploitants),
- La visualisation rapide des envois réalisés par les exploitants,
- La mise à jour de graphiques prédéfinis,
- La prise en compte des caractéristiques techniques des ouvrages (position des crépines et de la pompe),
- Le déclenchement et l'envoi d'alertes (selon des seuils piézométriques définis pour chaque ouvrage),
- L'export vers la plate-forme de consultation.

La plate-forme de consultation et d'échanges a été élaborée dans le souci de remplir les objectifs suivants :

- Import simple et rapide des éléments issus de l'outil de traitement et de valorisation,
- Reprise de l'ensemble des informations contenues dans l'atlas réalisé en 2008 pour ne garder qu'une seule et même base de référence,
- Accès rapide à l'information actualisée (bulletins, graphiques, indicateurs),
- Possibilités d'édition,
- Mise en place d'indicateurs de suivis (état et évolution des niveaux piézométriques),
- Accès sécurisé avec identifiant et mot de passe.

L'élaboration des deux outils dédiés a été réalisée dans le cadre de l'étude de faisabilité. Pendant cette phase de travail, l'ergonomie, le fonctionnement et le contenu des outils ont été retravaillés à plusieurs reprises.

Les outils ont régulièrement été confrontés à l'avis du Comité de pilotage pour recueillir l'avis des partenaires.

Ces outils sont présentés dans le chapitre 4.4.

3.3. DÉFINITION ET ÉVALUATION DES MODALITÉS DE FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU DÉPARTEMENTAL DE SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE UTILISÉES POUR L'AEP

Pour la définition du fonctionnement de ce réseau de suivi, plusieurs aspects ont été définis. Les principaux sont les suivants :

- Interlocuteurs et rôles ;
- Types de données de suivi et les modalités d'échange possible ;
- Définition du rendu souhaité (valorisation des données) : Bulletins (contenu, format, fréquence) ; Mode d'analyse des données de suivi...
- Définition du mode de stockage des données (capitalisation, archivage) : Unique ou commun, format, support, possibilités d'interrogation ;
- Définition des modalités d'échange possibles (nature des données, format, fréquence, support).

Le premier schéma de fonctionnement a été établi en vue de présenter une image relativement concrète du fonctionnement d'un réseau de ce type aux interlocuteurs rencontrés lors des visites.

Ce mode de fonctionnement a dû évoluer car il ne permettait pas de répondre aux attentes suivantes :

- Gestion des alertes (transmission de l'alerte aux interlocuteurs départementaux) ;
- Envoi des données par les exploitants ;
- Mode de restitution de l'information pas suffisamment décrit.

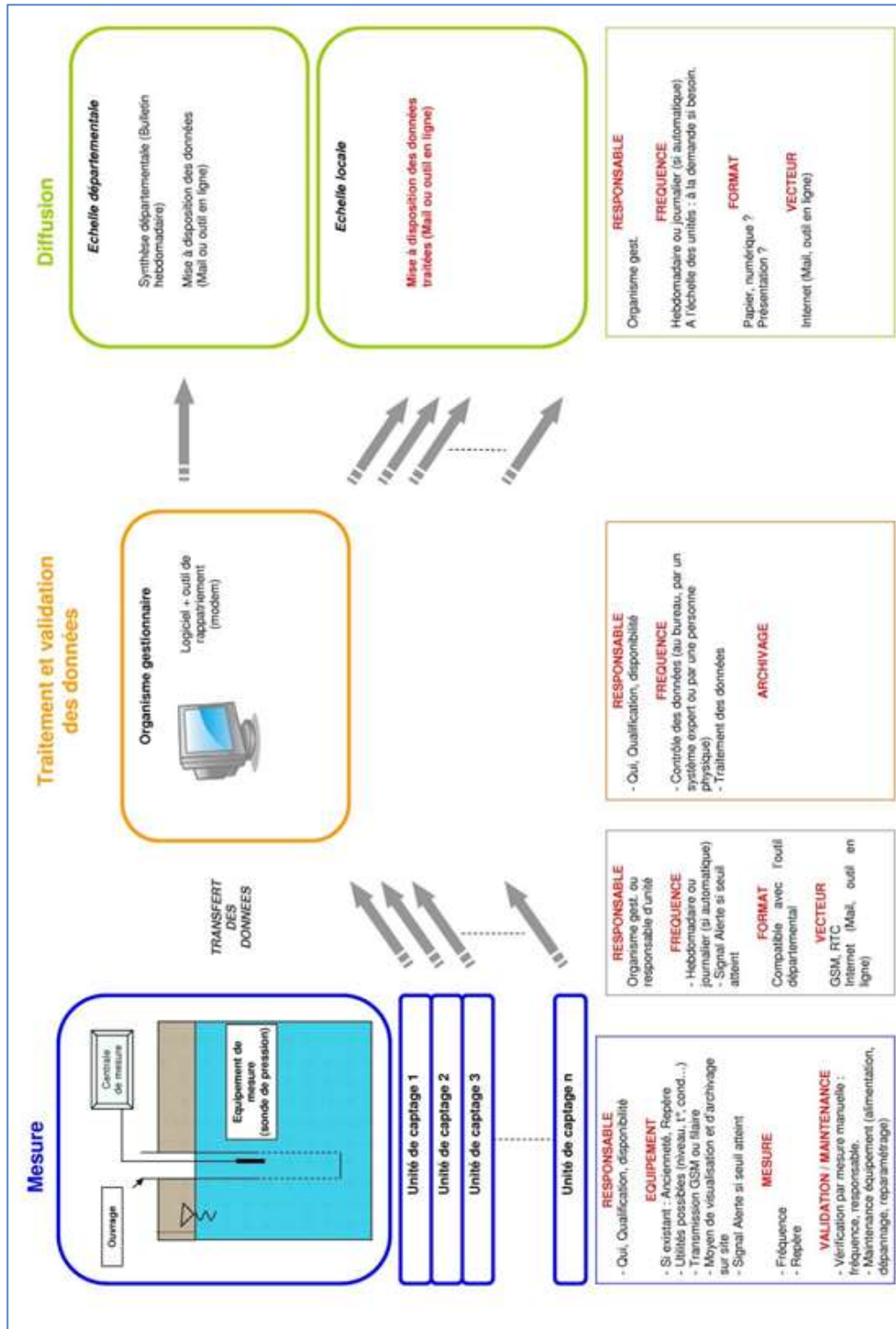


Illustration 11 - Premier schéma de fonctionnement (Juin 2009)

Après les visites des unités et grâce aux échanges avec l'ensemble des interlocuteurs, il est apparu que le schéma de fonctionnement des exemples connus dans les départements proches (Orne, Vendée, Loire-Atlantique) n'étaient pas transposables au département du Maine-et-Loire étant donné la variété des interlocuteurs et des données à prendre en compte.

Un système de fonctionnement propre au Maine-et-Loire et des outils associés ont donc été élaborés. Le mode de fonctionnement du réseau et les outils à mettre en place ont ainsi pu être caractérisés (échanges, mise au format des données, archivage, traitement et valorisation des données).

Les solutions retenues ont été soumises à l'avis des futurs producteurs afin de les impliquer dans la démarche et de s'assurer que les propositions soient réalistes et adaptées à la situation.

Les membres du Comité de Pilotage ont également été régulièrement consultés afin que les éléments et les moyens proposés pour les échanges, l'archivage et la valorisation des données soient bien en adéquation avec les attentes.

Une fois défini et pour s'assurer de l'adhésion des maîtres d'ouvrages à ce réseau, le Conseil Général a établi des conventions avec chaque partenaire. Les maîtres d'ouvrage ayant signé cette convention avec le Conseil Général s'engagent à faire vivre le réseau départemental de suivi des ressources en eau souterraines sollicitées pour la production d'eau potable notamment en partageant leurs données de suivi.

4. Modalités de fonctionnement validées

Les modalités de fonctionnement du réseau font l'objet d'un fascicule complet présenté en annexe 5 de ce rapport. Ce chapitre reprend le contenu de ce fascicule de façon synthétique.

4.1. SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU

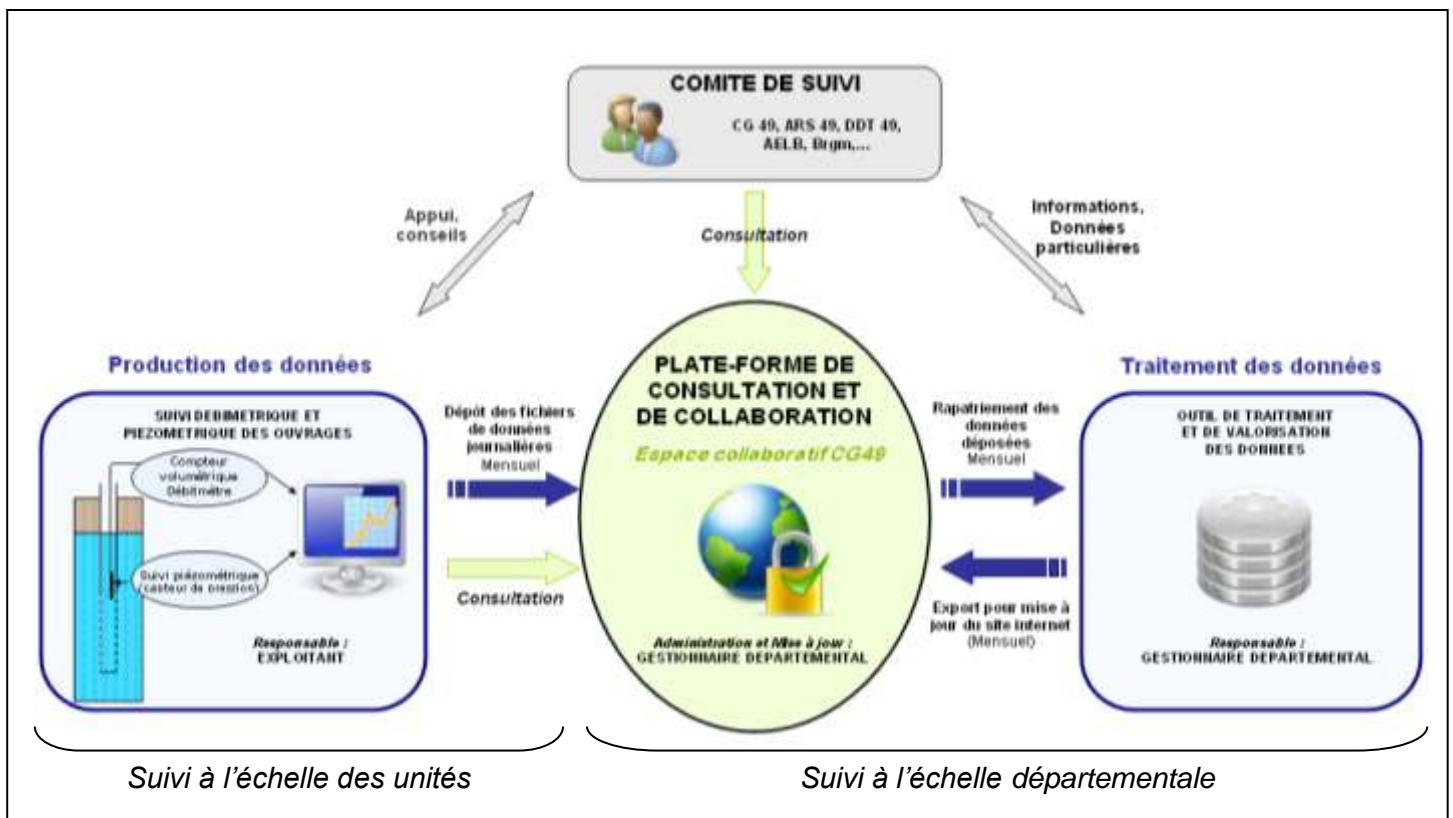


Illustration 12- Schéma de fonctionnement du réseau (Suivi régulier)

Le schéma présenté ci-dessus illustre de façon synthétique le fonctionnement du réseau prévu à l'échelle du département du Maine-et-Loire.

Étant donné le nombre d'acteurs, le bon fonctionnement de ce réseau nécessite l'implication de tous les acteurs et, en premier lieu, des collectivités et des exploitants d'unité de captage. Afin de s'assurer de l'adhésion pérenne de ces interlocuteurs, le Conseil Général du Maine-et-Loire a signé une convention avec chaque maître d'ouvrages. En appui aux maîtres d'ouvrages, des éléments de texte à insérer dans les contrats de délégation ont également été transmis.

Les règles de suivi et les équipements requis à l'échelle de l'unité de captage et du réseau départemental sont détaillés séparément dans les chapitres suivants.

4.2. OBJECTIFS ET PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

4.2.1. Accès aux éléments de connaissance du comportement des nappes et des captages d'eau souterraine utilisés pour l'AEP

La plate-forme de consultation accessible par internet permet aux acteurs du réseau d'accéder aux informations relatives aux eaux souterraines utilisées pour la production d'eau potable et aux unités de captage pour le département du Maine-et-Loire. Elle permet également d'accéder aux données de suivi valorisées (graphiques, indicateurs).

Pour faciliter l'exploitation de ces données, la navigation s'adapte selon l'utilisateur, changeant le contenu du portail d'accueil selon les informations prioritairement recherchées.

L'accès aux fiches descriptives peut également s'effectuer via des outils cartographiques (systèmes d'information géographique).

4.2.2. Amélioration de la gestion des ouvrages de captage pour préserver et garantir leur bon fonctionnement

L'amélioration de la gestion des ouvrages nécessite la prise en compte des capacités de prélèvements relatives à l'ouvrage mais aussi à l'aquifère sollicité.

Les données brutes mises à disposition via la plate-forme internet par les exploitants d'unités de captage seront valorisées de façon à :

- Contrôler l'évolution de la productivité de l'ouvrage et permettre d'ajuster son exploitation :
 - o Analyse de l'évolution des niveaux piézométriques en tenant compte de l'équipement des ouvrages (niveaux de crépines, de pompe),
 - o Analyse de l'évolution du rabattement du niveau d'eau dans l'ouvrage (différence entre le niveau piézométrique dynamique et statique) en fonction du volume prélevé.
- Evaluer l'état de la ressource sollicitée et anticiper les épisodes de pénurie :
 - o Analyse de l'évolution des niveaux piézométriques en tenant compte des volumes prélevés,

- Analyse de l'évolution des niveaux piézométriques de l'aquifère sollicité (niveau suivi en dehors de l'influence directe du prélèvement AEP).

4.2.3. Prévenir et anticiper les périodes d'étiage sévère de la ressource

En fonction du niveau piézométrique enregistré par rapport à un seuil défini pour chaque ouvrage, trois niveaux de fonctionnement sont prévus :

- Niveau 1 : Mode de fonctionnement usuel
- Niveau 2 : Mode de fonctionnement en cas de niveaux piézométriques jugés « inquiétants » (proches du seuil)
- Niveau 3 : Mode de fonctionnement en cas de dépassement du seuil

Niveau 1 : Anticipation, Suivi régulier

Afin d'anticiper les périodes de pénurie, les données de suivi valorisées seront mensuellement mises à jour et librement consultables selon le mode de fonctionnement présenté en Illustration 12.

- A l'échelle des sites, dans les fiches Ouvrage :
 - Graphique d'évolution du rabattement,
 - Chronique piézométrique-volumétrique intégrant les caractéristiques de l'ouvrage (crépines, pompe, électrode de coupure éventuelle),
 - Commentaire des graphiques renseigné par le gestionnaire départemental.
- A l'échelle des sites, dans les fiches Unité :
 - Chronique piézométrique de synthèse (niveaux statiques des ouvrages de prélèvement et de l'ouvrage situé en dehors de l'influence directe des prélèvements),
 - Commentaire renseigné par le gestionnaire départemental.
- A l'échelle départementale, dans les fiches Aquifère :
 - Chronique piézométrique du (des) piézomètre(s) patrimonial (aux) suivi dans le cadre du réseau de suivi piézométrique départemental,
 - Cartographie par aquifère avec indicateurs (unités de captage et piézomètres de suivi représentés par symbole).
- A l'échelle départementale :

- Mise en ligne d'un bulletin mensuel de situation départementale de l'état des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable,
- Mise en ligne d'une carte du département représentant les différents aquifères et les points de suivi (unités de captage, piézomètres de suivi) selon un système d'indicateurs.

En complément de la mise en ligne d'informations, les membres du Comité de suivi devront se réunir en mars (état des ressources préalable à la baisse saisonnière des niveaux) et en novembre ou en décembre (bilan de l'année de suivi, discussion des améliorations à apporter, échange d'informations). Ces réunions seront importantes pour assurer l'adéquation du suivi aux besoins ; c'est-à-dire faire évoluer le système de suivi en fonction des besoins, et améliorer l'analyse des données grâce à l'échange d'informations.

Niveau 2 : Anticipation, Vigilance accrue.

Afin de détecter les niveaux piézométriques « inquiétants », le réseau de suivi prévoit les modalités suivantes :

- A l'échelle des sites :
 - L'exploitant responsable du suivi s'assurera la validité des données enregistrées (cf. p. 4.3.2) et tiendra à jour un carnet d'entretien du site (interventions faites).
- A l'échelle départementale, dans le cadre du réseau de suivi :
 - Lors de l'analyse mensuelle des données brutes, si des niveaux sont jugés « inquiétants » le gestionnaire départemental devra :
 - Contacter l'exploitant : contrôle commun des données brutes de suivi, discussion,
 - Mettre à jour le site de consultation (indicateurs, commentaires),
 - Spécifier le problème par l'envoi d'un message type aux interlocuteurs concernés (exploitant, collectivité, membres de l'instance départementale),
 - Vigilance accrue (traitement de données plus fréquent) jusqu'à ce que le niveau enregistré redevienne plus « normal ».

Niveau 3 : Alerte, Dépassement de seuil.

Afin de détecter les niveaux piézométriques alarmant, le réseau de suivi prévoit les modalités suivantes :

- A l'échelle des sites, dans les modalités de suivi piézométrique :
 - o Définition de seuils piézométriques d'alerte tenant compte de l'équipement de l'ouvrage (crépines, pompes) mais aussi - si possible - de l'aquifère (niveau critique établi pour la préservation du débit d'un cours d'eau ou de certains usages dans le cadre d'études),
 - o Paramétrage d'un niveau piézométrique d'alerte du suivi piézométrique de l'ouvrage de prélèvement,
 - o En cas de dépassement de seuil paramétré : envoi automatique d'un message SMS sur téléphone portable (plusieurs numéros peuvent être configurés : responsable d'exploitation, collectivité, gestionnaire départemental par exemple). Prévenir le gestionnaire départemental par mail (adresse email dédiée).

- A l'échelle départementale, dans le réseau de suivi :
 - o Contact avec l'exploitant : contrôle commun des données brutes de suivi, discussion,
 - o Les seuils d'alertes étant également intégrés dans les outils de gestion départementale du réseau, la mise à jour des données dans l'application de suivi déclenchera automatiquement un voyant d'alerte dans les « news » et un envoi de message aux interlocuteurs concernés (exploitant, collectivité, membres de l'instance départementale). L'alerte apparaîtra également sur les cartes d'indicateurs (symbologie particulière).

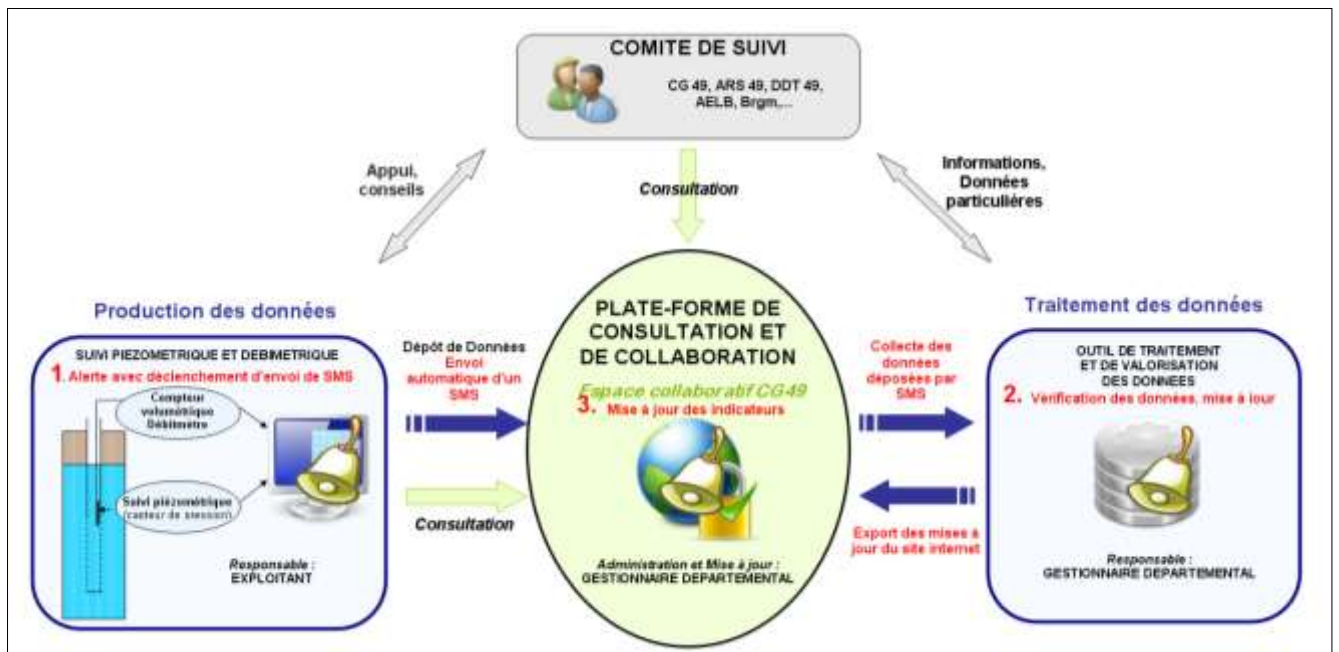


Illustration 13 - Schéma de fonctionnement du réseau (cas d'alerte)

4.2.4. Compléter et renforcer le volet «sécurisation» du schéma départemental d'eau potable

A l'échelle du département, ce suivi donnera une meilleure visibilité des possibilités de production. Sur cette base, certains secteurs pourront être considérés comme fragiles avec une programmation éventuelle de travaux pour renforcer la ressource en eau potable.

4.3. SUIVI À L'ÉCHELLE DES UNITÉS DE CAPTAGE

Ce chapitre reprend de façon synthétique les règles de suivi et les équipements requis pour assurer le suivi des forages en exploitation en Maine-et-Loire et dans le cadre du réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable.

4.3.1. Équipements requis

Sur le forage en exploitation, le dispositif de mesure permettra un enregistrement en continu du niveau d'eau et du prélèvement (débit, volume).

La mise en place d'un piézomètre dans le voisinage de l'unité de captage est également recommandée afin de permettre un enregistrement continu du niveau en dehors de l'influence directe du prélèvement (suivi de l'état de la ressource).

Des fiches synthétiques décrivant les équipements de suivi requis et leurs fonctionnalités ont été produites. Ces fiches sont en annexe 2 de ce rapport.

4.3.2. Protocoles de suivi

Ces protocoles ont été définis de façon précise afin de donner aux différents responsables d'unités des bases communes de fonctionnement et de dialogue. Ils ne visent pas à modifier les pratiques des exploitants réalisant déjà un suivi.

Ces protocoles figurent en annexe 5 du présent rapport.

Les points décrits concernent la maintenance des équipements de suivi et le mode de mise à disposition des données dans le cadre du réseau départemental.

4.4. SUIVI À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

Cette partie fait référence aux règles de suivi et aux équipements requis pour assurer la gestion, la valorisation et la diffusion des données à l'échelle départementale.

4.4.1. Équipements et rôle du gestionnaire

Dans le cadre de l'Observation des ressources en eau souterraines utilisées pour l'eau potable, le gestionnaire départemental a deux fonctions :

- traiter et valoriser les données de suivi issues des unités de captage,
- assurer la diffusion de l'information.

Ces deux fonctions nécessitent deux outils distincts : un outil de gestion uniquement utilisé par le gestionnaire départemental (traitement et valorisation des données) et un outil de diffusion accessible et consultable par l'ensemble des acteurs du réseau de suivi (plate-forme de consultation).

Pour que les futurs acteurs et en particulier les producteurs de données adhèrent de façon pérenne au fonctionnement de ce réseau, il était nécessaire de s'adapter aux usages déjà en place sans les alourdir.

Etant donné le nombre d'interlocuteurs, il a donc été nécessaire de développer des outils de gestion dédiés à ce réseau- capables d'intégrer des fichiers de données de formats différents et de permettre une valorisation rapide. De même, pour l'aspect « diffusion des données », il était important de mettre en place un système à la fois simple à consulter et répondant aux différents besoins.

4.4.2. Outil de traitement et de valorisation des données

Développement du système

Aucun outil existant ne permettait de répondre de façon efficace à la problématique posée, il a été nécessaire de développer un nouvel outil dédié.

Ce développement a été réalisé dans le cadre d'une sous-traitance avec la Société AQUASYS, sur la base d'un outil de gestion existant : SIES (Outil développé par la société AQUASYS).

L'outil de gestion dédié au suivi des ressources en eau potable permet d'intégrer des données de volume, des caractéristiques techniques d'ouvrages en complément des chroniques piézométriques.

Utilisateurs du système

Seul le gestionnaire départemental du réseau utilisera l'outil de traitement et de valorisation des données.

Possibilités d'utilisation

- **Intégration des données**

L'application permet l'import automatique de fichiers de format prédéfini. Elle peut accepter différents formats néanmoins, afin d'optimiser le temps nécessaire à l'import des données, le format prédéfini est requis.

Les données piézométriques sont stockées dans une base locale au format SANDRE.

Dans le cadre du réseau de suivi AEP 49, les données brutes déposées sur le site de consultation ou envoyées par mail seront importées. L'application permet de contrôler si les chargements ont bien été réalisés pour l'ensemble des sites suivis.

- **Valorisation des données**

L'application permet de visualiser les données chargées afin de vérifier leur cohérence.

Dans un deuxième temps, pour valoriser les données et qualifier l'état des ressources, l'application permet d'analyser les données par le biais de différents graphiques :

- graphique des données brutes,
- graphique avec affichage des interventions,
- graphique annuel : sélection d'une année et comparaison par rapport à des statistiques (établies en fonction de l'historique de données disponibles),
- superposition des piézomètres (ouvrages d'une même unité),
- courbe de référence.

Les graphiques de suivi piézométrique ainsi que les graphiques de suivi des rabattements destinés à être consultés seront mis à jour après la vérification des données.

Les seuils d'alertes définis pour chaque ouvrage sont renseignés dans l'application et apparaissent sur les graphiques.

- **Publication des données**

Afin de se concentrer sur l'analyse des données et sur la gestion du réseau, l'application permet une mise à jour rapide du site de consultation.

Les images des graphiques et les données mis à jour sont publiés via un export. Les mises à jour du site de consultation sont effectuées de façon automatique à partir ces exports.

4.4.3. Plate-forme de consultation

Développement du système

De même que pour l'outil de gestion des données, aucun outil existant ne permettait de répondre de façon efficace à la problématique posée, il a été nécessaire de développer un nouvel outil dédié pour la diffusion des informations.

Ce développement a été réalisé dans le cadre du projet et en collaboration avec AQUASYS (intervenant en tant que sous-traitant pour le BRGM).

Support, accès

La base de consultation du réseau de suivi sera hébergée sur le site du Conseil Général du Maine-et-Loire.

Utilisateurs du système

- **Administration (Administrateur fonctionnel)**

Le gestionnaire départemental du réseau administre l'ensemble de l'application et veille au suivi des fiches descriptives des Aquifères et des unités de captage (mises à jour).

- **Consultation (Administrateurs techniques)**

Les utilisateurs listés ci-après accèdent aux modules de consultation uniquement :

- Membres du Comité de suivi (CG 49, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, ARS 49, DDT 49, BRGM),
- Maîtres d'Ouvrage des unités de captage (Collectivités, Syndicats),
- Maîtres d'œuvre ou Exploitants des unités de captage (Société privées, syndicats, collectivités).

Le statut de ces utilisateurs ne leur permettra pas de modifier ou de mettre à jour les informations concernant les aquifères, les unités de captage ou les ouvrages de prélèvement (données, commentaires ou interventions).

En revanche, les utilisateurs pourront participer aux forums intégrés dans cette plate-forme.

Possibilités d'utilisation

- **Connexion : Tous les utilisateurs**

Tous les utilisateurs autorisés à consulter le site y accéderont avec un identifiant (ID) et un mot de passe.

L'outil prévoira donc les possibilités suivantes :

- Création d'un compte utilisateur,
- Mot de passe oublié (Envoi automatique d'un mot de passe par messagerie).

L'outil permettra au gestionnaire départemental d'administrer et de gérer les identifiants et les mots de passe (base de données des utilisateurs, gestion des profils d'utilisateurs, envois automatiques).

- **Consultation : Tous les utilisateurs**

La plate-forme de consultation permettra aux utilisateurs d'accéder de façon simple :

- aux informations relatives aux aquifères, unités de captage et ouvrages (fiches avec descriptif, graphiques, commentaires),
- à des cartographies (situation géographique des aquifères, des unités de captages, indicateurs),
- à des outils de collaboratifs (forums de discussion).

Les maîtres d'ouvrages et exploitants n'auront pas accès à l'ensemble des unités mais seulement à celles dont ils assurent la gestion.

- **Collaboration (Outils collaboratifs) : Tous les utilisateurs**

Afin de permettre des échanges entre les utilisateurs, des outils collaboratifs seront intégrés dans la plate-forme de consultation (Forums, Liens, News, Flux RSS).

Ces outils seront dans un premier temps considérés comme « optionnels » pour laisser le temps aux utilisateurs de s'approprier l'outil et ses possibilités. Par la suite, en fonction de leur utilisation, ces outils pourront faire l'objet d'améliorations.

- **Mises à jour de la plate-forme (Contenu, fonctionnalités, ergonomie) : Administrateur**

Les données de suivi seront régulièrement mises à jour par le gestionnaire départemental.

Les fonctionnalités de l'outil de consultation sont évolutives. Par conséquent, si des améliorations s'avèrent nécessaires, elles seront discutées en Comité de suivi puis soumises à l'approbation des différents acteurs du réseau. Les développements nécessaires seront ensuite mis en œuvre.

L'ergonomie de l'outil pourra également être adaptée (logo, titre, libellés, couleur, langues,...).

Contenu

- **Informations descriptives**

Sur la plate-forme figureront les informations descriptives de l'atlas réalisé en 2008 (BRGM-RP-56530-FR). Ces informations feront l'objet d'une mise à jour et seront déversées en totalité après une première phase de test de l'outil.

Les informations y seront détaillées par Aquifère, Unité de captage et Ouvrage.

- **Informations de suivi**

Les données de suivi transmises par les exploitants permettront la mise à jour régulière de la plate-forme.

Afin de permettre un accès rapide aux informations de suivi pour les différents types d'utilisateurs, les données de suivies valorisées permettront de mettre à jour :

- **Bulletins : État à l'échelle départementale**

Un bulletin départemental de situation des ressources en eau souterraine sollicitées pour l'AEP sera mis en ligne tous les mois dans la partie «Suivi départemental /Bulletin de situation»

Ce bulletin vise à apporter pour chaque aquifère une analyse de l'évolution des ressources en eau souterraine suivies dans du réseau de suivi département des ressources en eau souterraine exploitées pour la production d'eau potable (commentaire, carte de situation avec indicateurs à jour et graphiques).

En complément, les bulletins de situation piézométrique départementaux édités de façon régulière dans le cadre du suivi piézométrique patrimonial seront mis en ligne au même endroit. Les suivis réalisés dans ce cadre se situent en dehors de toute influence et visent à qualifier l'état général des ressources en eau souterraine.

- **Carte avec indicateur : État à l'échelle départementale**

Sur la carte des unités de captage (Illustration 16), chaque unité est représentée par un indicateur en forme de flèche dont l'orientation indique l'évolution de la piézométrie (en baisse, stable ou en hausse) et dont la couleur qualifie l'état de la piézométrie (code de 1 à 5).

Cette cartographie avec indicateurs apporte une vision synthétique de l'état des ressources en eau souterraine sollicitées. Elle constitue un outil de visualisation clair pour les consultants intervenant à l'échelle départementale (Conseil Général, ARS, DDT, Agence de l'Eau).

Les piézomètres du réseau de suivi piézométrique département seront par la suite également représentés sur cette carte.

○ **Graphiques actualisés : État à l'échelle de l'ouvrage.**

Dans les fiches ouvrages, les données de suivi transmises par les exploitants permettront la mise à jour de graphiques. Pour chaque ouvrage, quatre graphiques différents sont paramétrés :

- Chronique de l'année en cours superposée aux chroniques des niveaux maximums, minimums et moyens enregistrés ;
- Chronique des données enregistrées depuis le début du suivi ;
- Chronique des données enregistrées au cours du mois précédent ;
- Évolution du rabattement spécifique.

Un commentaire d'analyse sera également ajouté par le gestionnaire sur la base des données actualisées dans la même page.

Par ailleurs, la fiche ouvrage permet également de saisir les interventions. Dans cette partie, les cas d'alerte, de vigilance accrue seront conservés en mémoire. Les événements concernant l'ouvrage (modification de l'équipement, décolmatage...) seront également notés.

Mode de navigation

La navigation au sein de l'application s'effectuera comme sur un site internet. Les modules seront accessibles via des menus de présentation et des onglets.

L'utilisateur accèdera à l'ensemble des informations présentées dans les modules du portail en cliquant directement sur l'information d'intérêt.

Dans les fiches de site (aquifère, unité de captage), un menu d'exploration permettra de naviguer dans les éléments descriptifs (Suivi, documents attachés, liens, intervenants).

Faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable - Maine-et-Loire

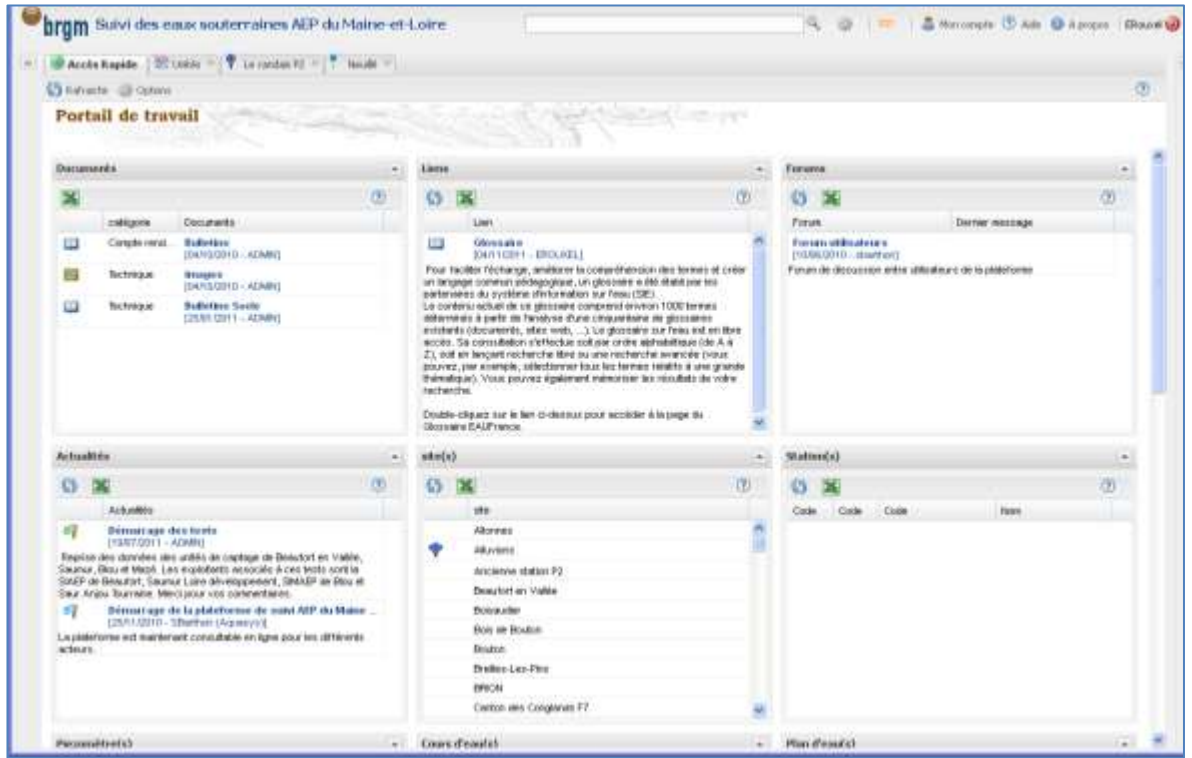


Illustration 14 - Plate-forme de consultation, portail d'accès (état à fin novembre 2011)

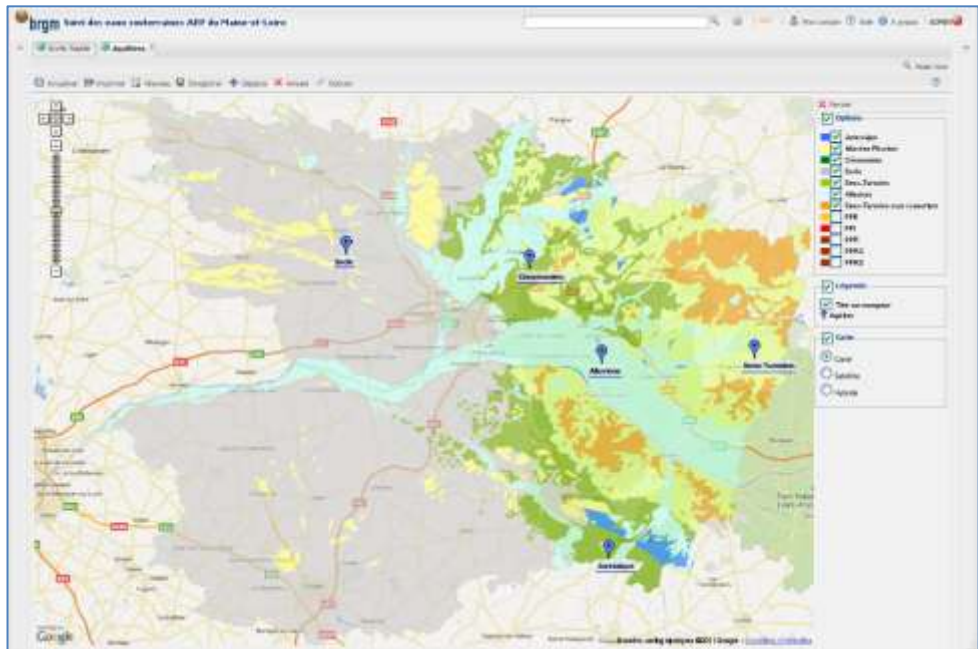


Illustration 15 – Plate-Forme de consultation, Onglet suivi départemental, Aquifères (mode cartographie)

Faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable - Maine-et-Loire

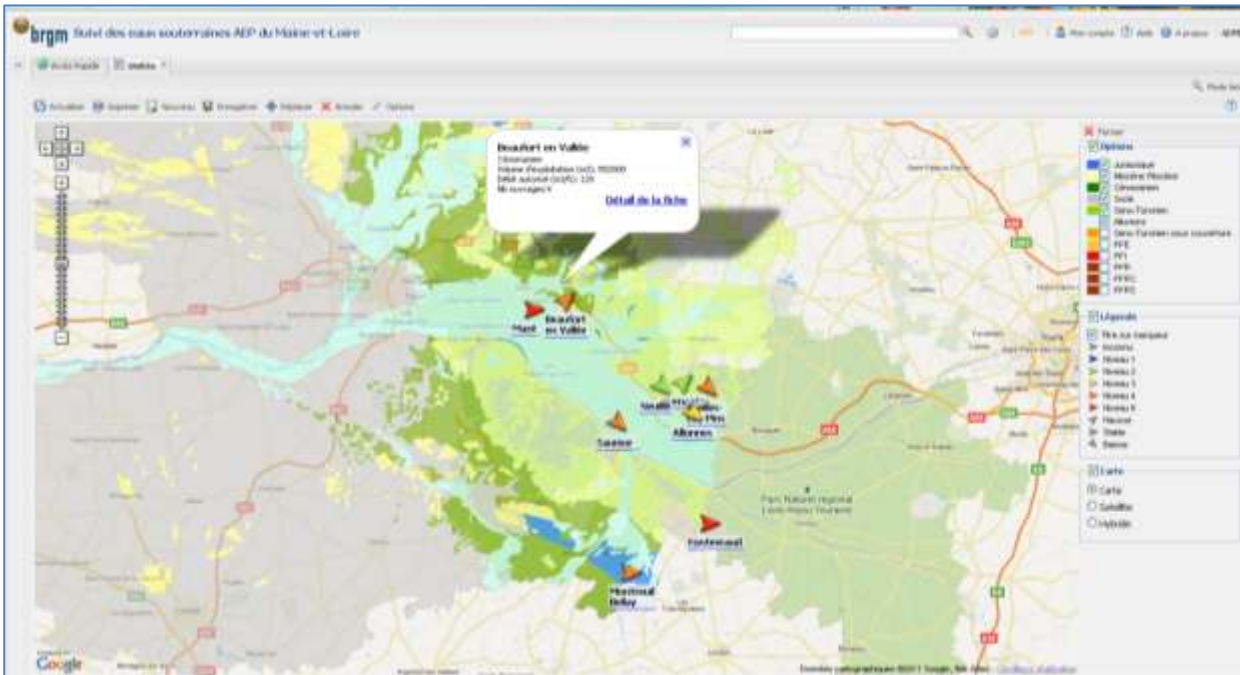


Illustration 16 – Plate-forme de consultation, Onglet suivi local - Unité (mode cartographique)

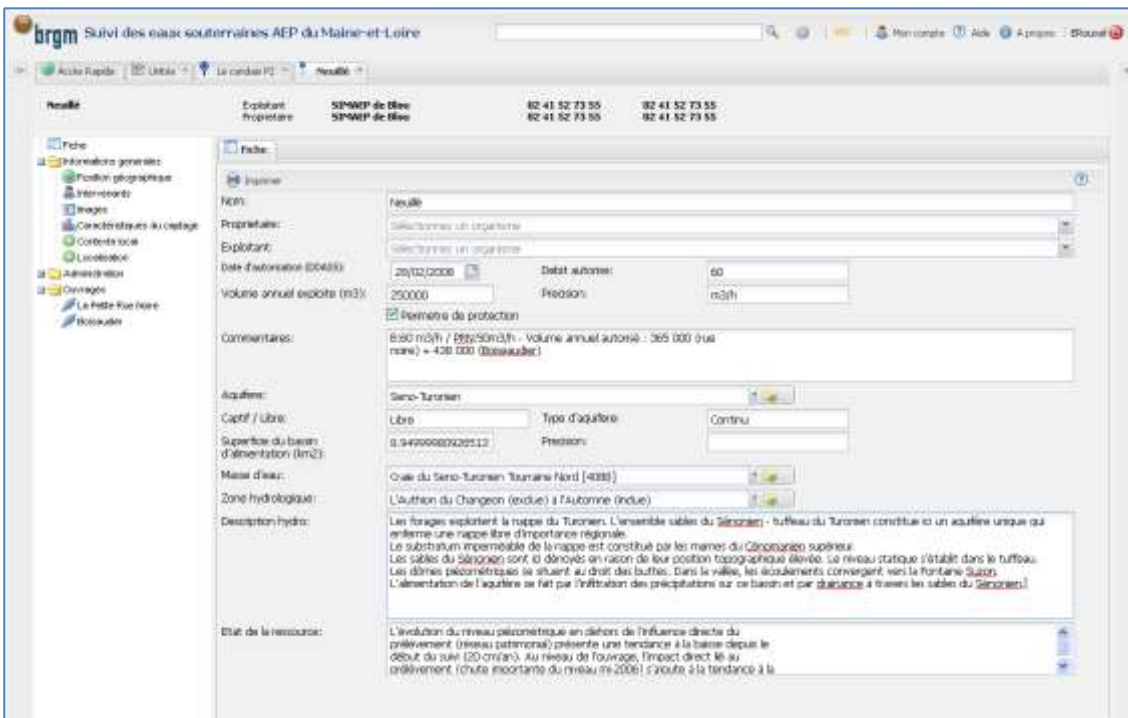


Illustration 17 – Plate-forme de consultation, Exemple de fiche unité (état à fin novembre 2011).

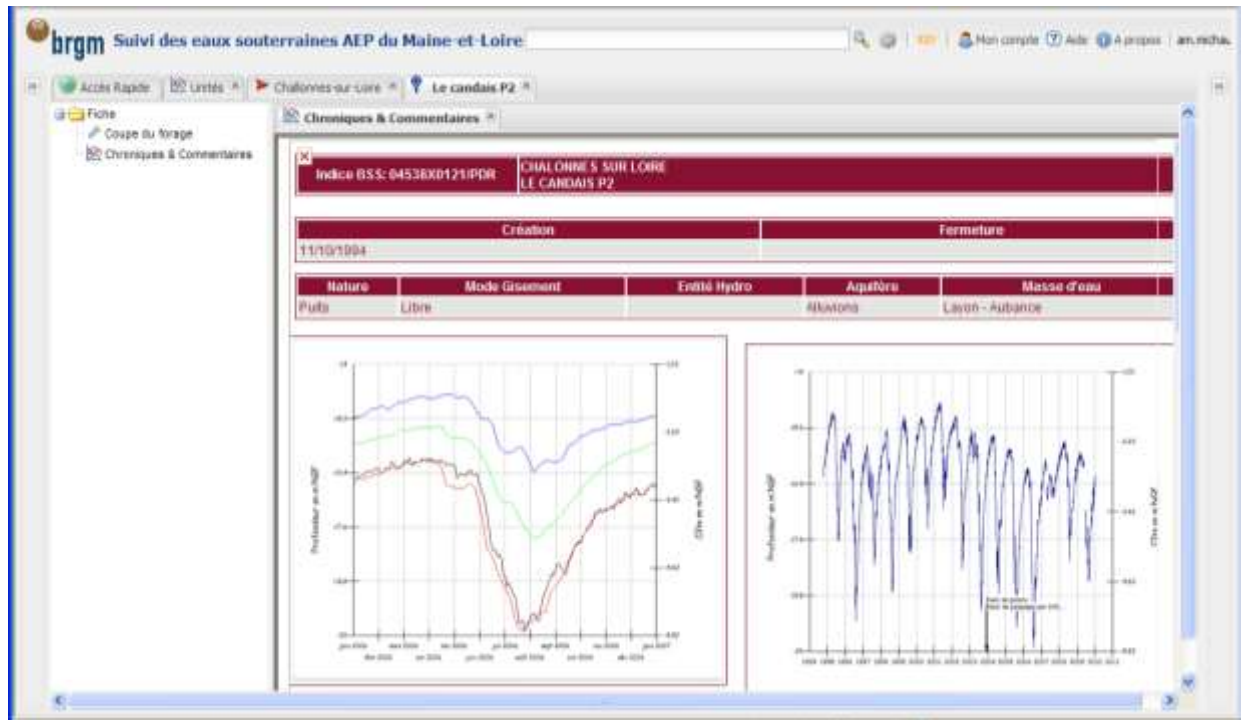


Illustration 18 – Plate-forme de consultation, exemple de fiche ouvrage (état à fin novembre 2011).

5. Conclusion et perspectives

Le présent rapport décrit les actions réalisées par le BRGM dans le cadre de l'étude de faisabilité d'un réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable en Maine-et-Loire.

Ce projet a été l'occasion de sensibiliser et d'informer l'ensemble des futurs acteurs de la nécessité d'un suivi quantitatif des ressources en eau souterraine afin d'améliorer leur gestion et d'anticiper les épisodes de crise.

La surveillance continue des niveaux d'eau et des débits sur les forages en exploitation effectuée dans le cadre de ce réseau est en effet utile et nécessaire :

- à l'échelle des unités de captage (meilleure visibilité des possibilités de production, suivi et préservation des ouvrages par l'observation du débit en fonction du régime de la pompe et l'observation du rabattement en fonction du débit),
- à l'échelle départementale (suivi de l'évolution de l'état des nappes sollicitées pour l'usage AEP, gestion de la ressource et anticipation des périodes dites « de crise », définition de secteurs fragiles et programmation de travaux de renforcement de la ressource dans le cadre du SDAEP, contribution à la protection des captages).

L'estimation fiable de l'état quantitatif impose cependant la mise en application de procédures communes et homogènes à l'échelle du département.

Cette étude a permis, en accord avec l'ensemble des interlocuteurs, de définir un mode de fonctionnement du réseau. Ce fonctionnement s'appuie sur un outil de gestion de données et sur une plate-forme de consultation également élaborés dans le cadre de ce travail.

La plate-forme nécessite encore des développements pour améliorer la présentation des données.

Après une période de tests, ce système de suivi départemental devra être opérationnel pour l'été 2011. Les exploitants et maîtres d'ouvrage seront de nouveau sollicités pour amorcer les premiers envois de données.

Par la suite, d'autres améliorations pourront être apportées aux outils en fonction des retours des différents utilisateurs.

De façon plus large, à moyen terme ce mode de fonctionnement pourra être transposé à d'autres départements ayant un contexte similaire. Par ailleurs, les outils pourront évoluer afin d'intégrer les éléments de suivi qualitatifs.

Annexe 1 - Plaquette d'information (2009)

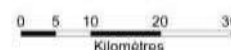
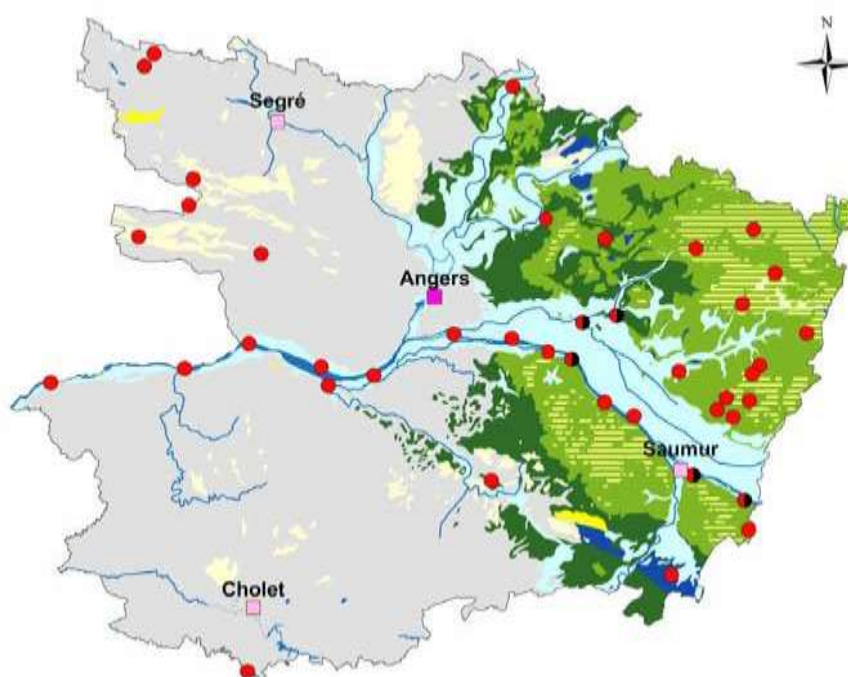
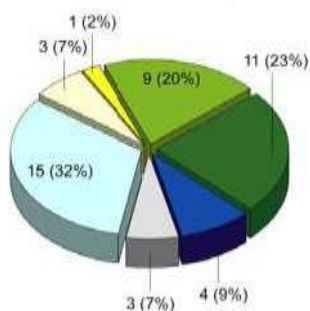
Pour une gestion quantitative des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable en Maine-et-Loire

En Maine-et-Loire, les ressources en eau souterraine fournissent 51% des volumes prélevés pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP).

Or, malgré cet enjeu important, le manque de connaissance sur les ressources et sur les ouvrages de captage ne permet pas toujours d'anticiper les problèmes : diminution des débits en période sèche, vieillissement prématuré des ouvrages...

➔ Dans le cadre du **Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable** le Conseil Général du Maine-et-Loire, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et les services de l'Etat (DDASS, DDAF) ont donc entrepris d'organiser un **réseau de suivi quantitatif** des ressources en eau souterraine afin d'**améliorer leur gestion** et d'**anticiper les épisodes de crise**.

Nombre d'unités de prélèvement d'eau souterraine selon les nappes prélevées



Contexte hydrogéologique et localisation des captages d'eau souterrains

Principaux aquifères

- Alluvions
- Pliocène
- Miocène
- Séno-Turonien sous couverture Tertiaire
- Séno-Turonien
- Cénomaniens
- Jurassique
- Socle

Unités de prélèvement AEP

- Aquifère simple
- Aquifère mixte

Principales villes

- Préfecture
- Sous-préfecture

Réseau hydrographique

- Cours d'eau majeurs

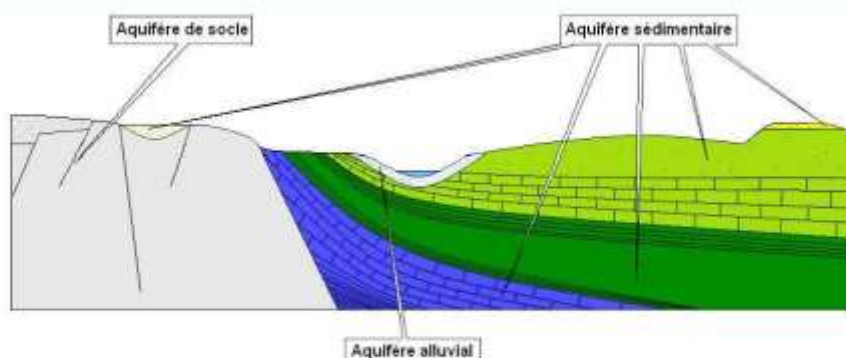
LA RESSOURCE...

Son origine

En Maine-et-Loire, la ressource en eau souterraine se compose de **trois types d'aquifères** :

- Aquifères de socle,
- aquifères sédimentaires,
- aquifères alluviaux.

Un aquifère est une formation géologique comportant une nappe suffisamment importante pour être exploitée.



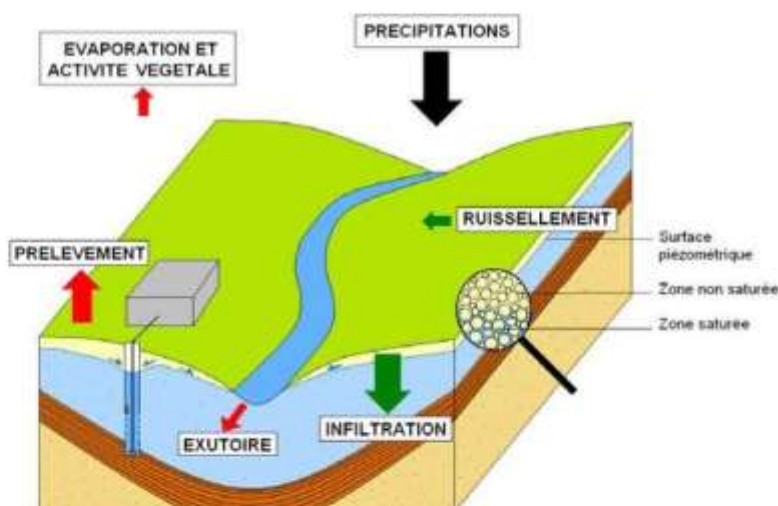
Coupe schématique des types d'aquifères rencontrés dans le Maine-et-Loire

Sa dynamique

Une « nappe » est un volume d'eau ennoyant une partie de l'aquifère (partie saturée en eau dite « zone saturée »).

La **limite entre la zone saturée et la zone non saturée** est appelée **surface piézométrique** ou **niveau piézométrique**.

Le **volume d'eau souterraine qui constitue la nappe dépend d'un équilibre dynamique** entre des entrées (alimentation de la nappe) et des sorties (exutoires de la nappe).



Alimentation et exutoires d'une nappe d'eau souterraine

Comme le montre le schéma ci-contre :

- L'**alimentation** vient essentiellement des **précipitations efficaces** (infiltration et ruissellement) et, dans certains cas, des **cours d'eau**.
- Généralement, la nappe s'écoule naturellement vers des **exutoires** comme des sources, des cours d'eau. Les **prélèvements** en eau souterraine constituent également une « sortie ».

L'alimentation des aquifères étant essentiellement liée aux précipitations, le **niveau piézométrique (niveau de la nappe) fluctue donc en fonction des saisons**.

On distingue une période de **hausse du niveau** (recharge hivernale de la nappe) et une période de **baisse du niveau** (vidange estivale de la nappe).

Les fluctuations du niveau piézométrique sont **plus ou moins rapides et marquées** selon la **réactivité** et le **type** de l'aquifère.

Comment améliorer l'exploitation de la ressource ?

→ **A la création du forage...**

Objectif : Connaître les caractéristiques de l'aquifère pour adapter l'exploitation à ses capacités.

Moyen : Etudes préalables avec **bilan volumique** et **essai de nappe**.

→ **En exploitation...**

Objectif : Evaluer l'état de la ressource et anticiper les épisodes de crise (sécheresse).

Moyen : Suivre l'évolution du **niveau piézométrique** et des **volumes prélevés**.

Pour une coordination à l'échelle départementale et dans l

MISE EN PLACE D'UN RESEAU DE SUIVI QUANTITATIF DE LA

LES OUVRAGES DE PRELEVEMENT...

Les types d'ouvrages

Il existe différents moyens d'exploiter les aquifères : - Le **captage de source**,
- les **puits simples** et **puits à drains rayonnants**,
- le **forage**.

En Maine-et-Loire, on recense **95 ouvrages de prélèvements** répartis en **41 unités de captage**.

Conseils pour l'exploitation des forages

Il est essentiel de veiller à **protéger la pompe** et **les tubes crépinés** pour la pérennité de l'ouvrage.

Cette protection passe par la mise en place **d'électrodes d'alerte** (de coupe et de reprise) au sommet du tube crépiné. Ces électrodes ont pour but d'interrompre le prélèvement lorsque le niveau d'eau devient critique.

Le **tube crépiné** et le massif filtrant ont pour fonction d'assurer la production d'eau, or, ils sont fréquemment sujets aux problèmes de colmatage (incrustation, corrosion, érosion pour le tube crépiné).

Précautions utiles afin de réduire les risques de colmatage :

- Placer le tube crépiné face au niveau producteur.
- Le tube crépiné ne doit pas être dénoyé.
- Ne pas insérer la pompe au niveau du tube crépiné.
- Respecter le débit maximum d'exploitation (débit critique).

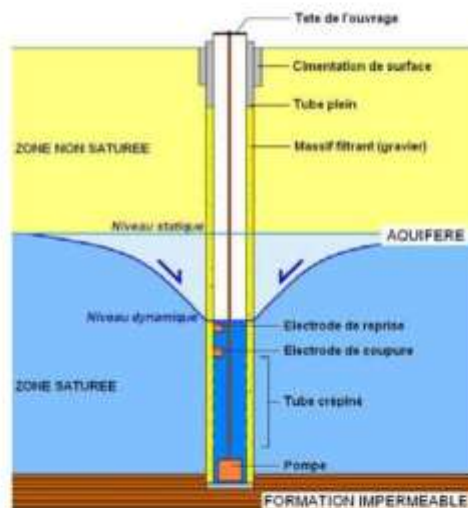
Les contrôles périodiques de l'ouvrage

doivent porter sur les points suivants :

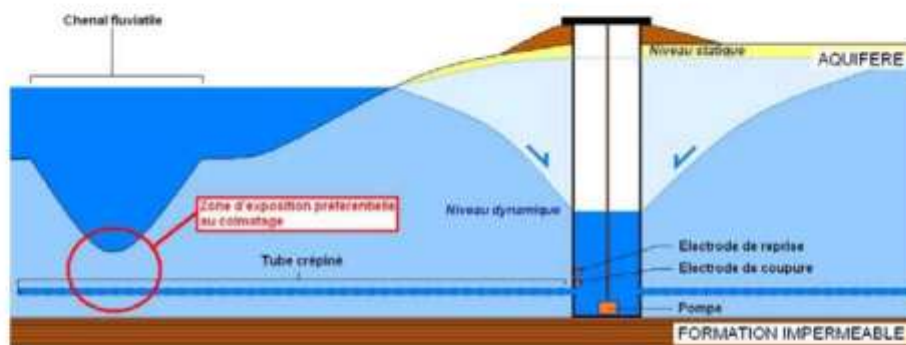
- Contrôle de productivité ou suivi du niveau piézométrique.
- pompage d'essai par paliers annuel.
- contrôle du fond du forage.

Dans le cas particulier des puits à drains, le risque de colmatage est plus présent. Ceci est principalement causé par :

- Battements importants du niveau,
- faible tranche d'eau exploitable,
- épaisseur et nature des sédiments entre le fond du cours d'eau et le drain.



Coupe schématique d'un forage



Coupe schématique d'un puits à drains rayonnants

Comment améliorer l'exploitation de l'ouvrage ?

→ **A la création d'un forage...**

Objectif : Connaître les caractéristiques de l'ouvrage pour adapter l'exploitation à ses capacités.

Moyen : Essai par paliers (définition du débit critique).

→ **En exploitation...**

Objectif : Contrôle de l'évolution de la productivité de l'ouvrage.

Moyen : Suivre l'évolution du niveau piézométrique et des volumes prélevés mais aussi renouveler périodiquement l'essai par palier (évolution du débit critique).

cadre du Schéma Directeur Départemental Eau Potable :

RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE EXPLOITEE POUR L'AEP

RESEAU DE SUIVI QUANTITATIF

Le Département et ses partenaires assureront la collecte et la coordination, mais il appartiendra aux exploitants et maîtres d'ouvrage d'acquiescer les équipements de mesure et de mettre en œuvre le suivi sur chaque site de captage.

Utilité d'un tel réseau

→ Echelle locale :

- Possibilités de production : meilleure visibilité.
- Suivi et préservation des ouvrages.

→ Echelle départementale :

- Suivi de l'évolution de l'état **des nappes sollicitées** pour l'usage AEP.
- **Gestion de la ressource** et **anticipation** des périodes dites « de crise ».
- **Définition de secteurs fragiles** et **programmation de travaux de renforcement de la ressource** dans le cadre du Schéma Directeur Départemental Eau Potable.
- **Contribution à la protection des captages** (définition des périmètres de protection).

↳ Intérêts communs aux exploitants, aux propriétaires et aux services départementaux

Etapas nécessaires

1. Financement et réalisation par le Département et ses partenaires d'un **diagnostic individuel de chaque unité de captage** pour définir, si nécessaire, les besoins en équipement de mesure et d'enregistrement.
2. Mise en place des équipements éventuels **par les maîtres d'ouvrage**.
3. Constitution à **l'échelle départementale** d'un **réseau de suivi spécifique à l'Alimentation en Eau Potable** regroupant l'ensemble des unités de prélèvement ; celui-ci permettra d'**améliorer la gestion** de la ressource en eau souterraine et donc de **mieux anticiper** les épisodes de crise.

Remarques :

- Ce réseau ne concerne que l'aspect quantitatif des ressources en eau souterraine. Le suivi qualitatif est assuré dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine en application du Code de la Santé Publique.
- La mise en place de ces outils nécessite la participation des maîtres d'ouvrage et des exploitants en tant qu'acteurs intervenant dans la production d'eau potable pour garantir l'efficacité de la démarche.

LES PARTENAIRES



Mission InterServices de l'Eau
Maine-et-Loire



CONTACT


Conseil Général Maine-et-Loire
DGA Développement – Direction de l'Agriculture et de l'Environnement
BP 94104
19, rue des Arènes
49941 ANGERS Cedex 09

Tel. : 02.41.81.48.08 ou 02.41.81.44.99 / Fax : 02.41.81.47.82

REFERENCES REGLEMENTAIRES (Réalisation et entretien d'ouvrages)

- Guide d'application de l'Arrêté interministériel du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.0 de la nomenclature Eau – Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Septembre 2004
- Norme AFNOR NF X 10-999 – Forage d'eau et de géothermie, Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages – AFNOR, Avril 2007

Annexe 2 - Compte-rendu de visite (document type)

 <p>Géosciences pour une Terre durable brgm</p>	<p>COMPTE RENDU DE VISITE ALLONNES La Fontaine</p>	<p>BRGM Pays de la Loire 1 rue des Saumonières BP 92342 44323 Nantes Cedex 3 Tél : 02.51.86.01.51</p>
<p>Rédacteur : Brgm / SGR Pays de la Loire</p> <p>Projet : Etude de faisabilité d'un réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP – Maine et Loire</p> <p>Date : 10/06/2009 Lieu : Bureau de la Régie d'Eau d'Allonnes</p> <p>Propriétaire / Exploitant : SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT ; M. Callet ; M. Hupont (présents)</p>		
<p style="text-align: center;">RESUME</p>		
<p>Introduction</p> <p>En Maine-et-Loire, la ressource en eaux souterraines représente un enjeu de plus en plus important. Des problèmes importants d'approvisionnement en eau potable peuvent se poser en fin de périodes estivales dans certains secteurs du fait de l'insuffisance de la production de la ressource et de l'état des ouvrages. La visite de chaque unité de prélèvement nous a permis d'observer la configuration du site de prélèvement, de connaître les équipements existants ainsi que leur mode de fonctionnement. C'est sur cette base qu'il nous sera possible d'évaluer comment assurer le recueil, l'archivage et l'exploitation des données dans le cadre de la mise en place d'un réseau de suivi départemental des eaux souterraines utilisées pour l'AEP.</p>		
<p>1 – ETAT DE L'EXISTANT</p> <p>☞ Correction(s) apportées aux fiches « unité de captage » et « ouvrage » :</p> <ul style="list-style-type: none">- nombre d'ouvrages- profondeur des pompes <p>☞ Présence de capteurs de mesure piézométrique et suivi réalisé : non</p> <p>☞ Présence de compteurs de mesure des débits à l'ouvrage : oui</p> <p>☞ Présence de compteurs de mesure des volumes à l'ouvrage : oui</p> <p>☞ Présence de centrale de mesure permettant l'enregistrement des données : oui / base SOFREL</p>		
<p>2 – EQUIPEMENTS ET FONCTIONNEMENT POSSIBLE POUR LE RESEAU DE SUIVI</p> <p>☞ Equipements complémentaires à mettre en place : sondes piézométriques</p> <p>☞ Transfert des données : par l'exploitant sous format Excel (*.xls) par Internet 1 fois par mois</p> <p>☞ Archivage des données : par l'exploitant et par l'organisme gestionnaire</p> <p>☞ Rendu : L'organisme gestionnaire se chargera de transmettre aux maîtres d'ouvrage un bulletin par saison faisant une synthèse à l'échelle de l'aquifère de l'état des nappes et présentant le graphique piézométrique au niveau de l'unité de prélèvement.</p>		
<p style="text-align: center;">REMARQUES COMPLEMENTAIRES</p>		
<ul style="list-style-type: none">- Minitel pour l'instant, ordinateur pour bientôt- Pas d'électrodes sur aucun des ouvrages- L'exhaure 1 n'est pas exploité- La pompe est à environ 10 m sur chaque ouvrage		

Annexe 3 - Besoins en équipements et estimations chiffrées

Unité de captage	Mesure piézo existante				Début suivi	existence	Piézomètre ou forage non utilisé à proximité
	Format des données	Fq d'acquisition	Responsable	Equipement présent			
GENNES La grande Ile					/	inexistant	non
ST PHILBERT DU PEUPLE Planches de	excel	2 mn	M. Peltier	Sonde de pression	2008	existant	oui (forage)
FREIGNE La Beltière					/	inexistant	non
MOULIHERNE La Pommasserie					/	inexistant	oui (forage)
PONTIGNE Les Hautes Roches					/	inexistant	non
BEAUFORT EN VALLEE Les Seillandières	excel	1/4 h	M. Lemièrre (STGS)	Sonde de pression	1999	existant	oui (piézomètres)
MAZE Gué d'Anjan	excel	1/4 h	M. Lemièrre (STGS)	Sonde de pression	1999	existant	oui (piézomètres)
LOUROUX BECONNAIS Les Chaponneaux	base Geremi	inférieure à 1h	SAUR	Sonde de pression	2009	existant	non
VERNANTES La Maladrie					/	inexistant	non
NEUILLE La petite rue noire, Boisaudier	sofrel	1h	M. Leproux	Sonde Hitec	1994	existant	oui (forage)
VERNANTES Bois de Buton	sofrel	1h	M. Leproux	Sonde Hitec	1999	existant	oui (piézomètre)
ST FLORENT LE VIEIL La Carrière					/	inexistant	non
CHAZE-HENRY La Marinière	base Lerne	1/4 h	M. Bobard (VEOLIA)	Sonde Hitec	+ 2 ans	existant	oui (piézomètres)
VRITZ CANDE Les Thuyas - La Kiriaie	base Geremi	1/4 h	M. Landron (SAUR)	Sonde Hitec	2004	existant	non
CHAZE-HENRY Mines de Fer	base Geremi	1/4 h	M. Landron (SAUR)	Sonde Hitec	2005	existant	non
CHOLET La Rucette					/	inexistant	non
SAUMUR Le petit Puy	base Geremi	1/4 h	M. Brunteau (SAUR)	Sonde Hitec	2001	existant	non
MONTREUIL BELLAY La Fontaine	base Geremi	1/4 h	M. Richer (SAUR)	Sonde Hitec	2006	existant	oui (piézomètres)
FONTEVRAUD Prieuré de la Madeleine					/	inexistant	non
ST REMY LA VARENNE Le Boulet	base Lerne	2 mn	M. Croese (VEOLIA)	Sonde de pression	2008	existant	oui (piézomètres)
LES PONTS DE CE Ile au bourg					/	inexistant	oui (forage)
JARZE Les ferriers					/	inexistant	non
SEICHES Pont Herbaux					/	inexistant	non
ROCHEFORT SUR LOIRE La Chapelle	base Geremi	2 mn	M. Dougé (SAUR)	Sonde de pression	2000	existant	non
CHALONNES SUR LOIRE Le Candais	base Geremi	2 mn	M. Dougé (SAUR)	Sonde de pression	2003	existant	oui (forage)
ST GEORGES SUR LOIRE Le Boyau	excel	3 mn	M. Montailler	Sonde Hitec	2009	existant	oui (forages)
ST MARTIN DE LA PLACE Les Clerets	excel	20 mn	M. Garnier (Lyonnaise)	Sonde de pression	2004	existant	non
ALLONNES La Fontaine						inexistant	non
BREILLE LES PINS La Lande de l'Etang						inexistant	non
MONTJEAN SUR LOIRE Ile Ragot	base Lerne	1/4 h	M. Chaudet (VEOLIA)	Sonde Hitec	2004	existant	non
LE THOUREIL Ile St Maur	base Lerne	1/4 h	M. Souldard (VEOLIA)	Sonde Hitec	1998	existant	non
CHAMPTOCEAUX La Rivière	base Lerne	2 mn	M. Chaudet (VEOLIA)	Sonde Hitec	2004	existant	oui (piézomètre et forage)
LA BOHALLE Port de Vallée	base Lerne	1/4 h	M. Croese (VEOLIA)	Sonde Hitec	1997	existant	oui (piézomètre bouché)
MONTSOUREAU Les Prés Pacaud	base Geremi	1/4 h	M. Richer (SAUR)	Sonde Hitec	2010	existant	oui (forage)
GENNETEIL L'Aurière	excel	mensuelle	M. Papillon (SAUR)		2003	inexistant	oui (piézomètre bouché)
NOYANT Bouton	base Geremi	1/4 h	M. Papillon (SAUR)	Sonde Hitec	2003	existant	oui (piézomètre)
PARCAY LES PINS Les Moulins	base Geremi	1/4 h	M. Papillon (SAUR)	Sonde Hitec	2003	existant	non

Illustration 19 - Synthèse des informations recueillies concernant les suivis piézométriques (Septembre 2009)

Unité de captage	Mesure volume/débit existante					
	Format des données	Responsable	Débitmètre	Débitmètre à l'ouvrage	Compteur volume	Compteur volume à l'ouvrage
ALLONNES La Fontaine	enregistrement informatique	M. Callet	oui	oui	oui	oui
BEAUFORT EN VALLEE Les Seillandières	enregistrement informatique	M. Lemièrre (STGS)	oui	oui	oui	oui
BREILLE LES PINS La Lande de l'Etang	enregistrement informatique	M. Callet	oui	oui	non	non
CHALONNES SUR LOIRE Le Candais	enregistrement informatique	M. Dougé (SAUR)	oui	oui	oui	oui
CHAMPTOCEAUX La Rivière	enregistrement informatique	M. Chaudet (VEOLIA)	oui	non	oui	non
CHAZE-HENRY La Marinière	enregistrement informatique	M. Bobard (VEOLIA)	oui	oui	oui	oui
CHAZE-HENRY Mines de Fer	enregistrement informatique	M. Landron (SAUR)	oui	oui	oui	oui
CHOLET La Rucette		Mme Bonneau (Lyonnaise)	oui	non	oui	oui
FONTEVRAUD Prieuré de la Madeleine	enregistrement informatique	M. Richer (SAUR)	non	non	oui	oui
FREIGNE La Beltière	relevé papier manuel	M. Cruard	non	non	oui	non
GENNES La grande Ile	relevé papier manuel	M. Jacotin	oui	non	oui	non
GENNETEIL L'Aurière	relevé papier manuel	M. Papillon (SAUR)	oui	oui	oui	oui
JARZE Les ferriers	enregistrement informatique	M. Paillard (VEOLIA)	non	non	oui	oui
LA BOHALLE Port de Vallée	enregistrement informatique	M. Croese (VEOLIA)	oui	oui	oui	oui
LE THOUREIL Ile St Maur	enregistrement informatique	M. Soulard (VEOLIA)	oui	non	oui	non
LES PONTS DE CE Ile au bourg	enregistrement informatique	M. Chevé	oui	non ms on peut retrouver	oui	non
LOUROUX BECONNAIS Les Chaponneaux		SAUR	non	non	oui	oui
MAZE Gué d'Anjan	enregistrement informatique	M. Lemièrre (STGS)	oui	oui	oui	oui
MONTJEAN SUR LOIRE Ile Ragot	enregistrement informatique	M. Chaudet (VEOLIA)	oui	oui	oui	oui
MONTREUIL BELLAY La Fontaine Bourreau	enregistrement informatique	M. Richer (SAUR)	oui	oui	oui	oui
MONTSOUREAU Les Prés Pacaud	enregistrement informatique	M. Richer (SAUR)	oui	oui	oui	oui
MOULIHERNE La Pommasserie		oui	non	non	oui	oui
NEUILLE La petite rue noire, Boisaudier	enregistrement informatique	M. Leproux	oui	oui	oui	oui
NOYANT Bouton	enregistrement informatique	M. Papillon (SAUR)	oui	oui	oui	oui
PARCAY LES PINS Les Moulins	enregistrement informatique	M. Papillon (SAUR)	oui	oui	oui	oui
PONTIGNE Les Hautes Roches	relevé papier manuel	M. Seiller	oui	oui	oui	oui
ROCHEFORT SUR LOIRE La Chapelle	enregistrement informatique	M. Dougé (SAUR)	oui	non	oui	non
SAUMUR Le petit Puy	enregistrement informatique	M. Brunteau (SAUR)	oui	non	oui	non
SEICHES Pont Herboux	enregistrement informatique	M. Paillard (VEOLIA)	non	non	oui	oui
ST FLORENT LE VIEIL La Carrière						
ST GEORGES SUR LOIRE Le Boyau	enregistrement informatique	M. Montailier	oui	oui	oui	oui
ST MARTIN DE LA PLACE Les Clerets	enregistrement informatique	M. Gamier (Lyonnaise)	oui	oui	oui	oui
ST PHILBERT DU PEUPLE Planches de Baron	enregistrement informatique	M. Peltier	oui	non mais coef.de chaque forage	oui	oui
ST REMY LA VARENNE Le Boulet	enregistrement informatique	M. Croese (VEOLIA)	oui	oui	oui	oui
VERNANTES Bois de Buton	enregistrement informatique	M. Leproux	oui	oui	oui	oui
VERNANTES La Maladrie						
VRITZ CANDE Les Thuyas - La Kiriaie	enregistrement informatique	M. Landron (SAUR)	oui	non	oui	non

Illustration 20 - Synthèse des informations recueillies concernant les suivis volumes/débits (Septembre 2009)

Unité de captage	Collectivité / Syndicat	Exploitant	Nombre d'ouvrages	DEBIT	VOLUME	PIEZOMETRIE		STOCKAGE, RELEVÉ données			Autres			TOTAL
				Nb ouvrages à équiper	Nb ouvrages à équiper	Nb ouvrages à équiper	Nouvel ouvrage (hors zone d'influence)	Enregistreur	Logiciel de relève	Commentaire	Ordinateur portable	Sonde piézométrique manuelle	Accès internet	
ALLONNES La Fontaine	SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	3	0	0	3	1	1	1			1		8 550
BEAUFORT EN VALLEE Les Seillandières	SIAEP DE LA REGION DE BEAUFORT	STGS	4	0	0	0						1		350
BREILLE LES PINS La Lande de l'Etang	SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	1	1	1	1	1	1			1		9 100
CHALONNES SUR LOIRE Le Candais	MAIRIE CHALONNES SUR LOIRE	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	0	0	0						1		350
CHAMPTOCEAUX La Rivière	SIAEP DE CHAMPTOCEAUX	VEOLIA EAU - CGE	2	2	2	0						1		10 450
CHAZE-HENRY La Marinière	SIAEP DU CRAONNAIS	VEOLIA EAU - CGE	1	1	1	0	1					1		5 400
CHAZE-HENRY Mines de Fer	SIAEP DU SEGREEN	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	1	1	0						1		5 400
CHOLET La Rucette	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU CHOLETAIS	LYONNAISE DES EAUX	9	9	0	9	1					1		66 050
FONTEVRAUD Prieuré de la Madeleine	SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	1	0	1	1					1		7 650
FREIGNE La Beltière	MAIRIE DE FREIGNE	MAIRIE DE FREIGNE	2	2	2	2	1	1	1		1	1		17 400
GENNES La grande Ile	SIAEP DE COUTURES	VEOLIA EAU - CGE	3	3	3	3	suivi loire	1	1		1	1		24 700
GENNETEIL L'Aurière	SIVUAEP DE LA REGION DE NOYANT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	0	0	1	1	1	1	Amélioration de l'archivage		1		4 050
JARZE Les ferriers	SIAEP DE SEICHES SUR LE LOIR	VEOLIA EAU - CGE	1	1	0	1	1					1		7 650
LA BOHALLE Port de Vallée	SIAEP DE LA BOHALLE-LA DAGUENIERE	VEOLIA EAU - CGE	1	0	0	0	suivi loire					1		350
LE THOUREIL Ile St Maur	SIDAEP DES MAUGES ET DE LA GATINE	VEOLIA EAU - CGE	2	2	2	0	suivi loire + jurassique					1		10 450
LES PONTS DE CE Ile au bourg	ANGERS LOIRE METROPOLE	ANGERS LOIRE METROPOLE	5	5	5	5	suivi loire	1	1		1	1		39 300
LOUROUX BECONNAIS Les Chaponneaux	MAIRIE LE LOUROUX BECONNAIS	MAIRIE LE LOUROUX BECONNAIS	1	1	0	0	1					1		5 400
MAZE Gué d'Anjan	SIAEP DE LA REGION DE BEAUFORT	STGS	5	0	0	0	PZ Patrimonial à venir					1		350
MONTJEAN SUR LOIRE Ile Ragot	SIDAEP DES MAUGES ET DE LA GATINE	VEOLIA EAU - CGE	4	0	0	0	suivi loire					1		350
MONTREUIL BELLAY La Fontaine Bourreau	SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	0	0	0						1		350
MONTSOREAU Les Prés Pacaud	SMAEP DE MONTSOREAU	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	2	0	0	0						1		350
MOULIHERNE La Pommasserie	SIAEP DE LA REGION DE BEAUFORT	STGS	1	1	0	1		1	1		1	1		10 100
NEUILLE La petite rue noire, Boisaudier	SIMAEP DE BLOU	SIMAEP DE BLOU	2	0	0	0					1	1		1 350
NOYANT Bouton	SIVUAEP DE LA REGION DE NOYANT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	1	0	0	0						1		350
PARCAY LES PINS Les Moulins	SIAEP DE PARCAY LES PINS	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	2	0	0	0	1					1		350
PONTIGNE Les Hautes Roches	AGGLOMERATION DE BAUGE	SIEAAB	3	3	3	3	1	1	1		1	1		24 700
ROCHFERT SUR LOIRE La Chapelle	SIAEP DU LAYON	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	2	2	2	2	suivi loire					1		14 950
SAUMUR Le petit Puy	SAUMUR LOIRE DEVELOPPEMENT	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	10	10	10	0					1	1		51 850
SEICHES Pont Herbaux	SIAEP DE SEICHES SUR LE LOIR	VEOLIA EAU - CGE	1	1	0	1	1					1		7 650
ST FLORENT LE VIEIL La Carrière	MAIRIE DE SAINT FLORENT LE VIEIL	MAIRIE DE SAINT FLORENT LE VIEIL	1	1	1	1	suivi loire ?	1	1		1	1		10 100
ST GEORGES SUR LOIRE Le Boyau	SMAEP DE SAINT GEORGES SUR LOIRE	SMAEP DE ST GEORGES SUR LOIRE-BECON	3	0	0	0		1	1	Amélioration de l'archivage	1	1		2 800
ST MARTIN DE LA PLACE Les Clerets	SIAEP DE ST CLEMENT ET ST MARTIN	LYONNAISE DES EAUX	1	0	0	0	suivi loire					1		350
ST PHILBERT DU PEUPLE Planches de Baron	MAIRIE DE LONGUE	MAIRIE DE LONGUE JUMELLES	2	0	0	0					1	1		1 350
ST REMY LA VARENNE Le Boulet	SIAEP DE COUTURES	VEOLIA EAU - CGE	2	0	0	1						1		2 600
VERNANTES Bois de Buton	SIMAEP DE BLOU	SIMAEP DE BLOU	1	0	0	0						1		350
VERNANTES La Maladrie	SYNDICAT INTERCOMMUNAL EST-ANJOU	SYNDICAT INTERCOMMUNAL EST-ANJOU	1			1	1	1	1		1	1		5 050
VRITZ CANDE Les Thuyas - La Kiriaie	SIAEP DU SEGREEN	SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	3	3	3	2	1					1		20 000
TOTAL :			87	50	36	38	14	11	11		11	37	0	377 900

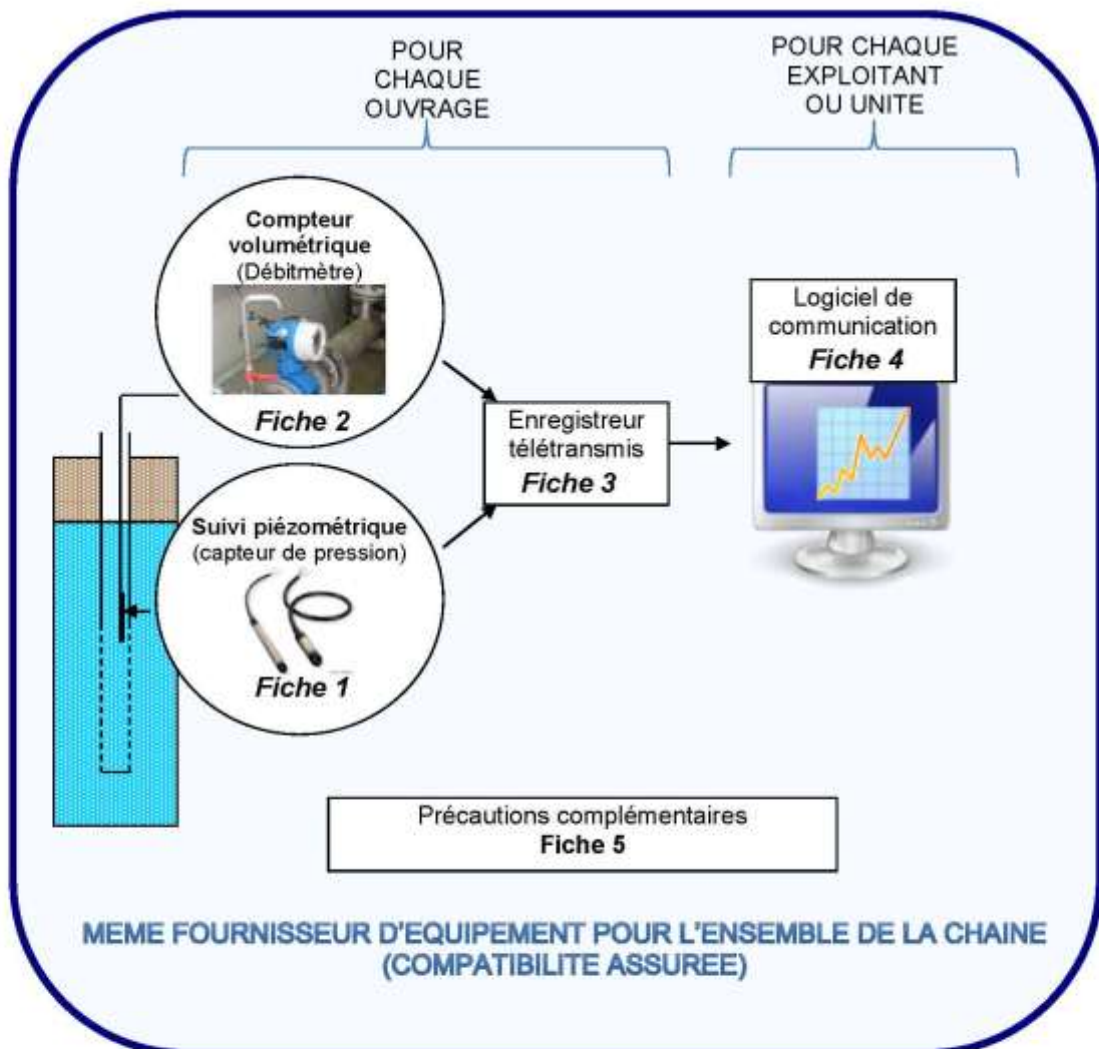
Illustration 21 – Besoins en équipements établis à mars 2011 (en € HT)
Coûts liés à la création d'un ouvrage de suivi situé en dehors de la zone d'influence du prélèvement non présentés.

Annexe 4 - Fiches de matériel



Suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable

Matériel de mesure *Equipements requis et définitions*





Suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable

Matériel de mesure

Fiche 1 : Capteur de pression (piézométrie)

Définition

Sonde électronique avec capteur détectant les variations de pression du fluide dans lequel elle est immergée.

Ces variations de pression sont retranscrites en profondeur par rapport au repère de mesure.



Spécifications techniques

- **Compatibilité avec l'enregistreur**
- Fiabilité dans le temps, stabilité métrologique (dérive inférieure à 2 cm par semestre pour une gamme de mesure de 10 m, soit 0.2 %)
- Faible diamètre (< 20 mm)
- Submersible (IP 68)
- Possibilité d'ajout de lest
- Connectique adaptée à l'enregistreur numérique associé
- Possibilité d'interface avec enregistreur numérique à plusieurs entrées
- Facilement interchangeable.

Suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable

Matériel de mesure Fiche 2 : Débitmètre (Volume, Débit)

Définition

Matériel de type **débitmètre à manchette électromagnétique autonome**, destiné au comptage sur les canalisations d'eau potable à privilégier.



Spécifications techniques

- **Compatibilité avec l'enregistreur**
- Matériel autonome : Fonctionnement sur piles (durée de vie de la pile d'au moins 5 ans)
- Large gamme de mesure et précision ($\pm 0,5 \%$)
- Submersible (IP 68), Résistant à l'usure (corrosion, vieillissement)
- Installation aisée sur des canalisations en sortie d'ouvrage (mesure bidirectionnelle de la vitesse d'écoulement)
- Entretien : Pas de pièce mobile, pas d'entretien
- Connectique adaptée à l'enregistreur numérique associé
- Possibilité d'interface avec enregistreur numérique à plusieurs entrées



Suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable

Matériel de mesure Fiche 3 : Enregistreur télétransmis

Définition

L'enregistreur constitue la base d'une station de mesure. Il permet de collecter les données et de les stocker, de transmettre les données sur appel ou de manière autonome via SMS/GPRS ou satellite ou encore de générer des alarmes sur dépassements de seuils.

Un matériel de type **enregistreur numérique autonome avec module de télécommunication intégré** sera à privilégier.

Spécifications techniques

- **Un enregistreur unique, Interopérabilité avec :**
 - o **Sonde(s) de pression et Débitmètre**
 - o **Logiciel de communication**
- Enregistreur avec au moins 2 entrées (Niveau piézométrique, Débit)
- **Enregistreur autonome** (alimentation assurée de préférence par piles)
- **Submersible (IP 68), Résistant**
- **Capacité de mémoire** : au minimum 40 000 données (> 4 mesure/heure pendant 1 an), cette mémoire sera non volatile
- **Acquisition** des données non interrompue en cas de remplissage total de la mémoire : les données les plus récentes prennent la place des plus anciennes
- **Fréquence d'acquisition des données** : réglable et variable par programmation
- **Horloge** : interne donnant le temps réel, les données horaires seront calées sur le Temps Universel (TU).
- **Connectique** : connecteurs fiables et robustes (de type militaire préférable)
- **Accès aux mesures et aux paramètres de fonctionnement** : Les mesures seront accessibles à un ordinateur sur place ou au travers d'une liaison série Infrarouge, USB ou d'un modem. Le fournisseur fournira les logiciels nécessaires. Le bon fonctionnement de l'enregistreur doit être facilement vérifiable sur site.
- **Module de télécommunication** : consultation à distance, en temps réel des mesures en mémoire et des paramètres de fonctionnement, réglage des paramètres de fonctionnement (cadence de mesure, étalonnage de la mesure, horloge...).

Le fournisseur doit pouvoir décrire de façon succincte les logiques de fonctionnement des enregistreurs proposés et leurs mises en œuvre.

Le logiciel et l'enregistreur seront fournis par le même fabricant (compatibilité assurée).



Suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable

Matériel de mesure

Fiche 4 : Logiciel de communication

Définition

Le **Logiciel de communication** est installé sur le PC. Il est fourni avec les équipements de suivi. Le vecteur de communication entre le PC portable et les stations (câble de connexion) sera branché sur un port série ou sur le port USB.

Le logiciel permet la programmation, la lecture en temps réel et la relève des données enregistrées. Il permet l'archivage local en base de données et l'export de données.

Spécifications techniques

- **Un logiciel unique, fourni par le même fabricant que le matériel de suivi**
- **Communication avec les stations.** Les technologies de transmission prises en charge sont : Modems, Liaison Infrarouge, Liaison USB, SMS (option possible), Site WEB (option possible).
- **Programmation des capteurs et contrôle des paramètres de fonctionnement** (sur site ou à travers le module de télétransmission) ;
- **Lecture en temps réel et relève de données** enregistrées par liaison locale, RTC ou GSM ;
- **Archivage local des données** dans une base de données ;
- **Automatisation des flux de données sortant sous forme de fichier texte de structure programmable** (lignes d'entête, ordre et taille des champs de mesure, caractère séparateur) correspondant au format accepté dans le cadre du Dispositif de suivi des prélèvements d'eau souterraine pour l'alimentation en eau potable (fichier .csv)

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Ppmes	Ppmas	Vvt	Gmax	Stgtemp
2	01/12/2010	31,64	36,25	555	50	2
3	02/12/2010	31,61	36,25	540	50	2
4	03/12/2010	31,61	36,25	538	45	2
5	04/12/2010	31,59	36,25	545	48	2
6	05/12/2010	31,63	36,25	545	48	2
7	06/12/2010	31,66	36,24	545	48	2
8	07/12/2010	31,65	36,25	545	48	2
9	08/12/2010	31,7	36,24	545	48	2
10	09/12/2010	31,7	36,24	545	48	2
11	10/12/2010	31,7	36,24	545	48	2
12	11/12/2010	31,67	36,24	545	48	2
13	12/12/2010	31,66	36,24	545	48	2
14	13/12/2010	31,65	36,23	545	48	2
15	14/12/2010	31,64	36,24	545	48	2

Exemple de fichier mensuel

- **Gestion d'alerte** : Déclenchement d'envoi de SMS sur dépassement de seuil.

Fonctions complémentaires pour l'exploitation des données :

- **Visualisation graphique des enregistrements,**
- **Édition des données** (modification des données manuelles ou selon procédures automatisées)



Suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable

Matériel de mesure

Fiche 5 : Précautions complémentaires (recto/verso)

Calibration - Maintenance

- **Calibration (Responsabilité du fournisseur)**

Les instruments de mesure vendus doivent impérativement faire l'objet avant livraison d'une calibration permettant de garantir une mesure plus fiable. Le fournisseur doit procéder à la calibration du matériel vendu de telle sorte que la fiabilité des mesures soient garanties.

- **Maintenance (Responsabilité de l'unité)**

Le contrôle vise à vérifier un capteur ou un appareil de mesure en le comparant avec des étalons, tout en s'assurant du bon état de l'ensemble (connecteurs, piles, mémoire, étanchéité, alimentation).

La réparation consiste, généralement après acceptation d'un devis, à remettre le matériel en parfait état de marche (remplacement des pièces d'usure et des composants défectueux).

L'étalonnage est la phase finale d'un contrôle ou d'une réparation. Elle permet de garantir et de certifier les caractéristiques métrologiques des appareils confiés.

Les tâches de maintenance peuvent être déléguées à un organisme compétent.

Livraison - Installation – Pose

- **Livraison**

Les instruments pourront être remis en main propre par le fournisseur ou envoyé. Dans ce cas, les instruments devront transiter dans des emballages adaptés aux conditions de transport.

- **Installation**

Il est recommandé de déléguer l'installation au fournisseur. Dans ce cas, le fournisseur fera son affaire de l'installation du matériel vendu de telle sorte qu'il soit livré et monté en ordre de marche sur site. Le fournisseur fournira avec son offre :

- La description des moyens qu'il compte mettre en œuvre pour assurer ce service.
- Pour chaque matériel proposé, la description des prérequis à son intervention d'installation sur site, de manière à ce que les responsables de suivi puissent préparer les sites conformément à ces prescriptions.
- Les formulaires d'attestation de conformité des sites d'installation par rapport au pré requis d'installation.

Si nécessaire, les sites seront aménagés par les responsables de suivi conformément aux spécifications minimum décrites par le fournisseur dans son offre :

- Travaux d'aménagement spécifiques permettant le fonctionnement correct des capteurs (aménagement de sources ou de tête de puits notamment),
- Travaux d'infrastructures (lignes électriques ou téléphoniques, panneaux solaires, etc.)

...

.../...

Il est recommandé de ne pas accepter d'installation partielle.

- **Délais de livraison et d'installation**

Le délai de livraison peut-être négocié avec le fournisseur de matériel.

Quand seule la livraison est demandée, le délai de livraison pour une commande peut être fixé à 1 mois à partir du jour de réception de la commande.

Quand la livraison est assortie d'une demande d'installation sur un site, le délai de livraison pour une commande peut-être de 45 jours calendaires à partir du jour de réception de la commande.

Les commandes sont effectuées par les interlocuteurs locaux (responsables de suivi).

Il est recommandé de demander au fournisseur :

- S'il dispose d'une représentation technique en France lui permettant de faire face à ses obligations d'intervention et de garantie (Une implantation régionale est un avantage) ;
- S'il fait état d'une production sur les dernières années d'un nombre non négligeable de dispositifs de suivi analogues à ceux visés par la demande à laquelle il répond.

Garantie

La fiabilité des instruments installés est un élément important de l'efficacité du suivi. Cette fiabilité couvre aussi bien la continuité de fonctionnement sans panne que la qualité et la stabilité des mesures obtenues. C'est pourquoi il est nécessaire de demander au soumissionnaire de s'engager sur ces deux aspects.

La durée de garantie, retour atelier, est à fixer à deux ans minimum. Cette durée sera comptée à partir de la réception du matériel : suite à l'installation quand celle-ci fera partie de la commande initiale, sinon suite à la livraison.

Pendant le temps de garantie, tout matériel ne répondant pas au cahier des charges sera remplacé par échange standard avec du matériel neuf équivalent sur simple demande écrite dans un délai de 8 jours calendaires à réception de la notification.

Les causes de remplacement pourront être en particulier :

- Pannes ou dysfonctionnements empêchant la mesure, l'enregistrement ou la récupération normale des données.
- Instabilité des capteurs de pression : en tout état de cause il est recommandé de préciser qu'une dérive instrumentale supérieure à 2 cm par semestre pour une gamme de mesure de 10 m, soit 0.2 % ne sera pas supportée.

Au-delà de la garantie, le soumissionnaire s'engage à fournir les pièces détachées des instruments proposés pendant une durée de 10 ans. Pendant cette durée le soumissionnaire proposera des possibilités d'échange standard

Le soumissionnaire pourra proposer une extension de garantie.

Annexe 5 - Modalités de fonctionnement du réseau (Fascicule détachable)



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Pays de la Loire
1, rue des saumonières
BP 92342
44323 – Nantes cedex 3 - France
Tél. : 02 51 86 01 51